

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Γ. ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ †

Καθηγητής Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής & Φυτογεωγραφίας, Τομέα Βοτανικής, Τμήματος Βιολογίας της Σχολής Θετικών Επιστημών του Α.Π.Θ.

Η Σταδιοδρομία και το Έργο του

I. Σπουδές

Ο Δημήτρης Μπαμπαλώνας γεννήθηκε στη Βέροια το 1944, όπου και τελείωσε τις γυμνασιακές του σπουδές.

Το 1963, έπειτα από εξετάσεις, γράφτηκε στο Φυσιογνωστικό Τμήμα της τότε Φυσικομαθηματικής Σχολής του Α.Π.Θ., από όπου αποφοίτησε το Φεβρουάριο του 1968, με βαθμό "Λίαν Καλώς".

Το Μάιο του 1979 αναγορεύθηκε διδάκτορας της Φυσικομαθηματικής Σχολής του Α.Π.Θ., με βαθμό "Άριστα".

II. Σταδιοδρομία: οι σημαντικοί σταθμοί.

1970-1971: Καθηγητής Μέσης Εκπαίδευσης .

1971-1979: Βοηθός Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Α.Π.Θ.

1979-1982: Επιμελητής Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας.

1982-1984: Λέκτορας στον Τομέα Βοτανικής, Τμήματος Βιολογίας.

1984-1989: Επίκουρος Καθηγητής στον Τομέα Βοτανικής, Τμήματος Βιολογίας.

1989-1997: Αναπληρωτής Καθηγητής στον Τομέα Βοτανικής, Τμήματος Βιολογίας.

1997: Καθηγητής στον Τομέα Βοτανικής, του Τμήματος Βιολογίας.

Επισκέφτηκε και εργάστηκε σε διάφορα ευρωπαϊκά ινστιτούτα, ενώ παράλληλα είχε συνεργασία με Ελληνικά Ιδρύματα.

Το 1981 έλαβε ετήσια εκπαιδευτική άδεια και πήγε στο Γεωβοτανικό Ινστιτούτο του Ομοσπονδιακού Πολυτεχνείου της Ζυρίχης Ελβετίας όπου εκτός από την παρακολούθηση διαλέξεων, σεμιναρίων και υπαίθριων εργασιών, ασχολήθηκε με τη σερπεντινική χλωρίδα και βλάστηση.

Επίσης από το 1984 έως το 1990 επισκέφτηκε στα πλαίσια εκπαιδευτικών ανταλλαγών, διάφορα Πανεπιστήμια της Γερμανίας και Ουγγαρίας. Ειδικότερα, το 1989-90, στο πλαίσιο εκπαιδευτικής άδειας, εργάστηκε για 3 μήνες στο Πανεπιστήμιο της Βιέννης με θέματα που αφορούν τη χλωρίδα και βλάστηση των υγροτόπων.

III. Διοικητική και οργανωτική προσφορά

Από το 1990 διετέλεσε Διευθυντής του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, του Τομέα Βοτανικής του Τμήματος Βιολογίας Α.Π.Θ.

Ως Διευθυντής προσέφερε στην Οργάνωση του εργαστηριακού χώρου και τη συμπλήρωσή του με τα απαραίτητα όργανα για τις αναλύσεις φυτών, εδαφών και υδάτων.

Ανανέωσε και συμπλήρωσε σταδιακά τα ερμάρια του Herbarium και οργάνωσε, μαζί με τα άλλα μέλη ΔΕΠ του Εργαστηρίου, το Βοτανικό Μουσείο.

IV. Διδασκαλία στους προπτυχιακούς φοιτητές

Ως Πανεπιστημιακός δάσκαλος πραγματοποίησε υπεύθυνο και συνεπές έργο. Συνέβαλε στη διαμόρφωση και διδασκαλία του μαθήματος της Συστηματικής Βοτανικής και οργάνωσε εξ αρχής το μάθημα της Φυτοκοινωνιολογίας.

Ειδικότερα, δίδαξε τα Μαθήματα, Εργαστηριακές και υπαίθριες ασκήσεις της

- Συστηματικής Βοτανικής, στους Φυσιογνώστες, Βιολόγους, Γεωπόνους και Φαρμακοποιούς του ΑΠΘ και
- Φυτοκοινωνιολογίας, στους φοιτητές του Τμήματος Βιολογίας και του Τμήματος Γεωπονίας.

Ακόμη, ήταν ο επιβλέπων σε πολλές διπλωματικές εργασίες φοιτητών του Τμήματος Βιολογίας του ΑΠΘ.

V. Μεταπτυχιακό έργο

Δίδαξε στους φοιτητές του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Βιολογίας του ΑΠΘ με ειδικευση

- στην Υδροβιολογία και Υδατοκαλλιέργειες και
- στην Περιβαλλοντική Βιολογία.

Ήταν ο κύριος επιβλέπων σε τρεις Διδακτορικές Διατριβές.

Συμμετείχε σε περισσότερες από δέκα εξεταστικές επιτροπές Διδακτορικών Διατριβών και υπήρξε μέλος ισάριθμων τριμελών συμβουλευτικών επιτροπών.

VI. Ερευνητικά ενδιαφέροντα

Τα ερευνητικά του ενδιαφέροντα επικεντρώνονται κυρίως σε προβλήματα σχετικά με:

- την Χλωρίδα της Ελλάδας, (Ταξινόμηση, Χωρολογία και συμπεριφορά φυτικών πληθυσμών) και
- την μελέτη φυτοκοινωνιολογικών ενοτήτων βλάστησης από άποψη δομής, οικολογίας και συγχωρολογίας, με ιδιαίτερη έμφαση στη σερπεντινική βλάστηση, τη βλάστηση των υγροτόπων και των ακτών της Ελλάδας.

Το ερευνητικό του έργο

Πέρα από τη Διδακτορική του Διατριβή συνέγραψε περισσότερες από 80 ανακοινώσεις και δημοσιεύσεις.

Οι 40 είναι δημοσιευμένες σε διεθνή ή ελληνικά επιστημονικά περιοδικά και οι άλλες 40 και πλέον είναι ανακοινώσεις σε διεθνή ή ελληνικά επιστημονικά συνέδρια.

Συμμετοχή σε ερευνητικά Προγράμματα

Συμμετείχε σε Προγράμματα

- της Ευρωπαϊκής Ένωσης,
- της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας,
- του Υπουργείου Γεωργίας,
- του ΥΠΕΧΩΔΕ,
- του Μουσείου Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας και
- του Υπουργείου Πολιτισμού.

Όλο σχεδόν το έργο του αποτελεί θεμέλιο για την γνώση, αειφορική διαχείριση και αποκατάσταση φυσικών οικοσυστημάτων

Ευρύτατα γνωστή στην Ελλάδα και στην Ευρώπη είναι η συνεισφορά του σε δύο μεγάλα έργα:

- Καταγραφή, εκτίμηση και χαρτογράφηση των τύπων οικοτόπων και των ειδών χλωρίδας και πανίδας της Ελλάδας (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ) και
- Αναγνώριση και περιγραφή των τύπων οικοτόπων σε περιοχές ενδιαφέροντος για τη διατήρηση της φύσης (γνωστό ως το έργο της χαρτογράφησης).

Επίσης, σημαντικό είναι το έργο του για τη χερσόνησο του Άθω με δύο δημοσιεύσεις:

- Τα φυτά του Αγίου Όρους (με έγχρωμες φωτογραφίες) και
- Η χλωρίδα του Αγίου Όρους.

VII. Εκπαιδευτικά Συγγράμματα

Για την υποβοήθηση του εκπαιδευτικού του έργου, έγραψε δύο συγγράμματα για τους φοιτητές:

1. ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ Δ. & ΚΟΚΚΙΝΗ Σ. 1992. Συστηματική Βοτανική.
2. ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ Δ. 1997. Μαθήματα Φυτοκοινωνιολογίας.
3. ΜΠΑΜΠΑΛΩΝΑΣ Δ. 1990. Σημειώσεις Βοτανικής II.

VIII. Συμβολή του στο έργο της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας

- Ήταν εκλεγμένος Γενικός Γραμματέας της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας για τις περιόδους 1993-1996 και 1996-1999.
- Πρόεδρος της οργανωτικής επιτροπής του 4ου επιστημονικού συνεδρίου της ΕΒΕ στη Θεσσαλονίκη το 1985.
- Γενικός Γραμματέας της οργανωτικής επιτροπής του 5ου επιστημονικού συνεδρίου της ΕΒΕ στους Δελφούς το 1994.
- Γενικός Γραμματέας της οργανωτικής επιτροπής του 6ου επιστημονικού συνεδρίου της Ε.Β.Ε στο Παραλίμνι της Κύπρου το 1996.
- Μέλος της οργανωτικής επιτροπής του πρώτου Βαλκανικού Botanical Congress, στη Θεσσαλονίκη το 1997.

Ο Δ. Μπαμπαλώνας ως άνθρωπος ... (Αποσπάσματα από την εισηγητική έκθεση για τη θέση του καθηγητή)

...“Ο Δ. Μπαμπαλώνας διακρίνεται για το εξαιρετικό ήθος του, την άριστη συνεργασιμότητα, την υπευθυνότητα, καθώς και για το ενδιαφέρον του για την

επιστήμη και την προθυμία του στην ανάληψη διοικητικών και οργανωτικών πρωτοβουλιών”...

Εκλεγόταν συνεχώς μέλος της Γ.Σ. του Τμήματος Βιολογίας του Α.Π.Θ. από το 1982, στις συνεδριάσεις της οποίας μετείχε αδιάλειπτα και ενεργά, όπως επίσης, και του Τομέα Βοτανικής. Είχε γνώμη για όλα τα θέματα και δεν δίσταζε να την εκφράζει.

Σημαντική ήταν, επίσης, η συμμετοχή του σε συμπόσια, ημερίδες και επιμορφωτικά σεμινάρια τοπικού χαρακτήρα, καθώς και διακρατικές συναντήσεις σε παραμεθόριες περιοχές.

Πάνω απ’ όλα ήταν ένας αισιόδοξος και χαρούμενος άνθρωπος...

Οι οικογένειά του, οι συνάδελφοι, οι μαθητές του και οι φίλοι του, θα τον θυμόμαστε ως έναν ακούραστο **δάσκαλο, ερευνητή, συνεργάτη, καλό φίλο και άριστο οικογενειάρχη.**

Δυσαναπλήρωτο το κενό που άφησε φεύγοντας ένας **επιστήμονας** με τις γνώσεις και την εμπειρία του και κυρίως ένας **άνθρωπος** με την εργατικότητα, την ευθύτητα και το ήθος του **Δημήτρη Μπαμπαλώνα.**

Θεόδωρος Γεωργιάδης
Καθηγητής Βιολογίας Πανεπιστημίου Πατρών

The adventitious root anatomy of *Urginea maritima*

Al-Tardeh S., Sawidis T., Diannelidis B-E. & Delivopoulos S.

Department of Botany, School of Biology, Aristotle University,
Thessaloniki 541 24, Greece.

Abstract

The adventitious roots of *Urginea maritima* are bounded by a multiple-layered velamen. They consist mostly of storage tissue. In the cortex area, thin-walled idioblasts contain numerous raphides of calcium oxalate in their vacuole with a distinctive tonoplast. The needles are $\sim 72 \pm 22 \mu\text{m}$ long. Water storage tissue is present, keeping the root hydrated and turgid with total water content 91.2%. The idioblast cells with oils, lipids and polysaccharidic contents are also present. All the cell walls contain polysaccharidic contents. *U. maritima* possessing adventitious roots proves to be efficient in storing water during the long summer drought, less susceptible to climatic stress and well synchronized with the climatic fluctuations. Therefore, roots are, at least in part, responsible for the species' occurrence and frequent dominance in a wide array of semiarid ecosystems of the Mediterranean climate.

Introduction

U. maritima L. is a perennial bulbous geophyte of the family Liliaceae, native to the Mediterranean Basin and well adapted to its type of climate (Kopp et al. 1996). Scilliroside, the major toxic glycoside, occurs in all plant parts (Verbiscar 1986). Given the importance of the plant as a constituent component of the Mediterranean vegetation, its dominance over wide areas, and its adaptation to the semiarid ecosystem, have led us to undertake the anatomical study of the plant, its efficiency in water and nutrient storing during the long summer drought and its defense mechanisms against herbivores.

Materials and methods

U. maritima plants were collected from a hill about 10 km north-west of Chania, on the island of Crete, southern Greece. Root segments were fixed immediately in situ according to the procedures described by Dashek (2000). The lipophilic substances were identified according to Bornner (1975). The polysaccharides were identified by periodic acid-Schiff's reaction (Nevalainen 1972). Root water content was measured according to Cappelletti (1954).

Results and discussion

In the morphology of dormant roots indications of intense shrinkage are clearly evident macroscopically in comparison to those of the photosynthetic period. This shrinkage causes the cell walls of the storage tissues to fold (Fig. 1). *U. maritima* proves

to be very efficient in storing water during the long summer drought. When values of the water content in the upper part of the soil profile vary around zero, the adventitious root remains hydrated and turgid with total water content about 91.2%. The roots are covered by multi-layered velamen (2-4 cells wide) possessing single-celled hairs (Fig. 2). Velamen is a multiple epidermal system responsible for rapid water uptake, water loss reduction, osmotic and mechanical protection (Raven et al. 1981).

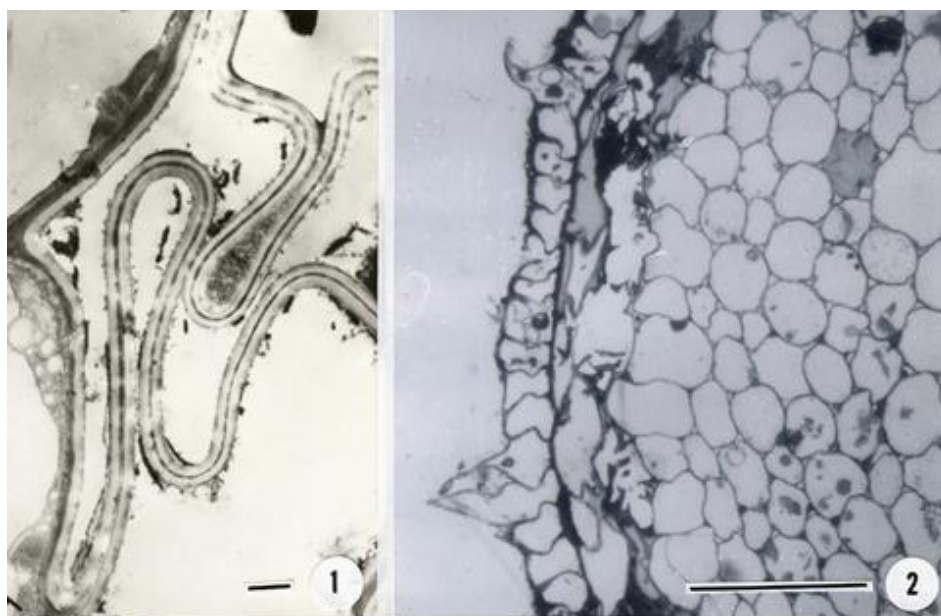
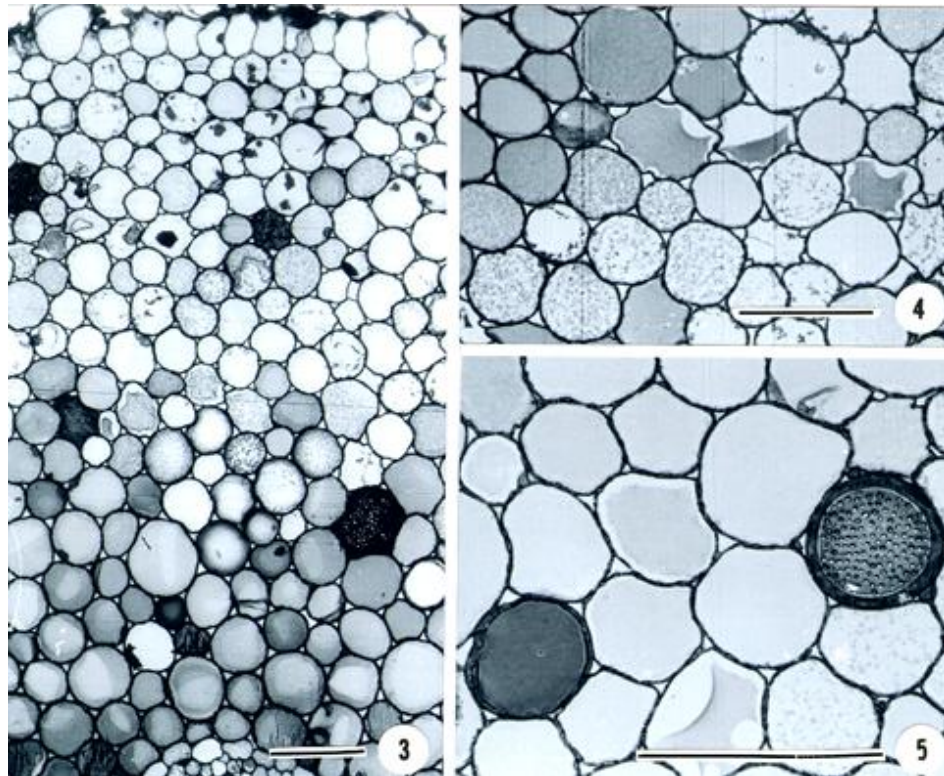


Figure 1. Cell wall of storage tissue revealing densely packed zig-zag-like folding after dehydration during the summer period. Scale bar = 1 μ m.

Figure 2. Thick walled velamen epidermal cells with a thin cuticle layer. Scale bar = 100 μ m.

The adventitious root cortex of *U. maritima* is approximately 17 cells wide at the central cross section. The cortical cells show an increase in cell sizes, the color density and intercellular spaces from epidermis toward the pith (Fig. 3). Large water-storage cells are present in the cortex region, which become more obvious when they plasmolyze due to water reduction during the summer season (Fig. 4).

Modified, sheathed-wall crystalliferous idioblasts containing raphide bundles are present among ordinary cortical cells (Fig. 5).



Figures 3-5. Adventitious root cross section showing the cortex area between velamen and central cylinder in association with density of color, cell sizes and the intercellular spaces. Scale bar = 100 μ m.

Figure 4. Plasmolysed cells due to water reduction during summer drought.

Figure 5. Raphides stored in a large vacuole with distinctive tonoplast .

Observation of hand-cut sections under the light microscope reveals long needles of calcium oxalate. The needles are $\sim 72 \pm 22$ μ m long (Fig. 6 & 7). Accumulation of oxalic acid in tissues, which is not readily metabolized, may cause osmotic problems. Therefore, precipitation of calcium oxalate crystals, as metabolic waste or by-product, seems to be an appropriate way for the plant to avoid these undesirable situations. On the other hand, the calcium content in dormant adventitious roots may be viewed as an osmoregulatory adaptation to drought during the dry summer period and mechanical defense producing mild inflammation and itching when rubbed on the skin (Levitt 1980).

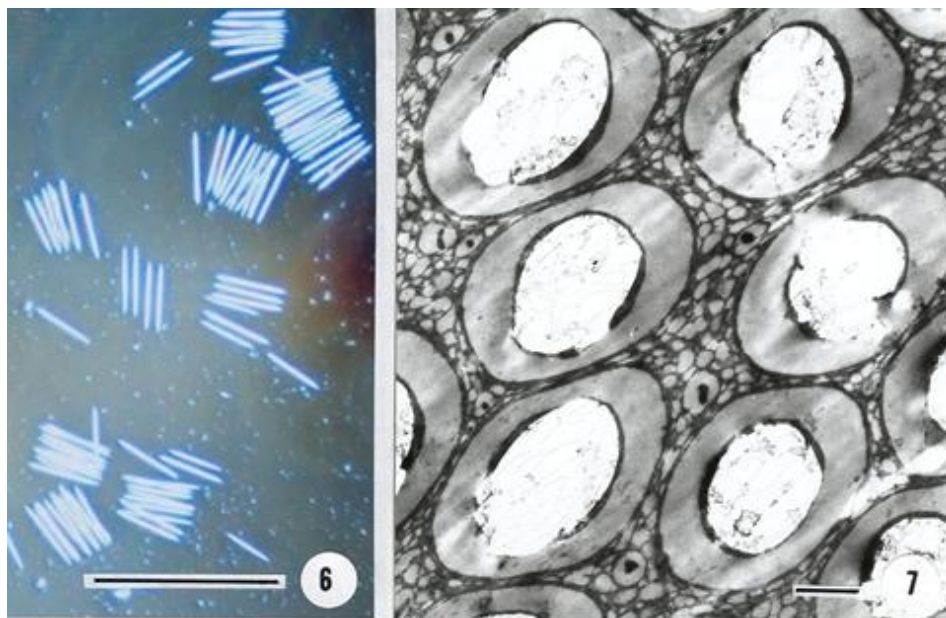


Figure 6. Raphides of calcium oxalate in a mucilaginous cell. Fresh root hand-cut section. Scale bar = 100 μ m.

Figure 7. Adventitious root cross section. Cortical idioblast cell containing densely packed raphides. Transmission electron micrograph. Scale bar = 1 μ m.

The endodermal cells are uniseriate and more elongated. Pericycle is uniseriate, while cells are periclinally oriented and isodiametric. The lipids and phenolic substances are concentrated near the endodermis and are responsible for injuries observed during preparation of the tissue for microscopy. The vascular cylinder root xylem is ~10 arch (Fig. 8). The root xylem consists of vessels in short radial rows, alternating with clusters of phloem cells (Fig. 9).

After employing the Schiff's reagent, the cells with a polysaccharidic content are red stained (Fig. 10). These cells contain soluble polysaccharides which are more clearly seen after being plasmolysed. The cell walls are red stained. The idioblast cells and sheathed cortical cells are also red stained, which becomes more visible when the cells are cut tangentially (Fig. 11).

When semithin sections are exposed to Sudan Black B, numerous parenchyma cells are intensely stained brown to black (Fig. 12).

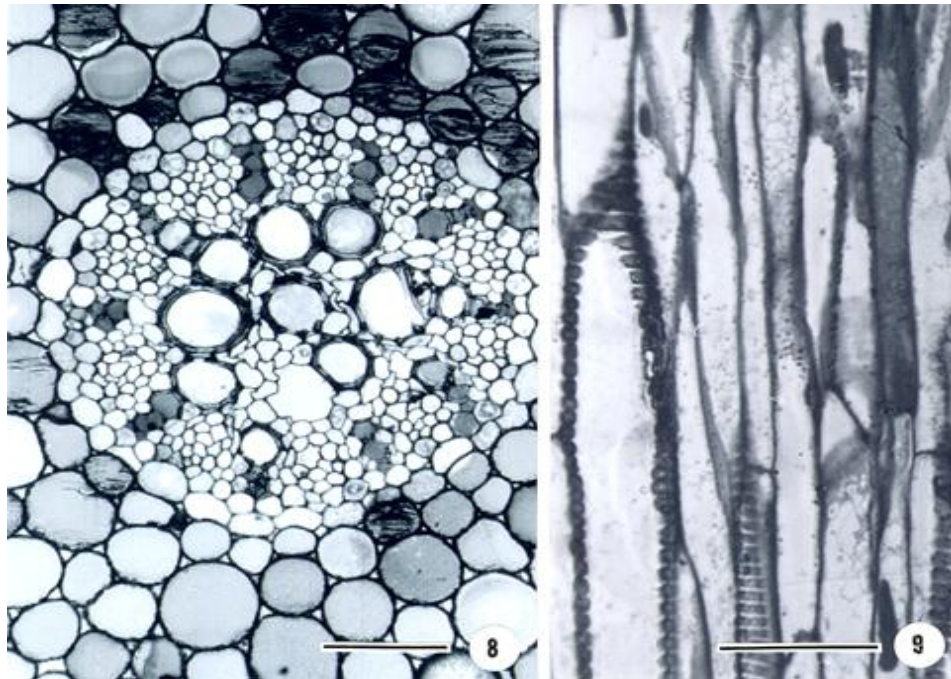


Figure 8. Adventitious root cross section; concentrated lipids and phenolic substances near the endodermis. 10 - arch central cylinder. Scale bar = 100 μ m.

Figure 9. Adventitious root longitudinal section showing the transport system. Scale bar = 100 μ m.

In the cortex, oil cells occur sporadically as solitary idioblasts. The sheathed and plasmolysed cells which have been already red stained with Schiff's reagent are black stained with Sudan Black B (Fig. 13).

The root possesses specialized and non specialized storage cells. It contains variable contents of carbohydrate, lipids, flavonoids and anthocyanes over the year (Vega et al. 1972, Verbiscar 1986). The plant exhibits not only quantitative but also qualitative differences in the bufadienolide compositions according to its nativity (Krenn et al. 1994). In conclusion, the root features that contribute to its success in a fluctuating environment are: 1. a multiseriate epidermis, 2. the large parenchyma water storing cells, 3. the cortical cells containing soluble sugars, 4. the oil cells which contain lipids 5. the idioblasts cells which contain raphide crystals. Finally, the root can be, at least in part, responsible for the species adaptation and dominance in a wide area of arid environments in the Mediterranean climate.

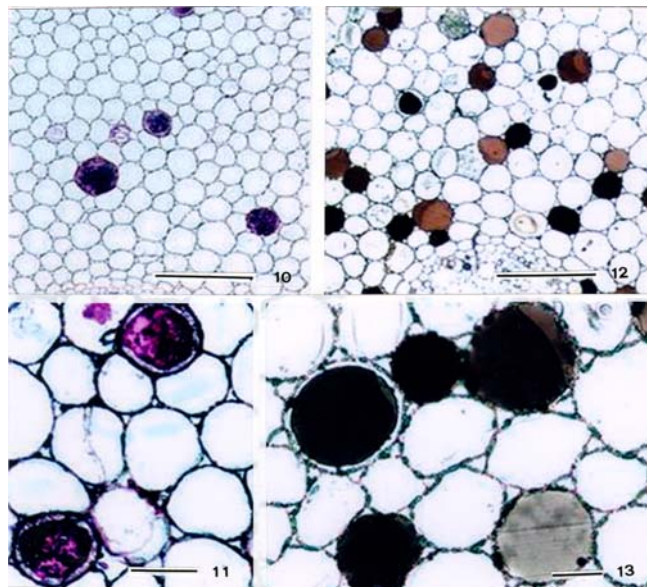


Figure 10. Adventitious root cross section. Polysaccharide staining with Schiff's reagent. Scale bar = 300 μ m.

Figure 11. Polysaccharidic content in a plasmolysed vacuole of an adventitious root cortical cell which cut tangentially. Scale bar = 50 μ m.

Figure 12. Adventitious root cross section. Cortical cells containing lipids positively reacted with Sudan Black B. Scale bar = 300 μ m.

Figure 13. Oil cells stained brown to black with Sudan Black B. Scale bar = 50 μ m.

References

- Bronner R. 1975. Simultaneous demonstration of lipids and starch in plant tissues. *Stain Technology* 50: 1-4.
- Cappelletti C. 1954. Water content in plants and equations used to determine it. *Annals of Botany, Roma* 24: 408-430.
- Dashek W.V. 2000. *Methods in plant electron microscopy and cytochemistry*. Human Press, New Jersey. Pages: 195-211.
- Kopp B., Krenn L., Draxler M., Hoyer A., Terkola R., Vallaster P. & Robien W. 1996. Bufadienolides from *Urginea maritima* from Egypt. *Phytochemistry* 42: 513-522.
- Krenn L., Jelovina M. & Kopp B. 2000. New bufadienolides from *Urginea maritima* sensu strictu. *Fitoterapia* 71: 126-129.
- Levitt J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Vol 11. *Physiological Ecology Series*. Academic Press Inc., New York.
- Nevalainen T.J., Laitio M. & Lindgren I. 1972. Periodic acid-Schiff (PAS) staining of Epon-embedded tissues for light microscopy. *Acta histochemica* 42: 230-233.
- Vega F.A., Garcia-Jalon I., Fernandez M. & Rendo J. 1972. Anthocyanins of red squill, *Urginea maritima*. *Phytochemistry* 11: 2896-2899.
- Verbiscar A.J., Petal J., Banigan T.F. & Schatz R.A. 1986. Scilliroside and other scilla compounds in red squill. *J. Agric. Food Chem.* 34: 973-979.

Ζώνες βλάστησης και οικολογική αξιολόγηση του πυρήνα του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας

Απλαδά Ε., Τηνιακού Α. & Γεωργιάδης Θ.

Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Το όρος Πάρνηθα είναι το υψηλότερο από τα τέσσερα όρη που περιβάλλουν την Αθήνα και το μοναδικό από αυτά, που διατηρεί δάσος Κεφαλληνιακής ελάτης. Κατά τη διάρκεια της έρευνάς μας αναγνωρίστηκαν τρεις ζώνες και επτά τύποι βλάστησης στο όρος, ενώ παράλληλα καταγράφηκαν οι απειλές που αντιμετωπίζει κάθε τύπος βλάστησης. Το όρος έχει ανακηρυχτεί Εθνικός Δρυμός και δέχεται την επίδραση πολλών παραγόντων που επηρεάζουν την χλωρίδα και τους οικοτόπους του. Ο πιο σημαντικός από αυτούς τους παράγοντες φαίνεται να είναι η εγγύτητα του βουνού με την πρωτεύουσα της χώρας.

Vegetation zones and ecological evaluation of the core of Mt Parnitha National Park

Aplada E., Tiniakou A. & Georgiadis Th.

Section of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras, GR-265 00
Patras, Greece.

Abstract

Mount Parnitha is the highest of the four mountains surrounding Athens and the only one of them that maintains a Greek fir forest. During our research on the mountain three vegetation zones and seven vegetation types were identified, and the most serious threats that each type faces were recorded. The mountain has been declared a National Park; nevertheless, it is affected by several factors which influence its flora and habitats. It seems that the most important factor is the vicinity of the mountain to the country's capital city.

Εισαγωγή

Το όρος Πάρνηθα βρίσκεται μόλις 20 km μακριά από την Αθήνα και οι υψηλότερες κορυφές του είναι η Καραβόλα (1413 m), το Όρνιο (1350 m), το Αυγό (1201 m) και η Κυρά (1160 m).

Τα κύρια πετρώματα του όρους είναι ο ασβεστόλιθος, ο σχιστόλιθος και ο φλύσχης. Η διάταξή τους ευνοεί τη δημιουργία πηγών συνεχούς ροής, οι οποίες

ανέρχονται σε 46 στο σύνολο και σχηματίζουν πολλά ρυάκια και μικρές λίμνες. Συναντώνται επίσης πολλά βάραθρα και σπήλαια, με σημαντικότερο το σπήλαιο του Πανός.

Το κλίμα του όρους διαφέρει αρκετά από το κλίμα της Αττικής. Η μέση θερμοκρασία μειώνεται περίπου 0,8°C για κάθε 100 m αύξησης του υψομέτρου στο όρος. Βιοκλιματικά, η Πάρνηθα ανήκει στον ύφυγρο όροφο με ψυχρό χειμώνα και το κλίμα χαρακτηρίζεται ως μέσο-Μεσογειακό για υψόμετρα 700-1100 m και υπο-Μεσογειακό για τις υψηλότερες κορυφές του όρους.

Η έκταση της Πάρνηθας είναι περίπου 200.000 στρέμματα. Το 1961 το όρος ανακηρύχθηκε Εθνικός Δρυμός, του οποίου ο πυρήνας αποτελείται από την περιοχή των υψηλότερων κορυφών (38.000 στρέμματα περίπου), που στο μεγαλύτερο μέρος τους καλύπτονται από ελατοδάσος.

Το όρος είναι πολύ πλούσιο σε αριθμό φυτικών ειδών, καθώς έχουν καταγραφεί μέχρι στιγμής 1.096 taxa, (Απλαδά 2003). Σημαντικό ποσοστό καταλαμβάνουν τα Ελληνικά ενδημικά φυτά που αριθμούν 92 taxa, ενώ στο όρος φύονται δύο taxa που αποτελούν αποκλειστικά τοπικά ενδημικά: η καμπανούλα της Πάρνηθας *Campanula celsii* A. DC. subsp. *parnesia* Phitos και το αγριογαρύφαλλο της Πάρνηθας *Silene oligantha* Boiss. & Heldr. subsp. *parnesia* Greuter.

Επίσης το όρος έχει πολύ σημαντική πανίδα, με πολλά taxa που είναι υπό καθεστώς προστασίας. Το σημαντικότερο είδος είναι το κόκκινο ελάφι [*Cervus elaphus* (Erxleben, 1777)], του οποίου η Πάρνηθα φιλοξενεί τον τελευταίο μεγάλο πληθυσμό μέσα σε ελληνικά σύνορα (περίπου 400 άτομα). Άλλα 34 θηλαστικά, καθώς επίσης και 8 αμφίβια, 22 ερπετά και 90 είδη πτηνών επίσης προστατεύονται.

Υλικά και μέθοδοι

Στο όρος πραγματοποιήσαμε εβδομήντα-επτά δειγματοληψίες με την μέθοδο Braun-Blanquet (Braun-Blanquet 1964, Westhoff & van der Maarel 1978) και στη συνέχεια δημιουργήσαμε χάρτη βλάστησης. Η χαρτογράφηση έγινε με τη μέθοδο του Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (G.I.S), με τη χρήση αεροφωτογραφιών της περιοχής κλίμακας 1:5.000 από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, που ελήφθησαν το 1988 και 1992.

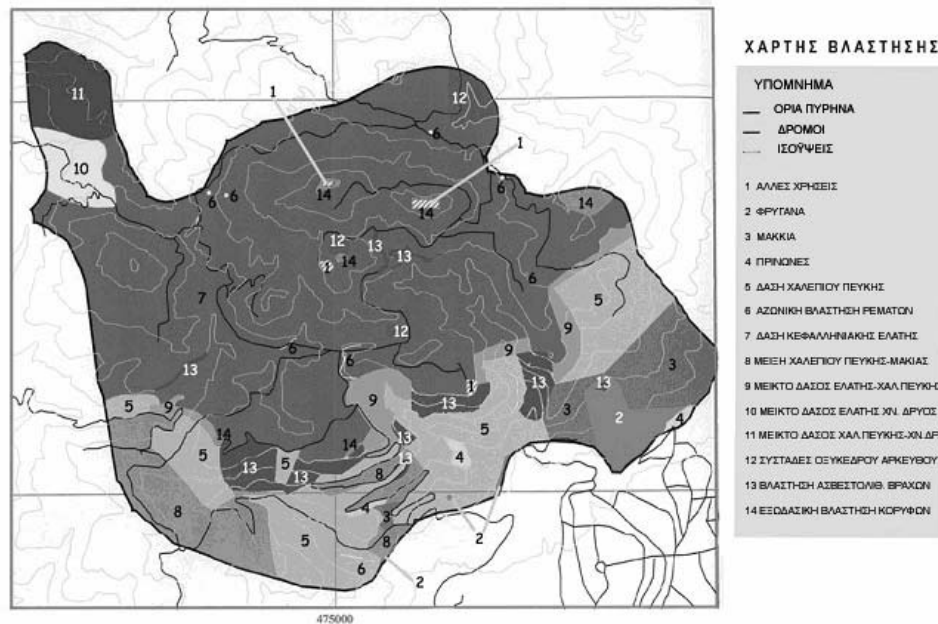
Αποτελέσματα

Φυσιογνωμικά διακρίνονται δύο κύριες ζώνες βλάστησης:

- I) Η πρώτη ζώνη απαντά από 400-1000 m περίπου και σε αυτήν κυριαρχούν πευκοδάση, διαπλάσεις αείφυλλων πλατύφυλλων, καθώς και φρυγανικά οικοσυστήματα. Στις ανώτερες περιοχές της ζώνης η ελάτη δημιουργεί μικτό δάσος με την χαλέπιο πεύκη.
- II) Η δεύτερη ζώνη εκτείνεται από τα 1000 m περίπου στις νότιες πλαγιές και από τα 600 – 700 m περίπου στις βόρειες και δυτικές περιοχές, έως τα 1400 m και σε αυτήν κυριαρχεί το δάσος ελάτης, διαπλάσεις άρκευθου και λιβαδικά φυτά. Το ελατοδάσος δεν είναι αμιγές, αλλά σε πολλές θέσεις γίνεται μικτό με μαύρη πεύκη, η οποία προέρχεται από αναδασώσεις.

Επίσης, στις υψηλότερες κορυφές του όρους υπάρχει μια υπολειμματική ζώνη βλάστησης, που αποτελείται από ακανθωτούς, μαξιλαρόμορφους θάμνους.

Στη μελέτη μας καταρτίσαμε χάρτη βλάστησης (Εικ. 1), με τους κυριότερους τύπους βλάστησης:



Εικόνα 1. Χάρτης βλάστησης του πυρήνα του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας.

Κοινότητες φρυγάνων. Στην Πάρνηθα ο τύπος αυτός έχει καλή ανάπτυξη και εμφανίζεται σε πολλές ασβεστολιθικές θέσεις, σε διάφορες εκθέσεις και κλίσεις στις χαμηλότερες πλαγιές. Τα είδη που εμφανίζονται περισσότερο είναι: *Sarcopoterium spinosum*, *Coridothymus capitatus*, *Hypericum empetrifolium*, *Globularia alypum*, *Cistus creticus*, *C. salviifolius* κ.ά.

Μακκία. Αυτός ο τύπος βλάστησης είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένος στον πυρήνα του Δρυμού, όπου απαντάται κυρίως στις νότιες πλαγιές του, σε μείξη συνήθως με φρύγανα και πευκοδάσος. Το υπόστρωμα στο οποίο αναπτύσσεται είναι κυρίως ασβεστολιθικό ενώ εμφανίζεται ποικιλία εδαφών, κλίσεων και εκθέσεων. Τα είδη που συμμετέχουν είναι: *Quercus ilex*, *Arbutus unedo*, *A. andrachne*, *Pistacia lentiscus*, *P. terebinthus*, *Olea europaea*, *Quercus coccifera* κ.ά.

Πευκοδάσος. Αποτελείται αποκλειστικά από χαλέπιο πεύκη (*Pinus halepensis*). Καταλαμβάνει τα χαμηλά υψόμετρα του όρους και στον πυρήνα ανέρχεται μέχρι τα 600-800 m στις βόρειες και δυτικές πλαγιές, ενώ στις νότιες και ανατολικές μπορεί να ανέλθει έως τα 1000 m. Έχει υποστεί εντατική εκμετάλλευση για ρητίνη στο παρελθόν. Πρόσφατα, οι αποικίες των εντόμων *Marchalina hellenica* και *Thaumetopaea pityocampa* προκάλεσαν σοβαρή ζημιά, ειδικά στη νότια πλευρά του πυρήνα.

Ελατοδάσος. Αποτελείται αποκλειστικά από Κεφαλληνιακή ελάτη (*Abies*

cephalonica). Καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του πυρήνα του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας και η σύνθεσή του διαφέρει ανάλογα με το υψόμετρο, την έκθεση και το έδαφος. Η έντονη λαθροϋλοτομία και βοσκή κατά το παρελθόν, οι πυρκαγιές που κατέστρεψαν σημαντικά τμήματά του καθώς και η επιδημία ξήρανσης της ελάτης είχαν ως αποτέλεσμα, το δάσος αυτό να έχει τελείως ακανόνιστη δομή και να βρίσκεται ακόμα σε οπισθοδρομική εξέλιξη.

Για την υποβοήθηση της αναγέννησης της ελάτης το Δασαρχείο Πάρνηθας προέβη στην φύτευση μαύρης πεύκης (*Pinus nigra*), που δεν ανταγωνίζεται το έλατο, καθώς βρίσκεται έξω από τα όρια εξάπλωσής της και δεν μπορεί να αναγεννηθεί. Παράλληλα, βοηθά την ελάτη παρέχοντας τον κατάλληλο υπόροφο για να φυτρώσουν τα σπέρματά της, να μεγαλώσουν τα μικρά δενδρύλλια και με αυτό τον τρόπο να αναγεννηθεί το δάσος.

Εξωδασική βλάστηση. Στα διάκενα των δασών και κυρίως σε θέσεις όπου έχει υποχωρήσει το ελατοδάσος είτε λόγω κακοδιαχείρισης στο παρελθόν είτε λόγω ξήρανσης, έχουν δημιουργηθεί δύο τύποι βλάστησης: οι διαπλάσεις οξύκεδρου άρκευθου και οι διαπλάσεις ακανθωτών θάμνων *Astragalus*. Στον πρώτο τύπο κυριαρχεί το *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* και ακολουθούν τα *Quercus coccifera* και *Berberis cretica*.

Στον δεύτερο τύπο κυριαρχεί το *Astragalus angustifolius*. Και οι δύο τύποι ανευρίσκονται κυρίως στις κορυφές του πυρήνα και είναι σαφώς υποβαθμισμένοι, καθώς στις περισσότερες θέσεις υπάρχουν στρατιωτικές και ραδιοτηλεοπτικές εγκαταστάσεις.

Αζωνική βλάστηση ρεμάτων. Χαρακτηριστικό είδος αυτού του τύπου βλάστησης είναι ο πλάτανος (*Platanus orientalis*). Μέσα στον πυρήνα η εμφάνισή του είναι σποραδική, όπως στις πηγές της Αγ. Τριάδας, της Σκίπιζας, της Πλατάνας, της Κυράς και στο Μεσσιανό Νερό. Δεν σχηματίζει παρόχθιες συστάδες σε μεγάλη έκταση, παρά μόνο στα ρέματα και τους χειμάρρους που βρίσκονται δυτικά, στην περιοχή της Φυλής. Άλλα είδη που συμμετέχουν είναι η ιτιά (*Salix alba*), η λεύκα (*Populus tremula*), διάφορα είδη *Poa*, *Carex*, *Juncus* κ.ά.

Χασμόφυτα. Στα χαμηλά υψόμετρα, τα βράχια αποικίζονται κυρίως από *Inula verbascifolia* subsp. *parnassica* και *Ptilostemon chamaepeuce*, ενώ στα μεγαλύτερα υψόμετρα, το *Ptilostemon chamaepeuce* αντικαθίσταται από *Campanula celsii* subsp. *parnesia* και *Aubrieta deltoidea*. Τα περισσότερα είδη είναι ενδημικά.

Συζήτηση

Το όρος Πάρνηθα δέχεται μεγάλη ανθρώπινη πίεση από τους αρχαίους χρόνους, οι επιδράσεις των οποίων είναι ορατές στα δάση του σήμερα. Η βόσκηση, η γεωργία, το κυνήγι και οι πυρκαγιές είναι οι κύριοι λόγοι της υποβάθμισης των φυσικών οικοσυστημάτων της Πάρνηθας, ενώ πολύ σημαντική επιρροή ασκεί και η δασική αναγυχή. Καθημερινά το όρος δέχεται μεγάλο αριθμό επισκεπτών, αλλά οι χώροι αναγυχής δεν επαρκούν και δημιουργείται πρόβλημα με τα απορρίμματα. Σύμφωνα με μελέτη του Δασαρχείου Πάρνηθας (Αμοργιανιώτης 1997) την περίοδο 1991-1992 το όρος δέχτηκε 270.000 επισκέπτες. Ένα διαχειριστικό μέτρο που θα μπορούσε να ληφθεί για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα θα ήταν η επαναλειτουργία του φυλακίου στην είσοδο του πυρήνα με ελεγχόμενη πρόσβαση των επισκεπτών.

Επίσης, υπάρχει μεγάλη αύξηση του πληθυσμού των ελαφιών με αποτέλεσμα φαινόμενα φλοιοφαγίας και φθορές στη βλάστηση. Πρέπει ως εκ τούτου να γίνει μελέτη του πληθυσμού και αξιολόγηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του.

Το δάσος ελάτης παρατηρείται ότι νεκρώνεται λόγω κλιματικών αλλαγών (ξηρασία, αύξηση της θερμοκρασίας) και μιας επιδημίας φλοιοφάγων εντόμων. Ακόμα, η ατμοσφαιρική ρύπανση της Αθήνας μεταφέρεται κυρίως στις νότιες πλαγιές της Πάρνηθας, με πιθανό αποτέλεσμα την επιδείνωση της κατάστασης της ελάτης. Στις βόρειες πλαγιές του όρους η κατάσταση του ελατοδάσους είναι καλύτερη, καθώς τα εδάφη είναι πιο πλούσια και υπάρχει περισσότερη υγρασία. Στις νότιες περιοχές τη θέση της ελάτης καταλαμβάνει η χαλέπιος πεύκη και ο οξύκεδρος άρκευθος. Ως διαχειριστικό μέτρο συνιστάται η υποβοήθηση της αναγέννησης της ελάτης, όπου είναι εφικτό.

Επιπλέον, οι τηλεπικοινωνιακές και στρατιωτικές εγκαταστάσεις στις κορυφές του όρους υποβαθμίζουν τους βιότοπους πολλών σπάνιων και ενδημικών ειδών. Είναι επιτακτική η ανάγκη καταλληλότερης χωροθέτησής τους και απομάκρυνσής τους από τον πυρήνα του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας.

Τέλος, η φύλαξη του Εθνικού Δρυμού για παράνομες δραστηριότητες, όπως κατασκήνωση, κυνήγι, άναμμα φωτιάς κ.ά, είναι ελλιπής. Χρειάζεται η στελέχωση των αρμόδιων φορέων με περισσότερο προσωπικό.

Η Πάρνηθα, εκτός από Εθνικός Δρυμός, είναι επιπλέον Ειδική Περιοχή Προστασίας για τα Πουλιά, Καταφύγιο Θηραμάτων και περιοχή Natura 2000. Θα πρέπει να αναδειχθούν οι ιδιαίτερες αξίες του όρους, καθώς φιλοξενεί πλούσια πανίδα και χλωρίδα, με πολλά ενδημικά και σπάνια είδη. Ταυτόχρονα, λόγω της εγγύτητας του όρους με την πρωτεύουσα, αποτελεί κατάλληλο έδαφος για περιβαλλοντική εκπαίδευση.

Ευχαριστίες

Επιθυμούμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κ. Γ. Αμοργιανιώτη, Δασάρχη Πάρνηθας, καθώς και όλο το προσωπικό του Δασαρχείου Πάρνηθας για τη βοήθειά τους στην έρευνά μας. Ιδιαίτερος θέλουμε να ευχαριστήσουμε την κ. Φ. Κόκλα, Δασολόγο, για την πολύτιμη βοήθειά της στην κατασκευή του χάρτη βλάστησης.

Βιβλιογραφία

- Αμοργιανιώτης Γ. 1997. Σχέδιο διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας, Τόμ. Α-Ι. Δασαρχείο Πάρνηθας.
- Απλαδά Ε. 2003. Ζώνες βλάστησης και οικολογική αξιολόγηση του πυρήνα του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας. Μεταπτυχιακή Διατριβή Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensociologie. Grundzuege der Vegetationskunde. 3. Wien - New York.
- Westhoff V. & van der Maarel E. 1973. The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker, R. (ed.), Ordination and Classification of Communities. Handbook of Vegetation Science V. The Hague.

Εποχιακή διακύμανση της φωτοσυνθετικής λειτουργίας του *Malva sylvestris* L. και συσχέτιση με περιβαλλοντικές παραμέτρους

Αρβανίτη Ε. & Κυπαρίσσης Α.

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 451 10 Ιωάννινα.

Περίληψη

Μη συστηματικές παρατηρήσεις που έγιναν στην Πάτρα και στα Ιωάννινα (περιοχές με σημαντικά διαφορετικό κλίμα) υποδεικνύουν ότι το αναπτυξιακό πρότυπο που ακολουθεί το *M. sylvestris* ενδεχομένως διαφέρει σημαντικά μεταξύ των δύο περιοχών. Στην Πάτρα - με τυπικό μεσογειακό κλίμα - τα φυτά ξεκινούν την ανάπτυξή τους το φθινόπωρο (Οκτώβριο - Νοέμβριο) και την ολοκληρώνουν την άνοιξη (Απρίλιο - Μάιο). Αντίθετα, στα Ιωάννινα τα φυτά φαίνεται να διατηρούνται σε όλη τη διάρκεια του χρόνου και, όπως δείχνεται στην παρούσα εργασία, οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα αποτελούν ισχυρό παράγοντα καταπόνησης. Η ανάπτυξη των φυτών αναστέλλεται σημαντικά στη διάρκεια περιόδων με χαμηλές θερμοκρασίες (πάγωμα και πτώση φύλλων), ενώ η λειτουργία της φωτοσυνθετικής συσκευής υφίσταται σημαντική καταπόνηση, όπως φαίνεται από το φθορισμό της χλωροφύλλης *in vivo*. Παράλληλα, το διαηλιοτροπικό πρότυπο κίνησης των φύλλων αναστέλλεται. Εντούτοις, με την άνοδο της θερμοκρασίας, νέα φύλλα εκπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς, η φωτοσυνθετική λειτουργία επανακάμπτει και το πρότυπο κίνησης των φύλλων επανεμφανίζεται.

Seasonal fluctuation of photosynthetic performance of *Malva sylvestris* L. in relation to environmental parameters

Arvaniti E. & Kyparissis A.

Laboratory of Botany, Department of Biological Applications and Technologies,
University of Ioannina, 451 10 Ioannina

Abstract

Observations in Patras and Ioannina (areas with considerably different climate) indicate that the growth pattern of *M. sylvestris* is probably significantly different between the two areas. In Patras – which has typical Mediterranean climate – plants start to grow in autumn (October – November) and complete their life cycle in spring (April – May). However, in Ioannina plants seem to remain active throughout the year and, as shown in this paper, undergo a winter stress period due to low temperatures. Plant growth is significantly inhibited during low temperature periods (leaf freezing and

senescing) and the photosynthetic performance is seriously depressed, as judged by the *in vivo* chlorophyll fluorescence technique. Additionally, the diaheliotropic leaf movement pattern is inhibited. However, as the temperature begin to rise, new leaves are rapidly expanding, photosynthetic performance is enhanced and the diaheliotropic leaf movement pattern is recovered.

Εισαγωγή

Το *Malva sylvestris* L. είναι ένα δικότυλο ποώδες φυτό που ανήκει στην οικογένεια των Malvaceae. Το κοινό του όνομα είναι μολόχα λόγω των μαλακτικών του ιδιοτήτων. Μπορεί να είναι μονοετές (Αίγυπτος και Ανατολική Μεσόγειο), διετές (στο μεγαλύτερο μέρος της Μεσογείου) ή πολυετές. Εμφανίζει ποικιλομορφία στο χρώμα και στο μέγεθος του άνθους καθώς και στον αναπτυξιακό κύκλο, ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή.

Το *M. sylvestris* είναι κλασικό παράδειγμα διαηλιοτροπικού φυτού (Καλαντζή 1998, Λεβίζου & Κυπαρίσσης 2004). Ο ηλιοτροπισμός είναι ένας μηχανισμός κίνησης των φύλλων, ο οποίος αποσκοπεί στη ρύθμιση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στο επίπεδο του ελάσματος. Ο ηλιοτροπισμός δεν ανήκει στους τροπισμούς ανάπτυξης (βαρυτροπισμός, φωτοτροπισμός), έχει όμως σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της ανάπτυξης ενός φυτού. Μπορεί να είναι δυο τύπων, διαηλιοτροπισμός και παραηλιοτροπισμός. Κατά τον διαηλιοτροπισμό, το έλασμα κινείται έτσι ώστε να σχηματίζει γωνία σχεδόν 90° με τις ακτίνες του ήλιου σε όλη τη διάρκεια της ημέρας. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται μεγαλύτερη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας, άρα και μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα.

Υλικά και μέθοδοι

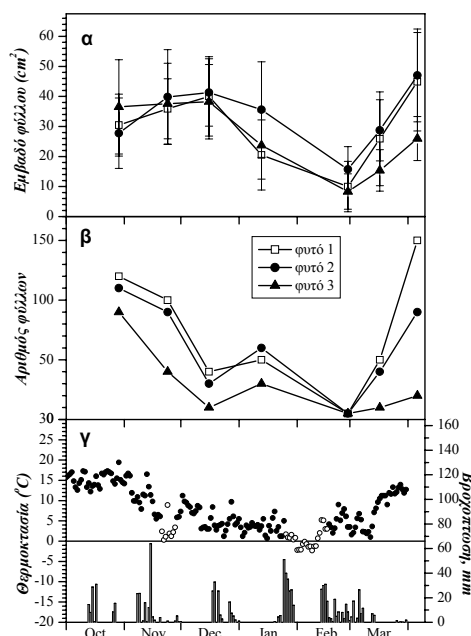
Σε ότι αφορά τη φαινολογία των φυτών, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του αριθμού των φύλλων και της επιφάνειας σεσημασμένων φύλλων σε τακτά χρονικά διαστήματα. Ο ποσοτικός προσδιορισμός των χλωροφυλλών έγινε μη καταστροφικά στο πεδίο με το χλωροφυλλόμετρο CCM-200 (OPTI-Sciences). Οι μετρήσεις του *in vivo* φθορισμού της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκαν με φθορισμόμετρο PAM-2100 (WALZ). Τέλος, το υδατικό δυναμικό των φύλλων προσδιορίστηκε με χρήση του θαλάμου πίεσης SKPM-1400 (SKYE).

Η ηλιοτροπική κίνηση των φύλλων μπορεί να αφορά την κλίση του ελάσματος (τη γωνία που σχηματίζει με την κατακόρυφο) και το αζιμούθιο (τη γωνία που σχηματίζει με ένα σταθερό σημείο του ορίζοντα). Επειδή στη διάρκεια μιας ημέρας, παράλληλα με τις παραπάνω γωνίες μεταβάλλονται και οι αντίστοιχες γωνίες του ηλίου, τελικά η ποσότητα της ακτινοβολίας που δέχεται το έλασμα εκφράζεται από το συννημίτονο πρόσπτωσης $\cos(i)$, το οποίο ορίζεται ως εξής:

$$\cos(i) = \cos(\beta) \cos(z) + \sin(\beta) \sin(z) \cos(as - al)$$

όπου β η κλίση του φύλλου, z η κλίση του ηλίου, as το αζιμούθιο του ηλίου, al το αζιμούθιο του φύλλου. Έτσι, σε ένα διαηλιοτροπικό φυτό το $\cos(i)$ είναι 1, ενώ σε ένα παραηλιοτροπικό 0.

Η μέτρηση των παραπάνω γωνιών του ελάσματος έγινε με τη βοήθεια μοιρογνωμονίου και πυξίδας σε 30 σεσημασμένα φύλλα σε 3 φυτά, στη διάρκεια ανέφελων ημερών από την ανατολή του ηλίου έως τη δύση του.

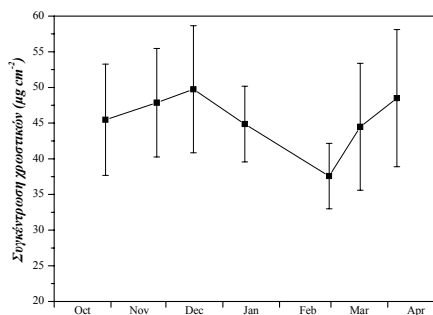


Εικόνα 1. α. Εποχιακή διακύμανση του μέσου εμβαδού φύλλου από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο β. Εποχιακή διακύμανση του συνολικού αριθμού των φύλλων σε 3 φυτά από τον Οκτώβριο έως τον Απρίλιο. γ. Εποχιακή διακύμανση της μέσης ημερήσιας θερμοκρασίας και της ημερήσιας βροχόπτωσης για το παραπάνω διάστημα.

Σχήμα 1γ). Η επίδραση στο αναπτυξιακό πρότυπο είναι πολύ πιο έντονη σε σχέση με το προηγούμενο επεισόδιο: σε όλα τα φυτά απομένουν 5 με 10 φύλλα και μάλιστα τα νεαρότερα (μικρού μεγέθους), τα οποία πιθανώς παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες ή/και προστατεύονται καλύτερα από τον παγετό. Ωστόσο, και σε αυτή την περίπτωση, με την επαναφορά των θερμοκρασιών σε κανονικά επίπεδα, εκπύσσονται νέα φύλλα και ο ρυθμός έκπτυξης νέων φύλλων αλλά και ανάπτυξης των ήδη εκπτυγμένων

Αποτελέσματα – Συζήτηση

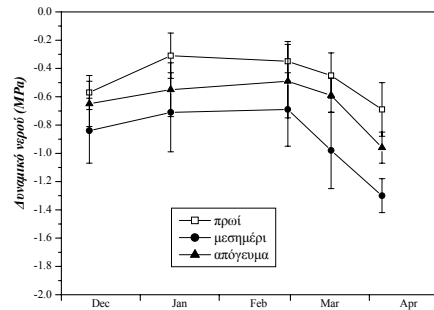
Οι μετρήσεις ξεκίνησαν τον Οκτώβριο του 2004, εποχή κατά την οποία επικρατούν ευνοϊκές συνθήκες θερμοκρασίας και βροχόπτωσης (Εικ. 1γ). Ήδη κατά την ημερομηνία αυτή υπάρχουν ώριμα άτομα με περίπου 110 φύλλα ανά φυτό (Εικ. 1β). Κατά τη μετάβαση από το φθινόπωρο προς το χειμώνα οι θερμοκρασίες ελαττώνονται, ενώ παράλληλα μειώνεται και ο αριθμός των φύλλων, χωρίς όμως να παρατηρείται μείωση της μέσης επιφάνειας των φύλλων (Εικ. 1). Στα τέλη του Νοεμβρίου καταγράφεται ένα επεισόδιο χαμηλών θερμοκρασιών (παγετός, άδειοι κύκλοι στην Εικ. 1γ) και ο αριθμός των φύλλων μετά από αυτό εμφανίζεται σημαντικά μειωμένος (πάγωμα και πτώση των φύλλων). Εντούτοις, στην περίοδο που ακολουθεί αναπτύσσονται νέα φύλλα. Στα τέλη Ιανουαρίου - αρχές Φεβρουαρίου καταγράφεται ένα δεύτερο ακραίο κλιματικό επεισόδιο (ρεκόρ των τελευταίων 50 ετών για τη περιοχή) με παρατεταμένη χιονόπτωση και διαρκή παγετό για περισσότερες από 15 ημέρες (άδειοι κύκλοι στο



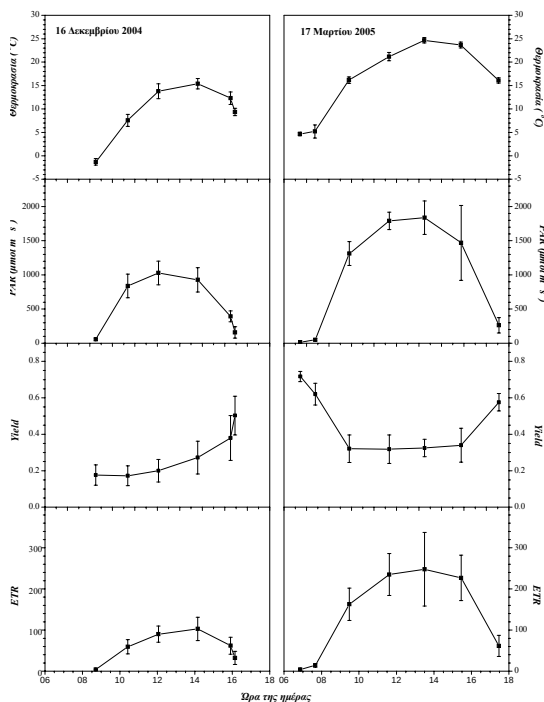
Εικόνα 2. Εποχιακή διακύμανση της συγκέντρωσης χλωροφύλλης α+β σε 30 φύλλα από 3 διαφορετικά φυτά για κάθε ημερομηνία.

επιταχύνεται με τη μετάβαση προς την άνοιξη και την άνοδο της θερμοκρασίας (Εικ. 1).

Σε όλο το χρονικό διάστημα των μετρήσεων, τα φύλλα παρουσιάζουν υψηλές και σταθερές τιμές συγκέντρωσης χλωροφυλλών, με εξαίρεση τον Φεβρουάριο, μετά το ακραίο επεισόδιο παγετού, όπου οι μετρήσεις αφορούν νέα φύλλα που δεν έχουν ολοκληρώσει την ανάπτυξή τους (Εικ. 2). Παράλληλα, το δυναμικό νερού στο ίδιο διάστημα παρουσιάζει υψηλές τιμές και τυπική διακύμανση στη διάρκεια της ημέρας, υποδεικνύοντας επάρκεια νερού στο



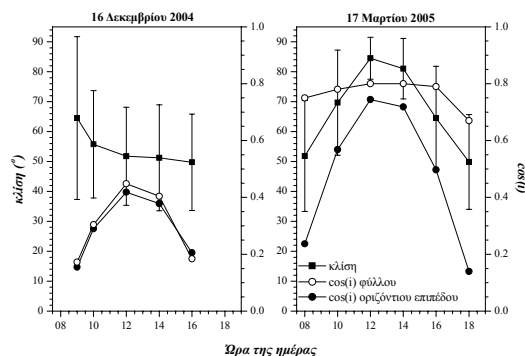
Εικόνα 3. Εποχιακή διακύμανση του δυναμικού νερού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε τρία φυτά με δύο δείγματα ανά φυτό για τις αντίστοιχες ημερομηνίες.



Εικόνα 4. Ημερήσια διακύμανση των παραμέτρων του φθορισμού της χλωροφύλλης (Yield, ETR), των αντίστοιχων τιμών ακτινοβολίας (PAR) που δέχεται το φύλλο, καθώς και της θερμοκρασίας του φύλλου για δύο ενδεικτικές ημερομηνίες.

έδαφος, όπως άλλωστε αναμένεται (Εικ. 3).

Σημαντική διαφοροποίηση παρουσιάζεται στη λειτουργία της φωτοσυνθετικής συσκευής με την πάροδο των εποχών, όπως φαίνεται από τις μετρήσεις του φθορισμού της χλωροφύλλης. Ενδεικτικά, παρατίθενται δύο ημερήσιες μετρήσεις φθορισμού για μία ημερομηνία μεταξύ των δύο επεισοδίων παγετού (16 Δεκεμβρίου) και μια στα τέλη του χειμώνα - αρχές άνοιξης, οπότε οι θερμοκρασίες έχουν αυξηθεί σημαντικά (17 Μαρτίου). Έτσι, ενώ στις 17 Μαρτίου η ημερήσια διακύμανση του Yield παρουσιάζει τυπική πορεία για φυτό που δεν υφίσταται κάποιο παράγοντα καταπόνησης, τελείως διαφορετική εικόνα προκύπτει για τις 16 Δεκεμβρίου (Εικ. 4). Πραγματικά, το Yield κατά την ημερομηνία αυτή παρουσιάζει σημαντικά μειωμένες τιμές κατά τις πρωινές ώρες, οπότε οι αντίστοιχες θερμοκρασίες είναι ακόμα και χαμηλότερες του



Εικόνα 5. Ημερήσια μεταβολή της κλίσης του ελάσματος του φύλλου και του $\cos(i)$. Οι μετρήσεις έγιναν σε 30 σημασμένα φύλλα από 3 φυτά στις ίδιες ημερομηνίες όπως στο Εικ. 4.

αλλά σε ένα διαηλιοτροπικό φυτό, όπως η *M. sylvestris*, εξαρτάται επίσης από την κίνηση που εκτελούν τα φύλλα στη διάρκεια της ημέρας. Όπως φαίνεται στην Εικ. 5, το πρότυπο της κίνησης των φύλλων διαφέρει σημαντικά σε σχέση με αυτό που έχει περιγραφεί για την περιοχή της Πάτρας. Μετά από το πρώτο επεισόδιο παγετού (16 Δεκεμβρίου) τα φύλλα παραμένουν σχεδόν ακίνητα σε όλη τη διάρκεια της ημέρας. Ως αποτέλεσμα, το $\cos(i)$ παρουσιάζει ημερήσια διακύμανση τυπική για ακίνητο φύλλο και σε όλη τη διάρκεια της ημέρας είναι παραπλήσιο ή ελαφρώς χαμηλότερο από το $\cos(i)$ του οριζόντιου επιπέδου. Αντίθετα, στις 17 Μαρτίου, τα φύλλα έχουν επανακτήσει το διαηλιοτροπικό πρότυπο της κίνησής τους. Η πιθανή φωτοανασταλτική επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών, που εμφανίζεται στη διάρκεια του Δεκεμβρίου - Ιανουαρίου, αίρεται προοδευτικά και τα φύλλα μπορούν πλέον να εκμεταλλευτούν αποδοτικά τις υψηλότερες εντάσεις φωτός που προκύπτουν από την διαηλιοτροπική κίνησή τους προς παραγωγή φωτοχημικού έργου (Εικ. 4).

Βιβλιογραφία

- Ehleringer J. & Forseth I. 1980. Solar Tracking by Plants. *Science* 210 (4474): 1094-1098.
- Καλαντζή Σ. 1998. Ηλιοτροπισμός στο φυτό *Malva sylvestris*. Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Λεβίζου Ε. & Κυπαρίσσης Α. 2004. Ακολουθώντας τον ήλιο: τα πλεονεκτήματα του δια-ηλιοτροπισμού. 26^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της ΕΕΒΕ, Βόλος, 2004.

μηδενός. Ειδικά η μέτρηση πριν την ανατολή του ηλίου είναι εξαιρετικά χαμηλή (0.171), υποδεικνύοντας δυσλειτουργία της φωτοσυνθετικής συσκευής λόγω χαμηλών θερμοκρασιών.

Περαιτέρω, η ταχύτητα ροής ηλεκτρονίων σε όλη τη διάρκεια της ημέρας κατά την 16η του Δεκεμβρίου παρουσιάζεται σημαντικά χαμηλότερη σε σχέση με τις 17 Μαρτίου, αφενός λόγω χαμηλών τιμών Yield, αφετέρου δε λόγω χαμηλών εντάσεων ακτινοβολίας PAR που δέχονται τα φύλλα.

Η ένταση της ακτινοβολίας που δέχονται τα φύλλα, προφανώς σχετίζεται με την εποχή του έτους,

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στα φύλλα και στους καρπούς της αγγουριάς. Συσχέτιση με τις φυσιολογικές παραμέτρους

Αυδή Μ., Παπασάββας Α., Τριανταφυλλίδης Β. & Σαλάχας Γ.

Εργαστήριο Φυσιολογίας-Βιοχημείας φυτών, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών και Ανθοκομίας, Τ.Ε.Ι. Μεσολογίου, Νέα Κτίρια, 302 00 Μεσολόγγι.

Περίληψη

Σε υδροπονική καλλιέργεια αγγουριάς μελετήθηκε η επίδραση της συγκέντρωσης των NO_3^- ιόντων του θρεπτικού διαλύματος στην συσσώρευση τους στα φύλλα και στους καρπούς, σε συσχέτιση και με τις φυσιολογικές παραμέτρους (φωτοσύνθεση, διαπνοή και στοματική αγωγιμότητα του CO_2). Αποδείχθηκε ότι η αύξηση της συγκέντρωσης των NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος (από 20 έως 200 ppm) προκαλεί σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών στα φύλλα, σημαντική αύξηση των τιμών των φυσιολογικών παραμέτρων τους και αντίστοιχη αύξηση της συγκέντρωσης των NO_3^- τόσο στον κυτταρικό χυμό του μίσχου όσο και στο έλασμα των φύλλων. Επιπλέον σημαντική αύξηση προκαλείται στην συσσώρευση των NO_3^- και στους καρπούς της αγγουριάς τόσο στον φλοιό όπου η μέγιστη συγκέντρωση των NO_3^- φθάνει τα 7.500 ppm, όσο και στο εσωτερικό του καρπού όπου η αντίστοιχη μέγιστη συγκέντρωση φθάνει τα 290 ppm.

Effects of nitrogen fertilization on NO_3^- accumulation in leaves and fruits of cucumber plants in relation with physiological parameters

Avdi M., Papasavvas A., Triantafyllidis V. & Salahas G.

Department of Greenhouse Crops and Floriculture, Technological Institute of Mesologgi, Nea Ktiria, Mesologgi, Greece.

Abstract

The effect of NO_3^- nutrient solution concentration on NO_3^- accumulation in leaves and fruits of cucumber plants (hydroponically cultivated) was studied in relation with the physiological leaf parameters. Our data provide evidence that the increase in NO_3^- nutrient solution concentration (from 20 to 200 ppm.) causes a significant increase in the total chlorophyll accumulated in leaves, in photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance of CO_2 . We also observed a significant NO_3^- increase accumulated in leaves and fruits of cucumber plants.

Εισαγωγή

Δεδομένου ότι τα τελευταία χρόνια οι υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων στα νερά και στα λαχανικά έχουν αποδειχθεί επιβαρυντικές για την ανθρώπινη υγεία και επίσης έχουν τεθεί ανώτατα επιτρεπτά όρια συγκέντρωσης των NO_3^- στα πόσιμα νερά και στα πράσινα λαχανικά (τόσο από την Ε.Ε. όσο και από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας), καθίσταται ιδιαίτερα επιτακτικός ο έλεγχος, ο περιορισμός και γενικότερα η διαχείριση των νιτρικών λιπασμάτων που χορηγούνται στα φυτά. Στο Εργαστήριό μας, τα τελευταία χρόνια μελετάμε τη δυνατότητα μείωσης των χορηγούμενων νιτρικών σε υδροπονικές καλλιέργειες λαχανικών (Karotis et al 2003, Papasavvas et al 2005). Συγκεκριμένα, την επίδραση της συγκέντρωσης των NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος στη συσσώρευση των νιτρικών στα φύλλα σπανακιού, βλήτου, μαρουλιού, τεύτλου και αγγουριάς. Η παραγωγικότητα των καλλιεργούμενων πράσινων λαχανικών στο θερμοκήπιο εξαρτάται άμεσα από την αριστοποίηση της θρεπτικής κατάστασης των φυτών, ιδιαίτερα όσον αφορά το άζωτο και την ισορροπία μεταξύ αζώτου και άνθρακα, η οποία είναι ανάλογη με την συγκέντρωση των χλωροφυλλών και του αζώτου στα φύλλα.

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να μελετήσουμε την επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος (20-200 ppm) στη συσσώρευσή τους στα φύλλα (κυτταρικός χυμός του μίσχου και έλασμα) και στους καρπούς της αγγουριάς, σε συσχέτιση και με τις φυσιολογικές παραμέτρους (ταχύτητα φωτοσύνθεσης, ταχύτητα διαπνοής και στοματική αγωγιμότητα του CO_2).

Υλικά και μέθοδοι

Καλλιεργήθηκαν φυτά αγγουριάς (υβρίδιο Gador) σε υδροπονική καλλιέργεια το φθινόπωρο, σε υπόστρωμα περλίτη και 5 διαφορετικές συγκεντρώσεις NO_3^- (20, 40, 80, 140 και 200 ppm) με 3 επαναλήψεις. Οι πειραματικές μετρήσεις άρχισαν στις 35 μέρες, όταν τα φυτά είχαν μπει σε πλήρη παραγωγή.

Μέτρηση της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών στα φύλλα στο θερμοκήπιο: Με το φορητό χλωροφυλλόμετρο SPAD-502 στο έλασμα κάθε φύλλου έγιναν 15 μετρήσεις και τελικά ως τιμή ένδειξη του οργάνου (αυθαίρετες μονάδες) ελήφθη ο μέσος όρος των μετρήσεων αυτών για κάθε φύλλο.

Μετρήσεις φυσιολογικών παραμέτρων: Μετρήθηκαν οι φυσιολογικές παράμετροι (ταχύτητα φωτοσύνθεσης, ταχύτητα διαπνοής και στοματική αγωγιμότητα του CO_2) με το φορητό όργανο της φωτοσύνθεσης LCI της ADC (BioScientific Ltd. England), κάτω από συνθήκες $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-2}$ ηλιακού φωτός και $22-24^\circ\text{C}$ θερμοκρασίας.

Ακολούθως, τα φύλλα αφαιρέθηκαν με τους μίσχους από τα φυτά, ξεχωρίστηκαν οι μίσχοι από τα ελάσματα, και τα δύο μέρη τοποθετήθηκαν σε πλαστικές σακούλες και μεταφέρθηκαν αμέσως στο εργαστήριο, όπου μετρήθηκαν παράλληλα η συγκέντρωση των NO_3^- στον κυτταρικό χυμό των μίσχων και η συγκέντρωση των χλωροφυλλών στα ελάσματα.

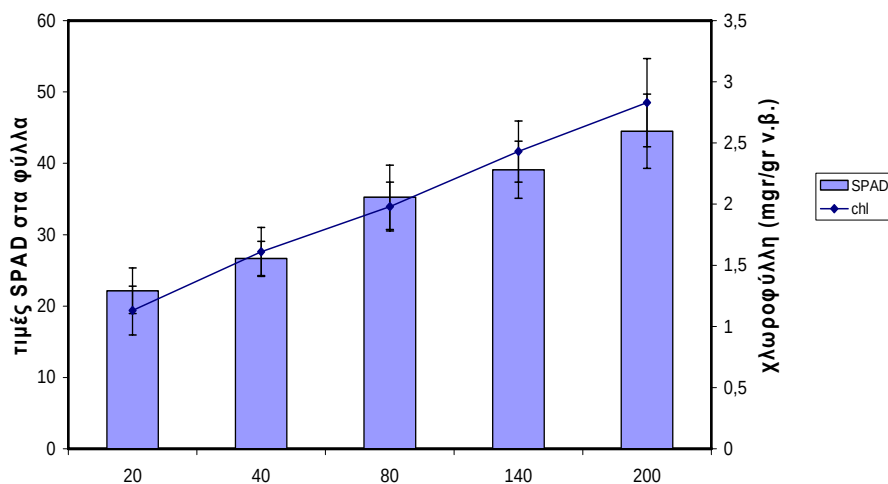
Μέτρηση της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών στα φύλλα βιοχημικά στο εργαστήριο: Ακολούθως, από το αντίστοιχο έλασμα κάθε φύλλου αφαιρέθηκαν με φελλοτρυπητήρα 3 δίσκοι διαμέτρου 0,9 cm ο καθένας οι οποίοι αφού ζυγίστηκαν τοποθετήθηκαν σε 3 ml διαλύματος DMSO μέσα σε υάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες και επωάστηκαν στους 60°C για 1 ώρα και 10 min. Στο χρόνο αυτό οι δίσκοι αποχρωματίστηκαν πλήρως και οι

χλωροφύλλες διαλύθηκαν στο DMSO (dimethylsulphoxide). Αφού αφαιρέθηκαν οι δίσκοι το διάλυμα των χλωροφυλλών ογκομετρήθηκε εκ νέου και οι δοκιμαστικοί σωλήνες μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου όπου μετρήθηκε η απορρόφηση στα 648 και 665 nm σε φασματοφωτόμετρο Shimadzu UV-1601 προκειμένου να υπολογιστεί η συγκέντρωσή των χλωροφυλλών με τη μέθοδο των Shinamo et al. 1996, σε mg/g συνολικών χλωροφυλλών/g νωπού βάρους.

Μέτρηση της συγκέντρωσης NO_3^- στον κυτταρικό χυμό του μίσχου, στο έλασμα των φύλλων και στους καρπούς: Ένα μικρό μέρος από το μέσον του μίσχου του κάθε φύλλου (περίπου 3 cm μήκος), αφού τεμαχίστηκε σε μικρούς κυλίνδρους (μήκους 0,5 cm) τοποθετήθηκε σε ειδική πρέσα, όπου συμπίεσθηκε ήπια και ο κυτταρικός χυμός συγκεντρώθηκε σε υάλινο δοκιμαστικό σωλήνα. Αμέσως, τρεις σταγόνες του κυτταρικού χυμού, τοποθετήθηκαν πάνω σε γάζα στο ειδικό ηλεκτρόδιο του οργάνου μέτρησης NO_3^- (Cardy Nitrate Meter της Horiba-Japan) και μετά 45 sec καταγράφηκε η ένδειξη του οργάνου. Το όργανο είχε προηγουμένως ρυθμισθεί με τη χρήση προτύπων διαλυμάτων NO_3^- συγκεντρώσεων 150 ppm και 2000 ppm. Η συγκέντρωση των NO_3^- στον κυτταρικό χυμό του μίσχου, είναι ο μέσος όρος τιμών τριών ανεξάρτητων μετρήσεων για κάθε φύλλο. Επίσης μετρήθηκε με παρόμοιο τρόπο η συγκέντρωση των NO_3^- στον κυτταρικό χυμό του ελάσματος των φύλλων, στον κυτταρικό χυμό του φλοιού και του εσωτερικού των καρπών.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

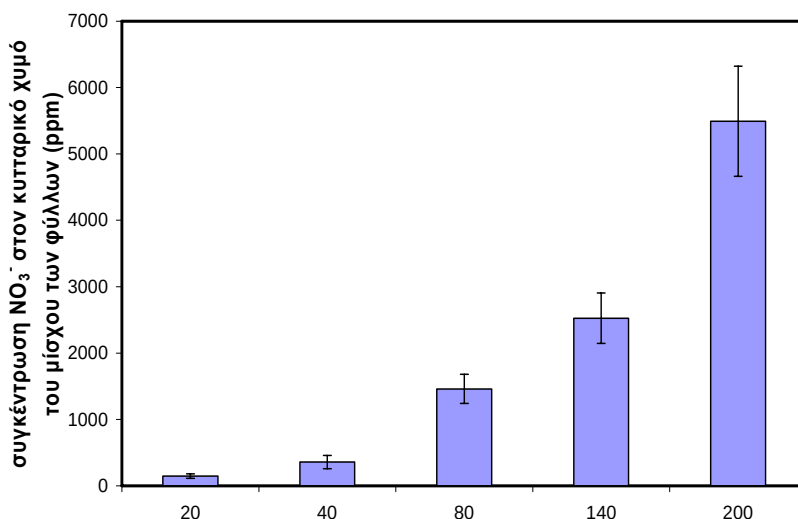
Στην Εικ. 1 απεικονίζεται η σχέση των συγκεντρώσεων των NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος με τις τιμές-ενδείξεις του χλωροφυλλόμετρου SPAD-502 και τις βιοχημικά μετρούμενες συνολικές χλωροφύλλες στα αντίστοιχα φύλλα. Η αύξηση της συγκέντρωσης των NO_3^- στο θρεπτικό διάλυμα της καλλιέργειας από τα 20 στα 200 ppm προκαλεί ανάλογη αύξηση της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών στα φύλλα και των



Εικόνα 1. Επίδραση της συγκέντρωσης των NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος στις μετρούμενες τιμές του χλωροφυλλόμετρου SPAD-502 και στις βιοχημικά μετρούμενες συγκεντρώσεις των χλωροφυλλών στα φύλλα της αγγουριάς.

ενδείξεων του SPAD-502. Επίσης από την εικόνα 1 φαίνεται η θετική συσχέτιση μεταξύ των τιμών του SPAD-502 και της συγκέντρωσης χλωροφυλλών στα φύλλα, γεγονός που έχει επιβεβαιωθεί σε πολλές προηγούμενες έρευνες (Cambell 1990, Schaper & Chacko 1991, Karotis et al 2003).

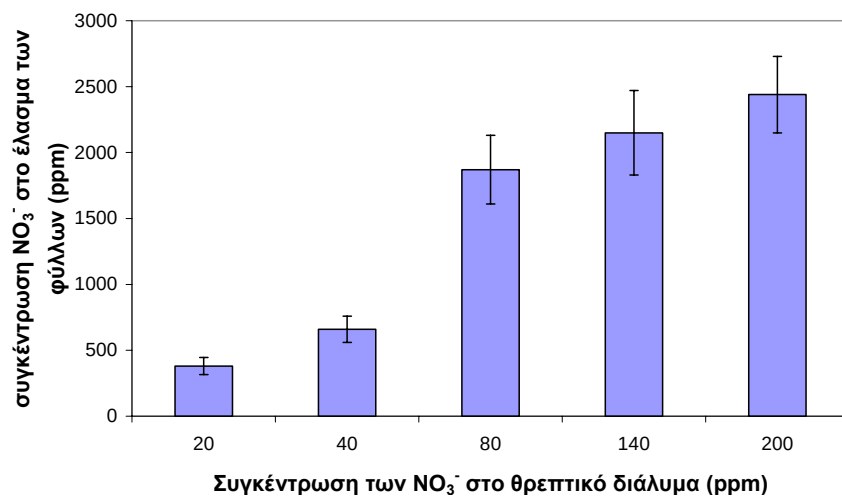
Στις Εικ. 2 & 3 απεικονίζεται η επίδραση της συγκέντρωσης των NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος στην συσσώρευσή τους στον κυτταρικό χυμό του μίσχου και στο έλασμα των φύλλων. Φαίνεται ότι στις χαμηλές συγκεντρώσεις NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος μέχρι 80 ppm η συγκέντρωσή τους στο έλασμα του φύλλου αυξάνει με πολύ πιο έντονο ρυθμό από ότι στον κυτταρικό χυμό του μίσχου, πιθανώς λόγω συσσώρευσής τους στο έλασμα πριν μεταβολιστούν μέσω των φωτοενεργειοποιούμενων ενζύμων της ρεδοκτάσης των νιτρικών και της ρεδοκτάσης των νιτρωδών (Santamaria et al 1997).



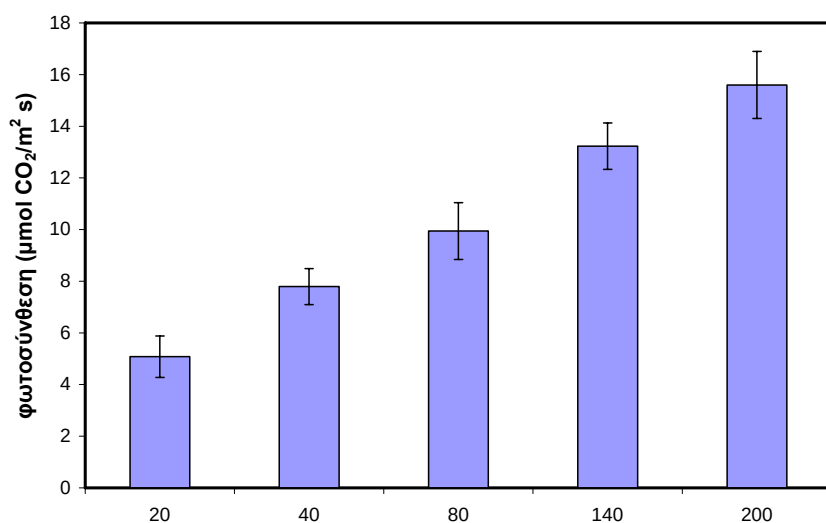
Εικόνα 2. Επίδραση της συγκέντρωσης των NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος στη συγκέντρωσή τους στον κυτταρικό χυμό του μίσχου των φύλλων της αγγουριάς.

Από τις Εικ. 4, 5 & 6, προκύπτει ότι υπάρχει επίσης θετική συσχέτιση της συγκέντρωσης των NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος με τις μετρούμενες φυσιολογικές παραμέτρους των φύλλων δηλαδή την ταχύτητα φωτοσύνθεσης, την ταχύτητα διαπνοής και την στοματική αγωγιμότητα του CO_2 . Η αύξηση της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών στα φύλλα οδηγεί σε ανάλογη αύξηση των φυσιολογικών λειτουργιών σε αυτά.

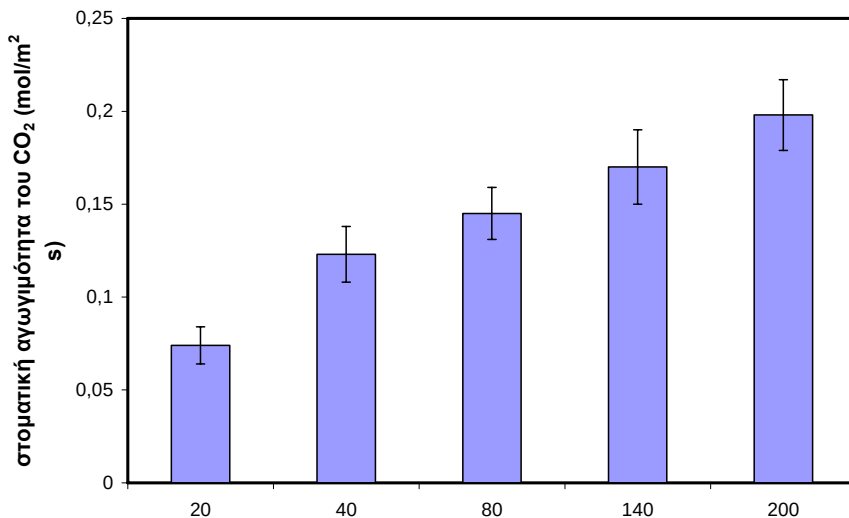
Από τον Πίνακα 1 φαίνεται η επίδραση της συγκέντρωσης των νιτρικών του NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος στη συσσώρευσή τους στους καρπούς της αγγουριάς. Πολύ υψηλότερη συσσώρευση NO_3^- παρατηρείται στον φλοιό των καρπών (3.900-7.500 ppm) σε σχέση με το εσωτερικό των καρπών (210-290 ppm).



Εικόνα 3. Επίδραση της συγκέντρωσης των NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος στη συσσώρευσή τους στο έλασμα των φύλλων της αγγουριάς.



Εικόνα 4. Επίδραση της συγκέντρωσης των NO_3^- του θρεπτικού διαλύματος στην ταχύτητα φωτοσύνθεσης στα φύλλα της αγγουριάς.



Εικόνα 5. Επίδραση της συγκέντρωσης των NO₃⁻ του θρεπτικού διαλύματος στην στοματική αγωγιμότητα του CO₂ στα φύλλα της αγγουριάς.

Πίνακας 1.

Συγκέντρωση των NO ₃ ⁻ του θρεπτικού διαλύματος	Συγκέντρωση των NO ₃ ⁻ στο φλοιό του καρπού	Συγκέντρωση των NO ₃ ⁻ στο εσωτερικό του καρπού	Τιμές SPAD στο φλοιό του καρπού
20	3900±600	210±25	35±8
40	5000±650	240±35	45±10
80	5500±600	260±40	48±9
140	6500±800	280±35	50±12
200	7500±900	290±40	53±11

Δεδομένου ότι ο φλοιός αποτελεί το 8-10% του βάρους των καρπών της αγγουριάς, ακόμη κι αν αυτοί καταναλώνονται με το φλοιό, η συσσώρευση των νιτρικών στους καρπούς δεν ξεπερνά σε καμία περίπτωση τα 1000 ppm. Άρα, οι καρποί της αγγουριάς είναι ασφαλείς για τον καταναλωτή, σε σχέση με τα πολύ υψηλά ανώτατα επιτρεπτά όρια που έχει επιβάλλει η Ε.Ε. για το σπανάκι και το μαρούλι.

Βιβλιογραφία

- Cambell R.J., Mobley K.N., Marini R.P. & Pfeiffer D.G. 1990. Growing conditions alter the relationship between SPAD-502 values and apple leaf chlorophyll. Hort. Science 25(3): 330-331.
- Kapotis G., Zervoudakis G., Veltsistas T. & Salahas G. 2003. Comparison of chlorophyll meter readings with leaf chlorophyll concentration in *Amaranthus vlitus*: Correlation with physiological processes. Russ. J. Plant Physiol. 50: 395-397.
- Markwell J., Osterman J.C. & Mitchel J.L. 1995. Calibration of the Minolta SPAD-502

- leaf chlorophyll meter. Photosynthesis Research 46: 467-472.
- Papasavvas A., Zervoudakis G., Kapotis G., Samaras Y. & Salahas G. 2005. Comparison of SPAD-502 readings with leaf chlorophyll and nitrate content in *Beta vulgaris*: Correlation with physiological processes. (submitted).
- Report of nitrate monitoring results concerning Regulation EU 194/97 2000. The Netherlands.
- Santamaria P., Elia A. & Gonnella M. 1997. Changes in nitrate accumulation and growth of endive plants during light period affected by nitrogen level and form. J. of Plant Nutr. 20(10): 1255-1266.
- Schaper H. & Chacko E.K. 1991. Relation between extractable chlorophyll and portable chlorophyll meter readings in leaves of eight tropical and subtropical fruit-tree Species. J. of Plant Phys. 138: 674-677.
- Shinamo T., Lei T.T., Kawamukai T., Inoui M.T., Koike T. & Tadano T. 1996. Dimethylsulfoxide method for the extraction of chlorophylls *a* and *b* from the leaves of wheat, field bean, dwarf bamboo, and oak. Photosynthetica 32(3): 409-415.

Ταχείες μεταβολές της σύνθεσης των κυανοβακτηρίων στη λίμνη Βόλβη κατά τη θερμή περίοδο

Βαρδάκα Ε. & Γιγί Β.

Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών, ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Παράρτημα Μουδανιών, Τ.Θ. 157, 632 00 Ν. Μουδανιά, Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Διερευνήθηκαν οι μεταβολές των κυανοβακτηρίων σε επίπεδο αριθμού και σύνθεσης ειδών σε ένα παράκτιο σταθμό της λίμνης Βόλβης, κατά τη θερμή περίοδο (Μάιος-Ιούλιος) του 2004, σε μία μικρή χρονική κλίμακα (50 ημέρες) και με μία υψηλή ανάλυση δειγματοληψιών (ανά 3 ή 4 ημέρες). Αναγνωρίστηκαν 31 είδη κυανοβακτηρίων εκ των οποίων 4 ήταν εν δυνάμει τοξικά. Η μελέτη της δυναμικής των κυανοβακτηρίων έδειξε ότι: α) τα κυανοβακτήρια σε επίπεδο αριθμού και σύνθεσης ειδών παρουσιάζουν ταχείες μεταβολές και β) όταν τα κυανοβακτήρια μελετώνται σε επίπεδο σύνθεσης ειδών, είναι δυνατή η δημιουργία προτύπου απόκρισής τους σε μεταβολές μετεωρολογικών παραγόντων.

Changes in cyanobacterial species composition at a short-term temporal scale, in Lake Volvi during the warm period

Vardaka E. & Gigi V.

Department of Fisheries & Aquaculture Technology, Technological Educational Institute of Thessaloniki, Campus of Nea Moudania, P.O. BOX 157, GR-632 00, Nea Moudania, Greece.

Abstract

The cyanobacterial species composition in Lake Volvi was studied from 23 May to 11 July 2004 (50 days) at a short term temporal scale (every 3 or 4 days). Thirty one species of cyanobacteria were identified, 4 of which are known to be toxic. Cyanobacteria exhibit rapid dynamics at a short-term sampling regime, as reflected in changes in the number of species and in the species composition. The species composition has exhibited three alternate persistent structures of cyanobacteria in only 50 days. We suggest that cyanobacterial species composition changed in response to changes of meteorological parameters such as air temperature and rainfall.

Εισαγωγή

Η επικράτηση των κυανοβακτηρίων στο φυτοπλαγκτό της λίμνης Βόλβης

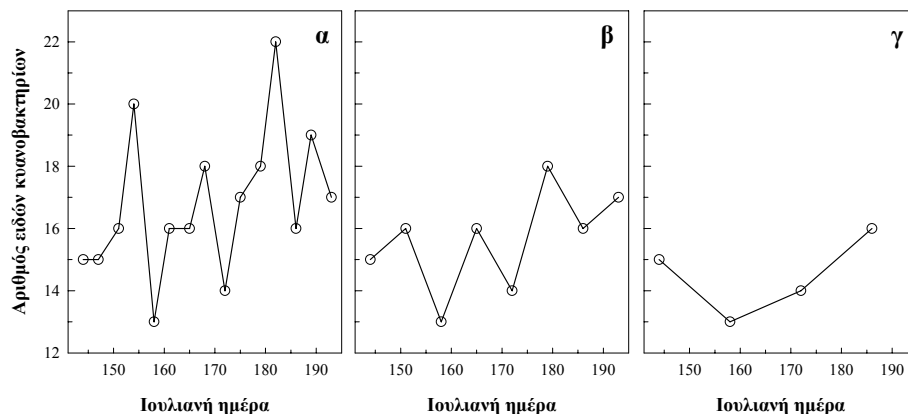
παρατηρείται τη θερμή περίοδο του έτους (Moustaka-Gouni 1988). Σε μεταβολές εξωγενών παραγόντων (π.χ μετεωρολογικοί παράγοντες) διάρκειας από 2-8 ημέρες (ενδιάμεσες διαταραχές), οι φυτοπλαγκτικοί οργανισμοί, κυρίως λόγω του μικρού χρόνου γενεάς τους, φαίνεται ότι μπορούν και αποκρίνονται άμεσα, με αποτέλεσμα την εμφάνιση αλλαγών σε επίπεδο σύνθεσης, αφθονίας, βιομάζας των φυτοπλαγκτικών ειδών (Sommer et al. 1993, Rojo & Alvarez-Cobelas 2001). Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν: α) να μελετηθούν οι μεταβολές της σύνθεσης των κυανοβακτηρίων στη λίμνη Βόλβη σε μία μικρή χρονική κλίμακα (50 ημέρες) της θερμής περιόδου και με υψηλή ανάλυση δειγματοληψιών (ανά 3 ή 4 ημέρες) και β) να διερευνηθεί η ύπαρξη κάποιου προτύπου απόκρισης των κυανοβακτηρίων (σε επίπεδο σύνθεσης ειδών) στις μεταβολές μετεωρολογικών παραγόντων.

Υλικά και μέθοδοι

Δείγματα φυτοπλαγκτού συλλέχθηκαν με δίχτυ διαμέτρου πόρων 20 μm , από το επιφανειακό στρώμα νερού ενός παράκτιου σταθμού στη λίμνη Βόλβη. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν: α) σε μικρή χρονική κλίμακα (50 ημερών) την περίοδο από τις 23 Μαΐου έως 11 Ιουλίου 2004 (ιουλιανές ημέρες: 144-193), β) με υψηλή ανάλυση συχνότητας (ανά 3 ή 4 ημέρες) και γ) τις πρωινές ώρες (μεταξύ 9.00-10.00 π.μ.). Σε κάθε δειγματοληψία γινόταν *in situ* στερέωση των δειγμάτων με διάλυμα Lugol. Η ταξινόμηση των κυανοβακτηρίων έγινε σύμφωνα με τους Huber-Pestalozzi (1938), Hindák & Moustaka (1988), Komárek & Anagnostidis (1989), Komárková-Legnerová & Eloranda (1992). Τα μετεωρολογικά στοιχεία (θερμοκρασία αέρα, ύψος βροχόπτωσης, ατμοσφαιρικής πίεσης και ηλιοφάνειας) στην περιοχή Θεσσαλονίκης, για την περίοδο Μάιος-Ιούλιος 2004, παραχωρήθηκαν από το Εργαστήριο Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας, Α.Π.Θ.

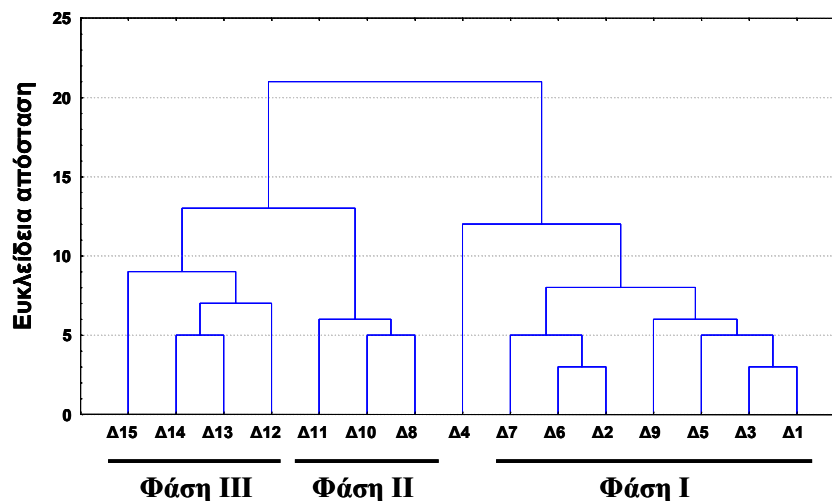
Αποτελέσματα - Συζήτηση

Αναγνωρίστηκαν 31 είδη κυανοβακτηρίων σε δείγματα που συλλέχθηκαν από τη λίμνη Βόλβη τη θερμή περίοδο 23 Μαΐου - 11 Ιουλίου 2004. Τα είδη με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης κατά τη διάρκεια της παρούσας έρευνας (κυρίαρχα είδη: παρουσία σε ποσοστό >85% των δειγμάτων) ήταν τα: *Chroococcus limneticus*, *Microcystis aeruginosa*, *Pannus microcystiformis*, *Snowella lacustris*, *Jaaginema* cf. *lemmermannii*, *Planktolynghya circumcreta*, *P. limnetica*, *Anabaena aphanizomenoides* και *A. mendotae*. Ανάμεσα στα κυρίαρχα είδη σημειώνεται η παρουσία εν δυνάμει τοξικών ειδών (π.χ. *Microcystis aeruginosa*). Η έντονη και συνεχής μεταβολή στις τιμές του συνολικού αριθμού των ειδών των κυανοβακτηρίων ανά δείγμα, η οποία παρατηρήθηκε όταν ακολουθείται υψηλή ανάλυση δειγματοληψιών (ανά 3 ή 4 ημέρες) (Εικ. 1α), δεν φαίνεται να ισχύει στην περίπτωση που ο αριθμός των ειδών παρακολουθείται εβδομαδιαία (Εικ. 1β) ή ανά δεκαπενθήμερο (Εικ. 1γ). Οι παραπάνω διαπιστώσεις σε συνδυασμό με το ότι η λίμνη Βόλβη: α) γειτνιάζει με οικισμούς και β) χρησιμοποιείται για ψάρεμα και αναψυχή, ενισχύουν την αναγκαιότητα παρακολούθησης της δυναμικής των κυανοβακτηρίων κατά τη θερμή περίοδο σε χρονικά διαστήματα μικρότερα των 4 ημερών.



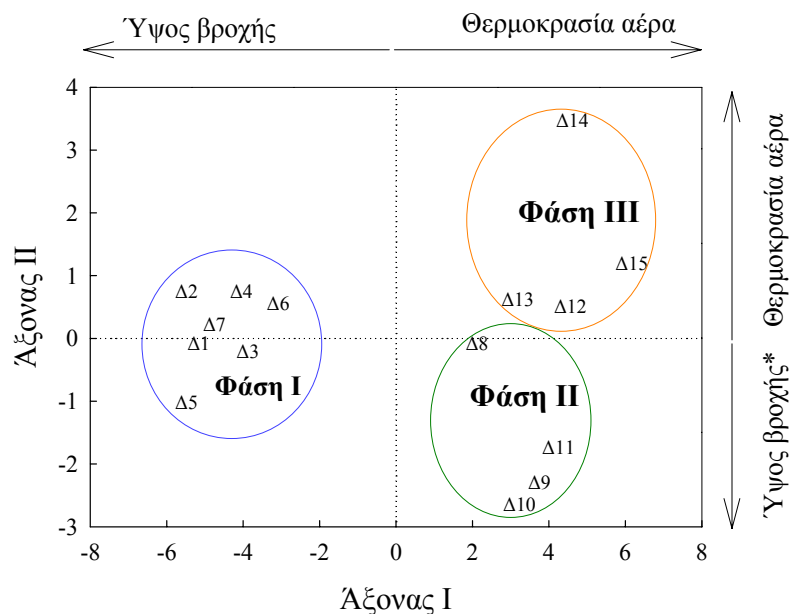
Εικόνα 1: Μεταβολή του συνολικού αριθμού των κυανοβακτηριακών ειδών σε: α) ημερήσια (ανά 3 ή 4 ημέρες), β) εβδομαδιαία και γ) δεκαπενθήμερη βάση.

Εφαρμόστηκε η Ομαδοποιός Ανάλυση (Cluster Analysis) για να ελεγχθεί εάν είναι δυνατή η διάκριση ομαδοποίηση των ημερών δειγματοληψίας (Δ1-Δ15) με βάση την παρουσία – απουσία των κυανοβακτηριακών ειδών. Στο δένδrogram που προέκυψε (Εικ. 2) παρατηρήθηκαν τρεις ομάδες δεδομένων (Φάση I, II και III) όπου οι ημέρες δειγματοληψίας φαίνεται να ακολουθούν μία χρονική σειρά. Ειδικότερα η Φάση I φαίνεται να διαρκεί 22 ημέρες (από τις 23/5-13/6 ή Δ1-Δ7), ενώ τόσο η Φάση II (Δ8-Δ11) όσο και η Φάση III (Δ12-Δ15) διαρκούν από 14 ημέρες η κάθε μία ξεχωριστά. Η Φάση I χαρακτηρίζεται από: α) υψηλό αριθμό ειδών (27 διαφορετικά είδη), β) ο λόγος των κυρίαρχων προς τα σπάνια είδη είναι μικρότερος της μονάδας (ίσως με 0,93), ενώ γ) ο αριθμός ειδών της τάξης των Chroococcales και των Oscillatoriales είναι μεγαλύτερος έναντι των Nostocales. Καθώς μεταβαίνουμε από τη Φάση I στις Φάσεις II και III παρατηρείται: α) μείωση του συνολικού αριθμού των κυανοβακτηριακών ειδών (14 και 14 είδη για τη Φάση II και III, αντίστοιχα), β) αύξηση του λόγου κυρίαρχα προς σπάνια είδη (4,5 και 1,88 για τη Φάση II και III, αντίστοιχα) ενώ γ) παρατηρείται μία μετάβαση από την κυριαρχία των Chroococcales και των Oscillatoriales (Φάση I) σε κυριαρχία των Nostocales (Φάση II και III).



Εικόνα 2: Δενδρόγραμμα των 15 ημερών δειγματοληψίας (Δ1-Δ15) που προέκυψε μετά την εφαρμογή της Ομαδοποιούς ανάλυσης. Η διάρκεια των τριών χρονικών Φάσεων (I, II και III) δίνεται με ευθεία γραμμή.

Για να ελεγχθεί εάν μετεωρολογικοί παράγοντες είναι υπεύθυνοι για την διαφοροποίηση των τριών χρονικών φάσεων (Φάση I, II και III), εφαρμόστηκε η Διαφοροποιός Ανάλυση (Discriminant Analysis). Οι δύο άξονες με την μεγαλύτερη συνεισφορά στην διάκριση των χρονικών φάσεων δίδονται στο Εικ. 3. Κατά μήκος του Άξονα I, που εκφράζει το 93% της συνολικής μεταβλητότητας, παρατηρήθηκε διαφοροποίηση της Φάσης I από τις Φάσεις II και III. Τα σημαντικότερα κριτήρια μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η διάκριση είναι: α) κατά τη διάρκεια της Φάσης I παρατηρούνται σχετικά υψηλότερες τιμές βροχόπτωσης την ημέρα των δειγματοληψιών ενώ β) κατά τη διάρκεια των Φάσεων II και III παρατηρούνται σχετικά υψηλότερες τιμές θερμοκρασίας αέρα. Οι Φάσεις II και III διαφοροποιούνται κατά μήκος του Άξονα II ο οποίος εκφράζει και το 7% της συνολικής μεταβλητότητας. Τα σημαντικότερα κριτήρια μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η διάκριση είναι: α) κατά τη διάρκεια της Φάσης II παρατηρούνται σχετικά υψηλότερες τιμές ύψους βροχής τρεις ημέρες πριν τη δειγματοληψία ενώ β) κατά τη διάρκεια της Φάσης III παρατηρούνται σχετικά υψηλότερες τιμές θερμοκρασίας αέρα.



Εικόνα 3: Διασπορά των δεδομένων στο επίπεδο που ορίζεται από τους δύο κύριους άξονες (Αξονας I και II) της Διαφοροποιού ανάλυσης.

Φαίνεται ότι οι μεταβολές της σύνθεσης των κυανοβακτηρίων που παρατηρήθηκε μεταξύ των Φάσεων I, II και III επηρεάζονται κυρίως από μεταβολές της θερμοκρασίας του αέρα και του ύψους βροχής.

Συμπερασματικά, η μελέτη της δυναμικής των κυανοβακτηρίων σε ένα παράκτιο σταθμό της λίμνης Βόλβης, σε μία μικρή χρονική κλίμακα της θερμής περιόδου και με μία υψηλή ανάλυση δειγματοληψιών έδειξε ότι: α) τα κυανοβακτήρια σε επίπεδο αριθμού και σύνθεσης ειδών παρουσιάζουν ταχείες μεταβολές και β) όταν τα κυανοβακτήρια μελετώνται σε επίπεδο σύνθεσης ειδών, είναι δυνατή η δημιουργία προτύπου απόκρισης τους σε μεταβολές μετεωρολογικών παραγόντων.

Βιβλιογραφία

- Hindák F., Moustaka M.T. 1988. Planktic cyanophyte of Lake Volvi, Greece. Arch. Hydrobiol. Suppl. 80(1-4): 497-528.
- Huber-Pestalozzi G. 1938. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Allgemeiner Teil, Blaualgen, Bakterien, Pilze. In: Thienemann A. (ed.), Die Binnengewässer 16(1): 1-342.
- Komárek J. & Anagnostidis K. 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4- Nostocales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 82(3): 247-345.
- Komárková-Legnerová J. & Eloranta P. 1992. Planktic blue-green algae (Cyanophyta) from Central Finland (Jyväskylä region) with special reference to the genus *Anabaena*. Algol. Stud. 67: 103-133.

- Moustaka-Gouni M. 1988. The structure and dynamics of the phytoplankton assemblages in Lake Volvi, Greece. I. Phytoplankton composition and abundance during the period March 1984-March 1985. *Arch. Hydrobiol.* 112(2): 251-264.
- Rojo C. & Alvarez-Cobelas M. 2001. Phytoplankton structure and dynamics at a daily temporal scale: Response to the thermal overturn. *Arch. Hydrobiol.* 151(4): 549-569
- Sommer U., Padisák J., Reynolds C.S. & Juhász-Nagy P. 1993. Hutchinsons heritage: the diversity-disturbance relationship in phytoplankton. *Hydrobiologia* 249: 1-7.

Συμβολή στη γνώση της βλάστησης των παρόχθιων δασών της νότιας Βαλκανικής Χερσονήσου

Βασιλόπουλος Γρ., Τσιριπίδης Ι. & Μπαμπαλόνας Δ.†

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα
Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν τα παρόχθια δάση της Ν. Βαλκανικής Χερσονήσου, στα οποία κυριαρχούν τα είδη *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Ulmus minor* και *U. procera*, μέσω της επεξεργασίας 99 δημοσιευμένων δειγματοληπτικών επιφανειών, με αριθμητικές μεθόδους κατάταξης και ταξινόμησης. Από την επεξεργασία προέκυψαν 4 βασικές μονάδες βλάστησης και 14 υπομονάδες. Η διαφοροποίηση ακολουθεί μια σύνθετη βαθμίδα, που φαίνεται να εκφράζει ταυτόχρονα φυτογεωγραφικούς και οικολογικούς παράγοντες. Τέλος, διερευνήθηκε εάν τα παρόχθια δάση που μελετήθηκαν ανήκουν στην τάξη *Populetalia albae* ή στην ένωση *Alno-Padion* (*Fagetalia*). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι από τα δάση που μελετήθηκαν, αυτά της ΝΑ Βουλγαρίας συνδέονται χλωριδικά στενότερα με την ένωση *Alno-Padion*, ενώ τα παρόχθια δάση του ελληνικού χώρου με την τάξη *Populetalia albae*.

Contribution to the knowledge of the vegetation of riparian forests in south Balkan Peninsula

Vasilopoulos Gr., Tsiripidis I. & Babalonas D.†

Institute of Systematic Botany and Phytogeography, Department of Botany, School of
Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

This study deals with the riparian forests of S. Balkan Peninsula, in which the taxa *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Ulmus minor* and *U. procera* dominate. In total, 99 published relevés were analyzed by means of numerical methods (ordination and classification). The analyses revealed 4 basic vegetation units and 14 subunits. The differentiation expresses a complicated gradient, which is the result of ecological and phytogeographical factors. Finally, it was investigated if the riparian forests of this study belong to the *Populetalia albae* order or to the *Alno-Padion* alliance (*Fagetalia*). The results show that from the riparian forests under study only those from SE Bulgaria are floristically closer to *Alno-Padion*, while those of Greece are floristically associated with the order *Populetalia albae*.

Εισαγωγή

Τα παρόχθια δάση συγκαταλέγονται ανάμεσα στους πλέον διαταραγμένους τύπους βλάστησης της Ευρώπης, οι οποίοι έχουν υποστεί σημαντική μείωση της έκτασης τους, λόγω της αστικής και βιομηχανικής ανάπτυξης (Wenger et al. 1990, Prieditis 1999).

Σε σύγκριση με άλλους τύπους δασικής βλάστησης, πρόκειται για οικοσυστήματα τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερες οικολογικές συνθήκες και διεργασίες. Αποτελούν ενδιάστημα πολλών ζώων και φυτών (Doyle 1990, Sagers & Lyon 1997), αλλά και τόπους ανάπαυσης και αναπαραγωγής μεταναστευτικών ειδών ορνιθοπανίδας (Sagers & Lyon 1997), ενώ συντελούν και στον καθαρισμό των υδάτων (επιφανειακών και υπογείων) από ρυπαντές (Sagers & Lyon 1997, Prieditis 1999).

Η διεξοδική μελέτη της βλάστησης των παρόχθιων δασών θα μπορούσε να συμβάλει στη γνώση των λειτουργιών τους (Yeo et al. 1998). Επίσης, με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατόν να καθοριστούν αντιπροσωπευτικοί τύποι κοινωνιών, οι οποίοι χρίζουν προστασίας στα πλαίσια μιας γενικότερης αειφορικής διαχείρισης των παρόχθιων δασών (Mladenoff & Pastor 1993, Sagers & Lyon 1997, Prieditis 1999).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ταξινόμηση και η κατάταξη βιβλιογραφικών δειγματοληπτικών επιφανειών από τα παρόχθια δάση της Ελλάδας και των νότιων Βαλκανίων γενικότερα. Επιπρόσθετα, γίνεται προσπάθεια αντιμετώπισης του συνταξινομικού προβλήματος των παραπάνω δασών όσο αφορά τη συνταξινόμησή τους σε ανώτερα syntaxa.

Υλικά και μέθοδοι

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δημοσιευμένες δειγματοληπτικές επιφάνειες από τον Ελληνικό χώρο και από τη ΝΑ Βουλγαρία, στις οποίες κυριαρχούν ή συνκυριαρχούν τα είδη *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Ulmus minor* και *U. procera*.

Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες προέρχονται από τις παρακάτω περιοχές (σε άγκιστρο δίνεται ο αριθμός των δειγματοληπτικών επιφανειών): Λίμνη Κερκίνη και Στρυμόνα (Βιτώρης 2000 [31]), Πηνειό (Raus 1980 [3], Athanasiadis & Drossos 1992 [14], Αθανasiάδης κ.ά. 1996 [23]), Β. Εύβοια (Στάμου κ.ά. 2003 [3]) και περιοχή του ποταμού Tundzha στη ΝΑ Βουλγαρία (Pavlov & Dimitrov 2002 [25]).

Τα φυτοκοινωνιολογικά δεδομένα εισήχθησαν στη βάση δεδομένων TURBOVEG v. 2.11 (Hennekens 2001) και έπειτα εξαχθήκαν στο πρόγραμμα επεξεργασίας φυτοκοινωνιολογικών δεδομένων JUICE v. 6.3 (Tichý 2002). Στο φυτοκοινωνιολογικό πίνακα διατηρήθηκαν δύο όροφοι, ο δεινδρώδης και ο θαμνώδης-ποώδης. Όσα taxa αναφερόταν στους πρωτότυπους φυτοκοινωνιολογικούς πίνακες σε περισσότερους ορόφους συγχωνεύτηκαν στους παραπάνω δύο ορόφους.

Για την αριθμητική ταξινόμηση των επιφανειών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος TWINSpan (Hill 1979a), η οποία εφαρμόστηκε με τη βοήθεια του προγράμματος JUICE v. 6.3 (Tichý 2002). Στην ανάλυση TWINSpan χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις κατηγορίες ψευδο-ειδών (pseudospecies cut levels), οι οποίες διακρίθηκαν βάσει των παρακάτω ορίων των ποσοστών κάλυψης: 0, 5, 25 και 50.

Παράλληλα με την ταξινόμηση των δειγματοληπτικών επιφανειών, χρησιμοποιήθηκε και η μέθοδος DCA (Detrended Correspondence Analysis) (Hill 1979b, Hill & Gauch 1980), για τη δημιουργία διαγραμμάτων κατάταξης. Τα

διαγράμματα κατάταξης χρησιμοποιήθηκαν για τη διόρθωση της ταξινόμησης που παράχθηκε με τη μέθοδο TWINSpan και την οικολογική ερμηνεία των διακρινόμενων μονάδων βλάστησης. Η μέθοδος DCA εφαρμόστηκε με τη βοήθεια του προγράμματος CANOCO v. 4.5 (ter Braak & Šmilauer 2002). Κατά την εφαρμογή της έγινε μετασχηματισμός της κάλυψης των ειδών υπολογίζοντας την τετραγωνική τους ρίζα (square-root transformation) και μείωση της βαρύτητας των σπάνιων ειδών (downweighting of rare species).

Για να βοηθηθεί η οικολογική ερμηνεία των διαγραμμάτων της DCA χρησιμοποιήθηκαν ως παθητικές επεξηγηματικές μεταβλητές η σχετική κάλυψη των ειδών σε κάθε φυτοληψία που είναι διαγνωστικά είδη κλάσεων, καθώς και δύο συγκεκριμένων syntaxa, των *Populetalia albae* και *Alno-Padion*. Για το χαρακτηρισμό των taxa ως διαγνωστικών κλάσεων ακολουθήθηκε η εργασία του Mucina (1997), ενώ για το χαρακτηρισμό τους ως χαρακτηριστικά των *Populetalia albae* και *Alno-Padion* χρησιμοποιήθηκε, κυρίως, η εργασία του Dierschke (1980) και επικουρικά των Horvat et al. (1974), καθώς και οι εργασίες από τις οποίες προέρχονται οι φυτοληψίες που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Ο συνοπτικός πίνακας που δημιουργήθηκε επεξεργάστηκε περαιτέρω με μετακινήσεις ειδών κατακόρυφα. Στον Πιν. 1 παρουσιάζονται οι τιμές πιστότητας των ειδών που υπολογίστηκαν με τη βοήθεια του συντελεστή ομοιότητας phi (Chytrý et al., 2002).

Η ονοματολογία των ειδών ακολουθεί, κατά σειρά προτεραιότητας, τους Strid & Tan (1997, 2002), Greuter et al. (1984-1989), Strid (1986), Strid & Tan (1991) και Tutin et al. (1968-1993). Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις κρίθηκε απαραίτητη η συγχώνευση υποειδών σε είδη και ειδών σε ομάδες, έτσι ώστε να αυξηθεί η ομοιογένεια των δεδομένων και να εξυπηρετηθεί η αριθμητική επεξεργασία.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

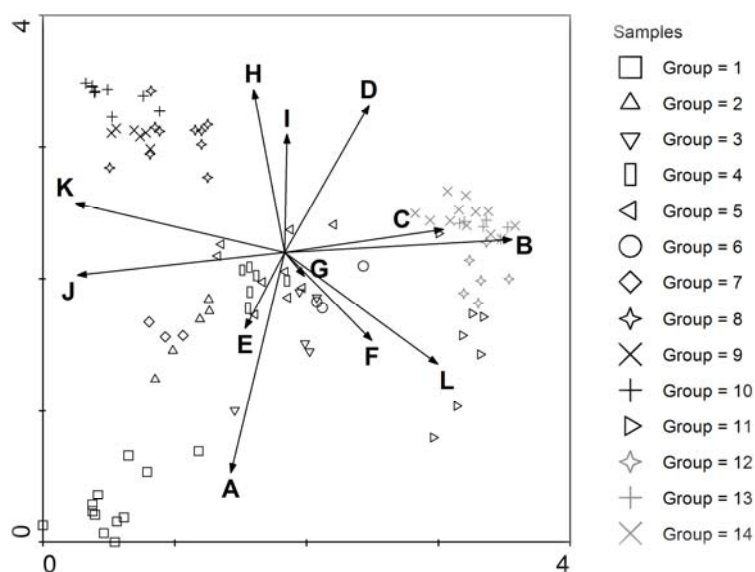
Η ανάλυση του φυτοκοινωνιολογικού πίνακα (Πίνακας 1) αποκάλυψε την ύπαρξη 4 βασικών μονάδων βλάστησης. Η διαφοροποίηση ακολουθεί μια σύνθετη βαθμίδα που φαίνεται να εκφράζει ταυτόχρονα φυτογεωγραφικούς και οικολογικούς παράγοντες.

Στο διάγραμμα ταξινόμησης DCA (Εικ. 1) οι βασικές μονάδες βλάστησης διαχωρίζονται ικανοποιητικά. Το μήκος των δύο πρώτων αξόνων είναι 3.583 και 3.486, ενώ οι ιδιοτιμές τους (eigenvalues) 0.563 και 0.432, αντίστοιχα. Η συνολική διακύμανση (total inertia) των δεδομένων είναι ίση με 4.841. Οι δύο πρώτοι άξονες ερμηνεύουν το 20.5% της συνολικής διακύμανσης.

Από τις επεξηγηματικές μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην DCA υψηλή συσχέτιση με τον πρώτο άξονα παρουσιάζουν τα ποσοστά σχετικής κάλυψης διαγνωστικών ειδών των syntaxa *Stellarietea mediae* (0.84), *Artemisietea vulgaris* (0.59), *Quercus-Fagetea* (-0.77), *Alno-Padion* (-0.79) και *Populetalia albae* (0.59), ενώ με το δεύτερο άξονα τα ποσοστά των *Phragmito-Magnocaricetea* (-0.79), *Galio-Urticetea* (0.52) και *Rhamno-Prunetea spinosae* (0.60). Σύμφωνα με τα παραπάνω, αλλά και την κατανομή των δειγματοληπτικών επιφανειών στο διάγραμμα DCA (Εικ. 1) θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο άξονας 1 εκφράζει την οικολογική διαφοροποίηση κατά τη μετάβαση από τα δάση των σκληρόξυλων ειδών (*Fraxinus*, *Ulmus*, *Quercus*, *Alnus*) προς τα δάση των μαλακόξυλων ειδών (*Populus*, *Salix*, *Platanus*). Αυτή η οικολογική

διαφοροποίηση είναι αποτέλεσμα της διαφορετικής δομής των συστάδων, των διαφορετικών ιδιοτήτων του εδάφους, καθώς επίσης και των διαφορετικών υδρολογικών συνθηκών των σταθμών.

Ο δεύτερος άξονας εκφράζει μια οικολογική βαθμίδα που σχετίζεται με τη διάρκεια και τη συχνότητα εμφάνισης πλημμυρών, καθώς και το ύψος της υπόγειας στάθμης νερού. Επιπλέον, εκφράζει μερικώς και μια φυτογεωγραφική βαθμίδα διαφοροποίησης που είναι αποτέλεσμα του ότι η παρόχθια βλάστηση στον Πηνειό ποταμό δέχεται εντονότερα την επίδραση του μεσογειακού κλίματος από την αντίστοιχη στη ΝΑ Βουλγαρία.



Εικόνα 1. Διάγραμμα κατάταξης DCA. Οι ομάδες των δειγματοληπτικών επιφανειών αντιστοιχούν με αυτές του Πίν. 1. A: Phragmito-Magnocaricetea, B: Stellarietea mediae, C: Artemisietea vulgaris, D: Galio-Urticetea, E: Molinio-Arrhenatheretea, F: Nerio-Tamaricetea, G: Quercetea ilicis, H: Rhamno-Prunetea spinosae, I: Quercetea pubescentis, J: Querco-Fagetea, K: Alno-Padion, L: Populetalia albae.

Η πρώτη βασική μονάδα που διακρίθηκε στο φυτοκοινωνιολογικό πίνακα (ομάδα 1, Πιν. 1) περιλαμβάνει όλες τις δειγματοληπτικές επιφάνειες που είχαν ενταχθεί στη φυτοκοινωνία Leucojo-Faxinetum από τους Athanasiadis & Drossos (1992) και δύο από τις τρεις φυτοληνίες που είχαν ενταχθεί στην παραπάνω φυτοκοινωνία από τον Raus (1980). Επιπλέον, περιλαμβάνει και τη δειγματοληπτική επιφάνεια που είχε χαρακτηριστεί από τους Athanasiadis & Drossos (1992) ως ενδιάμεση της Leucojo-Farxinetum και Pruno-Fraxinetum.

Η δεύτερη βασική μονάδα βλάστησης περιλαμβάνει τις ομάδες 2 έως και 7 του Πίνακα 1. Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες προέρχονται από το δέλτα του Πηνειού

ποταμού (Athanasiadis & Drossos 1992, Αθανασιάδης κ.ά. 1996, Raus 1980), εκτός από αυτές της 7^{ης} ομάδας που προέρχονται από τη Β Εύβοια (Στάμου κ.ά. 2001).

Πίνακας 1. Πίνακας διαφοροποιών ειδών. Παρουσιάζονται οι τιμές πιστότητας των taxa υπολογισμένες βάσει του συντελεστή ομοιότητας phi. Ο: Όροφος (1: δεντρώδης, 6: θαμνώδης-ποώδης), ΑΣ: Απόλυτη Σταθερότητα, S: Syntaxon (A: Alno-Padion, P: Populetaia albae). Όλα τα συνοδά taxa έχουν διαγραφεί.

Αριθμός ομάδας Αριθμός δειγματοληπ. επιφανειών	Ο	ΑΣ	S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				12	5	5	6	9	3	3	10	6	9	7	6	6	12
<i>Carex riparia</i>	6	13		57	26	26											
<i>Leucojum aestivum</i> ssp. <i>aestivum</i>	6	19	A	67	36								15				
<i>Iris pseudacorus</i>	6	19	A	61	2	61											
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	6	19		48	2	46								19			
<i>Phalaris aquatica</i>	6	8		81													
<i>Oenanthe fistulosa</i>	6	6		69													
<i>Ranunculus repens</i>	6	17	A	51										1	16	16	3
<i>Solanum dulcamara</i>	6	12	P	36			6		20					17			
<i>Galium palustre</i>	6	21		36	12	39	30		7								
<i>Rubus ulmifolius</i> et <i>discolor</i>	6	32	P		21	32	32	26	32	32							
<i>Carex muricata</i> agg.	6	24			21	33	35	32	4								
<i>Prunus spinosa</i>	6	24			32	20	14	24	3				14				3
<i>Lysimachia nummularia</i>	6	25		9	33	46	25					4	4				
<i>Smilax excelsa</i>	6	25				43	23	43	43								
<i>Smilax excelsa</i>	1	14				3	38	46	38								
<i>Lathyrus pratensis</i>	6	3			76												
<i>Ranunculus velutinus</i>	6	5			73					25							
<i>Poa palustris</i>	6	4		4	71												
<i>Carduus pycnocephalus</i>	6	5		14	66												
<i>Viola reichenbachiana</i>	6	5			61			5								12	
<i>Aegopodium podagraria</i>	6	11	A	13	45										6	6	6
<i>Ranunculus neapolitanus</i>	6	5			38		49										
<i>Trifolium repens</i> ssp. <i>repens</i>	6	6		1	36		47										
<i>Oenanthe pimpinelloides</i>	6	12			35	35	41										
<i>Arum italicum</i>	6	14	P		44	30	23	11		11							
<i>Rumex conglomeratus</i>	6	21				34	46	11	26					19			
<i>Calystegia sepium</i> ssp. <i>sepium</i>	6	12	P			49	26	5	13						1	1	
<i>Aristolochia rotunda</i> ssp. <i>rotunda</i>	6	9				60	49										
<i>Aster tripolium</i> ssp. <i>pannonicus</i>	6	4				66	14										
<i>Agrostis stolonifera</i>	6	8				60	19		19					2			
<i>Spartina maritima</i>	6	3				43			35								
<i>Ajuga reptans</i>	6	4	A				81										
<i>Plantago lanceolata</i>	6	3					69										
<i>Rhagadiolus stellatus</i>	6	3					69										
<i>Lonicera etrusca</i>	6	9				8	63	9	19								
<i>Paliurus spina-christi</i>	6	10					62	18	18					2			
<i>Cirsium creticum</i> ssp. <i>creticum</i>	6	4				19	57										
<i>Ruscus aculeatus</i>	6	17	P				66	49									14
<i>Rosa sempervirens</i>	1	4	P				20	44									
<i>Rosa sempervirens</i>	6	19	P			24		51	29		29						
<i>Tamus communis</i>	1	5	P					17	54								
<i>Vitex agnus-castus</i>	6	9					43	7	70								
<i>Rubia peregrina</i>	6	3								100							
<i>Equisetum telmateia</i>	6	3	A					7		74							
<i>Ulmus minor</i>	1	26	A							26	28	47	47				
<i>Ulmus minor</i>	6	35	A			26				37	31	27	37				
<i>Rubus caesius</i>	6	21	A			1					58	46	27				
<i>Quercus robur</i> ssp. <i>pedunculiflora</i>	1	28	A					5	12								
<i>Rumex sanguineus</i>	6	35	A		32	30					30	42	29				
<i>Polygonatum latifolium</i>	6	13									25	34	49				
<i>Viola odorata</i>	6	18									43	27	32			2	2
<i>Arctium lappa</i>	6	13									42	48	19				
<i>Acer tataricum</i>	6	13									6	73	36				
<i>Anthriscus sylvestris</i>	6	11									18	52	31				
<i>Clematis viticella</i> ssp. <i>viticella</i>	6	8									3	45	39				
<i>Euonymus europaeus</i>	6	22									14	56	25				9
<i>Viola riviniana</i>	6	8									3	28	53				
<i>Lamium purpureum</i>	6	9									25		66				
<i>Sambucus nigra</i>	6	6									76						
<i>Silene baccifera</i>	6	12									68	7	23				

Αριθμός ομάδας Αριθμός δειγματολ. επιφανειών	Ο	ΑΣ	S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				12	5	5	6	9	3	3	10	6	9	7	6	6	12
<i>Corylus avellana</i>	6	9	A	.	.	.	.	.	.	.	38	.	30	.	.	.	12
<i>Arum elongatum</i>	6	4	.	.	.	.	.	.	.	.	62	9	.	.	.	.	.
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	6	12	.	.	.	.	.	.	.	.	62	58	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus ficaria</i>	6	10	.	11	.	.	.	.	.	.	1	.	80	.	.	.	.
<i>Fritillaria sibirica</i>	6	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	79	.	.	.	.
<i>Veronica hederifolia</i>	6	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	74	.	.	.	.
<i>Convallaria majalis</i>	6	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	74	.	.	.	.
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	6	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	74	.	.	.	.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	6	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13	71	.	.	.	.
<i>Scilla bythinica</i>	6	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	65	.	.	.	.
<i>Erythronium dens-canis</i>	6	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	65	.	.	.	.
<i>Physospermum cornubiense</i>	6	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	63	.	15	.	.
<i>Salix alba</i>	6	13	P	.	.	.	.	.	.	39	.	.	53	26	.	.	.
<i>Salix alba</i>	1	25	P	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40	49	49	22	.
<i>Amorpha fruticosa</i>	6	26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	48	48	27	.
<i>Arctium minus</i>	6	17	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	21	13	39	32	.
<i>Equisetum arvense</i>	6	18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	32	1	39	39	.
<i>Stellaria nemorum</i>	6	20	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29	11	47	42	.
<i>Humulus lupulus</i>	6	25	P	.	.	.	.	.	.	.	5	.	13	29	29	23	.
<i>Amorpha fruticosa</i>	1	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	51	39	32	.	.
<i>Populus nigra</i>	1	13	P	.	.	.	.	.	.	.	.	.	34	34	41	.	.
<i>Parietaria officinalis</i>	6	28	.	.	9	.	.	.	.	2	.	.	2	36	47	36	.
<i>Bromus sterilis</i>	6	14	.	.	5	.	.	.	.	.	.	16	30	30	9	.	.
<i>Angelica sylvestris</i>	6	18	A	.	.	.	.	.	.	.	.	4	10	51	13	32	.
<i>Geranium robertianum</i>	6	14	.	5	.	15	.	.	.	.	.	.	15	43	22	.	.
<i>Rorippa amphibia</i>	6	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	83	.	.	.	.
<i>Anthemis tinctoria</i>	6	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	70	11	.	1	.
<i>Bidens tripartita</i>	6	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	64	.	.	.	.
<i>Polypogon monspeliensis</i>	6	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	64	.	.	.	.
<i>Verbena officinalis</i>	6	4	.	.	.	17	.	.	.	.	.	.	53	.	.	.	.
<i>Xanthium strumarium</i>	6	10	.	.	7	.	.	18	.	.	.	.	51	18	.	.	.
<i>Rumex palustris</i>	6	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43	32	.	2	.
<i>Mentha spicata agg.</i>	6	4	.	.	.	.	.	.	34	.	.	.	46	.	.	.	.
<i>Artemisia vulgaris</i>	6	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	52	44	.	.	.
<i>Salix triandra</i>	6	7	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	38	46	.	.	.
<i>Cirsium arvense</i>	6	10	.	.	7	.	.	.	18	.	.	.	27	33	.	5	.
<i>Salix triandra</i>	1	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	76	.	.	3	.
<i>Daucus carota</i>	6	9	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	72	.	.	16	.
<i>Hypericum perforatum</i>	6	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	69	.	.	.	.
<i>Physalis alkekengi</i>	6	8	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	48	.	.	29	.
<i>Euphorbia amygdaloides ssp. amygdaloides</i>	6	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	64	.	10	.
<i>Quercus coccifera</i>	6	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	60	.	.	25	.
<i>Cynoglossum creticum</i>	6	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	55	.	3	.
<i>Quercus pubescens</i>	6	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	52	32	.	.	.
<i>Humulus lupulus</i>	1	9	P	.	.	.	.	13	.	.	.	.	5	8	41	8	.
<i>Mycelis muralis</i>	6	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	58	.	.	.
<i>Chaerophyllum temulum</i>	6	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	22	22	.	54	.
<i>Chelidonium majus</i>	6	12	.	.	.	.	.	.	.	.	21	.	8	8	.	48	.
<i>Platanus orientalis</i>	1	14	P	.	.	19	9	.	.	.	.	.	15	.	5	41	.
<i>Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa</i>	1	64	P	21	21	9	21	14	.	21	21	21	21	.	.	.	.
<i>Fraxinus angustifolia ssp. oxycarpa</i>	6	50	P	20	25	25	25	25	6	25	.	6	.	.	.	.	.
<i>Crataegus monogyna</i>	6	48	A	.	17	.	28	16	.	10	28	28	28	.	.	.	.
<i>Quercus robur ssp. pedunculiflora</i>	6	28	A	.	.	6	43	36	23	.	12	12	.	.	.	.	.
<i>Acer campestre</i>	6	25	A	.	.	10	5	12	5	.	10	37	34	.	.	.	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	6	24	A	.	.	.	42	15	.	.	19	.	38	.	.	.	.
<i>Hedera helix</i>	1	11	A	.	.	.	43	34	.	43	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hedera helix</i>	6	26	A	.	.	7	24	37	.	44	13	3	.	.	.	.	.
<i>Periploca graeca</i>	1	34	P	.	.	35	35	16	35	.	.	.	.	6	16	6	.
<i>Periploca graeca</i>	6	61	P	11	.	21	21	8	21	.	.	.	.	21	21	2	.
<i>Lythrum salicaria</i>	6	25	A	20	34	8	.	.	4	.	.	.	.	37	15	.	.
<i>Populus alba</i>	1	40	P	.	.	22	.	27	33	.	11	.	.	9	15	.	15
<i>Populus alba</i>	6	29	P	.	.	29	1	.	40	.	.	.	.	23	1	1	26
<i>Ulmus procera</i>	1	26	.	.	.	34	26	33	4	.	.	.	.	2	.	.	15
<i>Ulmus procera</i>	6	31	.	.	.	39	29	33	20	.	.	.	.	6	.	.	10
<i>Plantago major</i>	6	19	.	.	13	.	42	.	.	.	.	.	.	25	20	.	.
<i>Vitis vinifera ssp. sylvestris</i>	6	30	P	.	.	25	18	.	37	.	.	.	.	4	37	8	3
<i>Brachypodium sylvaticum ssp. sylvaticum</i>	6	72	.	.	16	.	16	9	.	16	10	16	2	.	16	16	6
<i>Tamus communis</i>	6	55	P	.	.	27	5	27	15	.	10	.	21	.	.	.	17
<i>Dactylis glomerata</i>	6	41	P	.	.	21	.	4	1	.	16	33	8	.	14	4	.
<i>Galium aparine</i>	6	44	.	.	.	1	16	.	.	.	29	6	28	.	6	6	20
<i>Urtica dioica</i>	6	37	.	.	.	.	.	.	.	.	33	10	.	14	29	.	20

Σε αυτή τη μονάδα βλάστησης ανήκουν οι επιφάνειες οι οποίες έχουν ενταχθεί στις φυτοκοινωνίες: Pruno-Fraxinetum (Athanasiadis & Drossos 1992), Leucojo-Fraxinetum parvifoliae (Raus 1980), Fraxino oxycarpae-Ulmetum (Αθανασιάδης κ.ά. 1996, Στάμου κ.ά. 2000) και Populetum albae balcanicum (Αθανασιάδης κ.ά. 1996).

Η τρίτη βασική μονάδα βλάστησης (ομάδες 8, 9 & 10, Πίνακα 1) περιλαμβάνει τις δειγματοληπτικές επιφάνειες από τη ΝΑ Βουλγαρία (Pavlov & Dimitrov 2002). Οι παραπάνω συγγραφείς ενέταξαν τις δειγματοληπτικές τους επιφάνειες σε μια νέα φυτοκοινωνία, τη Smilaco excelsae-Fraxinetum oxycarpae, η οποία αποτελεί συνώνυμο της Fraxino pannonicae-Ulmetum bulgaricum (Soó 1957). Στην τρίτη βασική μονάδα βλάστησης διακρίθηκαν τρεις ομάδες δειγματοληπτικών επιφανειών, οι οποίες αντιστοιχούν σε μεγάλο βαθμό με τις υποφυτοκοινωνίες που διέκριναν οι Pavlov & Dimitrov (2002).

Τέλος, η τέταρτη βασική μονάδα βλάστησης (ομάδες 11-14, Πίνακα 1) περιλαμβάνει δειγματοληπτικές επιφάνειες από παρόχθια δάση της λίμνης Κερκίνη και του ποταμού Στρυμόνα (Βιτώρης 2000). Σε αυτή τη μονάδα βλάστησης απουσιάζει το είδος *Fraxinus angustifolia*. Πρόκειται για αμιγείς και μικτές συστάδες με κυρίαρχα είδη τα *Salix alba*, *Populus alba*, *Alnus glutinosa*, *Platanus orientalis* και *Populus nigra*. Η τελευταία αυτή μονάδα διαφοροποιείται έναντι των προηγούμενων, επιπλέον, από την έντονη παρουσία του αμερικάνικου (αλλόχθονου) είδους *Amorpha fruticosa*. Σε αυτή τη μονάδα βλάστησης διακρίθηκαν 4 ομάδες, οι οποίες διαφοροποιούνται, κυρίως, βάσει της σύνθεσης του ορόφου των δέντρων.

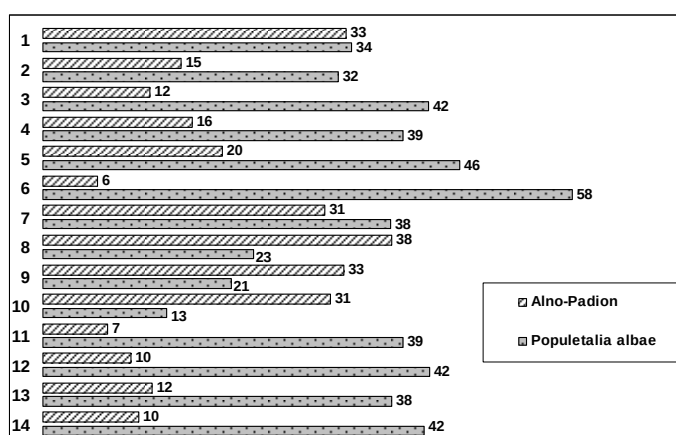
Ο περιορισμένος αριθμός δειγματοληπτικών επιφανειών που υπάρχουν σε παρόχθια δάση στο νότιο μήμα της Βαλκανικής Χερσονήσου και κυρίως στην Ελλάδα (Horvat et al. 1974) δυσχεραίνει την συνταξινόμηση των δασών αυτών. Επιπλέον, το γεγονός ότι: α) τα δεδομένα βλάστησης που υπάρχουν είναι πολλές φορές ετερογενή, β) τα παρόχθια δάση έχουν δεχθεί έντονες ανθρωπογενείς επεμβάσεις που αλλοιώνουν τη χλωριδική σύνθεσή τους, γ) η χλωριδική σύνθεση των παρόχθιων δασών επηρεάζεται πολλές φορές ισχυρά από τη ζώνη βλάστησης στην οποία αναπτύσσονται και δ) παρόμοιοι συνδυασμοί δεντροδών ειδών, ανάλογα με τη φυτογεωγραφική περιοχή, συνοδεύονται από διαφορετικούς συνδυασμούς ποωδών και θαμνώδων ειδών, οδήγησε πολλές φορές σε συνταξινόμική σύγχυση (Horvat et al. 1974, Dierschke 1980).

Οι συνταξινομικές αναθεωρήσεις που αφορούν τη νότια και νοτιοανατολική Ευρώπη και αντιμετωπίζουν τη συνταξινόμηση των παρόχθιων δασών σφαιρικά και σε ευρεία περιοχή είναι αυτές των Horvat et al. (1974) και Dierschke (1980).

Οι Horvat et al. (1974) διακρίνουν δύο μεγάλες διαφοροποιήσεις. Τα μαλακόξυλα δάση που τα εντάσσουν στην τάξη Populetalia albae και στη κλάση Quercu-Fagetea και τα σκληρόξυλα δάση που τα εντάσσουν στην ένωση Alno-Ulmion (συνώνυμο της Alno-Padion), στην τάξη Fagetalia και στην κλάση Quercu-Fagetea. Αναφέρουν επίσης, ότι η διάκριση ανάμεσα σε μαλακόξυλα και σε σκληρόξυλα δάση είναι δύσκολη, καθώς τα πρώτα αποτελούν ορισμένες φορές πρόδρομες κοινωνίες των δεύτερων. Επίσης, παρατηρούν ότι οι φυτοκοινωνίες της νοτιοανατολικής Ευρώπης που εντάσσονται στην ένωση Alno-Ulmion παρουσιάζουν μεγαλύτερη χλωριδική σύνθεση με τη Populetalia albae παρά με τη Fagetalia, γεγονός που υποδηλώνει τον ενδιάμεσο χαρακτήρα τους.

Ο Dierschke (1980) αναφέρει ότι η Alno-Padion έχει κέντρο εξάπλωσης τη δυτική και κεντρική Ευρώπη. Επίσης, αναφέρει ότι φυτοκοινωνίες από περιοχές της Β

Γιουγκοσλαβίας, της Ρουμανίας και της Βουλγαρίας μπορούν να ενταχθούν στην παραπάνω ένωση, αλλά σε αυτές εμφανίζονται είδη της μεσογειακής και υπομεσογειακής περιοχής, καθώς επίσης υγρόφιλα, αλλά και σχετικά ξηρανθεκτικά είδη. Για τα παρόχθια δάση της νότιας και νοτιοανατολικής Ευρώπης διαπιστώνει την αδυναμία ένταξής τους στη Fagetalia και προτείνει την ένταξή τους στη Populetalia albae. Την παραπάνω τάξη την εντάσσει στη Quercu-Fagetea, μολονότι διαπιστώνει τη χαλαρή γλωριδική σύνδεσή της με τη συγκεκριμένη κλάση. Επιπρόσθετα, αντικρούει την πρόταση δημιουργίας μιας νέας κλάσης, της Populetea albae, λόγω της έλλειψης ικανού αριθμού χαρακτηριστικών ειδών.



Εικόνα 2. Διάγραμμα μέσης σχετικής κάλυψης των διαγνωστικών ειδών των syntaxa Alno-Padion και Populetalia albae για τις διακρινόμενες ομάδες βλάστησης του Πίν. 1.

Στο διάγραμμα της Εικ. 2 παρουσιάζεται η μέση σχετική κάλυψη των χαρακτηριστικών ειδών της Populetalia albae έναντι αυτών της Alno-Padion για όλες τις διακρινόμενες ομάδες βλάστησης του Πίν. 1. Από το διάγραμμα γίνεται φανερό ότι υπεροχή της σχετικής κάλυψης των ειδών της Alno-Padion εμφανίζεται μόνο στις ομάδες 8, 9 και 10 από τη νοτιοανατολική Βουλγαρία. Σε όλες τις υπόλοιπες ομάδες, δηλαδή αυτές από τον Ελληνικό χώρο, εμφανίζεται καθαρή υπεροχή των ειδών της Populetalia albae, με εξαίρεση την πρώτη ομάδα (Leucojo-Fraxinetum κατά Athanasiadis & Drossos 1992), στην οποία εμφανίζεται μια ισορροπία μεταξύ των διαγνωστικών ειδών των δύο syntaxa. Συνεπώς, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας υποδηλώνουν τη μεγαλύτερη σύνδεση των παρόχθιων δασών της Ελλάδας με την τάξη Populetalia albae παρά με την ένωση Alno-Padion και την τάξη Fagetalia.

Βιβλιογραφία

Athanasiadis N. & Drossos E. 1992. Leucojo – Fraxinetum parvifoliae Glavač 59 & Pruno-Fraxinetum Oberdofer 53 of the Thessalian Pinios Delta (Greece). Bot. Helv. 102: 159-170.

- Aθανασιάδης Ν., Θεοδωρόπουλος Κ., Ελευθεριάδου Ε. & Δρόσος Ε. 1996. Δασικές φυτοκοινωνίες του Δέλτα του Θεσσαλικού Πηνειού. Επιστ. Επετ. Τμήμ. Δασολογίας και Φυσ. Περιβάλλοντος 39/2: 881-902.
- Βιτώρης Κ. 2000. Ανάλυση δομής, δυναμική και οικολογική ερμηνεία των παρόχθιων δασών της Κερκίνης και του Στρυμόνα. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Braak ter, C.J.F. & Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca, USA, Microcomputer Power.
- Chytrý M., Tichý L., Holt J. & Botta-Dukát Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. J. Veg. Sci. 13: 79-90.
- Dierschke H. 1980. Zur syntaxinomischen Stellung und Gliederung der Ufer- und Auenwälder Südeuropas. Colloques Phytosociologiques 9: 115-129.
- Doyle A.T. 1990. Use of riparian and upland habitats by small mammals. J. Mammol. 71: 14-23.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. 1984-1989. Med-Checklist 1, 3,4. Genève & Berlin.
- Hennekens S.M. & Schaminée J.H.J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. J. Veg. Sci. 12: 589-591.
- Hill M.O. 1979a. TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and the attributes. Ithaca, New York.
- Hill M.O. 1979b. DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ithaca, New York.
- Hill M.O. & Gauch H.G. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. Vegetatio 42: 47-58.
- Horvat I., Glavac V. & Ellenberg H. 1974. Vegetation Südosteuropas. Stuttgart.
- Mladenoff D.J. & Pastor J. 1993. Sustainable forest ecosystems in the northern hardwood and conifer forest region: concepts and management. Pp. 145-180. In: Aplet G.H., Johnson N., Olson J.T. & Sample V.A. (eds), Defining Sustainable Forestry, Washington.
- Mucina L. 1997. Conspectus of classes of European vegetation. Folia Geobot. Phytotax. 32: 117-172.
- Pavlov D. & Dimitrov M. 2002. A syntaxonomic analysis of the Flood-Plain Forests in the maintained reserves "Dolna Topchiya" and "Balabana". Forest Science, Forest Research Institute, Bulgarian Academy of Sciences 39/1: 3-19.
- Prieditis N. 1999. Status of wetland forests and their structural richness in Latvia. Environmental Conservation 26(4): 332-346.
- Raus T. 1980. Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland). III. Querco – Fagetea und azonale Gehölzgesellschaften. Bot. Jahrb. Syst. 101/3: 313-361.
- Sagers C.L. & Lyon J. 1997. Gradient analysis in a riparian landscape: contrasts among forest layers. Forest Ecology and Management 96: 13-26.
- Soó R. 1957. Pflanzengesellschaften aus Bulgarien. I. Ann. Univ. Sc. Budapest, Sect. Biol. 1: 231-239.

- Στάμου Α., Θεοδωρόπουλος Κ. & Ελευθεριάδου Ε. 2003. Φυτοκοινωνική έρευνα αζωνικών εμφανίσεων πλατάνου (*Platanus orientalis* L.) και μικτών φράξου-πτελέας (*Fraxinus angustifolia* Vahl. ssp. *oxycarpa* (Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso - *Ulmus minor* Miller) στο ποτάμιο σύστημα Κηρέα-Νηλέα-Βούδωρου (Β. Εύβοια, Ελλάδα). Γεωτ. Επ. Θεμ. 14/1: 54-68.
- Strid A. (ed.) 1986. Mountain Flora of Greece 1. Cambridge.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1991. Mountain Flora of Greece 2. Edinburgh.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. J. Veg. Sci. 13: 451-453.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968-1993. Flora Europaea, 1-5. Cambridge.
- Wenger E.L., Zinke A. & Gutzweiler K.A. 1990. Present situation of the European floodplain forests. Forest Ecology and Management 33/34: 5-12.
- Yeo M.J.M., Blackstock T.H. & Stevens D.P. 1998. The use of phytosociological data in conservation assessment: a case study of lowland grasslands in mid Wales. Biological Conservation 86: 125-138.

Μεταβολές σε φωτοσυνθετικές παραμέτρους κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης ομοβαρών (*Ligustrum japonicum* Thunb.) και ετεροβαρών (*Prunus amygdalus* L.) φύλλων

Βέκκος Κ., Ρέστα Ε., Λιάκουρα Β., Σταυριανάκου Σ., Λιακόπουλος Γ. & Καραμπουρνιώτης Γ.

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, 118 55, Βοτανικός, Αθήνα.

Περίληψη

Στην παρούσα ανακοίνωση συγκρίνονται δύο φυτικά είδη τα οποία διαθέτουν ομοβαρή (*Ligustrum japonicum* Thunb.) ή ετεροβαρή (*Prunus amygdalus* L.) φύλλα. Η σύγκριση πραγματοποιείται σε επίπεδο φωτοσυνθετικών χαρακτηριστικών και παραμέτρων οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση των πόρων αναφορικά με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης. Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνήσει εάν η διαφορετική ανατομική κατασκευή μεταξύ των δύο ειδών φύλλων συνοδεύεται και από διαφορές σε επιμέρους χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν τη φωτοσυνθετική ταχύτητα πέραν του διαφορετικού φωτεινού μικροπεριβάλλοντος το οποίο επικρατεί στο εσωτερικό του ελάσματος για κάθε λειτουργική κατηγορία. Η μελέτη πραγματοποιείται σε διάφορα αναπτυξιακά στάδια των φύλλων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, το φύλλο της αμυγδαλιάς επιτυγχάνει υψηλότερη φωτοσυνθετική ταχύτητα συγκριτικά με το φύλλο του λιγούστρου (ιδιαίτερα αν αυτή εκφραστεί ανά μονάδα φωτοσυνθετικά ενεργού φυλλικής επιφάνειας), παρουσιάζοντας ταυτόχρονα παρόμοιους δείκτες χρήσης αζώτου και νερού για τη φωτοσύνθεση. Επιπλέον, το φύλλο της αμυγδαλιάς διαθέτει πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις φωτοσυνθετικών χρωστικών τις οποίες φαίνεται πως, λόγω καλύτερου φωτεινού μικροπεριβάλλοντος, χρησιμοποιεί με μεγαλύτερη αποδοτικότητα συγκριτικά με το φύλλο του λιγούστρου.

Fluctuations in photosynthetic parameters during expansion of homobaric (*Ligustrum japonicum* Thunb.) and heterobaric (*Prunus amygdalus* L.) leaves

Vekkos, C., Resta E., Liakoura V., Stavrianakou S., Liakopoulos G. & Karabourniotis G.

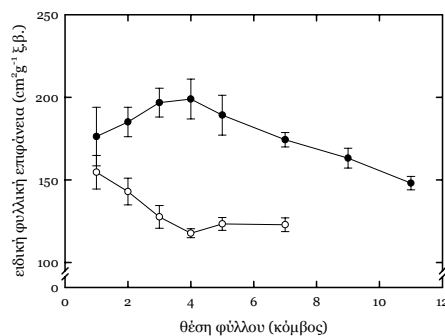
Agricultural University of Athens, Department of Agricultural Biotechnology,
Laboratory of Plant Physiology, Iera Odos 75, 11855 Athens, Greece.

Abstract

In the present study two plant species having homobaric (*Ligustrum japonicum* Thunb.) or heterobaric (*Prunus amygdalus* L.) leaves are compared. The comparison focuses on photosynthetic characteristics and parameters related to photosynthetic use efficiency of certain resources. The aim of the comparison is to depict whether the different anatomical construction between the leaves of the two species is accompanied by differences in particular parameters that influence photosynthetic performance, other than the different light microenvironment, which exists in the inner parts of the leaf lamina for each functional group. The study was performed in different developmental stages of the leaves. According to the results, almond leaves exhibited higher photosynthetic rates compared to those of ligustrum (especially if expressed per unit of photosynthetically active leaf area), concurrently showing similar efficiency indices for the photosynthetic use of nitrogen and water. Moreover, almond leaves hold much lower photosynthetic pigment concentrations compared to ligustrum leaves that seem to perform more efficiently due to the improved light microenvironment in these leaves.

Εισαγωγή

Ορισμένα φύλλα διαθέτουν ανατομικές προσαρμογές οι οποίες επιτρέπουν τη διέλευση της φωτεινής ακτινοβολίας στα εσωτερικά στρώματα του χλωροφυλλούχου παρεγχύματος (Vogelmann 1993, Karabouniotis et al. 2000). Με δεδομένο ότι σε ορισμένες περιπτώσεις τα εσωτερικά αυτά στρώματα φωτοσυνθέτουν σε ρυθμούς κάτω του κορεσμού λόγω φωτοπενίας, οι μηχανισμοί αυτοί επιτυγχάνουν αύξηση της φωτοσυνθετικής ταχύτητας ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου (Nikolopoulos et al. 2002). Σε μια ορισμένη ανατομική κατηγορία φύλλων (ετεροβαρή φύλλα), το παραπάνω επιτυγχάνεται μέσω διαφανών ιστών χωρίς χλωροφύλλη, οι οποίοι προέρχονται από προεκτάσεις των κολεών των ηθμαγγειωδών δεσμίδων, συνήθως και προς τις δύο επιφάνειες του φύλλου, δημιουργώντας ένα σύνολο από διαφανή παράθυρα τα οποία εμφανίζονται ως δίκτυο αν το έλασμα παρατηρηθεί κάθετα στο φως. Τα φύλλα αυτά ονομάζονται ετεροβαρή ενώ τα ομοβαρή φύλλα χαρακτηρίζονται από την απουσία τέτοιων δομών και το έλασμά τους φαίνεται ομοιογενές, αποτελούμενο από χλωροφυλλούχο παρέγχυμα, αν παρατηρηθεί κάθετα στο φως. Το ερώτημα το οποίο τέθηκε στην παρούσα μελέτη ήταν αν φύλλα των δύο αυτών λειτουργικών κατηγοριών (ομοβαρή και ετεροβαρή) διαφέρουν σε βασικές φωτοσυνθετικές παραμέτρους και επιπλέον σε χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν τη φωτοσυνθετική ταχύτητα όπως οι δείκτες χρήσης των πόρων αναφορικά με τη φωτοσύνθεση. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε

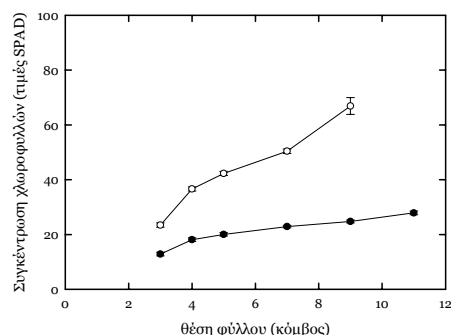


Εικόνα 1. Η ειδική φυλλική επιφάνεια (SLA) σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των φύλλων των ειδών *Prunus amygdalus* (●) και *Ligustrum japonicum* (○). Οι τιμές αποτελούν μέσους όρους από 20 επαναλήψεις ($\pm$ τυπικό σφάλμα του μέσου).

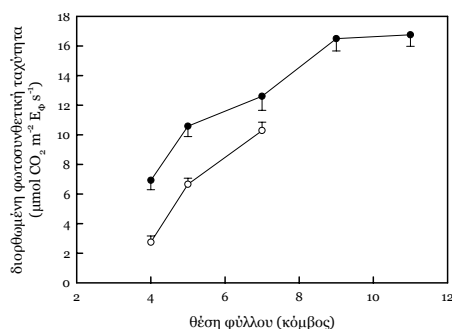
σε διάφορα αναπτυξιακά στάδια κατά την πορεία έκπτυξης του ελάσματος των φύλλων. Επιλέχθηκαν δύο φυτικά είδη, το λιγούστρο που διαθέτει ομοβαρή και η αμυγδαλιά που διαθέτει ετεροβαρή φύλλα.

Υλικά και μέθοδοι

Για τις ανάγκες των πειραματικών μετρήσεων επιλέχθηκαν πέντε υγιή και ομοιόμορφα φυτά από κάθε είδος. Σε κάθε φυτό σημάνθηκαν για δειγματοληψία και μετρήσεις *in planta* τέσσερις κλάδοι. Για την μέτρηση του ποσοστού των διαφανών περιοχών ελήφθησαν φωτογραφίες του ελάσματος άθικτων φύλλων. Για το σκοπό αυτό, δίσκοι φύλλων τοποθετήθηκαν σε αντικειμενοφόρο πλάκα και φωτίστηκαν από την αποαξονική επιφάνεια. Οι μικροφωτογραφίες καταγράφηκαν σε ψηφιακή φωτογραφική μηχανή τύπου CyberShot DSC-S75 (SONY Corporation, Japan) και αποθηκεύτηκαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή σε ψηφιακή μορφή. Η διάκριση των διαφανών περιοχών που αντιστοιχούν στους κολεούς των ηθμαγγειωδών δεσμίδων του φύλλου από τα χλωροφυλλούχα διαμερίσματα του ελάσματος έγινε με τη βοήθεια προγράμματος ψηφιακής ανάλυσης εικόνας το οποίο αναπτύχθηκε σε περιβάλλον MatLab 6.0088 (Mathworks Inc, USA), (Nikolopoulos et al. 2002). Οι μετρήσεις της φωτοσύνθεσης διεξήχθησαν στο διάστημα 14–21 Μαΐου κατά τις πρωινές ώρες 08⁰⁰–12⁰⁰ ηλιόλουστων ημερών με φυσικό φωτισμό έντασης 1500 μmol φωτονίων $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, θερμοκρασία αέρα 30° C, σχετική υγρασία αέρα 30% και ατμοσφαιρική συγκέντρωση διοξειδίου 380 ppm. Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε το φορητό όργανο μέτρησης φωτοσύνθεσης LI-6400 (Li-COR, Lincoln, NE, USA). Για τη μέτρηση των χλωροφυλλών χρησιμοποιήθηκε φορητό όργανο μέτρησης (SPAD 502, Minolta Co. Japan) και οι μετρήσεις παρουσιάζονται σε τιμές της κλίμακας SPAD. Για τη μέτρηση του περιεχομένου αζώτου των φύλλων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Kjeldahl.



Εικόνα 2. Η συγκέντρωση χλωροφυλλών σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των φύλλων των ειδών *Prunus amygdalus* (●) και *Ligustrum japonicum* (○). Οι τιμές αποτελούν μέσους όρους από 20 επαναλήψεις ($\pm$ τυπικό σφάλμα του μέσου).

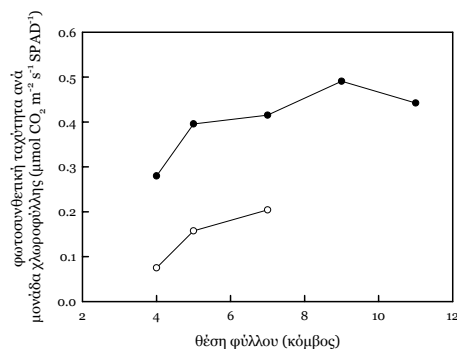


Εικόνα 3. Η διορθωμένη με βάση τη φωτοσυνθετικά ενεργό φυλλική επιφάνεια φωτοσυνθετική ταχύτητα σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των φύλλων των ειδών *Prunus amygdalus* (●) και *Ligustrum japonicum* (○). Οι τιμές αποτελούν μέσους όρους από 20 επαναλήψεις ($\pm$ τυπικό σφάλμα του μέσου).

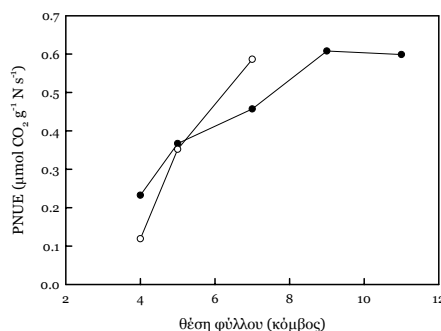
Αποτελέσματα

Η πορεία διαμόρφωσης της παραμέτρου SLA στη διάρκεια ανάπτυξης των φύλλων των δύο ειδών παρουσιάζεται στην Εικ. 1. Στα δύο είδη το έλασμα αναπτύσσεται με διαφορετικό τρόπο και συγκεκριμένα στο λιγούστρο παρατηρήθηκε μια σταδιακή πτώση (γεγονός που σχετίζεται με την αύξηση της σκληροφυλλίας) στις τιμές της παραμέτρου SLA από τα πολύ νεαρά αναπτυξιακά στάδια, ενώ οι τιμές σταθεροποιήθηκαν από το στάδιο του 4ου κόμβου και εξής. Αντίθετα στην περίπτωση της αμυγδαλιάς, οι τιμές του δείκτη SLA παρουσίασαν αύξηση από το στάδιο του 1ου έως και αυτό του 4ου κόμβου και σταδιακή μείωση από το στάδιο του 4ου κόμβου και μέχρι το τέλος της έκπτυξης. Σχεδόν σε κάθε αναπτυξιακό στάδιο, το έλασμα των φύλλων του λιγούστρου ήταν κατά πολύ παχύτερο αυτού της αμυγδαλιάς (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Τόσο στην αμυγδαλιά όσο και στο λιγούστρο οι τιμές της συγκέντρωσης χλωροφυλλών αυξήθηκαν σταδιακά, φτάνοντας, ωστόσο, στην περίπτωση του λιγούστρου σε πολύ υψηλότερες τιμές (περίπου 300% υψηλότερες) συγκριτικά με την περίπτωση της αμυγδαλιάς (Εικ. 2).

Η διορθωμένη με βάση την φωτοσυνθετικά ενεργό φυλλική επιφάνεια (ΕΦ, Εικ. 3, βλ. επίσης Nikolopoulos et al. 2002) φωτοσύνθεση στα φύλλα της αμυγδαλιάς ήταν κατά 65% υψηλότερη συγκριτικά με αυτή του λιγούστρου. Στην Εικ. 4 παρουσιάζεται η φωτοσυνθετική ταχύτητα προς το περιεχόμενο σε χλωροφύλλη για τα δύο είδη. Παρατηρήθηκε ότι για κάθε αναπτυξιακό στάδιο, η παράμετρος αυτή, η οποία εκφράζει ουσιαστικά την αποδοτικότητα της φωτοσυνθετικής συσκευής ως προς το ποσό που έχει επενδυθεί σε φωτοσυνθετικές χρωστικές, ήταν πολύ υψηλότερη για τα φύλλα της αμυγδαλιάς συγκριτικά με αυτά του λιγούστρου. Οι τιμές της παραμέτρου



Εικόνα 4. Η τρέχουσα φωτοσυνθετική ταχύτητα ανά μονάδα χλωροφύλλης των φύλλων σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των φύλλων των ειδών *Prunus amygdalus* (●) και *Ligustrum japonicum* (○). Οι τιμές αποτελούν μέσους όρους από 20 επαναλήψεις ($\pm$ τυπικό σφάλμα του μέσου).



Εικόνα 5. Η αποδοτικότητα χρήσης του αζώτου των φύλλων για την παραγωγή φωτοσυνθετικού έργου σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των φύλλων των ειδών *Prunus amygdalus* (●) και *Ligustrum japonicum* (○). Οι τιμές αποτελούν μέσους όρους από 20 επαναλήψεις ($\pm$ τυπικό σφάλμα του μέσου).

της αποδοτικότητας χρήσης νερού για τα φύλλα των δύο φυτικών ειδών αυξήθηκαν δραματικά κατά την πορεία ανάπτυξης των φύλλων (τα δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Το γεγονός αυτό σχετίζεται με την έναρξη της φωτοσυνθετικής λειτουργίας. Οι μέγιστες τιμές της παραμέτρου στο στάδιο της πλήρους έκπτυξης δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ των δύο ειδών. Ομοίως, σύμφωνα με την παράμετρο της αποδοτικότητας χρήσης των αποθεμάτων αζώτου ως προς την παραγωγή φωτοσυνθετικού έργου (Εικ. 5), δεν παρατηρήθηκαν έντονες διαφορές μεταξύ των δύο φυτικών ειδών.

Συζήτηση

Σύμφωνα με τις ανατομικές παραμέτρους, τα δύο φυτικά είδη εμφανίζουν διαφορετικό κατασκευαστικό πρότυπο. Το φύλλο της αμυγδαλιάς εμφανίζει πολύ μικρότερο κατασκευαστικό κόστος, συγκριτικά με το λιγούστρο. Όπως είναι τεκμηριωμένο βιβλιογραφικά, το παραπάνω αποτέλεσμα συσχετίζεται με τον αναμενόμενο χρόνο ζωής των φύλλων κάθε φυτικού είδους. Επιπλέον, η πορεία εναπόθεσης ξηρής μάζας εμφανίζει διαφορές μεταξύ των δύο φυτικών ειδών γεγονός το οποίο ενδέχεται να σχετίζεται με την κατασκευή των προεκτάσεων των δεσμικών κολεών στο φύλλο της αμυγδαλιάς.

Όσον αφορά στη φωτοσύνθεση, τα δύο είδη εμφανίζουν διαφορετική στρατηγική. Το φύλλο της αμυγδαλιάς εμφανίζει υψηλότερους φωτοσυνθετικούς ρυθμούς γεγονός το οποίο είναι περισσότερο εμφανές αν η φωτοσύνθεση εκφραστεί ανά ενεργό φωτοσυνθετική επιφάνεια. Το παραπάνω γεγονός είναι ιδιαίτερα αξιοσημείωτο αν ληφθεί υπ' όψη το ότι το φύλλο της αμυγδαλιάς είναι λεπτότερο και με μικρότερη συγκέντρωση χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας.

Τα δύο είδη εμφανίζουν μικρές διαφορές όσον αφορά στην αποδοτικότητα χρήσης νερού και αζώτου για την παραγωγή φωτοσυνθετικού έργου. Από τα αποτελέσματα όμως φαίνεται πως τα ετεροβαρή φύλλα εκμεταλλεύονται στο έπακρο την φωτεινή ακτινοβολία για την παραγωγή φωτοσυνθετικού έργου. Αντίθετα στο φύλλο του λιγούστρου, είναι πιθανό πως, λόγω φωτοπενίας, τα εσωτερικά χλωροφυλλούχα στρώματα φωτοσυνθέτουν σε ρυθμούς πολύ κάτω του κορεσμού.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τον Καθηγητή κ. Π. Κερκίδη για την παραχώρηση του οργάνου LI-6400 το οποίο χρησιμοποιήθηκε στο παρόν πείραμα.

Βιβλιογραφία

- Karabourniotis G., Bornman J.F. & Nikolopoulos D. 2000. A possible optical role of the bundle sheath extensions of the heterobaric leaves of *Vitis vinifera* and *Quercus coccifera*. Plant, Cell and Environment 23: 423-430.
- Nikolopoulos D., Liakopoulos G., Drossopoulos I. & Karabourniotis G. 2002. The relationship between anatomy and photosynthetic performance of heterobaric leaves. Plant Physiology 129: 235-243.
- Vogelmann T.C. 1993. Plant tissue optics. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 44: 231-251.

Γνωρίζοντας «το μονοπάτι της βιοποικιλότητας» στο Βαλκανικό Βοτανικό Κήπο Κρουσσιών: Σχεδιασμός δραστηριοτήτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης για μαθητές Δημοτικού

¹Βέργου Α., ¹Κρίγκας Ν., ²Οικονόμου Α. & ¹Μαλούπα Ε.

¹Εργαστήριο Προστασίας και Αξιοποίησης Αυτοφυών & Ανθοκομικών Ειδών, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας Κ.Γ.Ε.Μ.-Θ., Θέρμη, Τ.Θ. 60125, 570 01 Θεσσαλονίκη.

²Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, Παπαναστασίου 13, 546 39 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Στα πλαίσια διαμόρφωσης της εκπαιδευτικής δράσης του Βαλκανικού Βοτανικού Κήπου Κρουσσιών (ΒΒΚΚ), υλοποιήθηκε ο σχεδιασμός δραστηριοτήτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΠΕ) στο «μονοπάτι της Βιοποικιλότητας» για μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που αποτελούν μέχρι σήμερα την πλειονότητα των οργανωμένων επισκέψεων στο ΒΒΚΚ. Το μονοπάτι της βιοποικιλότητας του ΒΒΚΚ περιλαμβάνει μια διαδρομή περίπου 400 m μέσα σε φυσικό δρυοδάσος (*Quercus pubescens*, *Q. frainetto*). Για το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων πραγματοποιήθηκαν συλλογές των αυτοφυών φυτών που απαντούν στο μονοπάτι και ταξινομικός προσδιορισμός που έδειξε την ύπαρξη τουλάχιστον 180 taxa. Ευδιάκριτοι πληθυσμοί από 60 taxa επισημάνθηκαν με ειδικές ταμπέλες για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οι εκπαιδευτικές τεχνικές που επιλέχθηκαν είναι: (α) περιβαλλοντικά παιχνίδια που εισάγουν τους μαθητές στην έννοια της βιοποικιλότητας και κινητοποιούν τις αισθήσεις τους (αλυσίδες τροφής, κοκτέιλ φυτών, τυφλός μάντης, ορχήστρα του δάσους), (β) περιβαλλοντικό μονοπάτι, διαδρομή-σενάριο που ενοποιεί διαφορετικά σημεία ενδιαφέροντος όπου οι μαθητές πραγματοποιούν ασκήσεις πεδίου (εκτίμηση ηλικίας και ύψους δένδρων, αναγνώριση φυτών, κρυμμένος θησαυρός) και (γ) μελέτη πεδίου στην οποία οι μαθητές εισάγονται στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και διερευνούν την επίδραση της διαμόρφωσης του μονοπατιού στη φυτοποικιλότητα του δρυοδάσους. Η πιλοτική εφαρμογή των δραστηριοτήτων ΠΕ υλοποιείται κατά την περίοδο 2004-2005 και μέχρι σήμερα συμμετείχαν 182 μαθητές από 4 Δημοτικά σχολεία των νομών Κιλκίς, Ημαθίας και Θεσσαλονίκης. Σε δεύτερη φάση προβλέπεται αξιολόγηση των δραστηριοτήτων ΠΕ του ΒΒΚΚ που θα περιλαμβάνει προέλεγχο και μεταέλεγχο με ερωτηματολόγια και/ή εννοιολογικούς χάρτες.

Introducing the “path of Biodiversity” of the Balkan Botanic Garden of Kroussia: Development of Environmental Education activities for students in primary education

¹Vergou A., ¹Krigas N., ²Oikonomou A. & ¹Maloupa E.

¹Laboratory of Conservation and Evaluation of the native and floricultural species,
National Agricultural Research Foundation, Thessaloniki, P.O. Box 60125,
570 01 Thessaloniki, Greece.

²School of Pedagogical and Technological Education, 13 Papanastasiou str.,
546 39 Thessaloniki, Greece.

Abstract

In the framework of developing the educational action of the Balkan Botanical Garden of Kroussia (BBGK), Environmental Education activities were planned in the “path of Biodiversity” for students of primary education (the most common visitors in the BBGK). The “path of Biodiversity” of the BBGK is a route about 400m long in a natural oak forest (*Quercus pubescens*, *Q. frainetto*). Wild growing plants along the path were collected and their taxonomic identification revealed the existence of at least 180 taxa. Distinctive populations of 60 taxa were labeled for educational purposes. The educational techniques chosen are: (a) educational games, introducing children to the meaning of biodiversity and activating their senses (food chains, cocktail of plants, blind guess, orchestra of the oak forest), (b) environmental trail which consists of different points of interest integrated in a route where students implement field exercises (tree age and height assessment, plant species identification, hidden treasure) and (c) field study in which students are introduced to the scientific way of thinking by conducting a simplified research on the topic ‘how the creation of the path within the oak forest affects its plant diversity’. The implementation of the Environmental Education activities in BBGK is already being held during the period 2004-2005. Up to date 182 students from 4 primary schools of Kilkis, Imathia & Thessaloniki prefectures participated in the activities. As a next step, the evaluation of the environmental activities is scheduled by conducting pre-tests and final tests with questionnaires and/or concept maps.

Εισαγωγή

Ο Βαλκανικός Βοτανικός Κήπος Κρουσίων (BBKK) βρίσκεται στην Ποντοκερασιά του Ν. Κιλκίς, στο Μαυροβούνι της οροσειράς των Κρουσίων, 70 km από τη Θεσσαλονίκη και καταλαμβάνει έκταση 31 ha. Ο BBKK συμμετέχει στις προσπάθειες διατήρησης και προστασίας της φυτοποικιλότητας της Βαλκανικής χερσονήσου, προσφέρει αναψυχή στους επισκέπτες και υλοποιεί δραστηριότητες Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΠΕ).

Σκοπός των δραστηριοτήτων ΠΕ στο BBKK είναι (i) η ανάδειξη των αυτοφυών φυτών & η αξιοποίησή τους, (ii) η μετάδοση γνώσεων στους μαθητές για τα αυτοφυή φυτά και τις ιδιότητές τους, (iii) η ανάπτυξη ικανοτήτων παρατήρησης και αναγνώρισης φυτικών ειδών από τους μαθητές και (iv) η ευαισθητοποίηση των μαθητών και η διαμόρφωση συμπεριφορών.

Οι δραστηριότητες ΠΕ που υλοποιούνται στον BBKK μπορούν να δράσουν συμπληρωματικά και υποστηρικτικά στα προγράμματα ΠΕ που οργανώνονται από τις εξειδικευμένες δομές της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Στο «μονοπάτι της βιοποικιλότητας του BBKK» σχεδιάστηκαν δραστηριότητες ΠΕ

για μαθητές δημοτικού, οι οποίοι αποτελούν μέχρι σήμερα την πλειονότητα των οργανωμένων επισκέψεων στο BBKK.

Μεθοδολογία προσέγγισης

Το μονοπάτι της βιοποικιλότητας του BBKK οριοθετήθηκε μέσα σε φυσικό δρυοδάσος (*Quercus pubescens*, *Q. frainetto*) και περιλαμβάνει μια διαδρομή περίπου 400 m που καταλήγει σε μια ημιφυσική λίμνη (σημείο ανάπαυλας). Διενεργήθηκαν συλλογές των αυτοφυών φυτών που απαντούν στο μονοπάτι και ο ταξινομικός προσδιορισμός τους έγινε με βάση τους Tutin et al. (1968-1980, 1993).

Ο σχεδιασμός των συγκεκριμένων δραστηριοτήτων ΠΕ έγινε σύμφωνα με: (i) τις αρχές και τους στόχους της ΠΕ (Γεωργόπουλος & Τσαλίκη 2002, Πυροβέτση 2004), (ii) τις σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις (Καϊλατζίδης & Ουζούνης 2000) και (iii) τις οδηγίες ανάπτυξης στρατηγικής για την ΠΕ στους Βοτανικούς Κήπους (Willison & Greene 1994). Τα περιβαλλοντικά παιχνίδια, το περιβαλλοντικό μονοπάτι και η μελέτη πεδίου (Γεωργόπουλος & Τσαλίκη, 2002) αποτελούν τις εκπαιδευτικές τεχνικές που επιλέχθηκαν καθώς δίδουν έμφαση στη συνεργατική και εμπειρική μάθηση (Willison & Greene 1994), εφαρμόζονται σε προγράμματα Κέντρων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Φλογαίτη & Βασάλα 2003, Στυλιανού 2005), σε σχολικά προγράμματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (Μικρογιαννάκη, 2005) αλλά και στο Κέντρο Περιβαλλοντικών Μελετών της Κρίτου Τέρρα στην Κύπρο (www.esc.com.cy, στις 25/5/2005).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Ο ταξινομικός προσδιορισμός των φυτών έδειξε την ύπαρξη τουλάχιστον 180 taxa (φυτικά είδη και υποείδη). Στην περιοχή του μονοπατιού περιλαμβάνονται 12 δενδρώδη και 11 θαμνώδη είδη, 89 πολυετείς και 68 μονοετείς πόες. Επιλέχθηκαν ευδιάκριτοι πληθυσμοί από 60 taxa, οι οποίοι επισημάνθηκαν σε διάφορες θέσεις εκατέρωθεν του μονοπατιού με ειδικές ταμπέλες (οικογένεια, επιστημονικό και δημόδες όνομα, περιοχή εξάπλωσης) για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Μεταξύ των φυτών που επισημάνθηκαν περιλαμβάνονται χαρακτηριστικά είδη του δρυοδάσους, διάφορα αρωματικά φυτά, το ελληνικό ενδημικό *Dianthus corymbosus*, το βαλκανικό ενδημικό *Jasione heldreichii* και οι ορχιδέες *Dactylorhiza sambucina*, *Ophrys sphegodes* και *Spiranthes spiralis*.

Στα σημεία του μονοπατιού που διεξάγονται δραστηριότητες ΠΕ δημιουργήθηκαν απλοποιημένα φυλλάδια αναγνώρισης των φυτικών ειδών με βάση τη μορφολογία των φύλλων και των ανθέων τους.

A. Περιβαλλοντικά παιχνίδια

Τα περιβαλλοντικά παιχνίδια που επιλέχθηκαν να υλοποιηθούν στον BBKK εισάγουν τους μαθητές στην έννοια της βιοποικιλότητας και κινητοποιούν τις αισθήσεις τους.

1. «Οι αλυσίδες της τροφής στο δρυοδάσος»

Στόχοι: Ταύτιση με οργανισμούς που ζουν στο δρυοδάσος, κατανόηση τροφικού πλέγματος.

Συνοπτική περιγραφή: Τα παιδιά αναπαριστούν οργανισμούς που ζουν γύρω από το μονοπάτι της βιοποικιλότητας και αποτελούν κρίκους σε διαφορετικές τροφικές αλυσίδες και/ή τροφικά πλέγματα (i: χνοώδης βελανιδιά-προνύμφη λεπιδόπτερου-

τσίχλα-γεράκι και ii: κουνούπι-βάτραχος-φίδι-αετός). Ο εκπαιδευτής αναπαριστά μια απειλή ανθρωπογενούς προέλευσης (π.χ. υλοτόμηση) που επηρεάζει αρχικά έναν οργανισμό-κρίκο και τελικά διαταράσσει την ισορροπία ολόκληρου του τροφικού πλέγματος.

2. «Κοκτέιλ φυτών»

Στόχοι: Διάκριση διαφορετικών οσμών που αναδύουν τα φυτικά είδη, απελευθέρωση φαντασίας.

Συνοπτική περιγραφή: Μικρές ομάδες μαθητών με την αφή και την όσφρηση ανακαλύπτουν στο μονοπάτι της βιοποικιλότητας αρωματικά φυτά (θυμάρι, φλησκούνι, ρίγανη, καρποί άγριας τριανταφυλλιάς κ.ά.). Συνθέτουν με αυτά, αρωματικά φυτικά κοκτέιλ σε ένα δοχείο με νερό. Τα συγκρίνουν μεταξύ τους και ακολουθεί πρόποση στη φύση.

3. «Ο τυφλός μάντης των φυτών»

Στόχοι: Οξυνση αφής, διάκριση διαφορετικών μορφών φυτών και υφής των φύλλων, εξάσκηση μνήμης & ικανότητας προσανατολισμού, ανάπτυξη εμπιστοσύνης. **Συνοπτική περιγραφή:** Τα παιδιά χωρίζονται σε δυάδες όπου το ένα παιδί με κλειστά τα μάτια οδηγείται από το άλλο σε ένα χαρακτηριστικό φυτό στο μονοπάτι της βιοποικιλότητας (π.χ. ορχιδέα, λαθούρι, αγιόκλημα, φράξος κ.ά.) ακολουθώντας μια περίπλοκη διαδρομή. Το παιδί με τα κλειστά μάτια περιεργάζεται το επιλεγμένο φυτό και οδηγείται πίσω στο σημείο εκκίνησης από όπου στη συνέχεια θα πρέπει με ανοιχτά μάτια να αναγνωρίσει τη διαδρομή που διάνυσε και το φυτό που περιεργάστηκε.

4. «Η ορχήστρα του δάσους»

Στόχοι: Οξυνση ακοής, διάκριση διαφορετικών ζωικών ειδών μέσω ήχων που παράγουν, εξάσκηση μνήμης & προσοχής.

Συνοπτική περιγραφή: Τα παιδιά κάθονται στο έδαφος και με κλειστά μάτια μετράνε στα δάχτυλά των χεριών τους διαφορετικούς ήχους που μπορούν να αναγνωρίσουν μέσα στο δρυοδάσος (διαφορετικά κελαηδίσματα πουλιών, βόμβους εντόμων, σύρσιμο ζώων - σαύρας, χελώνας-, θρόισμα φύλλων κ.ά.). Στη συνέχεια περιγράφουν, συζητάνε για τους ήχους που άκουσαν.

B. Περιβαλλοντικό μονοπάτι

Είναι μια διαδρομή που ενοποιεί διαφορετικά σημεία ενδιαφέροντος τα οποία εντάσσονται στο πλαίσιο ενός «σεναρίου» (αναζήτηση ενός κρυμμένου θησαυρού, Γεωργόπουλος & Τσαλίκη 2002) και οι μαθητές εμπλέκονται στην επίλυση προβλημάτων με σκοπό: (i) να κερδίσουν γνώσεις (γνωριμία με τη χλωρίδα στο δρυοδάσος, μορφές φυτών και ανάπτυξή τους), (ii) να αναπτύξουν ικανότητες (παρατήρηση, κριτική σκέψη, προσανατολισμός, υπολογισμοί) και δεξιότητες (ανάγνωση χάρτη, εντοπισμός, χειρισμός εξοπλισμού) και (iii) να διαμορφώσουν στάσεις και συμπεριφορές (εκτίμηση, ενδιαφέρον και σεβασμός για το περιβάλλον και τους ζωντανούς οργανισμούς, ομαδικό πνεύμα, συνεργασία).

1. Ποια είναι η ηλικία του δένδρου;

Στόχοι: Κατανόηση ανάπτυξης δένδρων, εκτίμηση ηλικίας τους.

Συνοπτική περιγραφή: Οι μαθητές καταμετρούν τους ετήσιους δακτυλίους ανάπτυξης σε τομές κορμών καστανιάς και βελανιδιάς και εκτιμούν τις ηλικίες των δένδρων. Ακόμη παρατηρώντας τη διαμόρφωση των δακτυλίων συμπεραίνουν αν η ανάπτυξη των δένδρων είναι ισόρροπη ή μη. Εκτιμούν την ηλικία των φυλλοβόλων δένδρων,

μετρώντας την περίμετρο (Π) των κορμών τους σε ύψος 1,5 m από το έδαφος (Ηλικία = $\Pi \text{ cm} / 2,5$).

2. Ποιο είναι το ύψος του δένδρου;

Στόχοι: Μέτρηση ύψους δένδρων με διαφορετικούς τρόπους, εξάσκηση σε γνώσεις μαθηματικών.

Συνοπτική περιγραφή: Οι μαθητές χωρισμένοι σε ομάδες εκτιμούν με τρεις διαφορετικούς τρόπους το ύψος ενός δένδρου χρησιμοποιώντας χάρακα και μετροταινία: (i) Το ύψος του δένδρου ισούται με την απόσταση του μαθητή από την βάση του δένδρου όταν ο μαθητής σκυμμένος βλέπει κάτω από τα πόδια του την κορυφή του δένδρου, (ii) Με βάση το ύψος ενός παιδιού ($X_1 \text{ m}$) που στέκεται δίπλα στο δένδρο υπολογίζεται ο αριθμός παιδιών ίδιου ύψους (Y_1) που ισοδυναμούν με το ύψος του δένδρου ($\text{Ύψος δένδρου} = X_1 * Y_1 \text{ m}$) και (iii) Ένα παιδί εκτιμά από απόσταση το ύψος του δένδρου με προβολή ενός χάρακα και δίνει οδηγίες σε ένα άλλο παιδί με σταθερό βήμα ($X_2 \text{ m}$) να διανύσει από τη βάση του δένδρου τόση απόσταση όση το ύψος του δένδρου μετρώντας τον αριθμό των βημάτων του (Y_2), ($\text{Ύψος δένδρου} = X_2 * Y_2 \text{ m}$).

3. Ποια και πόσα φυτικά είδη απαντούν στο μονοπάτι;

Στόχοι: Διάκριση και αναγνώριση φυτικών ειδών, μορφολογικές διαφορές τους.

Συνοπτική περιγραφή: Οι μαθητές με πλαίσια, επιφάνειας 1 m^2 , πραγματοποιούν τυχαία δειγματοληψία στη χλωρίδα του μονοπατιού και χρησιμοποιώντας φυλλάδια αναγνώρισης και καταγραφής εκτιμούν τη φυτοποικιλότητα στο μονοπάτι.

4. Ποιος είναι «ο κρυμμένος θησαυρός» και που βρίσκεται;

Στόχοι: Αναγνώριση συγκεκριμένου φυτικού είδους και εντοπισμός του στο χώρο, προσανατολισμός στο χώρο.

Συνοπτική περιγραφή: Οι μαθητές με χάρτη προσανατολισμού και πυξίδες καθοδηγούνται σταδιακά στο μονοπάτι. Ανακαλύπτουν κρυμμένες ενδείξεις (μορφολογικά στοιχεία συγκεκριμένου φυτικού είδους) προκειμένου να αναγνωρίσουν και να εντοπίσουν το φυτικό οργανισμό που βρίσκεται σε σημείο του μονοπατιού. Επιλέχθηκε το *Juniperus oxycedrus* (κέδρος ή άρκευθος), που είναι αειθαλής θάμνος με χαρακτηριστική κόμη, ακανθόληκτα λογχοειδή φύλλα με γράμμωση και αρωματικούς καρπούς και απαντά σε μεμονωμένες θέσεις στο μονοπάτι.

Γ. Μελέτη πεδίου

Με τη μελέτη πεδίου οι μαθητές εισάγονται στη μεθοδική προσέγγιση ενός θέματος και την ερευνητική διαδικασία, συνειδητοποιούν πτυχές της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με το περιβάλλον, αναπτύσσουν αυτενέργεια, δημιουργικό τρόπο σκέψης, ικανότητες συλλογής δεδομένων και επεξεργασίας των πληροφοριών, αξιολογούν, συνθέτουν και εξάγουν συμπεράσματα.

1. Επιδρά η διαμόρφωση του μονοπατιού στη φυτοποικιλότητα του δάσους;

Στόχοι: Εισαγωγή στην έννοια της φυτοποικιλότητας και της διαχείρισης του περιβάλλοντος, ανάπτυξη ικανοτήτων αναγνώρισης φυτικών ειδών, εργασία στο πεδίο.

Σκοπός έρευνας: Σύγκριση της παρουσίας και αφθονίας των φυτικών ειδών που εμφανίζονται στο διαμορφωμένο μονοπάτι και στην έκταση γύρω από αυτό.

Υποθέσεις εργασίας: Στο διαμορφωμένο μονοπάτι σε σχέση με την έκταση γύρω από αυτό εμφανίζονται (i) λιγότερα είδη φυτών, (ii) διαφορετικά είδη φυτών, (iii) η αφθονία συγκεκριμένων ειδών είναι μικρότερη.

Μεταβλητές προς διερεύνηση: Φυτικά είδη (αριθμός, σύνθεση), αφθονία ειδών.

Υλικά και μέθοδοι

Επιλογή θέσεων μελέτης: φυλλάδια αναγνώρισης & καταγραφής ειδών, πλαίσια δειγματοληψίας, εκτίμηση αφθονίας.

Επεξεργασία δεδομένων: Πίνακες σύγκρισης παρουσίας και αφθονίας φυτικών ειδών.

Παρουσίαση αποτελεσμάτων & συζήτηση.

Εξαγωγή συμπερασμάτων-Επιβεβαίωση ή απόρριψη των αρχικών υποθέσεων.

Η πιλοτική εφαρμογή των δραστηριοτήτων ΠΕ υλοποιείται κατά την περίοδο 2004-2005 και μέχρι σήμερα συμμετείχαν 182 μαθητές από 4 Δημοτικά σχολεία των νομών Κιλκίς, Ημαθίας και Θεσσαλονίκης.

Προκειμένου να εξαχθούν μετρήσιμα και έγκυρα αποτελέσματα σε δεύτερη φάση θα πραγματοποιηθεί αξιολόγηση των δραστηριοτήτων ΠΕ του ΒΒΚΚ που θα περιλαμβάνει προέλεγχο και μεταέλεγχο με ερωτηματολόγια και/ή εννοιολογικούς χάρτες.

Βιβλιογραφία

- Γεωργόπουλος Α. & Τσαλίκη Ε. 2002. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση-Αρχές, Φιλοσοφία, Μεθοδολογία, Παιχνίδια & Ασκήσεις. Εκδ. Gutenberg, Αθήνα.
- Καϊλατζίδης Δ. & Ουζούνης Κ. 2000. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση-Θεωρία και Πράξη. Εκδ. Σπανίδη, Ξάνθη.
- Μικρογιαννάκη Ι. 2005. «Πάμε σαν άλλοτε... στην παλιά Αθήνα», Σχεδιασμός και υλοποίηση ενός Περιβαλλοντικού Προγράμματος στο Δημοτικό Σχολείο, στην ΣΤ' Τάξη, 2^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ελληνικής Εταιρείας-Συμβουλίου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης & Πανεπιστημίου Πειραιά «Εμπνευση, Στοχασμός και Φαντασία στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Πειραιά (υπό εκτύπωση).
- Πυροβέτση Μ. 2004. Αρχές και στόχοι στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για την ΠΕ. Για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση 32: 5-8.
- Στυλιανού Λ. 2005. Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Αγωγής για παιδιά Προσχολικής Ηλικίας «Τα κατορθώματα μιας Δροσοσταλίδας». 2^ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ελληνικής Εταιρείας-Συμβουλίου Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης & Πανεπιστημίου Πειραιά «Εμπνευση, Στοχασμός και Φαντασία στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση», Πειραιάς (υπό εκτύπωση).
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968-1980. Flora Europaea 2-5. Cambridge.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chuter A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) (1993). Flora Europaea, ed. 2nd, 1. Cambridge.
- Φλογαίτη Ε. & Βασάλα Π. 2003. «Ο κόσμος της θάλασσας»: Ένα πακέτο Εκπαιδευτικού Υλικού Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Πρακτικά Πανελλήνιου Συμποσίου της Ελληνικής Εταιρείας για την Προστασία του Περιβάλλοντος και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς & Πανεπιστημίου Πειραιά «Σχεδιασμός και Παραγωγή Παιδαγωγικού Υλικού για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση»: 201-214. Εκδ. Λιβάνη, Αθήνα.
- Willison J. & Greene J. 1994. Environmental Education in Botanic Gardens: guidelines for developing individual strategies. BGCI, Surrey.

Ποικιλότητα χλωροπλαστικού DNA (cpDNA) σε πληθυσμούς οξιάς στη Ροδόπη

¹Βιδάλη Α., ¹Παπαγεωργίου Α., ²Finkeldey R. & ²Gailing O.

¹Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, Πανταζίδου 193, 682 00 Ορεστιάδα, Ελλάς.

²Abteilung Forstgenetik, Büsgenweg 2, D-37077 Göttingen, Γερμανία.

Περίληψη

Η οξιά (*Fagus* spp.) αποτελεί ένα από τα πιο αντιπροσωπευτικά και σημαντικά, από οικολογική και οικονομική άποψη, πλατύφυλλα για την περιοχή της Ευρώπης. Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η γενετική ποικιλότητα της οξιάς στην ελληνική Ροδόπη. Συλλέχθηκαν δείγματα πληθυσμών από τις περιοχές Ελατιά, Χαϊντού, Εχίνος, Παπίκιο και Δαδιά και έγινε χρήση μικροδορυφόρων (SSR) για τη γενετική ανάλυση 25 ατόμων από καθέναν από τους τέσσερις πληθυσμούς. Για τις ανάγκες της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκε ο εκκινητής χλωροπλαστικού DNA ccmpr7, που παρουσίασε αποτελέσματα υψηλής ποιότητας και μεγάλο πολυμορφισμό. Συνολικά εντοπίστηκαν έντεκα διαφορετικοί απλότυποι με διαφορετικές συχνότητες για τον κάθε πληθυσμό. Η επεξεργασία των συχνοτήτων αυτών παρουσίασε υψηλά μεγέθη ποικιλότητας τόσο εντός όσο και μεταξύ των εν λόγω πληθυσμών, με τον δεύτερο παράγοντα να εμφανίζεται γενικά υψηλότερος. Επιπλέον παρατηρήθηκε η σταδιακή αύξηση του αριθμού των απλοτύπων από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Η τάση αυτή ενισχύει την άποψη ότι οι πληθυσμοί οξιάς της Ροδόπης αποτελούν πιθανό σημείο συνάντησης των δύο ευρωπαϊκών (υπο-) ειδών της οξιάς: της δασικής *Fagus sylvatica* ssp. *sylvatica* και της ανατολικής *F. sylvatica* ssp. *orientalis*.

Chloroplast DNA (cpDNA) diversity in *Fagus* populations of Rodopi Mountains (Greece)

¹Vidalis A., ¹Papageorgiou A., ²Finkeldey R. & ²Gailing O.

¹Democritus University of Thrace, Department of Forestry and Management of the Environment and Natural Resources, Pandazidou 193, GR-682 00 Orestiada, Greece.

²Abteilung Forstgenetik, Büsgenweg 2, D-37077 Göttingen, Germany.

Abstract

Fagus is one of the most typical tree genera in Europe and the Balkan countries and also one of the most important, ecologically and economically, broadleaved tree in the area of western Eurasia. Bud samples from five *Fagus* populations (25 individuals sampled from each population) were collected in the area of Rodopi Mountains,

northeastern Greece, covering a geographical spread from the west to the east (Elatia, Chaidou, Echinós, Papikio, Dadia). Genetic diversity within and between these populations was estimated by the use of cpDNA SSR markers. The primer of cpDNA that was used to assess genetic diversity was ccmp7. The analysis of the results demonstrated eleven different haplotypes. The majority of these haplotypes occurred in the easternmost populations (Papikio and Dadia). The analysis of the results revealed high levels of diversity within and among the populations, with the last component generally higher. The results of this study indicate that a possible introgression between the two European (sub-) species *Fagus sylvatica* ssp. *sylvatica* and *F. sylvatica* ssp. *orientalis* may have occurred in Rodopi.

Εισαγωγή

Το γένος *Fagus* ανήκει στην οικογένεια *Fagaceae*. Στην περιοχή της Ευρώπης και της νοτιοδυτικής Ασίας εκπροσωπείται σύμφωνα με πολλούς ερευνητές από δύο είδη: *Fagus sylvatica* L. και *Fagus orientalis* Lipsky (π.χ. Tutin 1964). Άλλοι θεωρούν το δεύτερο είδος ως υποείδος του πρώτου (Greuter et al. 1984). Επιπλέον, η *Fagus moesiaca* (Maly) Domin θεωρείται φυλογενετικός σύνδεσμος μεταξύ των δύο άλλων ειδών (Mišić 1957) ή ακόμα και υβρίδιο της *Fagus sylvatica* και της *Fagus orientalis* (Stoyanoff 1932) και σπανιότερα ξεχωριστό είδος της περιοχής (Czeczott 1933).

Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι σημερινοί πληθυσμοί της οξιάς στην Ευρώπη έχουν κοινή προέλευσή από κάποιους πληθυσμούς που επέζησαν σε περιοχές – καταφύγια (*refugia*) κατά τη διάρκεια των τελευταίων παγετώνων (Taberlet et al. 1998). Σε ό,τι αφορά τη *Fagus sylvatica* η περιοχή της Βαλκανικής χερσονήσου φαίνεται να αποτελεί το βασικότερο καταφύγιο (Demesure et al. 1996, Vettori et al. 2004).

Οι γενετικές αναλύσεις με χλωροπλαστικό DNA (cpDNA) είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για τη μελέτη της μετακίνησης των πληθυσμών των φυτών μετά τους παγετώνες. Για την οξιά, οι Demesure et al. (1996) αναφέρουν ασυνήθιστη ομοιομορφία στο cpDNA σε πληθυσμούς από την κεντρική Ευρώπη και τα Βαλκάνια. Αντίθετα, μεγάλη ποικιλότητα μεταξύ και εντός πληθυσμών βρέθηκε στην Ιταλία, ιδιαίτερα στο νότο (Vettori et al. 2004) και στην Τουρκία (Gailing & von Wühlisch 2004).

Στην περιοχή της ελληνική Ροδόπης βρέθηκε διακριτή γεωγραφική ποικιλότητα για την οξιά σε μορφολογικούς χαρακτήρες. Η ποικιλότητα στους ανατολικούς πληθυσμούς εμφανίζεται να είναι μεγαλύτερη αυτής των δυτικών (Tsiripidis & Athanasiadis 2003, Μπούτσιος et al. 2004). Οι ίδιοι αναφέρουν ότι η περιοχή της Ροδόπης αποτελεί πιθανό σημείο συνάντησης της *F. sylvatica* και *F. orientalis* αφού οι χαρακτήρες των δέντρων μεταβάλλονται κλιμακωτά από τα δυτικά προς τα ανατολικά.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της γενετικής ποικιλότητας στους πληθυσμούς οξιάς της ελληνικής Ροδόπης και η εξαγωγή περισσότερων συμπερασμάτων σχετικά με τα είδη οξιάς που υπάρχουν στην περιοχή και τη μεταναστευτική τους διαδρομή μετά τους παγετώνες.

Υλικά και μέθοδοι

Τα δείγματα συλλέχθηκαν από πέντε αντιπροσωπευτικούς πληθυσμούς οξιάς της οροσειράς της Ροδόπης (Πίνακας 1). Οι πληθυσμοί ήταν προεπιλεγμένοι με βάση τη

γεωγραφική κατανομή που σχημάτιζαν. Από κάθε πληθυσμό συλλέχθηκε δείγμα (οφθαλμοί) 25 ατόμων. Η εκχύλιση DNA από τους οφθαλμούς έγινε με βάση το πρωτόκολλο 'Dneasy TM 96 plant protocol for isolation of DNA from plant tissue' ενώ η εξέταση της ποιότητας και της ποσότητας του DNA πραγματοποιήθηκε σε 0,8% gel αгарόζης χρωματισμένο με βρωμιούχο αιθίδιο.

Πίνακας 1. Γεωγραφική θέση και υψόμετρο των πληθυσμών *Fagus* που συλλέχθηκαν στα πλαίσια της μελέτης.

	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Υψόμετρο (m)
Ελατιά	41° 28'	24° 18'	1200
Χαϊντού	41° 19'	24° 41'	1300
Εχίνος	41° 17'	24° 58'	800
Παπίκιο	41° 14'	25° 25'	900
Δαδιά	41° 17'	26° 01'	700

Τα ζεύγη των εκκινητών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα ccmp4, ccmp7, ccmp10. Από αυτά μόνο ο ccmp7 παρουσίασε υψηλής ποιότητας αποτελέσματα και πολυμορφισμό στα δείγματά μας. Το υλικό ενισχύθηκε μέσω PCR με θερμοκρασία επαναδιάταξης (annealing temperature) $T_a = 49,2^{\circ}\text{C}$ για τους εκκινητές ccmp7 και $T_a = 50^{\circ}\text{C}$ για τους εκκινητές ccmp10. Ο έλεγχος μεγέθους των πολλαπλασιασμένων τμημάτων DNA πραγματοποιήθηκε στο ABI 3100 Genetic Analyser με Hi Di Formamid και δείκτη Gene Scan 500 ROX.

Υπολογίστηκαν οι δείκτες ποικιλότητας H_s (ποικιλότητα εντός πληθυσμών), H_t (συνολική ποικιλότητα) και συνολικής διαφοροποίησης Gst (Pons & Petit 1995) καθώς και οι γενετικές αποστάσεις μεταξύ πληθυσμών (Nei 1972) από τις οποίες προέκυψε το δενδρόγραμμα UPGMA.

Αποτελέσματα

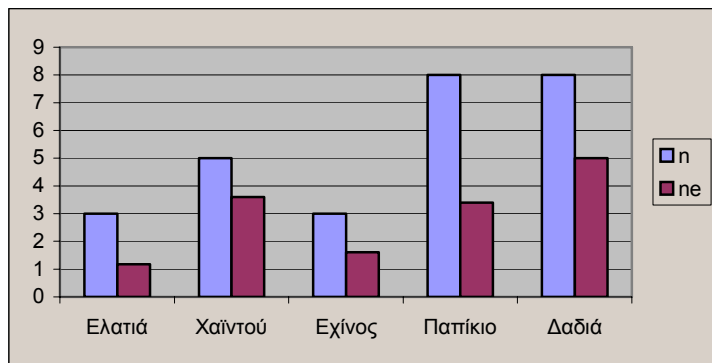
Το ζεύγος εκκινητών ccmp7 (SSR) αποδείχτηκε εξαιρετικά πολυμορφικό στα δείγματα. Συνολικά βρέθηκαν έντεκα απλότυποι για το μοναδικό γονιδιακό τόπο που όρισε το παραπάνω ζεύγος εκκινητών. Αναλυτικά βρέθηκαν οι εξής αριθμοί απλοτύπων: τρεις στην Ελατιά, πέντε στη Χαϊντού, τρεις στον Εχίνο και από οχτώ για καθέναν από τους πληθυσμούς του Παπίκιου και της Δαδιάς. Οι απόλυτες συχνότητες των απλοτύπων στον κάθε πληθυσμό φαίνονται στον Πίνακα 2, όπου οι απλότυποι που βρέθηκαν συμβολίζονται με τον αριθμό των ζευγών βάσεων που καθορίζει το μέγεθος των τμημάτων DNA που ενισχύθηκαν.

Η επεξεργασία των συχνοτήτων εμφάνισε υψηλά μεγέθη ποικιλότητας. Συγκεκριμένα, η γενετική ποικιλότητα μέσα στους πληθυσμούς (H_s) ήταν 0.575, ενώ η συνολική γενετική ποικιλότητα H_t ήταν 0.841. Η συνολική διαφοροποίηση των πληθυσμών (Gst) βρέθηκε επίσης σε υψηλά επίπεδα φτάνοντας την τιμή 0,361 που αποτελεί σημαντικό μέρος της συνολικής ποικιλότητας.

Πίνακας 2. Απόλυτες συχνότητες απλοτύπων σε πληθυσμούς *Fagus* της Ελληνικής Ροδόπης.

Απλότυπος	Ελατιά	Χαϊντού	Εχίνος	Παπίκιο	Δαδιά
145		1		1	
146	1	5	19	8	4
147		2		1	8
148	23	6		1	3
149	1			1	
150		9	5	10	
151			1	1	1
152					5
153				1	1
154					1
156					1
Σύνολο Δείγματος	25	23	25	24	24

Ο αριθμός απλοτύπων (n) και ο λειτουργικός αριθμός απλοτύπων (ne) σε κάθε πληθυσμό φαίνονται στην Εικ. 1. Στον ανατολικότερο πληθυσμό της Δαδιάς παρατηρείται ο μεγαλύτερος λειτουργικός αριθμός απλοτύπων, ενώ τις μικρότερες τιμές εμφανίζει ο δυτικότερος πληθυσμός της Ελατιάς.

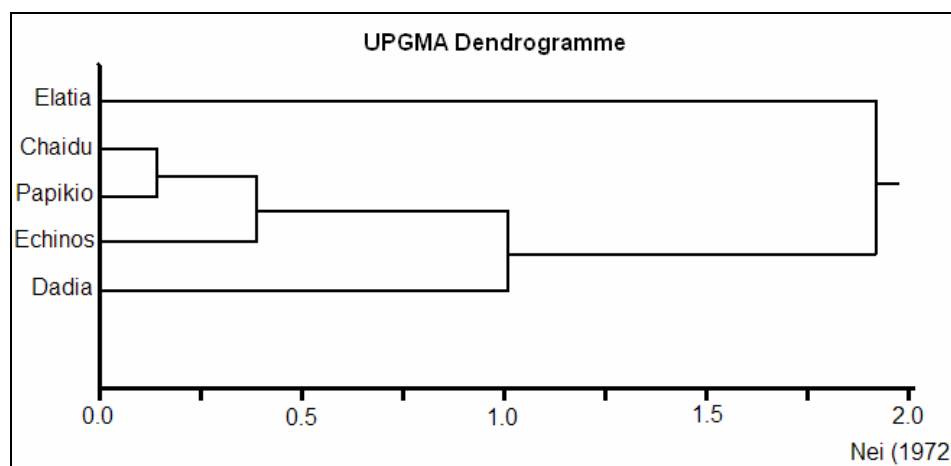


Εικόνα 1. Ραβδόγραμμα αριθμού απλοτύπων (n) και λειτουργικού αριθμού απλοτύπων (ne) σε πληθυσμούς *Fagus* της Ελληνικής Ροδόπης.

Οι γενετικές αποστάσεις μεταξύ των πληθυσμών του δείγματός μας απεικονίζονται στο δενδρόγραμμα της Εικ. 2. Ο δυτικότερος πληθυσμός (Ελατιά) είναι πιο απομακρυσμένος από τους υπόλοιπους πληθυσμούς, ενώ οι πληθυσμοί του Παπικίου και του Εχίνου ομαδοποιούνται σε μικρότερες γενετικές αποστάσεις μεταξύ τους.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων γίνεται εμφανές το γεγονός ότι οι υπό μελέτη πληθυσμοί παρουσιάζουν μεγάλη γενετική ποικιλότητα, τόσο μεταξύ των ατόμων τους όσο και μεταξύ τους, με την ποικιλότητα στο σύνολο των πληθυσμών να είναι ελαφρά μεγαλύτερη, γεγονός που αποδεικνύει πως το μεγαλύτερο μέρος της ποικιλότητας, δεν οφείλεται στη διαφοροποίηση, αλλά στην εντός πληθυσμών ποικιλότητα. Η μεγάλη αυτή ποικιλότητα συναινεί στην άποψη ότι η περιοχή των Βαλκανίων αποτέλεσε για την *Fagus sylvatica* το σημαντικότερο καταφύγιο (Hazler et al. 1997, Demesure et al. 1996, Vettori et al. 2004), αφού τόσο μεγάλος αριθμός απλοτύπων εντός και μεταξύ των πληθυσμών με τη μελέτη ενός μόνο γονιδιακού τόπου SSR βρίσκεται για πρώτη φορά. Μεγάλα ποσοστά ποικιλότητας σε απλότυπους οξιάς βρέθηκαν και στην Ιταλία αλλά στον έναν primer που εξετάσαμε στην εργασία αυτή βρέθηκαν μόνο τρεις απλότυποι. Επίσης, το μεγαλύτερο μέρος της συνολικής ποικιλότητας οφείλονταν σε διαφορές μεταξύ πληθυσμών και όχι στην ποικιλότητα εντός των πληθυσμών (Vettori et al. 2004) αντίθετα, δηλαδή, με τα αποτελέσματα για την ελληνική Ροδόπη.



Εικόνα 2. Δενδρόγραμμα γενετικών αποστάσεων κατά Nei (1972) σε πληθυσμούς *Fagus* της Ελληνικής Ροδόπης.

Επιπλέον, παρατηρείται η σταδιακή αύξηση του αριθμού των απλοτύπων από τους δυτικούς προς τους ανατολικούς πληθυσμούς με εξαίρεση τον πληθυσμό του Εχίνου, ο οποίος πιθανώς λόγω της έντονης εκμετάλλευσης που υφίσταται από τους παραδασόβιους πληθυσμούς και τον κατακερματισμό του πληθυσμού της οξιάς, επιδεικνύει χαμηλά επίπεδα ποικιλότητας. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με αντίστοιχες παρατηρήσεις που έγιναν στην ίδια περιοχή ύστερα από εξέταση μορφολογικών χαρακτηριστικών (Gömöry et al. 1999, Denk et al. 2002, Μπούτσιος et al. 2004).

Σύμφωνα με τις παραπάνω παρατηρήσεις, οι ανατολικοί πληθυσμοί εμφάνισαν υψηλότερη ποικιλομορφία στο μέγεθος και στο σχήμα των φύλλων από τους δυτικούς.

Επιπλέον οι Μπούτσιος et al. (2004) αναφέρουν ότι οι μορφολογικοί χαρακτήρες των φύλλων των δυτικότερων πληθυσμών μοιάζουν με αυτούς της *F. sylvatica* ενώ πιο ανατολικά τα χαρακτηριστικά έμοιαζαν με αυτά της *F. orientalis*. Οι συγκεκριμένες παρατηρήσεις ενισχύονται από τα αποτελέσματα της δικής μας έρευνας, η οποία υποδεικνύει ότι ο κύριος απλότυπος που βρέθηκε στην Ελατία χαρακτηρίζει την ελληνική *F. sylvatica*, ενώ οι απλότυποι των ανατολικών πληθυσμών έχουν βρεθεί σε ανατολικότερους πληθυσμούς (Gailing & von Wühlisch 2004). Επίσης, η τάση αύξησης της ποικιλότητας στα ανατολικά ενισχύει την άποψη ότι η Ελληνική Ροδόπη αποτελεί πιθανό σημείο συνάντησης των (υπο-) ειδών *F. sylvatica* και *F. orientalis*, αφού η δεύτερη εμφανίζει γενικά υψηλά επίπεδα ποικιλότητας τόσο σε μορφολογικά χαρακτηριστικά (Denk 1999a,b, Μπούτσιος et al. 2004), όσο και σε γονιδιακούς δείκτες (Μπούτσιος et al. 2004, Gailing & von Wühlisch 2004).

Σύμφωνα με τις παραπάνω παρατηρήσεις, οι μορφολογικοί χαρακτήρες των φύλλων των δυτικότερων πληθυσμών μοιάζουν με αυτούς της *F. sylvatica* ενώ όσο περισσότερο ανατολικά είχαν συλλεχθεί δείγματα τόσο περισσότερο τα χαρακτηριστικά τους μοιάζουν με την *F. orientalis*.

Για την καλύτερη διερεύνηση της μίξης των δύο ευρωπαϊκών (υπο-) ειδών οξιάς στη Ροδόπη απαιτείται περαιτέρω έρευνα σε περισσότερους πληθυσμούς και με περισσότερους δείκτες.

Βιβλιογραφία

- Czeczott H. 1933. Studium nad zmiennoś cia, liś ci buków: *Fagus orientalis* Lipsky, *F. sylvatica* L. i form poś rednich. Cz. 1. Rocznik Dendrologiczny 5: 45-121.
- Demesure B., Comps B. & Petit R. 1996. Chloroplast DNA phylogeography of the common beech (*Fagus sylvatica* L.) in Europe. *Evolution* 50: 2515-2520.
- Denk T. 1999a. The taxonomy of *Fagus* in western Eurasia, 1: *Fagus sylvatica* subsp. *orientalis* (= *F. orientalis*). *Feddes Repertorium* 110: 3-4, 117-200.
- Denk T. 1999b. The taxonomy of *Fagus* in western Eurasia, 2: *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*. *Feddes Repertorium* 110: 5-6, 381-412.
- Denk T., Grimm G., Stögerer K., Langer M. & Hemleben V. 2002. The evolutionary history of *Fagus* in western Eurasia: Evidence from genes, morphology and the fossil record. *Plant Syst. Evol.* 232: 213-236.
- Gailing O. & von Wühlisch G. 2005. Nuclear markers (AFLPs) and chloroplast microsatellites differ between *Fagus sylvatica* and *Fagus orientalis*. *Silvae Genetica* 53: 105-110.
- Gömöry D., Paulie L., Brus R., Zhelev P., Tomović & Gračan J. 1999. Genetic differentiation and phylogeny of beech on the Balkan peninsula. *J. Evol. Biol.* 12: 746-754.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. 1984. *Med-Checklist* 1. Genève & Berlin.
- Hazler K., Comps B., Šugar I., Melovsky L. Tashev A. & Gračan J. 1997. Genetic structure of *Fagus sylvatica* L. populations in Southeastern Europe. *Silvae Genetica* 46, 4.
- Mišić V. 1957. Ecological variability of European beech in Yugoslavia. Inst. N. R. Srbiji Beograd.
- Μπούτσιος Σ., Τσιριπίδης Ι., Παπαγεωργίου Α.Χ. & Γαλατσιδάς Σ. 2004. Ποικιλότητα

- μορφολογικών χαρακτήρων των φύλλων οξιάς της Ροδόπης. Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου, «Σύγχρονα Περιβαλλοντικά Προβλήματα», Ν. Ορεστιάδα, 7-9 Μαΐου 2004, ΓΕΩΤΕΕ, Θεσσαλονίκη.
- Nei M. 1972. Genetic distance between populations. *American Naturalist* 106: 283-292.
- Pons O. & Petit R.J. 1995. Estimation, variance and optimal sampling of gene diversity. I. Haploid locus. *Theoretical & Applied Genetics* 90: 462-470.
- Stoyanoff N. 1932. The beech woods of the Balkan Peninsula. *Die Buchenwälder Europas*: 182-219. Berne.
- Taberlet P., Fumagalli L., Wust-Sausy A. & Cosson J. 1998. Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Molecular Ecology* 7: 453-464.
- Tsiripidis I. & Athanasiadis N. 2003. Contribution to the knowledge of the vascular flora of NE Greece: floristic composition of the beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in the Greek Rodopi. *Willdenowia* 33: 273-298.
- Tutin T.G. 1964. *Fagus* L. In: Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds), *Flora Europaea* 1. Cambridge.
- Vettori C., Vendramin G.G., Anzidei M., Pastorelli R., Paffetti D. & Giannini R. 2004. Geographic distribution of chloroplast variation in Italian populations of beech (*Fagus sylvatica* L.). *Theoretical & Applied Genetics* 109: 1-9.

Οικολογικές παράμετροι των μονάδων βλάστησης των παραλιακών περιοχών Στροφιλιάς και Δέλτα Αχελώου

Βίτσου-Λαμπράκη Α., Τηνιακού Α. & Γεωργιάδης Θ.

Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Οι παραλιακές περιοχές της Στροφιλιάς και του Δέλτα του Αχελώου παρά τη διαφορετική τους φυσιογνωμία, παρουσιάζουν ζώνες βλάστησης με κοινά χαρακτηριστικά. Επελέγησαν αντιπροσωπευτικές θέσεις στις παρόμοιες ζώνες βλάστησης και των δύο περιοχών, προκειμένου να προσδιοριστούν οι αβιοτικοί τους παράγοντες και να γίνει σύγκριση μεταξύ τους. Έγιναν δειγματοληψίες εδάφους, νερού, λάσπης και φυτών και στις τέσσερις εποχές του έτους από τις θέσεις αυτές, ώστε να καταγραφούν οι μεταβολές των οικολογικών παραμέτρων στη διάρκεια του χρόνου.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργαστηριακής επεξεργασίας και του προσδιορισμού των παραμέτρων: τύπος εδάφους, οργανική ουσία %, υγρασία εδάφους %, pH, αγωγιμότητα (mS/cm) και γίνεται η διαγραμματική τους απεικόνιση και η σύγκριση μεταξύ τους.

Ecological parameters of the vegetation types in the coastal areas of Strofyli and Acheloos Delta

Vitsou-Labraki A., Tiniakou A. & Georgiadis Th.

Section of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras,
265 00 Patras, Greece.

Abstract

The coastal areas of Strofyli and Delta of Acheloos despite their different physiognomy, show several resemblances and similar vegetation units. Representative locations in every one of these similar vegetation units were chosen, in order to compare them and study their ecological parameters. Samplings of soil, water, mud and plants were conducted during the four seasons of the year from these locations, in order to check the seasonal variation of the ecological parameters.

We present the results of the laboratory treatment and determination of the parameters: Type of soil, organic matter %, soil humidity %, pH, conductivity (mS/cm); their diagrammatic presentation and the comparison among them are also given.

Εισαγωγή

Οι παραλιακές περιοχές της Στροφιλιάς και του Δέλτα του Αχελώου - μαζί με με το Δέλτα του Εύηνου, τις λιμνοθάλασσες Μεσολογγίου-Αιτωλικού και τις Εχινάδες νήσους-, υπάγονται στη συνθήκη Ramsar και έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο “Natura 2000” (Ντάφης et al. 1997) σύμφωνα με την οδηγία 92/43 ΕΟΚ για τους οικοτόπους.

Η περιοχή της Στροφιλιάς (ΒΔ Πελοπόννησος) είναι ένα σύνθετο παράκτιο οικοσύστημα με μεγάλη ποικιλία βιοτόπων και τύπων βλάστησης, όπως: δάση, αμμώδεις ακτές και θίνες, υγρότοποι με αλμυρά και γλυκά νερά, υγρά λιβάδια, υδρόφιλοι φυσικοί φράχτες και θάμνοι, φρύγανα και θαμνώνες και νιτρόφιλη βλάστηση (Γεωργιάδης & Χριστοδουλάκης 1984, Ντάφης et al. 1997).

Η ζώνη των αμμοδών παραλιών έχει μέσο πλάτος 100 m περίπου. Σε απόσταση 30-50 m από τη θάλασσα υπάρχει μια ζώνη γυμνή από βλάστηση, που τη διαδέχεται η ζώνη των αμμοθινών με τη χαρακτηριστική διαδοχή από τις εμβρυϊκές έως τις μόνιμες σταθεροποιημένες θίνες με *Juniperus phoenicea* και μακκία βλάστηση, που καταλήγουν σε δάσος *Pinus pinea*. Η δασική ζώνη αποτελείται από το μεγαλύτερο δάσος κουκουναριάς στην Ελλάδα, και σε αυτή συμμετέχουν εκτός από το *Pinus pinea*, το *P. halepensis* και το *Quercus macrolepis*. Πίσω από τη ζώνη του δάσους υπάρχει η ζώνη των υγρών βιοτόπων, ένα εκτεταμένο μωσαϊκό με αλμυρούς υγρότοπους, έλη, λιμνοθάλασσες, υγρά λιβάδια, καθώς επίσης και εκτάσεις εποχιακά κατακλυζόμενες.

Το Δέλτα του Αχελώου (ΝΔ Στερεά Ελλάδα) αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους υγρότοπους της χώρας μας. Αποτελείται από ένα σύμπλεγμα λιμνοθαλασσών – με μεγαλύτερη αυτή του Μεσολογγίου – που βρίσκονται πίσω από μια διακεκομμένη αμμώδη παραλιακή λωρίδα, μεταξύ των εκβολών του Εύηνου στα ανατολικά και του λόφου Κουτσιλάρη στις εκβολές του Αχελώου στα δυτικά. Λεπτομερής περιγραφή των τύπων βλάστησης έχει δοθεί τόσο σε παλαιότερες μελέτες (Szijj 1983) όσο και στο NATURA 2000 (Ντάφης et al. 1997, 2001). Στα ΝΔ της περιοχής, στην επιμήκη παραλιακή λωρίδα του Λούρου επικρατούν οι αμμοθίνες με τη χαρακτηριστική διαδοχή από τις εμβρυϊκές έως τις μόνιμες σταθεροποιημένες θίνες, στις οποίες αναπτύσσονται σημαντικές συστάδες και μακκία βλάστηση.

Η αμμώδης παραλιακή ζώνη στην περιοχή του Λούρου έχει μέσο πλάτος 70 m περίπου, και στο μεγαλύτερο μέρος της παρουσιάζει σοβαρή υποβάθμιση, λόγω ανθρωπογενών επιδράσεων (κυρίως λόγω δόμησης παραθεριστικών κατοικιών και βόσκησης). Η ζώνη με το *Juniperus phoenicea* έχει μέσο πλάτος 150 m περίπου και σε αυτήν αναπτύσσεται επίσης πυκνή μακκία βλάστηση. Η ζώνη των υγρών βιοτόπων περιλαμβάνει λιμνοθάλασσες, αλμυρόβαλτους και εκτάσεις εποχιακά κατακλυζόμενες (αλίπεδα). Η περιοχή υπάγεται στο δελταϊκό προσχωσιγενές πεδίο του Αχελώου ποταμού. Παλαιότερα, η εκβολή του ποταμού ήταν στην περιοχή της λιμνοθάλασσας του Μεσολογγίου, γι’ αυτό και η πεδιάδα του Νεοχωρίου (μεταξύ της λιμνοθάλασσας του Μεσολογγίου και των εκβολών του Αχελώου) αποτελείται από λεπτόκοκκα υλικά των προσχωσιγενών αποθέσεων (Χωροδυναμική-Ενγίλον 1999).

Τόσο στη Στροφιλιά όσο και στο Δέλτα του Αχελώου, χαρακτηριστικοί είναι οι γεωλογικοί σχηματισμοί των αμμοθινών που αποτελούν τους αμμώδεις τύπους εδαφών, καθώς και εκείνοι των λεπτόκοκκων λιμναίων αποθέσεων. Τα αμμώδη εδάφη είναι φτωχά σε θρεπτικά συστατικά και η παραγωγικότητά τους εξαρτάται από την ταχεία ανακύκλωση των φυτικών υπολειμμάτων και την ύπαρξη υπογείου νερού. Οι

σχηματισμοί των λιμναίων αποθέσεων ανήκουν στα αλλούβια-κολλούβια εδάφη που κατατάσσονται στην κατηγορία των Arenosols (Αστέρης 1975).

Οι περιοχές της Στροφιλιάς και του Δέλτα του Αχελώου παρά τη διαφορετική τους φυσιογνωμία, παρουσιάζουν ζώνες βλάστησης με κοινά χαρακτηριστικά, όπως προκύπτει από τις παλαιότερες μελέτες που προαναφέρθηκαν και από τα δεδομένα του NATURA 2000. Επελέγησαν θέσεις στις παρόμοιες ζώνες βλάστησης και των δύο περιοχών, προκειμένου να προσδιοριστούν οι αβιοτικοί παράγοντες και να συσχετισθούν με τα φυτά αυτών των ζωνών.

Υλικά και μέθοδοι

Το υλικό της έρευνας προέρχεται από 14 δειγματοληπτικές επιφάνειες (7 στη Στροφιλιά και 7 στον Αχελώο) σε αντιπροσωπευτικές θέσεις των αντίστοιχων ζωνών βλάστησης.

Για τον προσδιορισμό των μονάδων βλάστησης έγιναν δειγματοληψίες με τη μέθοδο Braun-Blanquet και στις τέσσερις εποχές του χρόνου. Ταυτόχρονα έγιναν στις ίδιες θέσεις δειγματοληψίες εδάφους για τον προσδιορισμό των αβιοτικών οικολογικών παραμέτρων: κοκκομετρική σύσταση, οργανική ουσία, υγρασία, pH, αγωγιμότητα.

Η αναγνώριση και ο προσδιορισμός των μονάδων βλάστησης, και των αντίστοιχων τύπων οικοτόπων έγινε σύμφωνα με την οδηγία 92/43 ΕΟΚ NATURA 2000 (Ντάφης et al. 1997) και τον οδηγό χαρτογράφησης (Ντάφης et al. 2001).

Από τις εργαστηριακές αναλύσεις του εδάφους προσδιορίστηκε η επί τοις % κοκκομετρική σύσταση του σε άργιλο, ιλύ και άμμο, με τη μέθοδο Βουγιούκου, καθώς επίσης και η εδαφική υγρασία %, το pH, και η ηλεκτρική αγωγιμότητα (Αλεξιάδης 1967, Αλιφραγκής et al. 1995).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των δεδομένων που προέκυψαν από τις δειγματοληψίες και τις εδαφικές αναλύσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 και Εικόνες 1-4.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, οι τύποι οικοτόπων που είναι αντίστοιχοι και στις δύο περιοχές, ανέρχονται σε οκτώ. Η διαδοχή των μονάδων βλάστησης, στις οποίες ανήκουν αυτοί οι τύποι οικοτόπων, από τις παραθαλάσσιες θέσεις προς το εσωτερικό, είναι η ακόλουθη (συνοδεύονται από τον αντίστοιχο κωδικό του NATURA 2000):

Αμμονιτρόφιλη βλάστηση (Cakiletea maritimae, 1210): Καταλαμβάνει μικρό τμήμα των περιοχών κατά μήκος της ακτής, και η εμφάνισή της είναι αποσπασματική λόγω της υποβάθμισης που έχει υποστεί. Χαρακτηρίζεται από το είδος *Cakile maritima* το οποίο στις περιοχές και του Αχελώου και της Στροφιλιάς συχνά βρίσκεται σε ανάμειξη με είδη της γειτονικής αμμόφιλης ζώνης.

Αμμόφιλη βλάστηση (Ammophiletea, 2110): Σε άμεση γειτνίαση με την προηγούμενη ζώνη παρατηρούνται οι πρώτοι σχηματισμοί αμμοθινών. Στη Στροφιλιά τα επικρατούντα είδη είναι τα: *Elymus farctus*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Otanthus maritimus*, *Sporobolus pungens*, *Pancratium maritimum*. Στον Αχελώο, τα επικρατούντα είδη είναι τα: *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Elymus farctus*, *Pancratium maritimum*, *Medicago marina*, *Sporobolus pungens*.

Μεσογειακή σκληρόφυλλη αείφυλλη βλάστηση (Quercetea ilicis, 2250): Η ενότητα αυτή συναντάται στις μόνιμες θίνες και των δύο περιοχών. Χαρακτηριστικά είδη είναι τα: *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Cistus salvifolius*, *Smilax aspera*, *Euphorbia paralias*, *Anagyris foetida*.

Αλοφυτική βλάστηση (Thero-Salicornietea, 1310 και Salicornietea fruticosi, 1420): Παρατηρείται στην ενδοχώρα της περιοχής της Στροφιλιάς εκεί που εκτείνονται υγρές, (περιοδικά κατακλυζόμενες) αλμυρές εκτάσεις, καθώς επίσης και σε αντίστοιχες περιοχές του Αχελώου. Διαφοροποιούνται δύο τύποι οικοτόπων, ο 131012 και ο 142021, που ανήκουν στις κλάσεις Thero-Salicornietea και Salicornietea fruticosi αντίστοιχα. Η διαφοροποίηση έγκειται στην επικράτηση της μονοετούς *Salicornia europaea* στον τύπο 131012 και του πολυετούς *Sarcocornia fruticosa* στον τύπο 142021. Χαρακτηρίζονται από τα είδη: *Salicornia europaea*, *Sarcocornia fruticosa*, *Halocnemum strobilaceum*, *Atriplex portulacoides*, *Suaeda maritima*, *Limonium* sp.

Θαμνώνες με Tamarix (Nerio-Tamacetea, 92D0): Εμφανίζονται περιφερειακά σε περιοδικώς κατακλυζόμενες περιοχές, καθώς επίσης και στις άκρες των καναλιών, συναντώνται όμως και ως αποσπασματικές φυτοκοινωνίες (μεμονωμένα άτομα), είτε πολύ υποβαθμισμένες. Η σύνθεση του υποόρου ποικίλει.

Μεσογειακοί αλατούχοι λειμώνες (Juncetalia maritimi, 1410): Σε αυτή την ενότητα βλάστησης επικρατούν τα είδη *Juncus maritimus*, *J. acutus*, και συνοδεύονται από *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima*, *Inula crithmoides*, *Scirpus maritimus*, *Cotula coronopifolia*, όπως έχει αναφερθεί και από προηγούμενους ερευνητές (Sziij 1983, Koumpli-Sovantzi 1989).

Καλαμώνες (Phragmitetea, 72A0): Αναπτύσσονται κατά θέσεις μέσα σε κανάλια όπως στον Αχελώο, ή και σε περιοδικά πλημμυριζόμενες περιοχές όπως στη Στροφιλιά.

Το χαρακτηριστικό είδος είναι το *Phragmites australis* και συνοδεύεται από *Scirpus maritimus*, *Juncus maritimus*, *Typha latifolia*, *Bolboschoenus maritimus*.

Οι τύποι του εδάφους (Πίνακας 1), παρουσιάζουν μια διαδοχή από την παράκτια ζώνη προς το εσωτερικό. Και στις δύο περιοχές, Αχελώο και Στροφιλιά, το έδαφος είναι αμμώδες στην παράκτια ζώνη, στις θίνες και στις λόχμες με αρκεύθους. Στον Αχελώο, στις ζώνες με αλοφυτική βλάστηση, όπως και στις συστάδες με *Tamarix* είναι ιλυώδες, ενώ στη Στροφιλιά είναι αμμώδης πηλός/πηλώδης άμμος και ιλυοπηλώδες αντίστοιχα. Στα μεσογειακά αλίπεδα του Αχελώου είναι ιλυοπηλώδες, και στις Στροφιλιάς πηλώδης άμμος ενώ στους καλαμώνες του Αχελώου είναι ιλυώδες-αργιλοπηλώδες και στις Στροφιλιάς αμμώδες. Δηλ. οι δειγματοληψίες του Αχελώου χαρακτηρίζονται από πιο λεπτόκοκκα υλικά, ως αναμένεται άλλωστε, εφ' όσον πρόκειται για περιοχή Δέλτα.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των εδαφικών παραμέτρων (οργανική ουσία, υγρασία, pH, αγωγιμότητα), απεικονίζονται διαγραμματικά στις Εικ. 1-4. Για κάθε παράμετρο, παρίσταται η εποχιακή της διακύμανση σε αντιπροσωπευτικές θέσεις δειγματοληψιών των δύο περιοχών μελέτης, που αντιστοιχούν στη διαδοχή των μονάδων βλάστησης από την παραλία μέχρι εσωτερικά σε θέσεις με γλυκό νερό (Πίνακας 1). Από τη σύγκριση και αξιολόγηση αυτών των διαγραμμάτων, καταλήγουμε στα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η οργανική ουσία παρουσιάζει χαμηλό ποσοστό στα αμμώδη παραλιακά εδάφη, τόσο στην αμμονιτρόφιλη (A1, Σ1) όσο και στην αμμόφιλη (A2, Σ2) βλάστηση και των δύο περιοχών, σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Στις λόχμες με αρκεύθους (A3, Σ3) παρουσιάζει μεν μικρή άνοδο την άνοιξη στον Αχελώο, αλλά στη Στροφιλιά παραμένει χαμηλή όλο το έτος.

Στην αλοφυτική βλάστηση (A4, Σ4) παρουσιάζει υψηλές τιμές στον Αχελώο το χειμώνα και το φθινόπωρο, ενώ στη Στροφιλιά το καλοκαίρι, που βαθμιαία μειώνονται το χειμώνα και την άνοιξη. Στον Αχελώο, τα προσχωσιγενή υγρολίβαδα παρουσιάζουν ακόμη μεγαλύτερα ποσοστά οργανικής ουσίας σε σύγκριση με τη Στροφιλιά. Πιθανώς ευνοείται η συγκέντρωση οργανικής ουσίας, λόγω αυξημένης περιεκτικότητας σε άργιλο, και λόγω μεγαλύτερης εισροής θρεπτικών αλάτων λόγω της έντονης αγροτικής δραστηριότητας στην περιοχή.

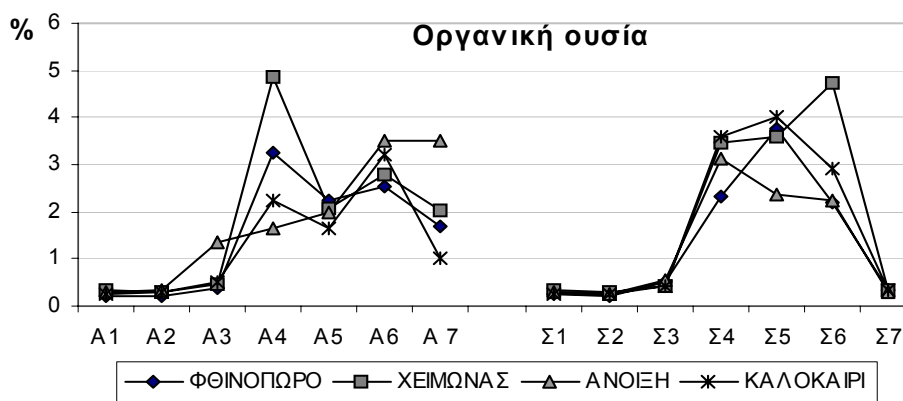
Πίνακας 1. Μορφές βλάστησης, τύποι οικοτόπων και εδαφών με τους κωδικούς τους, κατά τη σειρά διαδοχής τους από την παραλία προς το εσωτερικό.

Μορφή βλάστησης	Τύπος Οικοτόπου (Κωδικός NATURA 2000)		Αχελώος		Στροφιλιά	
			Θέσεις Δειγμ.	Τύπος εδάφους	Θέσεις Δειγμ.	Τύπος εδάφους
Αμμονιτρόφιλη Caciletea maritima	1210 Μονοετής βλάστηση μεταξύ των ορίων πλημμυρίδας και αμψιτιάδας	121016 Salsolo-Cakiletum aegyptiacae	A1	Αμμώδεις (S)	Σ1	Αμμώδεις (S)
Αμμόφιλη Ammophiletea	2110 Υποτυπώδεις κινούμενες θίνες	211012 Eryngio-Elymetum farcti	A2	Αμμώδεις (S)	Σ2	Αμμώδεις (S)
Λόχμες με άρκευθους Quercetea ilicis	2250 Λόχμες των παραλίων με άρκευθους (<i>Juniperus ssp.</i>)	225014 Ephedro-campylopodae-Juniperetum lyciae	A3	Αμμώδεις (S)	Σ3	Αμμώδεις (S)
Αλοφυτική Thero-Salicornietea	1310 Μονοετής βλάστηση με <i>Salicornia</i> και άλλα είδη λασπωδών και αμμωδών ζωνών	131012 Salicornietum europaeae	A4α	Ιλυώδεις (Si)	Σ4α	Αμμώδης πηλός (SL)
Αλοφυτική Salicornietea fruticosi	1420 Μεσογειακές και θερμο-ατλαντικές αλόφιλες λόχμες (<i>Arthrocnemum fruticosum</i>)	142021 Arthrocnemum glauci-Halocnemum strobilacei	A4β	Ιλυώδεις (Si)	Σ4β	Πηλώδης Άμμος (LS)
Συστάδες με Tamarix Nerio-Tamaricetea	92D0 Θερμο-Μεσογειακές παραποτάμιες στοές (<i>Nerio-Tamaricetea</i>)	92D012 Tamaricetum parviflorae	A5	Ιλυώδεις (Si)	Σ5	Ιλυοπηλώδεις (SiL)
Μεσογειακά αλίπεδα Juncetea maritimi	1410 Μεσογειακά αλίπεδα (<i>Juncetalia maritimi</i>)	141013 Juncetum maritimi	A6	Ιλυο-πηλώδεις (SiCL)	Σ6	Πηλώδης Άμμος (LS)
Καλαμώνες Phragmito-Magnocaricetea	72A0 Καλαμώνες	72A011 Phragmites australis comm.	A7	Ιλυώδεις Αργιλοπηλώδεις (SiCL)	Σ7	Αμμώδεις (S)

Στις συστάδες με *Tamarix* (A5, Σ5), οι τιμές στον Αχελώο παραμένουν μέτριες όλο το έτος, ενώ στη Στροφιλιά είναι υψηλότερες το καλοκαίρι και χαμηλότερες την άνοιξη.

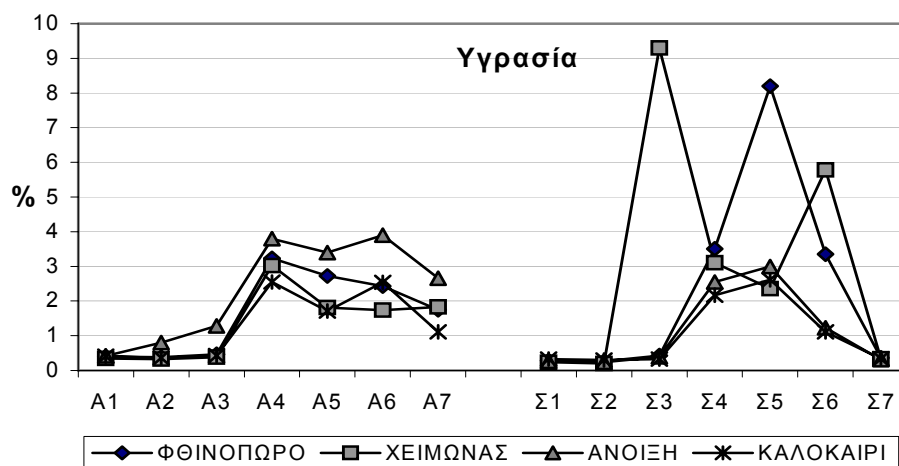
Στα μεσογειακά αλίπεδα (Α6, Σ6) οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται την άνοιξη στον Αχελώο και το χειμώνα στη Στροφιλιά.

Στους καλαμώνες (Α7, Σ7), οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται την άνοιξη και οι χαμηλότερες το καλοκαίρι στον Αχελώο, ενώ στη Στροφιλιά παραμένουν συνεχώς χαμηλές.



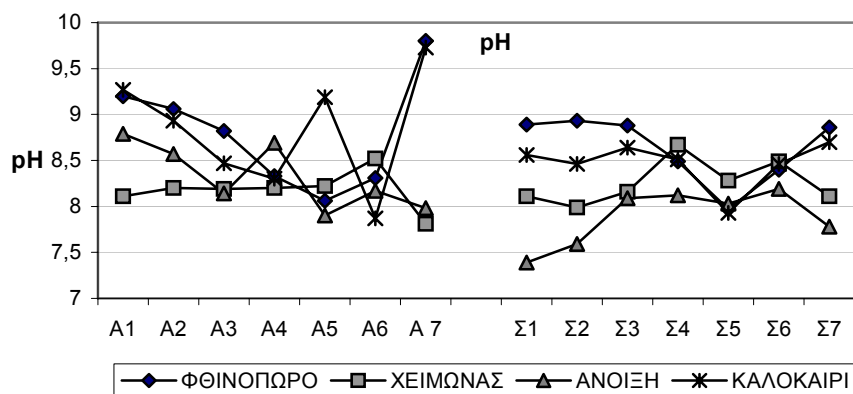
Εικόνα 1. Εποχιακή διακύμανση της οργανικής ουσίας του εδάφους στις αντίστοιχες επιλεγμένες θέσεις Αχελώου και Στροφιλιάς.

- Η υγρασία παρουσιάζει σχεδόν την ίδια εικόνα με αυτή της οργανικής ουσίας. Τόσο στην αμμονιτρόφιλη (Α1, Σ1), όσο και στην αμμόφιλη (Α2, Σ2) βλάστηση, η υγρασία παραμένει χαμηλή και στις δύο περιοχές, σε όλη τη διάρκεια του έτους. Στις λόχμες με αρκεύθους (Α3, Σ3), στον Αχελώο, παρουσιάζει μικρή άνοδο την άνοιξη, ενώ στη Στροφιλιά σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι σε χαμηλά επίπεδα, εκτός από το χειμώνα, που παρουσιάζει πολύ υψηλές τιμές. Στην αλοφυτική βλάστηση (Α4, Σ4), παρουσιάζει μεσαίες τιμές, που είναι σχεδόν παρόμοιες και στις δύο περιοχές, εκτός από την άνοιξη στη Στροφιλιά, που είναι λίγο χαμηλότερες από του Αχελώου. Στις συστάδες με *Tamarix* (Α5, Σ5), οι τιμές στον Αχελώο παραμένουν μέτριες όλο το έτος, με λίγο υψηλότερες την άνοιξη και χαμηλότερες καλοκαίρι και χειμώνα, ενώ στη Στροφιλιά είναι πολύ υψηλές το φθινόπωρο και μέτριες τις υπόλοιπες εποχές. Στα μεσογειακά αλίπεδα (Α6, Σ6), οι υψηλότερες τιμές εμφανίζονται την άνοιξη στον Αχελώο και το χειμώνα στη Στροφιλιά. Στους καλαμώνες (Α7, Σ7), η υγρασία, στη μεν Στροφιλιά παραμένει συνεχώς χαμηλή, ενώ στον Αχελώο παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές την άνοιξη και τις χαμηλότερες το καλοκαίρι.



Εικόνα 2. Εποχιακή διακύμανση της υγρασίας του εδάφους στις αντίστοιχες επιλεγμένες θέσεις Αχελώου και Στροφιλιάς.

- Οι τιμές του pH δείχνουν ότι τα εδάφη και των δύο περιοχών είναι αλκαλικά. Σε όλες της μονάδες βλάστησης και των δύο περιοχών εμφανίζουν σταθερά υψηλές τιμές σε όλη τη διάρκεια του έτους, οι οποίες στον Αχελώο κυμαίνονται από 7,9-9,3 και στην Στροφιλιά από 7,4-8,9.



Εικόνα 3. Εποχιακή διακύμανση του pH του εδάφους στις αντίστοιχες επιλεγμένες θέσεις Αχελώου και Στροφιλιάς.

- Η αγωγιμότητα, τόσο στην αμμονιτρόφιλη (A1, Σ1), όσο και στην αμμόφιλη (A2, Σ2) βλάστηση, παραμένει χαμηλή και στις δύο περιοχές, σε όλη τη διάρκεια του έτους.

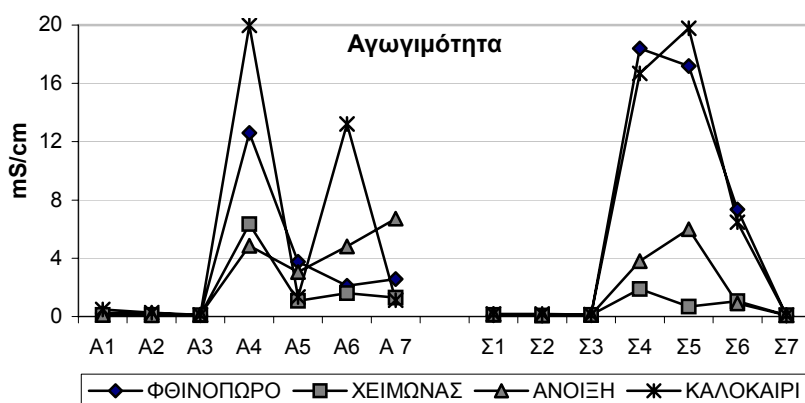
Στις λόχμες με αρκεύθους (A3, Σ3), στον Αχελώο και στη Στροφιλιά, είναι επίσης σε χαμηλά επίπεδα, σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Στην αλοφυτική (A4, Σ4) βλάστηση, παρουσιάζεται με τις υψηλότερες τιμές το φθινόπωρο και το καλοκαίρι και στις δύο περιοχές.

Στις συστάδες με *Tamarix* (A5, Σ5), παρουσιάζει μεσαίες τιμές το φθινόπωρο και την άνοιξη στον Αχελώο, ενώ στη Στροφιλιά παρουσιάζει πολύ υψηλές τιμές το καλοκαίρι και το φθινόπωρο.

Στα Μεσογειακά αλίπεδα, (A6, Σ6) και στις δύο περιοχές παρουσιάζεται με τις υψηλότερες τιμές το καλοκαίρι και τις χαμηλότερες το χειμώνα.

Στους καλαμώνες (A7, Σ7), στη μεν Στροφιλιά παραμένει χαμηλή σε όλο το έτος, ενώ στον Αχελώο παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές την άνοιξη και τις χαμηλότερες το καλοκαίρι.



Εικόνα 4. Εποχιακή διακύμανση της αγωγιμότητας του εδάφους στις αντίστοιχες επιλεγμένες θέσεις Αχελώου και Στροφιλιάς.

Παρατηρούμε, ότι εκτός από το pH που έχει σταθερά υψηλές τιμές σε όλη τη διάρκεια του χρόνου, οι άλλες παράμετροι παρουσιάζουν σε ορισμένες ζώνες εποχιακές διακυμάνσεις. Ειδικότερα:

Στις περιοχές με αμμώδη εδάφη, (παραλιακές και θίνες), η οργανική ουσία, η υγρασία και η αγωγιμότητα παραμένουν χαμηλές σε όλη τη διάρκεια του έτους. Μόνο η ζώνη των παραλιών με αρκεύθους στη Στροφιλιά εμφανίζει πολύ αυξημένη υγρασία το χειμώνα.

Στις περιοχές με αλοφυτική βλάστηση, συστάδες με *Tamarix* και μεσογειακά αλίπεδα, στον Αχελώο υπάρχει μια γενική αύξηση (με εποχιακές διακυμάνσεις) των τιμών της οργανικής και της υγρασίας με αντίστοιχη της αγωγιμότητας (αλλά με πιο έντονες εποχιακές διακυμάνσεις), ενώ στη Στροφιλιά, αυξάνονται μεν οι τιμές, αλλά οι εποχιακές διακυμάνσεις είναι πολύ πιο έντονες. Οι τιμές της αγωγιμότητας και στις δύο περιοχές είναι υψηλότερες το καλοκαίρι, πιθανότατα λόγω εξάτμισης στην επιφάνεια του εδάφους τριχοειδώς ανερχόμενου νερού από τον υφάλμυρο υδροφόρο ορίζοντα, το οποίο αφήνει τα διαλυμένα άλατά του.

Στους καλαμώνες, και στις δύο περιοχές οι τιμές και των τριών παραμέτρων παραμένουν πολύ χαμηλές σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Η παράθεση και σύγκριση αυτών των δεδομένων, αποτελεί τη βάση για περαιτέρω έρευνα, σε συνάρτηση και με τις παραμέτρους των νερών. Η έρευνα αυτή βρίσκεται σε εξέλιξη.

Βιβλιογραφία

- Αλεξιάδης Κ. 1967. Φυσική και χημική ανάλυση του εδάφους. Θεσσαλονίκη.
- Αλιφραγκής Δ. & Παπαμίχος Ν. 1995. Περιγραφή-δειγματοληψία εργαστηριακές αναλύσεις δασικών εδαφών και φυτικών ιστών. Εκδ. Δεδούση, Θεσσαλονίκη.
- Αστέρης Δ. 1975. Ταξινόμησης Ελληνικών εδαφών. Αθήνα.
- Γεωργιάδης Θ. & Χριστοδουλάκης Δ. 1984. Το Δάσος της Στροφιλιάς. Γεωτεχνικά, Επιστημ. Δελτίο Γεωτ. Επιμελ. Ελλάδος, Αθήνα.
- Ντάφης Σ., Παπαστεργιάδου Ε, Γεωργίου Κ., Μπαμπαλάνας Δ., Γεωργιάδης Θ., Παπαγεωργίου Μ., Λαζαρίδου Θ. & Τσιαούση Β. 1997. Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Το Έργο Οικοτόπων στην Ελλάδα: Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000. Συμβόλαιο αριθμός B4-3200/84/756, Γεν. Διεύθυνση XI Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων. Θεσσαλονίκη.
- Koumpli-Sovantzi L. 1989. The aquatic flora of Aetoloacarnania (W. Greece). Willdenovia 18: 377-385.
- Ντάφης Σ., Παπαστεργιάδου Ε. & Λαζαρίδου Θ. 2001. Νέος Τεχνικός Οδηγός Χαρτογράφησης. ΕΚΒΥ, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Θεσσαλονίκη.
- Sziji J. 1983. Oekologische Wertanalyse des Acheloos-Deltas (Westgriechenland), Universitaet Essen.
- Χωροδυναμική-Εψιλον 1999. Ειδική περιβαλλοντική μελέτη συμπλέγματος Υγροτόπων Μεσολογγίου-Αιτωλικού. Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ.

Ο ρόλος των μεταγραφικών συν-ενεργοποιητών ADA2b και GCN5 στην αύξηση και ανάπτυξη του *Arabidopsis thaliana*

¹Βλαχονάσιος Κ.Ε., ¹Νικολούδη Α.Α., ¹Μουστάκας Μ., ²Thomashow M.F. & ³Triezenberg S.T.

¹Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βοτανικής, Εργαστήριο Βοτανικής, 541 24 Θεσσαλονίκη.

²Michigan State University, Department of Energy, Plant Research Laboratory and

³Department of Biochemistry and Molecular Biology, East Lansing, MI 48824, USA.

Περίληψη

Έχουν προσδιορίσει προηγουμένως γονίδια του *Arabidopsis thaliana* που είναι ομόλογα των γονιδίων της ζύμης, ADA2 και GCN5, τα οποία κωδικοποιούν μέλη των πρωτεϊνικών συμπλεγμάτων των ακετυλοτρανσφερασών των ιστονών, ADA και SAGA (Stockinger et al. 2001). Σε αυτή την ανακοίνωση διερευνήθηκαν οι βιολογικοί ρόλοι των γονιδίων *ADA2b* και *GCN5* του *Arabidopsis thaliana*. T-DNA μεταλλάξεις στα γονίδια *ADA2b* και *GCN5* είχαν πλειοτροπικές επιδράσεις στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών, συμπεριλαμβανομένου του νανισμού, ασυνήθιστη ριζική ανάπτυξη και κοντά πέταλα και στήμονες στα άνθη. Τα μεταλλάγματα *gcn5* και *ada2b* έδειξαν παρόμοιους αλλά και ευδιάκριτους φαινότυπους. Συμπεραίνουμε ότι τα γονίδια *ADA2b* και *GCN5* του *Arabidopsis thaliana* έχουν ταυτόχρονα κοινούς και ευδιάκριτους ρόλους, και μπορεί να είναι μέλη ενός κοινού συμπλόκου συν-ενεργοποιητών καθώς και μέλη ευδιάκριτων συμπλόκων με ξεχωριστές βιολογικές δραστηριότητες.

The role of transcriptional adaptor proteins ADA2b and GCN5 in growth and development of *Arabidopsis thaliana*

¹Vlachonasios K.E., ¹Nikoloudi A.A., ¹Moustakas M., ²Thomashow M.F. & ³Triezenberg S.T.

¹Aristotle University of Thessaloniki, School of Biology, Department of Botany, Laboratory of Botany, 541 24 Thessaloniki, Greece.

²Michigan State University, Department of Energy, Plant Research Laboratory and

³Department of Biochemistry and Molecular Biology, East Lansing, MI 48824, USA

Abstract

Previously *Arabidopsis* genes homologous to the yeast ADA2 and genes have been identified that encode components of the ADA and SAGA histone acetyltransferase complexes (Stockinger et al. 2001). In this report, we explore the biological roles of the *Arabidopsis* ADA2b and GCN5 genes. T-DNA insertion mutations in ADA2b and GCN5 were found to have pleiotropic effects on plant growth and development, including dwarf size, aberrant root development, and short petals and stamens in flowers. The *gcn5* and *ada2b* mutant plants display many similar phenotypes and clearly different phenotypes as well. We conclude that the *Arabidopsis* ADA2b and GCN5 proteins have both similar and distinct functions in plant growth and development, and may be components of both a common coactivator complex and separate complexes with distinct biological activities.

Εισαγωγή

Στους ευκαρυωτικούς οργανισμούς, η χρωματίνη διαδραματίζει ζωτικής σημασίας ρόλο στη ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης, αποτελώντας κατασταλτικό παράγοντα της μεταγραφής των γονιδίων (Narlikar et al. 2002). Για να ενεργοποιηθούν την έκφραση γονιδίων, οι πρωτεΐνες «συν-ενεργοποιητές της μεταγραφής» πρέπει να ξεπεράσουν το κατασταλτικό περιβάλλον που δημιουργούν οι χρωματινικές δομές στα νουκλεοσώματα. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να ξεπεραστεί με μεταβολές στη δομή της χρωματίνης, διαδικασία η οποία επιτυγχάνεται από δύο κλάσεις πρωτεϊνικών συμπλόκων. Η πρώτη τάξη περιλαμβάνει τα σύμπλοκα ανασυγκρότησης των νουκλεοσωμάτων (remodeling complexes), τα οποία με κατανάλωση ενέργειας υπό μορφή ATP, ανακατασκευάζουν τη χρωματίνη μεταβάλλοντας τη δομή των νουκλεοσωμάτων σε περιοχές κοντά στους προαγωγείς, διευκολύνοντας την έναρξη της μεταγραφής (Peterson & Workman 2000). Η δεύτερη τάξη περιλαμβάνει πρωτεϊνικά σύμπλοκα, τα οποία προκαλούν μετα-μεταφραστική ομοιοπολική τροποποίηση των ιστόνων με ακετυλίωση, φωσφορυλίωση, μεθυλίωση, ADP-ριβοςυλίωση ή ουβικιτινίωση (Berger 2002). Η ακετυλίωση της λυσίνης στα αμινοτελικά άκρα των ιστονών, πραγματοποιείται από τα ένζυμα ακετυλοτρανσφεράσες των ιστονών (HAT) και σχετίζεται περισσότερο με τη μεταγραφική ενεργοποίηση (Roth et al. 2001). Η πρωτεΐνη GCN5 της ζύμης είναι μια HAT και αποτελεί συστατικό δύο διακριτών πολυπρωτεϊνικών συμπλόκων, του ADA και του SAGA τα οποία ακετυλιώνουν τις ιστόνες H3 και H2B στα νουκλεοσώματα (Grant et al. 1997). Οι πρωτεΐνες ADA2, ADA3, GCN5, TRA1 καθώς και άλλα πολυπεπτίδια ανήκουν στα πολυμελή συστατικά του πρωτεϊνικού συγκροτήματος SAGA (Grant et al. 1998).

Οι βιολογικοί ρόλοι αυτών των πρωτεϊνών είναι κατά ένα μεγάλο μέρος άγνωστοι στα φυτά, αλλά τα διαθέσιμα στοιχεία προτείνουν ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές από τους αντίστοιχους μηχανισμούς στη ζύμη και τα ζώα. Το γονιδίωμα του *Arabidopsis* κωδικοποιεί δύο ADA2 πρωτεΐνες και μια GCN5 πρωτεΐνη (Stockinger et al. 2001). Κάθε μία διαθέτει μερικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα από κοινού με τη ζύμη και τα ζωικά ομόλογα και άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα μοναδικά στα φυτά (Stockinger et al. 2001). Και οι δύο AtADA2 πρωτεΐνες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με την πρωτεΐνη AtGCN5 *in vitro* και *in vivo*. Επιπλέον οι πρωτεΐνες AtADA2 και AtGCN5 βρέθηκαν να αντιδρούν *in vitro* με τον μεταγραφικό παράγοντα CBF1, ο

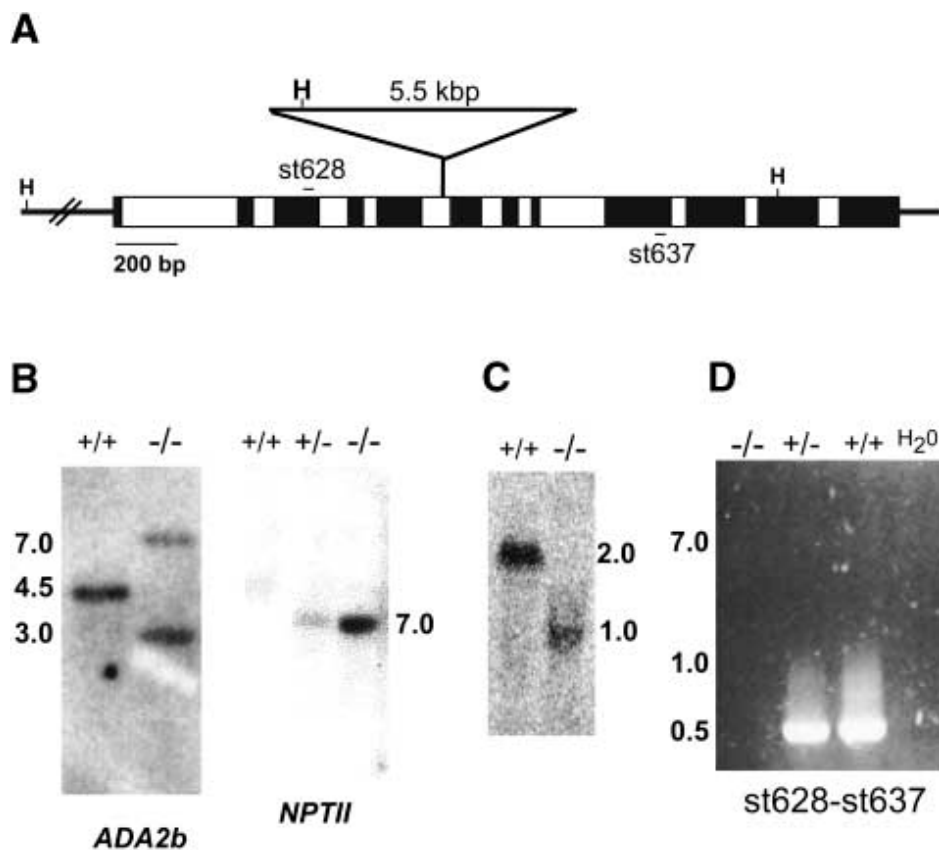
ο οποίος είναι υπεύθυνος για τον εγκλιματισμό των φυτών στο κρύο (Stockinger et al. 2001).

Στην ανακοίνωση αυτή, γίνεται χαρακτηρισμός T-DNA μεταλλάξεων στα γονίδια *ADA2b* και *GCN5* του *Arabidopsis thaliana* και προσδιορισμός της επίδρασης των μεταλλάξεων στην αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Φυτά τα οποία έχουν μια T-DNA μετάλλαξη στο γονίδιο *ADA2b* του *Arabidopsis* αναγνωρίστηκαν σαρώνοντας τον πληθυσμό των T-DNA μεταλλάξεων από το University of Wisconsin Arabidopsis Knockout Facility (Krysan et al. 1999). Η μετάλλαξη *ada2b*, περιέχει μια ένθεση του T-DNA στο πέμπτο ιντρόνιο, 1243 bp μετά το αρχικό κωδικόνιο μετάφρασης (Εικ. 1Α). Southern ανάλυση δείχνει μια μοναδική ένθεση του T-DNA στο γονιδιωματικό DNA του *ada2b* (Εικ. 1Β). RNA ανάλυση χρησιμοποιώντας το 5' ακρο του γονιδίου *ADA2b* έδειξε την παρουσία ενός ακρωτηριασμένου mRNA, μεγέθους 1 kb, σε αντίθεση με το ολοκληρωμένο μέγεθος του *ADA2b* mRNA (Εικ. 1C), υποδηλώνοντας ότι η μεταγραφή σταμάτησε στην περιοχή του T-DNA στο μετάλλαγμα *ada2b*. Ανάλυση κατά RT-PCR, χρησιμοποιώντας εκκινητές που πλευροκοπούν την περιοχή ένθεσης του T-DNA, επιβεβαιώνει την απουσία ολοκληρωμένου μεγέθους του *ADA2b* mRNA (Εικ. 1D). Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι στο μετάλλαγμα *ada2b* δεν εκφράζεται ολοκληρωμένο mRNA του *ADA2b* και ότι πιθανώς το συγκεκριμένο αλληλόμορφο αντιπροσωπεύει μια μηδενική μετάλλαξη.

Ομοζύγωτα *ada2b* φυτά έδειξαν πλειοτροπικές επιδράσεις σε διάφορα στάδια της ανάπτυξης του φυτού. Ο φαινότυπος του *ada2b* χαρακτηρίζεται από μικρά, σκούρα πράσινα, κουλουριασμένα φύλλα, νανισμό και στείριότητα (Εικ. 2). Οι κοτυλιδόνες των *ada2b* αρτίβλαστων ήταν μικρότερες, σκουροπράσινες και εμφάνισαν επιναστία (Εικ. 2Α και 2Β). Τα υποκοτύλια των ομοζύγων μεταλλαγμάτων ήταν μακρύτερα από τα υποκοτύλια των ετεροζύγων και αγριού τύπου φυτών (Εικ. 2Β). Σε αντίθεση με τα μακρύτερα υποκοτύλια, τα φύλλα της ροζέτας των ομοζύγων φυτών ήταν μικρότερα από αυτά των φυτών αγριού τύπου (Εικ. 2Α και 2D). Συνεστιακή μικροσκοπία σάρωσης με Laser των δρυφακτοειδών κυττάρων του μεσοφύλλου έδειξε ότι τα κύτταρα των ομοζύγων *ada2b* φυτών ήταν μικρότερα (περίπου κατά το 1/3) από τα αντίστοιχα κύτταρα των φυτών αγριού τύπου (Εικ. 2G και 2H), συνιστώντας ότι ο νανισμός του *ada2b* προκαλείται από το μειωμένο μέγεθος των κυττάρων και όχι από το μειωμένο ρυθμό κυτταροδιαίρεσης. Το ριζικό σύστημα των *ada2b* φυτών ήταν μικρότερο από τα φυτά αγριού τύπου, με αυξημένο αριθμό δευτερογενών ριζών (Εικ. 2C). Οι ταξιανθίες των μεταλλαγμένων φυτών ήταν μικρότερες από αυτές των αγριού τύπου φυτών (Εικ. 2Ε και 2F). Τα άνθη, και ιδιαίτερα τα πέταλα και οι στήμονες, επηρεάστηκαν στα *ada2b* φυτά. Τα άνθη είχαν μικρά πέταλα κουλουριασμένα προς τα έξω και στήμονες που ήταν κοντότεροι από τον ύπερο (Εικ. 2I και 2J). Τα κύτταρα στο νημάτιο των στήμονων του *ada2b* ήταν μικρότερα από τα αντίστοιχα κύτταρα των στήμονων αγριού τύπου (Εικ. 2K μέχρι 2N). Για να προσδιορίσουμε εάν οι φαινότυποι των μεταλλαγμάτων προκλήθηκαν από την ένθεση του T-DNA στο γονίδιο *ADA2b*, πραγματοποιήθηκε γενετική συμπληρωματικότητα (genetic complementation) μετασχηματίζοντας τα ετεροζύγωτα *ada2b* φυτά με ένα κομμάτι DNA που εκφράζει το



Εικόνα 1. Μοριακός χαρακτηρισμός του μεταλ-λάγματος *ada2b*.

(A) Σχήμα της ένθεσης του T-DNA στο γονίδιο *ADA2b* του *Arabidopsis thaliana*, όπου φαίνονται, οι θέσεις των εξονίων (μαύρα κουτιά), ιντρονίων (άσπρα κουτιά), οι Hind-III θέσεις (H), οι PCR εκκινήτες (st628 και st637), και η περιοχή της ένθεσης του T-DNA.

(B) Ανάλυση κατά Southern του γονιδιωμα-τικού DNA από άγριου τύπου (+/+), ετεροζύγωτα (+/-) και ομοζύγωτα *ada2b* (-/-) φυτά ύστερα από πέψη με Hind III και ανίχνευση με ραδιοενεργά κομμάτια του γονιδίου *ADA2b* ή του γονιδίου *neomycin phosphotransferase* (*NPTII*) που περιέχεται στο T-DNA.

(C) RNA ανάλυση από ολικό κυτταρικό RNA που απομονώθηκε από άγριου τύπου (+/+) και ομοζύγωτα *ada2b* (-/-) φυτά ύστερα από ανίχνευση με ραδιοενεργά κομμάτια από το 5' μισό του *ADA2b* cDNA.

(D) RT-PCR ανάλυση του ολικού κυτταρικού RNA από άγριου τύπου (+/+), ετεροζύγωτα (+/-), και ομοζύγωτα *ada2b* (-/-) φυτά χρησιμοποιώντας εκκινήτες που πλευροκοπούν την θέση ένθεσης του T-DNA.

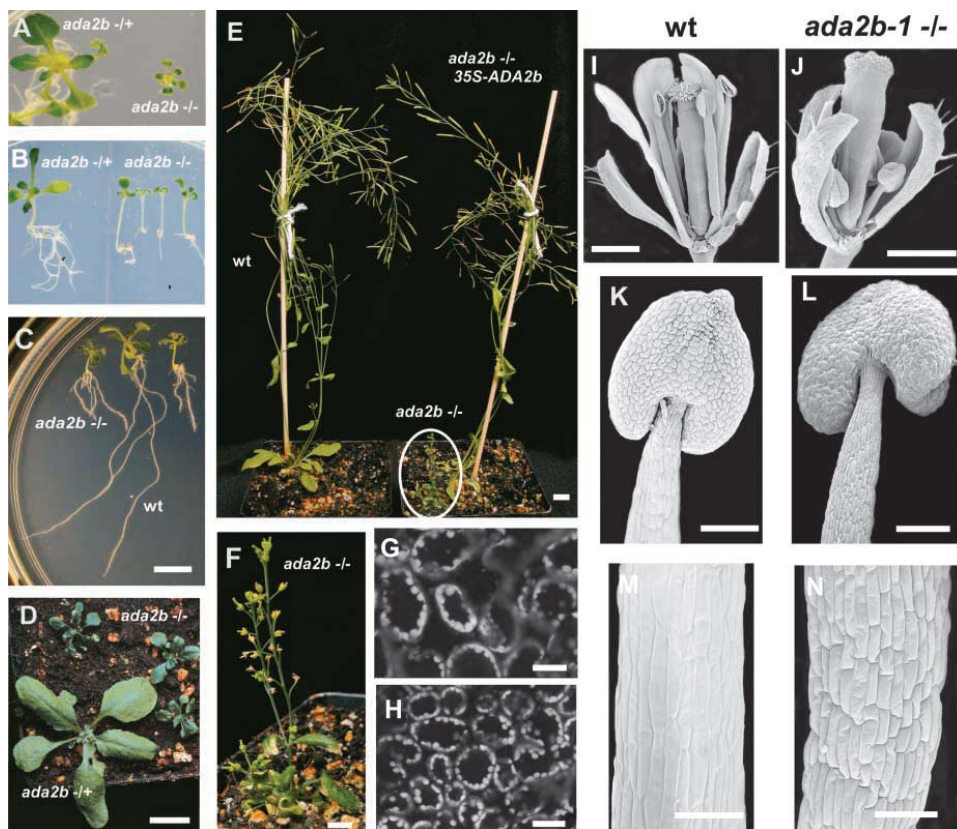
cDNA του *ADA2b* και ένα γονίδιο που προκαλεί αντοχή στο ζιζανιοκτόνο BASTA μέσω του προαγωγέα 35S του *CaMV*. Τα μετασχηματισμένα φυτά ελέγχθηκαν μέσω PCR για να ανακαλυφθούν φυτά ομοζύγωτα ως προς την μετάλλαξη *ada2b* και τα οποία φέρουν το διαγονίδιο. Η είσοδος του *ADA2b* cDNA στα *ada2b* φυτά ανέστρεψε όλους τους φαινότυπους του *ada2b* μεταλλάγματος που περιγράφηκαν παραπάνω, επιβεβαιώνοντας ότι η ένθεση του T-DNA στο γονίδιο *ADA2b* ήταν υπεύθυνη για τους παρατηρούμενους φαινότυπους (Εικ. 2Ε).

Επίσης, μία T-DNA μετάλλαξη του γονιδίου *GCN5* του *Arabidopsis thaliana* ανακαλύφθηκε από τη συλλογή του University of Wisconsin Arabidopsis Knockout Facility. Αυτό το αλληλόμορφο περιέχει μια ένθεση του T-DNA στο τελευταίο εξόνιο, 3730 bp από το αρχικό κωδικόνιο μετάφρασης (Εικ. 3Α). Το T-DNA διασπά τα τελευταία 17 αμινοξέα του *GCN5*, το οποίο περιέχει το C άκρο της ρυθμιστικής περιοχής του bromodomain. Ανάλυση κατά Southern δείχνει μια μοναδική ένθεση του T-DNA στο γονιδιωματικό DNA του μεταλλάγματος *gcn5* (Εικ. 3Β). RT-PCR ανάλυση, χρησιμοποιώντας εκκινητές που βρίσκονται εκατέρωθεν της θέσης ένθεσης του T-DNA, δεν ανίχνευσε ολοκληρωμένο mRNA του *GCN5* στα ομοζύγωτα μεταλλάγματα (Εικ. 3C).

Ωστόσο, ανιχνεύθηκαν αντίγραφα που αντιστοιχούν στην περιοχή που βρίσκεται πριν την ένθεση του T-DNA στα ομοζύγωτα μεταλλάγματα *gcn5*. Αυτά τα αντίγραφα τερματίστηκαν μέσα στο T-DNA (Εικ. 3C) και αποτελούν ένα σχεδόν ολοκληρωμένο mRNA. Επομένως, το μετάλλαγμα *gcn5* μοιάζει να είναι υπομορφικό και όχι μηδενικό.

Ομοζύγωτα *gcn5-1* φυτά αναγνωρίστηκαν και πιστοποιήθηκαν με PCR. Ο φαινότυπος των ομοζύγων *gcn5* μεταλλαγμάτων έχει ορισμένα κοινά γνωρίσματα με το φαινότυπο των ομοζύγων *ada2b* μεταλλαγμάτων, όπως η αύξηση των ριζών, το περιορισμένο μέγεθος των φυτών και οι παραμορφώσεις των ανθέων. Κατ' αντίθεση, άλλα φαινοτυπικά χαρακτηριστικά ήταν σαφώς διαφορετικά, όπως η επιμήκυνση του υποκοτυλίου, η μορφολογία των φύλλων και ο αριθμός των ταξιανθιών.

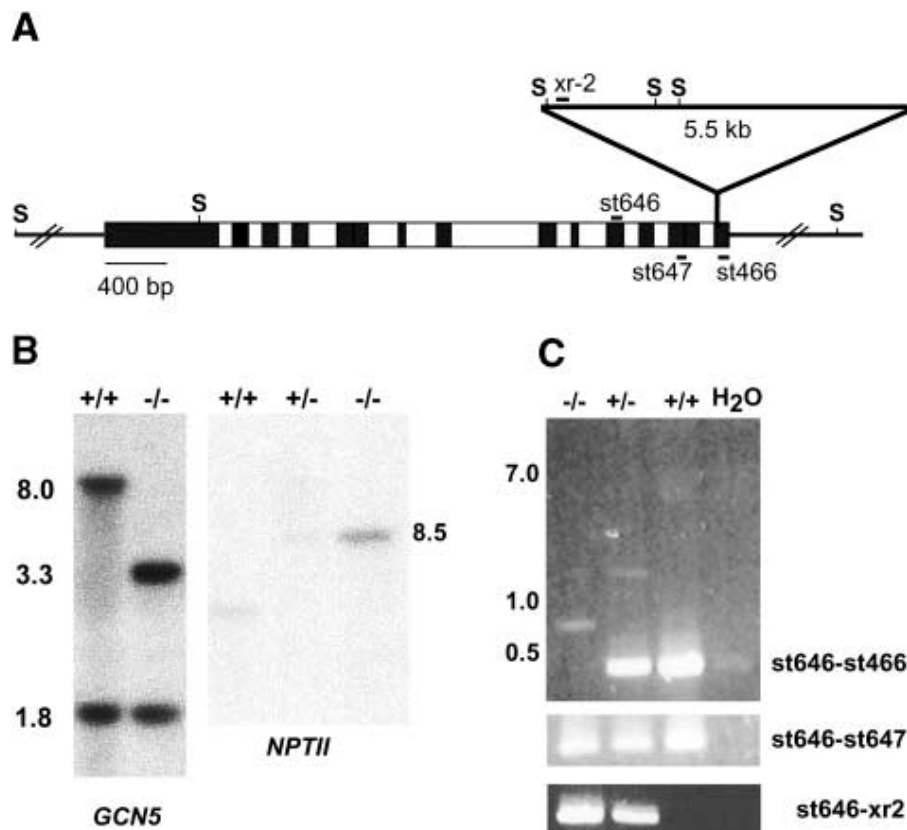
Στα νεαρά φυτά και μέχρι το σχηματισμό του δεύτερου ζευγαριού φύλλων, δεν υπήρξε μορφολογική διαφορά μεταξύ των *gcn5* μεταλλαγμάτων και των φυτών αγρίου τύπου. Το δεύτερο ζευγάρι φύλλων στα *gcn5* μεταλλάγματα αρχικά ήταν διπλωμένο προς τα πάνω. Όταν ξεδιπλώθηκαν, τα φύλλα ήταν οδοντωτά (Εικ. 4Α και 4Β). Σε αντίθεση με τα *ada2b* φυτά, τα φύλλα του *gcn5* δεν ήταν σκουροπράσινα άλλα αντίθετα ήταν χλωρωτικά. Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος στα νεαρά φυτά των *gcn5* ήταν παρόμοια με αυτή των *ada2b* φυτών (Εικ. 4C). Η αύξηση των ταξιανθιών επηρεάστηκε με αποτέλεσμα τη δημιουργία νάνων φυτών (Εικ. 4D και 4Ε). Επιπλέον, τα μεταλλάγματα του *gcn5* εμφάνισαν μειωμένη κυριαρχία της κορυφής (Εικ. 4D και 4Ε). Η μορφολογία των ανθέων των μεταλλαγμάτων του *gcn5* ήταν επίσης παρόμοια με αυτή των *ada2b* μεταλλαγμάτων, έχοντας κοντούς στήμονες και πέταλα (Εικ. 4F μέχρι 4H) και μειωμένη γονιμότητα. Όπως στα *ada2b* φυτά, τα κύτταρα στα νημάτια των στημόνων των *gcn5* ήταν κοντύτερα από τα αντίστοιχα κύτταρα των φυτών αγρίου τύπου (Εικ. 4I μέχρι 4L). Τα άνθη των *gcn5* φυτών έδειξαν μια φαινοτυπική διαβάθμιση: τα πρώτα άνθη είχαν κοντύτερα πέταλα και στήμονες από τα τελευταία άνθη (Εικ. 4G και 4H). Τα τελευταία άνθη παρήγαγαν μικρούς καρπούς που περιείχαν λίγα σπέρματα. Για να προσδιορίσουμε εάν οι φαινότυποι των μεταλλαγμάτων προκλήθηκαν από την ένθεση του T-DNA στο γονίδιο *GCN5*, πραγματοποιήθηκε



Εικόνα 2. Φαινότυποι των *Arabidopsis ada2b* μεταλλάξεων:

- (A) Ετερόζυγα (αριστερά) και ομόζυγα (δεξιά) *ada2b* φυτά μετά από 14 ημέρες ανάπτυξης σε petri αγαρόζης υπό συνεχή φωτισμό.
- (B) Επιμήκυνση υποκοτυλίου των ετεροζύγων (αριστερά) και ομοζύγων (δεξιά) *ada2b* φυτών αναπτυγμένων σε petri για 9 ημέρες.
- (C) Ρίζες φυτών αγρίου τύπου (wt) και *ada2b* μεταλλάγματος αναπτυγμένων σε κάθετα petri για 14 ημέρες. Κλίμακα = 1 cm.
- (D) Ετερόζυγα και ομόζυγα *ada2b-1* φυτά μετά από 21 ημέρες ανάπτυξης στο χώμα. Κλίμακα = 1 cm.
- (E) Ωριμα φυτά μετά από 60 μέρες ανάπτυξης στο χώμα. Περιλαμβάνει μεταλλαγμένα, αγρίου τύπου και συμπληρωματικά (*ada2b-1*;35S-*ADA2b*) φυτά. Κλίμακα = 1 cm.
- (F) Μεγαλύτερη μεγένθυση των *ada2b-1* ομοζύγων φυτών που παρουσιάζονται στην (E). Κλίμακα = 1 cm.
- (G) και (H) Μικρογραφίες συνεστιακού μικροσκοπίου σάρωσης με laser των δρυφακτοειδών μεσοφυλλικών κυττάρων φύλλων αγρίου τύπου (G) και *ada2b* μεταλλάγματος (H) plants. Κλίμακα = 25 μ m.
- (I) και (J) Μικρογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης ώριμων αγρίου τύπου (I) και *ada2b* (J) ανθέων. Κλίμακα = 500 μ m.
- (K) και (L) Μικρογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης στημόνων από αγρίου τύπου

(K) και *ada2b* (L) ανθέων. Κλίμακα = 100 μ m.
 (M) and (N) Μικρογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης νηματίων στήμονα από ώριμα άγριου τύπου (M) και *ada2b* (N) ανθέων. Κλίμακα = 50 μ m.

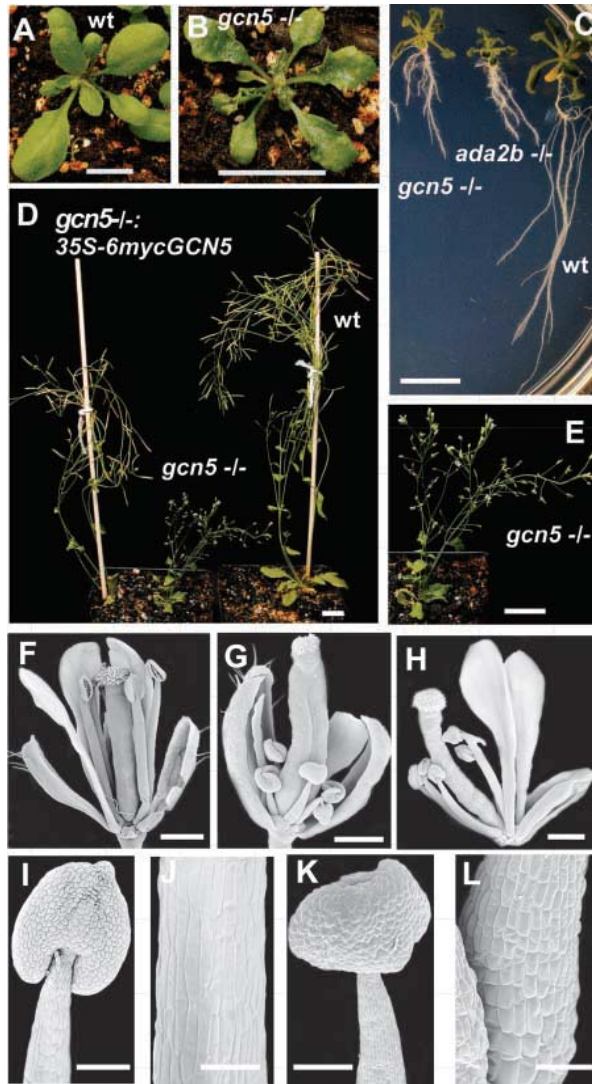


Εικόνα 3. Μοριακός χαρακτηρισμός του μεταλλάγματος *gcn5*.

(A) Σχήμα της ένθεσης του T-DNA στο γονίδιο *GCN5* του *Arabidopsis thaliana*, όπου φαίνονται, οι θέσεις των εξονίων (μαύρα κουτιά), ιντρονίων (άσπρα κουτιά), οι *SacI* θέσεις (S), οι PCR εκκινήτες (*xr-2*, *st646*, *st647* και *st466*) και η θέση ένθεσης του T-DNA.

(B) Ανάλυση κατά Southern γονιδιωματικού DNA από άγριου τύπου (+/+), ετεροζύγωτα (+/-) και ομοζύγωτα *gcn5* (-/-) φυτά ύστερα από πέψη με *SacI* και ανίχνευση με ραδιοενεργά κομμάτια του γονιδίου *GCN5* ή του γονιδίου *neomycin phosphotransferase (NPTII)* από το T-DNA.

(C) Ανάλυση της έκφρασης του γονιδίου *GCN5* σε άγριου τύπου, ετεροζύγωτα και ομοζύγωτα *gcn5* φυτά χρησιμοποιώντας RT-PCR.



Εικόνα 4. Φαινότυποι του μεταλλάγματος *gcn5*.

(Α) και (Β) Αγριου τύπου (wt) *Arabidopsis Wassilewskija-2* (Α) και *gcn5* (Β) φυτά μετά από 14 ημέρες ανάπτυξης στο χώμα υπό συνεχή φωτισμό. Κλίμακα = 1 cm.

(C) Ρίζες άγριου τύπου, *ada2b*, και *gcn5* ομοζύγων μεταλλαγμάτων αναπτυσσόμενων σε κάθετο πιατάκι για 14 ημέρες. Κλίμακα = 1 cm.

(D) Συμπληρωματικότητα της μετάλλαξης *gcn5*. Αγριου τύπου, *gcn5* ομοζύγωτα, και *gcn5*;35S-MYC*GCN5* φυτά μετά από 60 ημέρες ανάπτυξης στο χώμα. Κλίμακα = 1 cm.

(E) Μεγαλύτερη μεγένθυση του *gcn5* ομοζύγου φυτού που εμφανίζεται στη (D). Κλίμακα = 1 cm.

(F) μέχρι (H) Μικρογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης ώριμων άγριου-τύπου (F), πρώτων ώριμων *gcn5* (G), και τελευταίων ώριμων *gcn5* (H) ανθέων. Κλίμακα = 500μm.

(I) και (K) Μικρογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης στημόνων αγριου τύπου (I) και *gcn5* (K) φυτών.

Κλίμακα = 100μm.

(J) και (L) Μικρογραφίες ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης των νηματίων στημόνων άγριου τύπου (J) και *gcn5* (L) ανθέων. Κλίμακα = 50μm.

γενετική συμπληρωματικότητα (genetic complementation) μετασχηματίζοντας τα ετεροζύγωτα *gcn5* φυτά με ένα κομμάτι DNA που εκφράζει το cDNA του *GCN5* μέσω του προαγωγέα 35S του *CaMV*. Η είσοδος του *GCN5* cDNA στα *gcn5* φυτά ανέστρεψε όλους τους φαινότυπους του *gcn5* μεταλλάγματος που περιγράφηκαν παραπάνω, επιβεβαιώνοντας ότι η ένθεση του T-DNA στο γονίδιο *GCN5* ήταν υπεύθυνη για τους

παρατηρούμενους φαινότυπους (Εικ. 4D). Τα αποτελέσματα αυτά συνιστούν ότι τα γονίδια *ADA2b* και *GCN5* του *Arabidopsis thaliana* έχουν ταυτόχρονα κοινούς και ευδιάκριτους ρόλους, προτείνοντας ότι οι φυτικές ADA2b και GCN5 πρωτείνες είναι μέλη ενός κοινού συμπλόκου συνενεργοποιητών, όπως συμβαίνει στη ζύμη, καθώς και μέλη ευδιάκριτων συμπλόκων με ξεχωριστές βιολογικές δραστηριότητες.

Ευχαριστίες

Η έρευνα αυτή χρηματοδοτήθηκε από το ΕΠΕΑΕΚ II, ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ «Ενίσχυση ερευνητικών ομάδων ΑΠΘ, Ερευνητική πρόταση 21964».

Βιβλιογραφία

- Berger S.L. 2002. Histone modifications in transcriptional regulation. Curr. Opin. Genet. Dev. 12: 142-148.
- Grant P.A. et al. 1997. Yeast Gcn5 functions in two multisubunit complexes to acetylate nucleosomal histones: Characterization of an Ada complex and the SAGA (Spt/Ada) complex. Genes Dev. 11: 1640-1650.
- Grant P.A. et al. 1998. The SAGA unfolds: Convergence of transcription regulators in chromatin-modifying complexes. Trends Cell Biol. 8: 193-197.
- Krysan P.J., Young J.C. & Sussman M.R. 1999. T-DNA as an insertional mutagen in Arabidopsis. Plant Cell 11: 2283-2290.
- Narlikar G.J., Fan H.Y. & Kingston R.E. 2002. Cooperation between complexes that regulate chromatin structure and transcription. Cell 108: 475-487.
- Peterson C.L. & Workman J.L. 2000. Promoter targeting and chromatin remodeling by the SWI/SNF complex. Curr. Opin. Genet. Dev. 10: 187-192.
- Roth S.Y., Denu J.M. & Allis C.D. 2001. Histone acetyltransferases. Annu. Rev. Biochem. 70: 81-120.
- Stockinger E.J. et al. 2001. Transcriptional adaptor and histone acetyltransferase proteins in Arabidopsis and their interactions with CBF1, a transcriptional activator involved in cold-regulated gene expression. Nucleic Acids Res. 29: 1524-1533.

Συμβολή στη μελέτη της χλωρίδας του όρους Μιτσικέλι

Γερασιμίδης Α., Κοράκης Γ. & Μήνογλου Δ.

Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην καταγραφή 350 φυτικών taxa (ειδών, υποειδών και ποικιλιών) που απαντώνται στην ανώτερη υψομετρικά ζώνη του όρους Μιτσικέλι. Ο χλωριδικός κατάλογος που παρουσιάζεται είναι αποτέλεσμα αξιοποίησης στοιχείων που συλλέχθηκαν (271 taxa) κατά την εκπόνηση του προγράμματος «Φύση 2000», με την προσθήκη 79 βιβλιογραφικών αναφορών που υπάρχουν για την συγκεκριμένη περιοχή. Για κάθε καταγραφή αναφέρεται ο τύπος ενδιαιτήματος, ενώ οι θέσεις συλλογής δίνονται με συντεταγμένες και χαρτογραφούνται.

Contribution to the study of the flora of Mt. Mitsikeli

Gerasimidis A., Korakis G. & Minoglou D.

Laboratory of Forest Botany-Geobotany, Department of Forestry & Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

In the present study a first inventory of 350 plant taxa (species, subspecies and varieties) from the upper montane zone of Mt. Mitsikeli is presented. The list results from the floristic samples that were collected during the field work in the frame of «Natura 2000» project (271 taxa), with the addition of 79 literature records that concern the research area. The habitat type is mentioned for each taxon; furthermore, coordinates are provided for each collection site and all sites are indicated on a map of Mt. Mitsikeli.

Εισαγωγή

Στο όρος Μιτσικέλι εμφανίζεται ένας μεγάλος αριθμός διαφορετικών φυτοκοινοτήτων από φρύγανα, λιβάδια, θάμνους και δάση ενώ, παράλληλα, αναπτύσσεται μια πλούσια χλωρίδα που συνηγορεί σε μία αυξημένη βιοποικιλότητα. Τα χαρακτηριστικά αυτά αποτέλεσαν, προφανώς, την βασική αιτία για την ένταξη του όρους Μιτσικέλι στο Πρόγραμμα ΦΥΣΗ 2000 (Natura 2000). Στα πλαίσια του συγκεκριμένου προγράμματος πραγματοποιήθηκε σειρά φυτοκοινωνιολογικών δειγματοληψιών και συγκεντρώθηκαν στοιχεία για την βλάστηση και τη χλωρίδα του όρους, για τα οποία μέχρι σήμερα δεν υπήρχε κάποια επακριβής δημοσίευση.

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η παρουσίαση των μέχρι τώρα συγκεντρωθέντων χλωριδικών στοιχείων του κυρίου όγκου του όρους Μιτσικέλι. Τα στοιχεία αυτά προέρχονται είτε από συλλογή φυτών στο πεδίο είτε από βιβλιογραφικές αναφορές.

Περιοχή έρευνας

Το όρος Μιτσικέλι εκτείνεται από ΒΔ προς ΝΑ στο κεντρικό τμήμα του νομού Ιωαννίνων, βόρεια από την πόλη των Ιωαννίνων και την λίμνη Παμβώτιδα. Έχει χαρακτηριστικά επίμηκες σχήμα και η υψηλότερη κορυφή του βρίσκεται στα 1816 m.

Γεωλογικά, το Μιτσικέλι ανήκει στην Αδριατικοϊόνιο ζώνη (Μουντράκης 1985). Τα πετρώματα που επικρατούν είναι διάφοροι τύποι ασβεστόλιθων, ενώ κατά θέσεις εμφανίζονται σχιστόλιθοι, τεταρτογενείς αποθέσεις και φλύσχης (Ι.Γ.Μ.Ε. 1967-1970).

Σύμφωνα με τα στοιχεία των μετεωρολογικών σταθμών Ιωαννίνων (υψόμετρο 483 m) και Κήπων (υψόμετρο 910 m) (Σούλης 1994) η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από κλίμα χερσαίο μεσογειακό με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες. Το βιοκλίμα στο Μιτσικέλι έχει υπομεσογειακό χαρακτήρα και η περιοχή υπάγεται στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με δριμύ χειμώνα. (Μαυρομμάτης 1980).

Το κατώτερο τμήμα της δυτικής και νότιας πλευράς του Μιτσικελίου καλύπτεται από χαμηλή θαμνώδη και φρυγανική βλάστηση. Πάνω από αυτή εμφανίζεται ο αυξητικός χωρος *Coccifero-Carpinetum orientalis* της ζώνης *Quercetalia pubescentis*, όπου κυριαρχεί το *Quercus coccifera* ενώ εμφανίζεται κατά θέσεις και το *Carpinus orientalis*, κυρίως στο βορειότερο τμήμα. Η θαμνώδης βλάστηση συνεχίζεται, με συνεχώς αραιότερη δομή όσο αυξάνει το υψόμετρο και με κυρίαρχο είδος το *Juniperus oxycedrus* ssp. *oxycedrus*. Στις υψηλότερες θέσεις, και μέχρι την κορυφογραμμή, επικρατεί (ψευδο-) αλπική λιβαδική βλάστηση. Η ανατολική και βόρεια πλευρά του όρους καλύπτεται από δενδρώδη δασική βλάστηση. Το κατώτερο τμήμα αντιπροσωπεύεται από δάση φυλλοβόλων πλατυφύλλων της *Quercetalia pubescentis*, με κυρίαρχα είδη, κατά θέσεις, τα *Quercus frainetto*, *Q. petraea* ssp. *medwediewii*, *Q. cerris*, *Ostrya carpinifolia*, *Carpinus betulus* κ.ά. Στα ανώτερα υψόμετρα αναπτύσσονται αμιγή ή μεικτά δάση των *Abies* και *Fagus* της ζώνης *Fagetalia*, σχηματίζοντας τα δασοόρια.

Την περιοχή έρευνας αποτελεί ο κύριος ορεινός όγκος από υπερθαλάσσιο υψόμετρο ± 800 m μέχρι την κορυφογραμμή.

Υλικά και μέθοδοι

Η εργασία στηρίζεται στην αξιοποίηση των δεδομένων των φυτοκοινωνιολογικών πινάκων που προέκυψαν από το πρόγραμμα «Φύση 2000» για την περιοχή του όρους Μιτσικέλι. Οι καταγραφές των φυτικών taxa ανέρχονται σε 271. Η λίστα των φυτικών taxa συμπληρώθηκε με 79 βιβλιογραφικές αναφορές που υπάρχουν για το όρος Μιτσικέλι στα συγγράμματα των Strid (1986) και Strid & Tan (1991). Στις καταγραφές αυτές υπάρχει η ένδειξη MFG (= Mountain Flora of Greece) και αναφέρονται πληροφορίες για το ενδιαίτημα που παρέχουν οι συγγραφείς. Η ονοματολογία που χρησιμοποιείται ακολουθεί κατά σειρά τα συγγράμματα των Strid & Tan (2002), Strid & Tan (1997), Strid (1986), Strid & Tan (1991) και Tutin et al. (1968-1980).

Στην Εικόνα 1 σημειώνονται οι θέσεις συλλογής των φυτικών taxa ανά κυρίαρχο

τύπο βλάστησης. Οι συντεταγμένες (μοίρες, πρώτα λεπτά, δεύτερα λεπτά) και το υψόμετρο (m) κάθε θέσης συλλογής (ΒΓΠ/ΝΓΜ - υψόμετρο) δίνονται στη συνέχεια κατά τύπο βλάστησης.

Θαμνώνες *Quercus coccifera* (Qc): Qc1: 39 41 28/20 53 48-960, Qc2: 39 43 38/20 46 44-1040, Qc3: 39 46 50/20 46 44- 930, Qc4: 39 44 37/20 49 36-1015, Qc5: 39 46 01/20 47 33-930.

Συστάδες *Ostrya carpinifolia* (Oc): Oc1: 39 48 55/20 44 32-1250, Oc2: 39 46 44/20 49 58-1000, Oc3: 39 47 19/20 47 10-1180 m, Oc 4: 39 49 51/20 44 05-1080, Oc5: 39 47 10/20 49 07-960.

Θαμνώνες *Corylus avellana* (Ca): Ca1: 39 43 04/20 55 33-1100, Ca2: 39 49 30/20 44 43-1120, Ca3: 39 47 10/20 47 54-1120.

Συστάδες *Carpinus betulus* (Cb): Cb1: 39 49 14/20 45 04-1130, Cb2: 39 49 12/20 45 21-1135.

Δάση *Quercus frainetto* (Qf): Qf1: 39 44 22/20 54 23-890, Qf2: 39 46 00/20 51 30-925, Qf3: 39 44 21/20 54 04-905, Qf4: 39 44 36/20 54 00-880, Qf5: 39 46 20/20 51 48-815, Qf6: 39 46 05 / 20 51 41-860.

Δάση *Quercus petraea* ssp. *medwediewii* (Qp): Qp1: 39 44 00/20 55 3-910, Qp2: 39 43 47/20 55 16-940, Qp3: 39 44 42/20 53 10-920, Qp4: 39 44 58/20 52 41-925, Qp5: 39 45 09/20 52 58-900.

Δάση *Abies borisii-regis* (Ab): Ab1: 39 47 51/20 46 30-1150, Ab2: 39 47 39/20 45 53-1280, Ab3: 39 47 34/20 45 52-1120, Ab4: 39 46 29/20 48 04-1310, Ab5: 39 46 42/20 47 47-1250.

Δάση *Fagus sylvatica* ssp. *sylvatica* (Fs): Fs1: 39 46 50/20 46 56-1275, Fs2: 39 46 37/20 47 24-1350, Fs3: 39 46 38/20 47 23-1380, Fs4: 39 47 25-20 47 12-1250.

Ψευδαλπική λιβαδική βλάστηση (Ps): Ps1: 39 42 29/20 53 44-1210, Ps2: 39 42 13/20 53 39- 1160, Ps3: 39 42 00/20 53 49-1170, Ps4: 39 41 46/20 55 40-1090, Ps5: 39 42 19/20 53 42-1210, Ps6: 39 41 50/20 53 40-1150, Ps7: 39 48 53/20 44 55-1290, Ps8: 39 48 39/20 44 44-1140, Ps9: 39 48 40/20 44 37-1120, Ps10: 39 48 45/20 44 35-1350, Ps11: 39 48 50/20 44 50-1310, Ps12: 39 43 15/20 53 20-1530, Ps13: 39 43 01/20 54 32-1690 m, Ps14: 39 43 18/20 53 28-1600, Ps15: 39 43 06/20 53 18-1650, Ps16: 39 43 03/20 53 14-1570.

Αποτελέσματα - Χλωριδικός κατάλογος

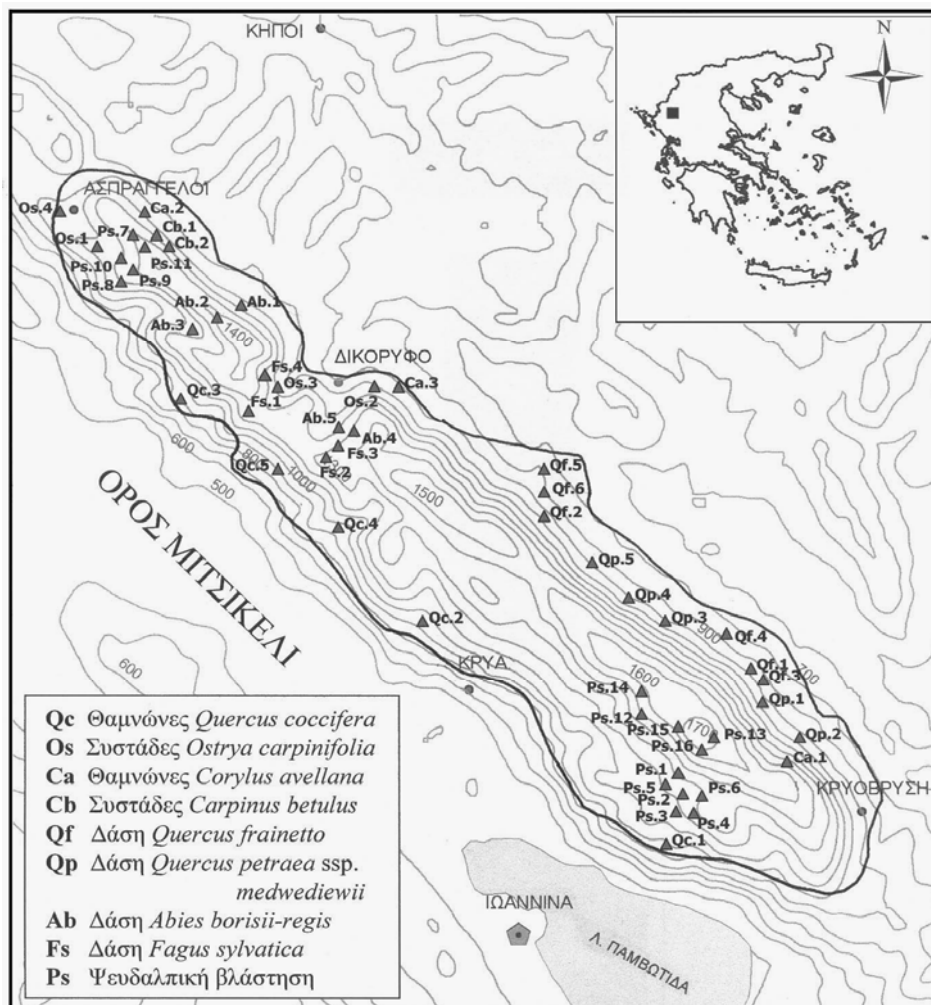
PTERIDOPHYTA

HYPOLEPIDACEAE: *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn ssp. *aquilinum* Ca1,2 Qf1,2 Qf3 Qf4 Qf5 Qf6 Qp3 Qp4 Ab1 Ab3 Fs4. ASPLENIACEAE: *Asplenium adiantum-nigrum* L. Qc3 Qc5 Ca1 Ca2 Qf2 Qf4 Qp4 *Asplenium ruta-muraria* L. (MFG) σε ασβεστολιθικά βράχια (σχισμές). *Asplenium trichomanes* L. ssp. *inexpectans* Oc4 Oc5 Cb1 Fs2. *Ceterach officinarum* DC. Qc2 Qc3 Qc4 Qc5 Oc5 Ca1 Ca2 Ca3 Cb1 Fs2 Ps6 Ps7. ATHYRIACEAE: *Athyrium filix-femina* (L.) Roth Ca2 Cb2. *Cystopteris fragilis* (L.) Bernh. Ca2 Cb1. ASPIDIACEAE: *Dryopteris villarii* Schinz & Tell ssp. *submontana* Frazer-Jenkins & Jermy (MFG) σε σκιαζόμενα ασβεστολιθικά βράχια.

GYMNOSPERMAE

PINACEAE: *Abies x borisii-regis* Mattf. Oc1,2,3,5 Ca3 Cb1,2 Qf2 Qf5 Ab1,2,3,4,5

Fs1,2,3,4. *Pinus nigra* J. F. Arnold ssp. *nigra* var. *caramanica* (Bosc ex Loud.) Rehder
 Qf2. CUPRESSACEAE: *Juniperus foetidissima* Willd. Oc4 Ps7,8,9,10,11. *Juniperus*
oxycedrus L. ssp. *oxycedrus* Qc1,3,4,5 Oc1,3,4,5 Ca1,3 Cb1 Qf2,3,4,5,6 Qp1,4,5 Ab4,5
 Fs3,4 Ps1,2,3,4,5,6,7,8,9,12,13



Εικόνα 1. Θέσεις συλλογής των φυτικών taxa ανά κυρίαρχο τύπο βλάστησης στην περιοχή έρευνας.

DICOTYLEDONEAE

ACERACEAE: *Acer campestre* L. Qp1,4 *Acer monspessulanum* L. ssp. *monspessulanum* Qc5 Oc1,2,3,4,5 Ca2 Fs4. *Acer obtusatum* Waldst. & Kit. ex Willd. Oc2,3,5 Ca1,2,3 Cb1,2 Qf1,2,3,4,5,6 Qp1,2,3,4,5 Ab1,2,3,5 Fs4. *Acer platanoides* L.

Oc2 Ab1,5. *Acer pseudoplatanus* L. Ab1. ANACARDIACEAE: *Cotinus coggygia* Scop. Oc2 Qf6. ARALIACEAE: *Hedera helix* L. spp. *helix* Oc2,3 Ca1,2,3 Cb1,2 Qf1,3 Qp4,5 Ab1 Fs4. BETULACEAE: *Carpinus betulus* L. Oc1 Ca3 Cb1,2. *Carpinus orientalis* Miller Qc2,3,4,5, Oc3,4,5, Ca1,3 Qf5,6 Qp1. *Corylus avellana* L. Oc2,5 Ca1,2,3 Cb1,2 Qf1,3,4 Qp4 Ab1 Fs4. *Ostrya carpinifolia* Scop. Qc4 Oc1,2,3,4,5 Ca2,3 Cb1 Qf2 Ab1,3,4,5 Fs3,4. BORAGINACEAE: *Anchusa officinalis* L. Qc1. *Buglossoides arvensis* (L.) I.M. Johnston ssp. *gasparrinii* (Heldr. ex Guss.) Fernandes (MFG) σε βραχώδεις πλαγιές, δασικά διάκενα. *Buglossoides purpureocaerulea* (L.) I.M. Johnston Qf5,6. *Myosotis arvensis* (L.) Hill ssp. *arvensis* Oc1. *Myosotis sylvatica* Ehrh. ex Hoffm. ssp. *cyanea* (Boiss. & Heldr. ex Hayek) Vestergren Qc4,5 Oc4,5 Ca1,2 Ca3 Cb2 Ab1,3,4,5. *Onosma heterophyllum* Griseb. Qc1. *Symphytum bulbosum* Schimper Oc5 Ca1,2 Qf5 Qp1,2,4. BRASSICACEAE: *Aethionema saxatile* (L.) R. Br. ssp. *oreophilum* Andersson et al. Qc1 Qc5 Ps7,8. *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande Ab3. *Alyssum montanum* L. ssp. *repens* (Baumg.) Schmalh. Qc1 Ps1,3,7,10,12,14. *Alyssum murale* Waldst. & Kit. Ps5. *Arabis deltoidea* (L.) DC. (MFG) σε βραχώδεις και πετρώδεις θέσεις της ορεινής και ψευδαλπικής ζώνης. *Arabis glabra* (L.) Bernh. Ps5,14,15,16. *Arabis sagittata* (Bertol.) DC. Qc1,3,5 Ca3. *Barbarea bracteosa* Guss. (MFG) σε λιβάδια της ορεινής και ψευδαλπικής ζώνης. *Cardamine graeca* L. var. *graeca* Qc5 Ca1 Ab3,4. *Draba lasiocarpa* Rochel ssp. *lasiocarpa* (MFG) σε πετρώδεις θέσεις και βράχια της ψευδαλπικής ζώνης. *Erysimum cephalonicum* Polatschek (MFG) σε πετρώδεις θέσεις σε δάσος ελάτης και ψευδαλπικά λιβάδια (ελληνικό ενδημικό) *Erysimum linariifolium* Tausch Qc1. *Erysimum microstylum* Hausskn. Ps1,2,9,15,16. *Fibigia clypeata* (L.) Medicus Qc2. *Iberis carnosa* Willd. (MFG) σε λιθώνες και βραχώδεις πλαγιές. *Malcolmia orsiniana* (Ten.) Ten. ssp. *angulifolia* (Boiss. & Orph.) Stork Ps1,2. *Thlaspi ochroleucum* Boiss. & Heldr. Ca2. *Thlaspi rivale* J. & C. Presl (MFG) πετρώδη λιβάδια και βράχια της ψευδαλπικής ζώνης. CAMPANULACEAE: *Asyneuma limonifolium* (L.) Janchen (MFG) σε πετρώδη διάκενα και ποολιβάδα. *Campanula patula* L. Qc3 Ca1 Qf2 Qp4 Ab1. *Campanula persicifolia* L. Qp4. *Campanula ramosissima* Sm. Qc2,3,5 Ca3 Ps6. *Campanula spatulata* Sm. ssp. *spatulata* Qc1,2,3,4,5 Oc1,2,4, Ca2,3 Cb1,2 Qf1,3,4,5 Qp1,3,4,5 Ps1,2,3,4,7,8,9,13,14,15,16. *Campanula trachelium* L. Qc5 Oc2 Ca1,2,3 Cb1,2 Qf4 Qp1 Ab3,5. *Campanula tymphaea* Hausskn. (MFG) σε ψευδαλπικά ποολιβάδα. *Legousia speculum-veneris* (L.) Chaix Qc5. CAPRIFOLIACEAE: *Lonicera etrusca* G. Santi Qc1,3,4 Oc1. *Lonicera periclymenum* L. ssp. *periclymenum* Qc2,5 Oc2 Ca2,3 Cb1. CARYOPHYLLACEAE: *Arenaria serpyllifolia* L. Qc3. *Cerastium brachypetalum* Pers. ssp. *pindigenum* (Lonsing) Sell & Whitehead (MFG) σε δάσος ελάτης και δασικά διάκενα. *Cerastium brachypetalum* Pers. ssp. *roeseri* (Boiss. & Heldr.) Nyman Qc3,4 Oc4,5 Qf4 Qp2. *Cerastium decalvans* Schlosser & Vuk. (MFG) σε πετρώδεις θέσεις, δασικά διάκενα, ψευδαλπικά λιβάδια. *Cerastium glomeratum* Thuill. Ps1,8,10. *Dianthus cruentus* Griseb. Ps8. *Dianthus pinifolius* ssp. *lilacinus* Sm. Ps3,4,14,16. *Dianthus viscidus* Bory & Chaub (MFG) σε λιβάδια της ορεινής ζώνης. *Drypis spinosa* L. (MFG) σε βραχώδεις ορθοπλαγιές. *Herniaria parnassica* Boiss. ssp. *parnassica* (MFG) σε πετρώδη ψευδαλπικά λιβάδια. *Minuartia verna* (L.) Hiern Ps1,2,7,10,15,16. *Moehringia trinervia* (L.) Clairv. Ab2,3. *Paronychia taurica* Borhidi & Sikura (MFG) σε γυμνές πετρώδεις πλαγιές. *Scleranthus perennis* L. ssp. *marginatus* (Guss.) Nyman (MFG) ψευδαλπικά λιβάδια. *Silene armeria*

L. Ps1,4 *Silene bupleuroides* L. (MFG) σε δασικά διάκενα, ψευδαλπικά λιβάδια. *Silene coronaria* (L.) Clairv. Qf4 Qp2,4. *Silene italica* (L.) Pers. ssp. *italica* Qc2,3,4,5 Oc1,2,3,4, Ca2,3 Cb2 Qf1,3,4 Qp1,3 Ab4,5. *Silene melzheimeri* Greuter (MFG) σε ανοιχτό δάσος, διάκενα. *Silene paradoxa* L. (MFG) σε δασικά κράσπεδα και διάκενα. *Silene parnassica* Boiss. & Spruner (MFG) σε βραχώδεις ασβεστολιθικές πλαγιές. *Silene ungeri* Fenzl Qc1. *Silene viridiflora* L. Qf1,2,6 Qp3,4,5. *Stellaria media* (L.) Vill. Ab4. CISTACEAE: *Helianthemum nummularium* (L.) Miller Qc3. COMPOSITAE: *Achillea fraasii* Schultz Ps1 Ps3. *Achillea holosericea* Sibth. & Sm. Ps7,9. *Anthemis arvensis* L. Ps1,5,15,16. *Anthemis cretica* L. ssp. *columnae* (Ten.) Franzén (MFG) σε πετρώδεις πλαγιές και βραχώδη πρανή. *Anthemis tinctoria* L. ssp. *parnassica* (Boiss. & Heldr.) Franzén Qf2,6 Qp3. *Artemisia absinthium* L. (MFG) σε ασβεστολιθικά βραχώδη λιβάδια. *Bellis perennis* L. Qc3 Qf3. *Centaurea epirota* Halácsy (MFG) σε ψευδαλπικά λιβάδια. *Centaurea lacerata* (Hauskn.) Halácsy (MFG) σε ψευδαλπικά πετρώδη λιβάδια. *Centaurea pichleri* Boiss. Ps13,14,15. *Centaurea triumphettii* All. (MFG) σε δασικά διάκενα και πετρώδη λιβάδια. *Crepis neglecta* L. ssp. *neglecta* Ps4,14,15,16. *Crepis sancta* (L.) Bornm. Ps1,4. *Crupina vulgaris* Cass. Ps3,4,7. *Doronicum orientale* Hoffm. Ca1 Cb1 Qf1 Qp1,4,5 Ab1. *Hieracium bauhini* Schultes ex Besser Qc4 Ps2,3,4,6,8,9. *Hieracium cymosum* L. ssp. *sabinum* (Sebastiani) Nageli & Peter (MFG) σε φωτεινές δασοσυστάδες. *Hieracium murorum* L. Oc2,3 Ca3 Cb1 Qf1,3,4 Ab1,2,3 Fs3,4. *Hieracium pannosum* Boiss. (MFG) σε πετρώδη λιβάδια, ασβεστολιθικές ορθοπλαγιές και λιθώνες. *Hieracium pavichii* Heuffel Oc3,5 Qf2,3,4,6 Qp3. *Lapsana communis* L. Ca2 Ab3. *Leontodon cichoriaceus* (Ten.) Sanguineti Ps5. *Leontodon crispus* Vill. ssp. *crispus* Qc2,3. *Leontodon hispidus* L. ssp. *hispidus* Ps2,3,5,12,13,14,15,16. *Mycelis muralis* (L.) Dumort Ca2 Cb1,2 Ab1,2,3,4,5 Fs2. *Senecio squalidus* L. Ps13. *Tanacetum corymbosum* (L.) Schultz Bip. ssp. *corymbosum* Oc5 Qf5 Qp4,5. *Taraxacum epirense* van Soest (MFG) σε λιβάδια και κράσπεδα δρόμων. CONVULVULACEAE: *Calystegia sepium* (L.) R. Br. ssp. *sepium* Qp4. *Convolvulus althaeoides* L. ssp. *tenuissimus* (Sibth. & Sm.) Stace Ps4,6. *Convolvulus arvensis* L. Ps14. *Convolvulus cantabrica* L. Qc1. CORNACEAE: *Cornus mas* L. Oc1,3,4,5 Ca2,3 Cb2 Qf3,5 Qp4,5 Ab5 Fs3,4. CRASSULACEAE: *Sedum acre* L. Ps4,6,7,13 15. *Sedum ochroleucum* Chaix in Vill. Qc1. *Sedum rubens* L. Qc4. *Sedum urvillei* DC. Ps1,2. *Umbilicus luteus* (Hudson) Webb & Berthel. Qc5 Cb1. *Sedum dasyphyllum* L. (MFG) σε βραχώδεις πλαγιές και λιθώνες. *Sedum magellense* Ten. ssp. *olympicum* (Boiss.) Greuter & Burdet (MFG) σε υγρούς λιθώνες και σκιαζόμενους βράχους. *Sedum hispanicum* L. (MFG) σε βραχώδη πρανή, λιθώνες και δασικά διάκενα. DIPSACACEAE: *Knautia arvensis* (L.) Coulter Qc1. EUPHORBIACEAE: *Euphorbia myrsinites* L. Qc1 Ps1,3,4,6,7,9,10,12,13,14,15,16. FAGACEAE: *Fagus sylvatica* L. ssp. *sylvatica* Ab3 Fs1,2,3,4. *Castanea sativa* Miller Oc2,5 Fs4. *Quercus cerris* L. Qf1,34 Qp2. *Quercus coccifera* L. Qc1,2,3,4,5. *Quercus frainetto* Ten. Oc2,3,4,5 Ca3 Qf1,2,3,4,5,6, Qp1,2,4,5 Fs4. *Quercus petraea* Liebl. ssp. *medwediewii* (A. Camus) Menitsky Cb2 Qf1,2 Qp1,2,3,4,5. *Quercus pubescens* Willd. Oc1,3,4,5, Qf5 Fs4. GENTIANACEAE: *Centaurium erythraea* Rafn. Qf2. GERANIACEAE: *Erodium cicutarium* (L.) L' Her. Ps8,14. *Geranium lucidum* L. Ab2,3,4 Ps5,8. *Geranium pusillum* Burm. Qc3,5 Ca2. *Geranium robertianum* L. Qc1,2,4,5 Ca2 Ab5. *Geranium sanguineum* L. Ps5. *Geranium macrorrhizum* L. (MFG) σε ασβεστολιθικά βράχια και λιθώνες.

Geranium subcaulescens L' Her. ex DC. (MFG) σε πετρώδη ψευδαλπικά λιβάδια. GESNERIACEAE: *Ramonda serbica* Pancic (MFG) σε σκιερές σχισμές ασβεστολιθικών βράχων. HYPERICACEAE: *Hypericum rumeliacum* Boiss. subsp. *apollinis* (Boiss. & Heldr.) Robson & Strid Qc3. *Hypericum spruneri* Boiss. Qc1,2,3,4,5 Oc1,2,3,4,5 Ca1,2,3 Cb1,2 Qf1,2,3,4,5,6 Qp1,2,3,4,5 Ab1,2,3,4,5 Fs1,2,3,4 Ps1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15, 16. JUGLANDACEAE: *Juglans regia* L. Cb1,2 Fs4. LABIATAE: *Acinos alpinus* (L.) Moench ssp. *meridionalis* (Nyman) P.W. Ball Ps2,4,6,7,13,15. *Acinos suaveolens* (Sibth. & Sm.) G. Don Fil. Qc1,235 Oc4. *Ajuga chamaepitys* (L.) Schreber ssp. *chia* (Schreber) Arcangeli Qc1. *Ajuga genevensis* L. Ps1,10. *Ajuga reptans* L. Qf5,6. *Ballota hispanica* (L.) Benth. ssp. *macedonica* (Vandas) Strid & Tan (MFG) σε ασβεστολιθικές ανοιχτές θέσεις. *Calamintha grandiflora* (L.) Moench Ca1. *Clinopodium vulgare* L. Qc3,4,5 Oc2 Ca3 Qf1,2,3,4,5,6 Qp2,3 Qp4,5 Ab1. *Galeobdolon luteum* Hudson ssp. *montanum* (Pers.) Dvorakova Ca1. *Lamium maculatum* L. Qc5 Oc1,Ps1. *Marrubium velutinum* Sibth. & Sm. (MFG) σε ελατοδάση και ασβεστολιθικά πετρώδη λιβάδια. *Marrubium vulgare* L. Ps1,14. *Melittis melissophyllum* L. ssp. *albida* (Guss.) P.W. Ball Qc5 Oc5 Ca1 Qf1,4 Qp1,2,4 Ab. *Micromeria juliana* (L.) Benth. ex Reichenb. Qc1,2. *Nepeta spruneri* Boiss. (MFG) σε ασβεστολιθικές πετρώδεις πλαγιές και λιθώνες. *Origanum vulgare* L. Qc1,3 Oc4 Qf5. *Phlomis fruticosa* L. Qc1 Ps3,5. *Phlomis tuberosa* L. Ps1. *Prunella vulgaris* L. Cb2 Qf1. *Salvia argentea* L. (MFG) σε βραχώδη ασβεστολιθικά λιβάδια και λιθώνες. *Salvia glutinosa* L. Ca1. *Satureja montana* L. ssp. *montana* Ps1,2,3,4,6,7. *Scutellaria columnae* All. ssp. *columnae* Ca3 Cb1 Qp2. *Sideritis lanata* L. Qc1. *Sideritis montana* L. ssp. *montana* Ps2,4,7,10,14. *Sideritis raeseri* Boiss. & Heldr. Ps3,6,7,8,9,13. *Stachys germanica* L. ssp. *germanica* Qc1 Ps8,12. *Stachys tymphaea* Hausskn. (MFG) σε ανοιχτές δασικές συστάδες, ξηρά λιβάδια και λιθώνες. *Teucrium chamaedrys* L. ssp. *chamaedrys* Qc1,2,3,4,5 Oc3,4,5 Ca2,3 Qf3,5,6 Qp2 Ps1,3,4,5,7,10,1. *Teucrium polium* L. ssp. *capitatum* (L.) Arcangeli Qc1 Ps2,3,4,5,7,10. *Thymus longicaulis* C. Presl ssp. *longicaulis* Oc1,5 Qf1 Ps6,7,12,13,14,15. *Thymus striatus* Vahl 13,14,15. *Thymus thracicus* Velen. (MFG) σε πετρώδεις και βραχώδεις πλαγιές, ποολιβάδα. LEGUMINOSAE: *Anthyllis vulneraria* L. ssp. *pindicola* Cullen Qc2 Ps5,6,7,8,9. *Astragalus angustifolius* Lam. Ps14,15,16. *Astragalus depressus* L. (MFG) σε ξηρά ψευδαλπικά λιβάδια. *Astragalus glycyphyllos* L. Oc3 Qf3 Ab1 Fs4. *Astragalus vesicarius* L. (MFG) σε ψευδαλπικά λιβάδια. *Chamaecytisus hirsutus* (L.) Link Oc2 Qf1,2,3,4,6 Qp3,4,5. *Colutea arborescens* L. Qc2,3,4 Oc5 Ca2,3, Qf1,5,6 Fs4. *Coronilla emerus* L. ssp. *emeroides* (Boiss. & Spruner) Qc2 Oc3,4,5 Ca3. *Dorycnium hirsutum* (L.) Ser. Oc4 Qf1,2,3,4 Qp3,4,5 Ps9. *Dorycnium pentaphyllum* Scop. ssp. *herbaceum* (Vill.) Rouy Oc2,3,4, Qf1,2,3,4,6 Qp1 Ps8,10,11. *Lathyrus cicera* L. Qc1. *Lathyrus inconspicuus* L. Qc1,2,3. *Lathyrus laxiflorus* (Desf.) O. Kuntze Oc1, Ca3 Cb2 Qf1,2,3,4,5 Qp1,2,3,4,5 Ab1 Fs4. *Lathyrus niger* (L.) Bernh. Qp1,3,4,5. *Lathyrus pratensis* L. Oc4. *Lathyrus venetus* (Miller) Wohlf. Oc5 Ca1,2,3,Cb1,2 Ab1,2,3 Fs1,4. *Lembotropis nigricans* (L.) Griseb. ssp. *nigricans* Oc2 Qf2 Qp3,4,5. *Lotus corniculatus* (Boiss. & Heldr.) Heldr. Qc3,4 Qf3,6 Qp5 Ps4,9,13. *Medicago lupulina* L. Qc3 Fs. *Medicago minima* (L.) Bartal. Qc1 Ps1. *Trifolium alpestre* L. Oc2,4 Qf2 Qp. *Trifolium angustifolium* L. Qc1 Qf6. *Trifolium arvense* L. Ps6,16. *Trifolium campestre* Schreber Qc1 Ps2,5,6,13. *Trifolium dalmaticum* Vis. Qc1,3 Ps3,14. *Trifolium medium* L. Oc1

Ab1. *Trifolium ochroleucon* Hudson Oc3 Ca3 Cb2 Qf3,5 Qp3,4,5 Ab4. *Trifolium parnassi* Boiss. & Spruner (MFG) σε πετρώδη ψευδαλπικά λιβάδια - ελληνικό ενδημικό. *Trifolium patulum* Tausch Qc4 Qf1,4,6 Qp1,4,5 Ab1. *Trifolium physodes* Steven ex Bieb. Qc3 Ps1,2,8,9,13. *Trifolium pignatii* Fsuche & Chaub. Qc4 Oc1,2,3 Ca2 Cb1 Qf1,2,3,4,5 Qp1,2,3,4,5 Ab1 Fs2. *Vicia cracca* L. Qc1,2 Qf4 Qp3,4,5 Ps3. *Vicia grandiflora* Scop. Qc3,5 Qf3,5. *Vicia hirsuta* (L.) S. F. Gray Qp2. *Vicia sibthorpii* Boiss. Ps3,9. *Vicia villosa* Roth ssp. *varia* (Host) Corb. Qc2,4 Oc2 Ab1,2,3 Fs1. LINACEAE: *Linum tenuifolium* L. (MFG) σε πετρώδη λιβάδια της ορεινής και ψευδαλπικής ζώνης. LORANTHACEAE: *Viscum album* L. Ab1,2,3,4 Fs1,2. *Loranthus europaeus* Jacq. Oc2 Qf2,3,4,6 Qp1,4.

MALVACEAE: *Malva neglecta* Wallr. (MFG) σε ρέματα και διαταραγμένα εδάφη. OLEACEAE: *Fraxinus ornus* L. Qc2,4,5 Oc1,2,5 Ca3 Qf1,5,6 Qp1,3,4,5. ONAGRACEAE: *Epilobium montanum* L. Ab5. OROBANCHACEAE: *Orobanche alba* Stephan ex Willd. (MFG) σε δάση, θαμνώνες και βραχώδη λιβάδια, παράσιτο πάνω σε είδη της οικογένειας Lamiaceae. *Orobanche lavandulacea* Reich. Qc5. *Orobanche reticulata* Wallr. (MFG) σε ανοιχτά δάση και πετρολίβαδα. PAPAVERACEAE: *Papaver rhoeas* L. Ps1. *Corydalis densiflora* J. & C. Presl (MFG) σε ψευδαλπικά λιβάδια. PLUMBAGINACEAE: *Armeria canescens* (Host) Boiss. Ps9,10. POLYGONACEAE: *Polygonum aviculare* L. (MFG) σε ανοιχτές υγρές θέσεις και διαταραγμένα εδάφη. *Rumex kernerii* Borbas (MFG) σε δασικά διάκενα, ψευδαλπικά λιβάδια. PRIMULACEAE: *Cyclamen hederifolium* Aiton Qc5 Oc5 Ca3. *Primula vulgaris* Hudson Oc5 Ca1,2 Cb1 Qf1,5 Qp1,2,3,5 Ab1,3 Fs4. PYROLACEAE: *Monotropa hypopitys* L. Qf5 Ab3. RANUNCULACEAE: *Clematis vitalba* L. Qc2 Oc2,3,4 Ca2,3 Cb2 Ab1 Fs4. *Helleborus odoratus* Waldst. & Kit. ssp. *cyclophyllus* (A. Braun) Strid Qc3 Qc5 Oc1,3,4,5 Ca1,2,3 Cb2 Qf1,3,4,5 Qp1,2 Ab1,3,4,5 Fs4. *Ranunculus millefoliatus* Vahl Ca1. *Ranunculus Psilostachys* Griseb. Oc1 Ca2. *Thalictrum minus* L. ssp. *saxatile* DC. Oc1,5. RHAMNACEAE: *Frangula rupestris* (Scop.) Schur Fs4. *Rhamnus alpinus* L. ssp. *fallax* (Boiss.) Maire & Petitmengin Ps13. ROSACEAE: *Agrimonia eupatoria* L. ssp. *eupatoria* Qf5. *Aremonia agrimonoides* (L.) DC. Qc3,5 Oc1,2,3,4,5 Ca1,2,3 Cb1,2 Qf1,3,4,5,6 Qp1,2,4 Ab1,3,4,5 Fs3,4. *Crataegus monogyna* Jacq. Ca3 Qf3 Qp2 Fs4. *Crataegus orientalis* Pallas ex Bieb. (MFG) σε ανοιχτά δρυοδάση, κράσπεδα δάσους και ορεινά λιβάδια. *Fragaria vesca* L. Oc2 Ca1 Cb2 Qf2 Qp2 Ab1,2. *Geum urbanum* L. Oc1,3,5 Ca1,2,3 Cb1,2 Qf5 Qp1,2 Ab3,4,5. *Malus sylvestris* Miller Oc3,4 Qf5 Fs4. *Potentilla detommasii* Ten. Ps1. *Potentilla micrantha* Ramond ex DC. Qc3,4,5 Oc1,4 Ca1,2 Cb1,2 Qf1,2,3,4 Qp1,2,3,4 Ab1. *Potentilla recta* L. Ps6,10,14. *Prunus avium* L. Oc2,5 Qf3 Qp3,4 Fs4. *Prunus mahaleb* L. Ab2. *Prunus prostrata* Labill. (MFG) σε ξηρές, βραχώδεις θέσεις της ανωδασικής περιοχής. *Prunus spinosa* L. Qc3 Oc3,4 Qf5. *Rosa agrestis* Savi Oc1,2. *Rosa canina* L. Qc2 Oc2,3,4 Ca1,2 Cb2 Qf1,5 Qp1,4,5 Ab1,2 Fs3,4. *Rosa pulverulenta* Bieb. Oc1 Ab5. *Rubus canescens* DC. Oc2 Cb1,2 Qf3,5,6 Ab1 Fs4. *Rubus hirtus* Waldst. & Kit Ab1. *Sanguisorba minor* Scop. ssp. *muricata* (Spach) Briq. Qc3 Oc1,2,3,5 Ca3 Qf2,6. *Sorbus domestica* L. Oc2,4. *Sorbus torminalis* (L.) Crantz Oc2 Qf1,4,5 Qp1.

RUBIACEAE: *Asperula aristata* L. ssp. *thessala* (Boiss. & Heldr.) Hayek (MFG) σε πετρώδη και βραχώδη λιβάδια, λιθώνες. *Cruciata laevipes* Opiz Qc3,5, Ca2 Qf5 Qp2. *Galium aparine* L. Qc3,4,5 Oc2,3,5 Ca2,3. *Galium laconicum* Boiss. & Heldr. Qc4.

Galium oreophilum Krendl (MFG) σε ανοιχτό δάσος, βραχώδεις πλαγιές, ψευδαλπικά λιβάδια. *Galium setaceum* Lam. Qc1. *Galium speciosum* Krendl (MFG) σε ανοιχτό δάσος, θαμνώνες *Juniperus* spp., ψευδαλπικά λιβάδια. *Galium verum* L. Qc4. *Valantia aprica* (Sibth. & Sm.) Boiss. & Heldr. (MFG) σε βραχώδεις πλαγιές και λιθώνες. SALICACEAE: *Populus tremula* L. Ab1. SAXIFRAGACEAE: *Saxifraga rotundifolia* L. ssp. *rotundifolia* Ca1,2 Cb1. *Saxifraga adscendens* L. ssp. *parnassica* (Boiss. & Heldr.) Hayek (MFG) σε ασβεστολιθικά βράχια της ψευδαλπικής ζώνης. SCROPHULARIACEAE: *Digitalis ferruginea* L. Ab3,4,5 *Digitalis grandiflora* Miller Oc1,2 Ca3 Cb1,2 Qf5,6 Qp4,5. *Digitalis viridiflora* Lindley Ps9. *Euphrasia salisburgensis* Funck ex Hoppe ssp. *salisburgensis* (MFG) σε ξηρά ασβεστολιθικά λιβάδια. *Scrophularia laciniata* Waldst. & Kit. var. *laciniata* (MFG) σε υγρές βραχώδεις θέσεις και σταθεροποιημένους λιθώνες. *Verbascum phlomoides* L. var. *phlomoides* Ps7,14,15,16. *Veronica chamaedrys* L. ssp. *chamaedryoides* Qc2,3,4 Qf1,2,3,4,5,6 Qp2,3,4,5 Ab1,3 Fs4. *Veronica glauca* Sibth. & Sm. ssp. *peloponnesiaca* (MFG) σε ανοιχτό ελατοδάσος και διάκενα. TILIACEAE: *Tilia tomentosa* Moench Oc4,5 Ca3 Cb1,2 Qp4. THYMELAEACEAE: *Daphne laureola* L. Ab1,3. *Daphne oleoides* Schreber Qc4 Oc4 Ps4,6,7,8,9,10,11. UMBELLIFERAE: *Eryngium amethystinum* L. Ps1,2,3,4,7,8,9. *Carum multiflorum* (Sibth. & Sm.) Boiss. (MFG) σε ασβεστολιθικά βράχια. *Geocaryum pindicolum* (Hausskn.) Engstrand (MFG) σε βραχώδεις πλαγιές και λιθώνες. *Heracleum sphondylium* L. ssp. *pyrenaicum* (Lam.) Bonnier & Layens Qf5. *Myrrhoides nodosa* (L.) Cannon Ab4. *Orlaya daucooides* (L.) Greuter Qc1,3,5 Ps7. *Physospermum cornubiense* (L.) DC. Oc1,2,5 Ca2,3 Cb1,2 Qf1,2,4,5 Qp1,2,3 Ab1,2,3 Fs4. *Sanicula europaea* L. Cb1 Ab1. *Scandix australis* L. ssp. *grandiflora* (L.) Thell. Ps7,14,15,16. *Trinia glauca* (L.) Dumort ssp. *pindica* Hartvig (MFG) σε πετρώδη και βραχώδη λιβάδια και σε πλαγιές με αραιή δασοκάλυψη. ULMACEAE: *Ulmus glabra* Hudson Ab1. URTICACEAE: *Urtica dioica* L. Ca2,3 Ab2,4 Fs2. VALERIANACEAE: *Valerianella coronata* (L.) DC. (MFG) σε ψευδαλπικά ποολίβαδα και λιθώνες. VIOLACEAE: *Viola alba* Besser Qc3,5, Oc3,4,5 Ca2. *Viola epirota* (Halacsy) Raus (MFG) σε πετρώδη λιβάδια και λιθώνες της ψευδαλπικής ζώνης. *Viola odorata* L. Cb2. *Viola reichenbachiana* Jordan ex Boreau Qf5,6 Qp2,4,5 Ab1,2,3. *Viola tricolor* L. ssp. *macedonica* (Boiss. & Heldr.) A. Schmidt Ps7.

MONOCOTYLEDONEAE

ARACEAE: *Arum maculatum* L. Ca2. CYPERACEAE: *Carex distachya* Desf. Qc2,3. *Carex flacca* Schreber Qc3 Qf1,6 Qp2. *Carex muricata* L. (MFG) σε δάση και λιβάδια της ορεινής ζώνης. GRAMINAE: *Aegilops neglecta* Req. ex Bertol. Ps5. *Agrostis stolonifera* L. (MFG) σε υγρά λιβάδια. *Anthoxanthum odoratum* L. Qc4 Qf6 Qp5 Ps3,4,5,6. *Avena sativa* L. Qc1. *Brachypodium pinnatum* (L.) P. Beauv. Cb1 Qp2 Ps1,7,8,13. *Brachypodium sylvaticum* (Hudson) P. Beauv. ssp. *sylvaticum* Ca2,3 Cb2 Qf3,4,5,6 Qp2. *Bromus cappadocicus* Boiss. & Balansa ssp. *lacmonicus* (Hausskn.) P.M. Smith (MFG) σε ανώδασικά ποολίβαδα. *Bromus squarrosus* L. Qc1 Ps1,5,6,7. *Cynosurus echinatus* L. Qc1,3 Ps5,6,7. *Dactylis glomerata* L. ssp. *glomerata* Qf1,2,3,4,5 Qp1,2,3,4,5 Fs4 Ps4,6,8,9,10,11. *Dasyphyrum villosum* (L.) Cand. Ps4,16. *Festuca koriticensis* Hayek & Vetter (MFG) σε ξηρά ψευδαλπικά λιβάδια. *Festuca valesiaca* Schleicher ex Gaudin Oc3 Ca2,3 Qf1,4 Qp1,2,3,5. *Festuca varia* Haenke Qc1,2,3,4

Oc2,4,5 Qf2,5,6 Ab4 Ps1,2,8. *Helictotrichon aetolicum* (Rech.) Holub (MFG) σε πετρώδη ψευδαλπικά λιβάδια. *Helictotrichon convolutum* (C. Presl) Henrard Qc2,3,4 Ps3,4,5,6. *Koeleria lobata* (Bieb.) Roemer & Schultes Ps7,11. *Lolium rigidum* Gaudin ssp. *rigidum* Qc3. *Melica uniflora* Retz Qc5 Oc5 Ca2,3 Cb1,2 Qp1,4,5 Ab1,2,3 Fs4. *Phleum alpinum* L. (MFG) σε ανώδασικά ποολίβαδα. *Phleum montanum* C. Koch Qc1. *Phleum pratense* L. Ps1,2,3,7,8. *Poa bulbosa* L. Qc3,4 Oc2,5 Ca1,2,3 Qf3 Ab4 Ps5,7,8,9,10,11. *Poa nemoralis* L. Qc3,4 Oc1,2,3 Ca3 Cb1,2 Qf2,4 Qp2,3,4,5 Ab4,5. *Poa thessala* Boiss. & Orph. (MFG) σε δασικά διάκενα, βραχώδη ψευδαλπικά λιβάδια. *Poa timoleontis* Heldr. ex Boiss. (MFG) σε πετρώδη λιβάδια και λιθώνες. *Poa trivialis* L. ssp. *sylvicola* (Guss.) H. Lindb. Fil. Ab4. *Stipa bromoides* (L.) Dorfler Qf5. *Stipa pennata* L. ssp. *pulcherrima* (C. Koch) Freitag Ps2,4,7, 14,15,16. *Trisetum flavescens* (L.) P. Beauv. ssp. *tenue* (Hackel ex Form.) Strid (MFG) σε ψευδαλπικά ποολίβαδα. JUNCACEAE: *Luzula forsteri* (Sm.) DC. Oc1,2,5 Ca2 Qf1,2,3,5,6 Qp1,2,3,4,5 Ab1. *Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy & Wilmott Ab3. LILIACEAE: *Asparagus acutifolius* L. Qc1,2,4,5 Oc3. *Allium guttatum* Steven ssp. *sardoum* (Moris) Stearn (MFG) σε ξηρά ασβεστολιθικά ποολίβαδα. *Fritillaria montana* Hoppe ex Koch Ps9. *Fritillaria thessala* (Boiss.) Kamari ssp. *ionica* (Halacsy) Kamari (MFG) σε δασικά διάκενα και ψευδαλπικά λιβάδια. *Muscari comosum* (L.) Miller Qc2 Oc1,5 Ca1,2 Fs4. *Muscari neglectum* Guss. Ps6,8,15,16. *Ruscus aculeatus* L. Qc3,5. *Tamus communis* L. Ca3. *Veratrum album* L. (MFG) σε υγρά ψευδαλπικά λιβάδια. ORCHIDACEAE: *Anacamptis pyramidalis* (L.) L.C.M. Richard Ps4. *Cephalanthera damasonium* (Miller) Druce Oc5 Qp4 Fs4. *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch Fs4. *Cephalanthera rubra* (L.) L.C.M. Richard Oc5 Ca3 Cb1,2 Qf1,2,4,5,6 Qp2,3,4,5 Ab3 Fs1,2,3,4. *Dactylorhiza saccifera* (Brongn.) Soo Oc2 Ab1. *Epipactis atrorubens* (Bernh.) Besser Qc2. *Epipactis helleborine* (L.) Crantz Qc4 Ab3 Fs1,3,4. *Epipactis microphylla* (Ehrh.) Swartz Ab3. *Limodorum abortivum* (L.) Swartz Qf5. *Neottia nidus-avis* (L.) L.C.M. Richard Qf5 Ab3 Fs1,2,3. *Platanthera chlorantha* (Custer) Reichenb. Ab1.

Βιβλιογραφία

- I.G.M.E. (Ινστιτούτον Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους) 1967-1970. Γεωλογικοί χάρτες της Ελλάδος 1:50.000 (φύλλα Ιωαννίνων, Δολιανών, Τσεπέλοβου). Αθήνα.
- Μαυρομμάτης Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης. Βιοκλιματικοί χάρτες. Ι.Δ.Ε.Α. Αθήνα.
- Μουντράκης Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδας. Θεσσαλονίκη.
- Σούλης Ν. 1994. Το κλίμα της Ηπείρου. Ιωάννινα.
- Strid A. (ed.) 1986. Mountain flora of Greece 1. Cambridge.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1991. Mountain flora of Greece 2. Edinburgh.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968, 1972, 1976, 1980. Flora Europaea 2, 3, 4, 5. Cambridge University Press, Cambridge.

Επισκόπηση της ιστορίας της βλάστησης της Ηπείρου

Γερασιμίδης Α., Φωτιάδης Γ. & Παναγιωτίδης Σ.

Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Από τα δεδομένα διαγραμματών ανάλυσης γύρης επιχειρείται μια συνοπτική αναπαράσταση της γενικής εικόνας της βλάστησης της Ηπείρου σε περιόδους του Πλειστοκαίνου και του Ολοκαίνου. Κατά τις παγετώδεις περιόδους επικρατεί, γενικά, βλάστηση ανοικτής στέπας. Παράλληλα, όμως, είναι σταθερή η εμφάνιση δασικής βλάστησης, ιδιαίτερα στις ορεινές περιοχές της Ηπείρου που λειτουργούν ως χώροι καταφυγής και επιβίωσης πολλών ξυλωδών ειδών της σημερινής εύκρατης ζώνης. Κατά τις μεσοπαγετώδεις περιόδους αναπτύσσεται πυκνή δασική βλάστηση, όπου κυριαρχούν τα μεικτά πλατύφυλλα με συμμετοχή ειδών που δεν υπάρχουν σήμερα. Κατά την παλαιότερη περίοδο του Ολοκαίνου η εξέλιξη της βλάστησης επηρεάζεται κυρίως από το κλίμα με αποτέλεσμα την ανάπτυξη δασών τόσο στις πεδινές όσο και στις ορεινές περιοχές. Η έναρξη της νεότερης περιόδου του Ολοκαίνου σηματοδοτείται από τις πρώτες ενδείξεις των ανθρωπογενών επιδράσεων στη βλάστηση, που στην Ήπειρο εμφανίζονται ήδη από τα μέσα της 6^{ης} π.Χ. χιλιετίας. Οι επεμβάσεις αυτές σχετίζονται κυρίως με κτηνοτροφικές δραστηριότητες και επιφέρουν, αλλού νωρίτερα και αλλού αργότερα, υποβάθμιση ή αφανισμό της δασικής βλάστησης. Τα κυριότερα στάδια εξέλιξης της βλάστησης κατά τις τελευταίες χιλιετίες είναι η μετατροπή των φυλλοβόλων δρυοδασών, κατά θέσεις και κυρίως σε χαμηλά και μέσα υψόμετρα, σε βλάστηση ψευδομακκί ή μακκί ενώ στις ορεινές περιοχές η δασική βλάστηση εξαφανίζεται ή υποχωρεί σε χαμηλότερα υψόμετρα καθώς σχηματίζονται τα ανθρωπογενή δασοόρια.

Review of the vegetation history of Epirus

Gerasimides A., Fotiadis G. & Panajiotidis S.

Laboratory of Forest Botany-Geobotany, Department of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

Based on data from pollen analysis diagrams an attempt is made to represent, in a synoptic manner, the vegetation history of Epirus during phases of the Pleistocene and Holocene. In general, during the glacial phases the open steppe vegetation dominates. Concurrently, though, the forest vegetation is constantly present especially in the mountainous regions of Epirus. In these regions, many woody species of the current

temperate zone withdrew and survived. During the interglacial phases, a dense forest vegetation mainly consisted of mixed broadleaves had developed, comprising many woody species that are now extinct. The vegetation development during the early Holocene is influenced by the climate, resulting in the growth of forests in the plains as well as in the mountainous regions. The beginning of the late Holocene is marked by the first evident of anthropogenic interventions on the vegetation. In Epirus, these interventions are already traced from the mid of the 6th millennium BC. Sooner or later, depending on the place, the human interventions, which include mostly pastoral activities, result in the degradation and even extinction of the forest vegetation. Major events in the vegetation development of the last millenniums are the transformation of the deciduous oak forests into pseudomacchie or macchie vegetation in areas of mainly low and middle altitudes and the disappearance or withdrawal of the mountainous forest vegetation in lower altitudes, where the forest limits have been formed as a result of human impact.

Εισαγωγή

Η Ήπειρος καταλαμβάνει το βορειοδυτικό άκρο της Ελλάδας. Είναι το ορεινότερο διαμέρισμα, με ιδιαίτερα έντονο και πολύπλοκο γεωμορφολογικό ανάγλυφο, που ξεκινά από τη θάλασσα του Ιονίου και καταλήγει στις κορυφογραμμές της Πίνδου. Τα χαρακτηριστικά αυτά, σε συνδυασμό με την αφθονία υπέργειων και υπόγειων υδάτων που σχετίζονται με τις αυξημένες βροχοπτώσεις, δημιουργούν πληθώρα εναλλασσόμενων μικροπεριβαλλόντων και αντίστοιχων μονάδων βλάστησης, ιδιαίτερης σημασίας και ενδιαφέροντος. Παράλληλα, όμως, είναι πολύ συχνή η εικόνα της υποβάθμισης της βλάστησης και γενικότερα του φυσικού περιβάλλοντος, ως αποτέλεσμα, κυρίως, της μακράς παρουσίας και δραστηριότητας του ανθρώπου στην περιοχή αυτή. Κατά τον Bailey (1997) η Ήπειρος κατοικείται συνεχώς από τον άνθρωπο επί 250.000 χρόνια και έχει υποστεί τις πλέον έντονες διαφοροποιήσεις του φυσικού της περιβάλλοντος, σχεδόν από οποιοδήποτε άλλο τμήμα της Ευρώπης.

Σε πολλές περιπτώσεις, η σημερινή βλάστηση είναι τελείως διαφορετική από την αντίστοιχη του παρελθόντος, σε βαθμό που να μην είναι δυνατή ακόμη και η πιθανολόγηση προηγούμενων καταστάσεων, με βάση τη σημερινή εικόνα. Την δυνατότητα διερεύνησης της βλάστησης του παρελθόντος μιας περιοχής, με περισσότερες ή λιγότερες λεπτομέρειες και με στοιχεία ή γεγονότα του παρελθόντος, παρέχει η μέθοδος ανάλυσης γύρης (παλυνολογική έρευνα).

Στην παρούσα έρευνα επιχειρείται μια αδρομερής παρουσίαση της ιστορικής εξέλιξης της βλάστησης της Ηπείρου, με τη βοήθεια των στοιχείων που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθόδου ανάλυσης γύρης σε διάφορες θέσεις της περιοχής αυτής.

Υλικά και μέθοδοι

Τα διαγράμματα γύρης αποτελούν τη συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων των εφαρμογών της μεθόδου ανάλυσης γύρης και αναπαριστούν, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, την εξελικτική πορεία της βλάστησης μιας περιοχής. Η μέθοδος ανάλυσης γύρης βασίζεται, αφενός, στην ικανότητα του εξωτερικού τμήματος των γυρεοκόκκων (σπερματοφύτα) και σπορίων (κρυπτόγαμα) να διατηρείται αναλλοίωτο κάτω από κατάλληλες συνθήκες και, αφετέρου, στην ποικιλομορφία των γυρεοκόκκων και σπορίων που παρέχει τη δυνατότητα αντιστοιχίας κάθε τύπου γύρης με τη

συστηματική μονάδα φυτών (taxon) από την οποία προέρχεται (Faegri & Iversen 1989). Η γύρη που αντιστοιχεί στην εκάστοτε βλάστηση διαδοχικών περιόδων του παρελθόντος μιας περιοχής, εντοπίζεται στις διαδοχικές στρώσεις (ορίζοντες) ενός πυρήνα ιζήματος (προφύλ), που παίρνεται με γεώτρηση. Βασική προϋπόθεση για την, απεριόριστη χρονικά, διατήρηση των γυρεοκόκκων στο ιζημα είναι η ύπαρξη συνθηκών που αποτρέπουν την οξείδωσή τους. Τέτοιες συνθήκες υπάρχουν σε μόνιμα υγρές θέσεις (λίμνες, έλη κ.ά.). Η χρονολόγηση των διάφορων φάσεων του διαγράμματος γίνεται, κυρίως, με τη βοήθεια της ραδιοχρονολόγησης ^{14}C συγκεκριμένων σημείων του ιζήματος.

Στην Ήπειρο, οι υδρολογικές συνθήκες ευνοούν την εμφάνιση θέσεων κατάλληλων για την λήψη ιζήματος με σκοπό την εφαρμογή της μεθόδου ανάλυσης γύρης. Μέχρι σήμερα υπάρχει μια σειρά διαγραμμάτων γύρης διάφορων περιοχών της Ηπείρου (Πίνακας 1, Εικ. 1), από τα δεδομένα των οποίων εντοπίστηκαν οι πληροφορίες για τη συνοπτική αναπαράσταση της ιστορικής εξέλιξης της βλάστησης που ακολουθεί. Τα περισσότερα από αυτά τα διαγράμματα καλύπτουν ένα μεγάλο ή μικρό τμήμα του Πλειστοκαίνου. Μάλιστα, το διάγραμμα I-249 (Tzedakis 1993) καλύπτει περίοδο 423.000 ετών, γεγονός που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την ιστορία της βλάστησης του Πλειστοκαίνου όχι μόνο της Ηπείρου αλλά, γενικότερα, των περιοχών της ΝΑ Ευρώπης. Παράλληλα, όλα τα διαγράμματα επεκτείνουν τη χρονική κάλυψη τους στο Ολόκαινο, αλλά σε αρκετά από αυτά δεν καλύπτεται το νεότερο τμήμα της περιόδου αυτής, καθώς το αντίστοιχο τμήμα του ιζήματος είτε λείπει, εξαιτίας της διάβρωσης, είτε δεν περιέχει διατηρημένους γυρεοκόκκους.

Πίνακας 1. Θέσεις, υψόμετρα και συγγραφείς παλυνολογικών ερευνών στην Ήπειρο.

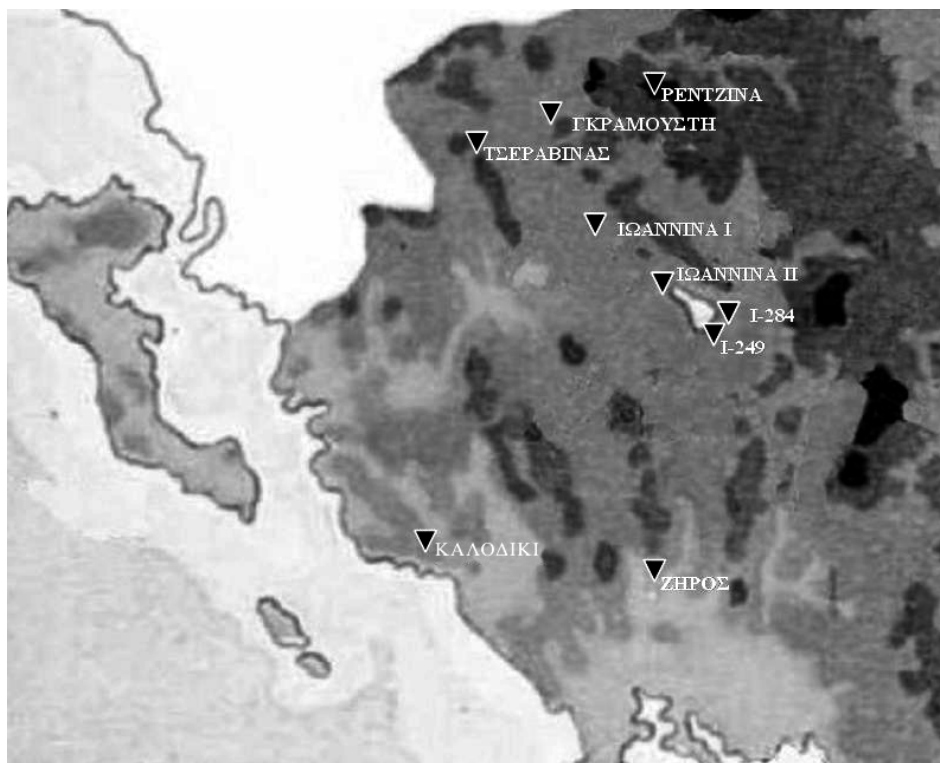
Θέση	Υπερθαλάσσιο υψόμετρο (m)	Συγγραφείς
Ζηρός	50	Turner & Sánchez-Goñi 1997
Γκραμουστή	285	Willis 1992a
Τσεραβίνας	450	Turner & Sánchez-Goñi 1997
Καλοδίκι	107	Ioakim & Christianis 1997
Ιωάννινα I, II	500	Bottema 1974, Lawson & al. 2004
Ιωάννινα I - 284	500	Lawson & al. 2004
Ιωάννινα I - 249	500	Tzedakis 1993
Ρεντζίνα	1800	Willis 1992b

Για τις, παρατιθέμενες στα διαγράμματα, χρονολογήσεις με τιμές σε έτη B.P. (Before Present), όπως δηλαδή δίνονται από τα εργαστήρια ραδιοχρονολόγησης ^{14}C , έγινε αναγωγή σε έτη π.Χ. ή μ.Χ., σύμφωνα με τις καμπύλες βαθμολόγησης των Stuiver & Becker (1993). Σε αρκετές περιπτώσεις προτιμάται η γενικότερη χρονική τοποθέτηση των διάφορων γεγονότων, διότι σε πολλές χρονολογήσεις η απόκλιση από τη μέση τιμή είναι πολύ μεγάλη.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Στη συζήτηση που ακολουθεί επιχειρείται η, κατά υψομετρικές ζώνες, διαχρονική αναπαράσταση της εξέλιξης της βλάστησης της Ηπείρου, με βάση τα δεδομένα των

διαγραμμάτων γύρης.



Εικόνα 1. Θέσεις της Ηπείρου όπου πραγματοποιήθηκαν παλυνολογικές έρευνες.

ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

Το Πλειστόκαινο χαρακτηρίζεται από έντονες κλιματικές εναλλαγές, καθώς οι παγετώδεις περίοδοι, με επικράτηση ψυχρού – ξηρού κλίματος, εναλλάσσονται με τις μεσοπαγετώδεις περιόδους, κατά τη διάρκεια των οποίων το κλίμα γίνεται θερμό και υγρό. Στη νότια παραμεσόγειο Ευρώπη, η εναλλαγή παγετωδών - μεσοπαγετωδών περιόδων έχει περισσότερο χαρακτήρα ξηρών - υγρών παρά ψυχρών - θερμών περιόδων και Γιαντό ο κρισιμότερος παράγοντας για την ανάπτυξη των φυτών είναι οι συνθήκες υγρασίας (Bottema 1974, Willis 1997).

Η σταδιακή αλλαγή της βλάστησης κατά την εναλλαγή των παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων μπορεί να παραλληλισθεί με την αντίστοιχη της βορειότερης Ευρώπης, με τη σημαντική διαφορά ότι στην Ήπειρο και, γενικότερα, στη νότια Ευρώπη τα διάφορα ξυλώδη είδη “διαχειμάζουν” κατά τη δυσμενή περίοδο σε τοπικά καταφύγια ενώ τα αντίστοιχα της Β. Ευρώπης πρέπει να μεταναστεύσουν σε περιοχές όπου θα μπορέσουν να επιβιώσουν.

Παγετώδεις Περίοδοι

Σύμφωνα με τα δεδομένα των διαγραμμάτων γύρης της Ηπείρου, κατά τις παγετώδεις περιόδους επικρατεί, γενικά, ανοικτή στεπική βλάστηση, με κυριαρχία ειδών *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Gramineae* και *Asteraceae*. Εντούτοις, η παρουσία δενδρώδων ειδών είναι σταθερή με, κατά κανόνα, περιορισμένη συμμετοχή στη γενική βλάστηση. Ιδιαίτερα στις πεδινές περιοχές, η έλλειψη υγρασίας είναι εντονότερη, με αποτέλεσμα η δενδρώδης βλάστηση να εμφανίζεται περισσότερο περιορισμένη (Turner & Sánchez-Gómez 1997, Willis 1992 a,b). Στις ορεινές περιοχές, μεταξύ των πολλών μικροπεριβαλλόντων που αναπτύσσονται εξαιτίας του έντονου γεωμορφολογικού αναγλύφου, εμφανίζονται και ορισμένα με αυξημένη υγρασία και, γενικότερα, με κατάλληλες συνθήκες για την επιβίωση των δενδρώδων ειδών που καταφεύγουν εκεί.

Οι ορεινές περιοχές της Ηπείρου, κατά τις παγετώδεις περιόδους, αποτελούν χώρους καταφυγής και επιβίωσης πολλών ειδών της σημερινής εύκρατης ζώνης για δύο, κυρίως, λόγους. Πρώτον, οι αλληλοδιαδεχόμενες οροσειρές της αλπικής πύχωσης, που ξεκινούν από την κεντρική Ευρώπη και καταλήγουν στα όρη της Ηπείρου (Πίνδος), βοηθούν στη μετανάστευση των φυτών μεταξύ βορειότερης Ευρώπης και Ηπείρου. Δεύτερον, η αποκοπή των βόρειων ψυχρών ανέμων εξαιτίας της γεωμορφολογίας και, ιδιαίτερα, η αυξημένη υγρασία των ορέων της Ηπείρου, χάρη στους ομβροφόρους ανέμους της Αδριατικής, ευνοούν την εμφάνιση μικροπεριβαλλόντων κατάλληλων για την επιβίωση των φυτών (Bottema 1974, Willis 1997, Lawson et al. 2004)

Στα διαγράμματα γύρης, τα περισσότερα δασικά δένδρα, κατά τις παγετώδεις περιόδους, εμφανίζουν μικρές έως ελάχιστες τιμές, που αντικατοπτρίζουν την πολύ περιορισμένη αλλά σταθερή παρουσία τους. Για παράδειγμα, στην ορεινή περιοχή της Ρεντζίνας, κατά την τελική παγετώδη περίοδο, οπότε επικράτησαν και οι δυσμενέστερες συνθήκες, διατηρήθηκαν δένδρα που αντιστοιχούν σε τουλάχιστον δέκα γένη φυτών (Willis 1992b). Όμως, όπως προαναφέρθηκε, τα περισσότερα είδη είχαν πολύ περιορισμένη εμφάνιση. Τα δένδρα που επικρατούν κατά τις παγετώδεις περιόδους είναι είδη των *Quercus* και *Pinus*. Σημαντική είναι και η παρουσία *Abies*, που αναπτύσσεται, προφανώς, στις ορεινές περιοχές ενώ υπάρχουν περιπτώσεις, όπως κατά την τελική φάση της προτελευταίας παγετώδους περιόδου (Riss), που τα ελατοδάση κυριαρχούν στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης των Ιωαννίνων (Bottema 1974). Αξίζει να σημειωθεί ότι η “ευρωπαϊκή” ελάτη (*Abies alba*) κατέφυγε για να επιβιώσει στη Βαλκανική χερσόνησο και, ιδιαίτερα, στον ελλαδικό χώρο όπου κατόπιν υβριδισμού με την “ελληνική” ελάτη (*Abies cephalonica*) δημιουργήθηκε το είδος *Abies borisii-regis*, που κυριαρχεί σήμερα στην οροσειρά της Πίνδου.

Μεσοπαγετώδεις Περίοδοι

Κατά τις μεσοπαγετώδεις περιόδους η εικόνα της βλάστησης αλλάζει ριζικά με την επικράτηση δασικής βλάστησης, κυρίως φυλλοβόλων πλατυφύλλων, που εμφανίζονται ως μεικτά δρυοδάση, στα οποία κυριαρχούν είδη *Quercus* και συμμετέχουν είδη *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Corylus* κ.ά., ενώ την ορεινή βλάστηση συμπληρώνουν εμφανίσεις *Fagus*, *Pinus* και *Abies*. Παράλληλα, η παρουσία ορισμένων ειδών, όπως των *Pistacia*, *Phillyrea* φανερώνει και την κατά θέσεις εμφάνιση φυτοκοινοτήτων της μεσογειακής βλάστησης (Turner & Sánchez-Gómez 1997).

Σημαντικά στοιχεία για την τελευταία μεσοπαγετώδη περίοδο (Eem) δίνει το

διάγραμμα Ιωάννινα II (Bottema 1974). Κατά την έναρξη της περιόδου αυτής, η ελάτη μειώνεται ραγδαία ενώ αυξάνονται τα φυλλοβόλα πλατύφυλλα μεικτά δρυοδάση που συνίστανται από είδη *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus orientalis* ή/και *Ostrya carpinifolia*¹ *Alnus*, *Celtis*, *Buxus* και *Parrotia*. Η εμφάνιση των τριών τελευταίων και, μάλιστα, η αυξημένη συμμετοχή των *Buxus* (μέχρι 10%) και *Parrotia* (μέχρι 11%), φανερώνει ότι κατά την περίοδο αυτή και, γενικότερα, κατά τις μεσοπαγετώδεις περιόδους, η βλάστηση που επικρατεί στα χαμηλά και μέσα υψόμετρα είναι διαφορετική από την αντίστοιχη του Ολοκαίνου. Ο Bottema (1974) παραλληλίζει τη βλάστηση της μεσοπαγετώδους περιόδου, που αποκαλύπτει το διάγραμμα γύρης, με τη σημερινή βλάστηση των Υρκανίων δασών στο Β. Ιράν. Τα δάση αυτά εντάσσονται στη φυτοκοινωνιολογική κλάση *Zelkova-Parrotietea*, της οποίας και άλλα στοιχεία, όπως είδη των *Zelkova*, *Albizia*, *Gleditschia*, *Diospyros* κ.ά., θεωρείται ότι συμμετείχαν στη σύνθεση της μεσοπαγετώδους δασικής βλάστησης σε περιοχές της Ηπείρου. Επιπλέον, ο Bottema (1974) επισημαίνει για το *Buxus* ότι, δεδομένης της υποαντιπροσωπευτικότητάς του στα διαγράμματα γύρης, το ιδιαίτερα υψηλό ποσοστό που εμφανίζει στη συγκεκριμένη φάση μπορεί να δικαιολογηθεί μόνο με έντονη δενδρώδη παρουσία ενός άλλου είδους και όχι του θαμνώδους *Buxus sempervirens*. Η ύπαρξη δενδρωδών ειδών, κατά την τελευταία μεσοπαγετώδη περίοδο, τα οποία εξαφανίζονται κατά την παγετώδη περίοδο που ακολουθεί, επιβεβαιώνεται από το *Parrotia*. Παράλληλα, καταφαίνεται ότι οι συνθήκες που επικρατούν κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο είναι ιδιαίτερα δυσμενείς, αφού προκαλούν τον αφανισμό ειδών που κατόρθωσαν να επιβιώσουν κατά τις προηγούμενες παγετώδεις περιόδους. Τέλος, δεδομένων των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στα Υρκάνια δάση, φαίνεται ότι, κατά την τελευταία μεσοπαγετώδη περίοδο στην Ήπειρο, οι βροχοπτώσεις είναι αυξημένες και η ξηρή περίοδος είναι μικρότερη σε σχέση με σήμερα.

Τελική Παγετώδης Περίοδος / Έναρξη Μεταπαγετώδους Περιόδου

Η τελευταία παγετώδης περίοδος (Würm) χαρακτηρίζεται από την επικράτηση των πλέον δυσμενών συνθηκών για τα φυτά και κατά τη διάρκειά της εξαφανίστηκαν αρκετά είδη που είχαν επιβιώσει στις προηγούμενες παγετώδεις περιόδους του Πλειστοκαίνου. Ιδιαίτερα κατά το τελικό στάδιο της, παρατηρείται αύξηση της ξηρότητας του κλίματος, που αντικατοπτρίζεται στην τροποποίηση της χλωριδικής σύνθεσης της στεπικής βλάστησης καθώς αυξάνεται η παρουσία των *Artemisia* και *Chenopodiaceae* ενώ μειώνονται τα *Asteraceae* και *Plillipendula* (Turner & Sánchez-Goñi 1997). Προς το τέλος του Πλειστοκαίνου, πριν την οριστική έναρξη βελτίωσης των συνθηκών, παρατηρείται μια αύξηση της παρουσίας θερμόφιλων απαιτητικών σε υγρασία δασικών ειδών επειδή οι κλιματικές συνθήκες γίνονται θερμότερες και υγρότερες. Η εξάπλωση *Quercus* σε βάρος *Pinus* και *Artemisia*, *Chenopodiaceae* σε βάρος *Gramineae* πιστοποιεί την άνοδο της θερμοκρασίας. Η εξάπλωση των θερμόφιλων ειδών παρουσιάζει μία πρόσκαιρη ένταση, γεγονός που φανερώνει ότι η βελτίωση των κλιματικών συνθηκών είναι περιορισμένης διάρκειας (Lawson et al. 2004). Το στάδιο αυτό, παραλληλίζεται με το αντίστοιχο Allerød

* Οι γυρεόκοκκοι των ειδών *Ostrya carpinifolia* και *Carpinus orientalis* δεν είναι δυνατόν να διακριθούν μεταξύ τους και συμπεριλαμβάνονται στον τύπο γύρης *Ostrya/C. orientalis*.

της βορειότερης Ευρώπης. Στη συνέχεια, η λήξη της παγετώδους περιόδου συνδυάζεται με νέα επιδείνωση των συνθηκών, κατά τη διάρκεια μιας μικρής περιόδου που παραλληλίζεται με την περίοδο Younger Dryas της βορειότερης Ευρώπης. Κατά την περίοδο αυτή, η στεπική βλάστηση επεκτείνεται παροδικά και συγχρόνως αυξάνεται η πεύκη ενώ μειώνεται η δρυς.

Κατά τη μεταβατική περίοδο από το Πλειστόκαινο προς το Ολόκαινο παρατηρείται ταχεία εξάπλωση της δασικής βλάστησης που αντικαθιστά σταδιακά τη στεπική. Στις χαμηλές θέσεις αναπτύσσονται σχεδόν αμιγή δρυοδάση ενώ στα μέσα και μεγάλα υψόμετρα τα δάση πλατυφύλλων είναι μεικτά, με κυριαρχία *Quercus* και συμμετοχή *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Corylus* κ.ά. (Turner & Sánchez-Goni 1997). Στις υψηλότερες θέσεις, έντονη παρουσία έχουν και τα δάση κωνοφόρων, όπου κυριαρχεί η πεύκη.

Γενικά, στις ορεινές περιοχές, η ποικιλία των δασικών δένδρων είναι μεγάλη, καθώς εξαπλώνονται σταδιακά τα διάφορα είδη δένδρων που επιβίωσαν στις περιοχές αυτές. Επιπλέον, η αναλογία “δενδρώδους/μη δενδρώδους βλάστησης” αυξάνεται στα μεγαλύτερα υψόμετρα. Η αναλογία αυτή αντικατοπτρίζεται στα διαγράμματα γύρης από το δείκτη AP:NAP (Arboreal Pollen : Non Arboreal Pollen), που δίνει τις εκάστοτε αναλογίες “γύρη δενδρωδών : γύρη μη δενδρωδών”. Ο δείκτης αυτός, για τη συγκεκριμένη περίοδο, είναι στα μέσα υψόμετρα 1:1 ενώ στα ανώτερα 3:1 (Willis 1997).

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Από την έναρξη του Ολοκαίνου, που για τον ελλαδικό χώρο τοποθετείται χρονικά στα 8600 π.Χ., το κλίμα γίνεται συνεχώς θερμότερο, επιταχύνοντας την επέκταση της δασικής βλάστησης σε βάρος της στεπικής. Κατά τις πρώτες χιλιετίες, η εξέλιξη της βλάστησης καθορίζεται σχεδόν αποκλειστικά από τους αβιοτικούς παράγοντες και, κυρίως, το κλίμα. Οι πρώτες ενδείξεις επέμβασης του ανθρώπου στη φυσική βλάστηση εμφανίζονται κατά την 6η π.Χ. χιλιετία. Στη συνέχεια, οι ανθρωπογενείς επιδράσεις στο φυσικό περιβάλλον γίνονται συνεχώς εντονότερες και ο άνθρωπος αποτελεί τον κύριο παράγοντα της διαμόρφωσης και εξέλιξης της βλάστησης. Η έναρξη των ενδείξεων των ανθρωπογενών επιδράσεων στην εξέλιξη της βλάστησης αποτελεί το κριτήριο διαίρεσης του Ολοκαίνου σε δύο περιόδους (παλαιότερη και νεότερη). Βέβαια, οι ενδείξεις αυτές δεν εμφανίζονται την ίδια χρονική στιγμή σε όλα τα διαγράμματα γύρης και, επομένως, ο καθορισμός μιας συγκεκριμένης χρονολογίας μετάβασης από την παλαιότερη προς τη νεότερη περίοδο του Ολοκαίνου δίνεται κατά προσέγγιση. Για τις περιοχές της Ηπείρου εκτιμάται ότι η μετάβαση αυτή έγινε αρκετά νωρίς, δηλαδή στα μέσα της 6^{ης} π.Χ. χιλιετίας.

Παλαιότερη Περίοδος Ολοκαίνου (8.600-5.500 π.Χ.)

Στα χαμηλά και μέσα υψόμετρα επικρατούν τα μεικτά δρυοδάση, στα οποία αυξάνεται σταδιακά τόσο η πυκνότητα όσο και η ποικιλότητα σε συμμετοχή πλατυφύλλων ξυλωδών ειδών. Μεταξύ των ειδών, εκτός του *Quercus* που κυριαρχεί αλλά παρουσιάζει σταδιακή μείωση, σημαντική παρουσία έχουν τα *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Acer*, *Carpinus orientalis* ή/και *Ostrya carpinifolia*, *Corylus* κ.ά. Κατά τις πρώτες χιλιετίες του Ολοκαίνου, το μέγιστο των τιμών γύρης *Pistacia*, σε συνδυασμό με την αφθονία των αγρωστωδών και την παρουσία του *Sanguisorba minor*, δείχνει ότι τα μεικτά φυλλοβόλα δρυοδάση ήταν αρκετά ανοικτά, επιτρέποντας την ανάπτυξη των ειδών αυτών. Το είδος *Pistacia* που επικρατεί κατά την περίοδο αυτή πρέπει να είναι το *Pistacia terebinthus*, καθώς η απουσία

στοιχείων μακκίας βλάστησης φανερώνει ότι οι κλιματικές συνθήκες είναι σχετικά ψυχρές για την ανάπτυξη του *Pistacia lentiscus*. Παράλληλα, η περίοδος αυτή θεωρείται ότι είναι σχετικά ξηρή (Bottema 1974, Lawson et al. 2004). Στη συνέχεια, ο περιορισμός των *Pistacia* και *Sanguisorba minor*, σε συνδυασμό με τη σταδιακή αύξηση των πλατύφυλλων δένδρων αποδίδεται στη μεταβολή των κλιματικών συνθηκών, που γίνονται υγρότερες καθώς αυξάνονται οι βροχοπτώσεις.

Στις ορεινές περιοχές της Ηπείρου, που αντιπροσωπεύονται από το διάγραμμα της Ρεντζίνας (Willis 1992b & 1997), κατά τις πρώτες χιλιετίες του Πλειστοκαίνου (8600-6400 π.Χ.) κυριαρχούν πυκνά μεικτά δρυοδάση, ανεβάζοντας την αναλογία AP:NAP στα 10:1. Στα μέσα της 6^{ης} π.Χ. χιλιετίας, η ελάτη εμφανίζει σημαντική αύξηση και εξελίσσεται σε κυρίαρχο συστατικό της συνολικής δασικής βλάστησης. Η αλλαγή αυτή, σε συνδυασμό με την παράλληλη ένταση της παρουσίας και άλλων ειδών όπως των *Fagus*, *Carpinus betulus* κ.ά. συνδέεται με τη μεταβολή των κλιματικών συνθηκών που προαναφέρθηκε.

Νεότερη Περίοδος Ολοκαίνου (5.500 π.Χ.-σήμερα)

Κατά τις πρώτες χιλιετίες της περιόδου (5500-2000 π.Χ.), μολονότι η εξέλιξη της βλάστησης καθορίζεται από την επίδραση των αβιοτικών παραγόντων, και κυρίως του κλίματος, η παρουσία του ανθρώπου και οι επεμβάσεις του στη βλάστηση γίνονται σταδιακά περισσότερο συχνές στα διαγράμματα γύρης. Μάλιστα, σε ορισμένες περιπτώσεις, τα αποτελέσματα των επεμβάσεων αυτών είναι καθοριστικά για την εξέλιξη της βλάστησης. Εντούτοις, τα γεγονότα αυτά έχουν κατά κανόνα τοπική εμβέλεια. Από τα μέσα της 3^{ης} π.Χ. χιλιετίας και εφεξής, οι επεμβάσεις του ανθρώπου στην εξέλιξη της βλάστησης, στις περιοχές της Ηπείρου και γενικότερα σε όλο τον ελλαδικό χώρο, γίνονται σταδιακά εντονότερες και σε μεγαλύτερη κλίμακα.

Γύρω στα μέσα της 6^{ης} π.Χ. χιλιετίας, στο διάγραμμα Τσεραβίνας (Turner & Sánchez-Gómez 1997), μειώνεται σημαντικά η *Quercus* και, γενικότερα, η δασική βλάστηση. Η παράλληλη αύξηση ορισμένων ποωδών, όπως *Artemisia*, *Plantago* και, ιδιαίτερα του *Pteridium*, συνδέονται με ένταση της βόσκησης στην περιοχή. Στο τμήμα του ιζήματος του προφίλ που αντιστοιχεί στην περίοδο αυτή, υπάρχει αφθονία τεμαχιδίων κάρβουνου, που φανερώνουν καύση της βλάστησης της περιοχής, προφανώς για τη δημιουργία βοσκοτόπων. Αυτή η ένδειξη ανθρωπογενούς επίδρασης στο φυσικό περιβάλλον είναι από τις αρχαιότερες στην Ελλάδα και, γενικότερα, στα Βαλκάνια. Η εικόνα της ανοικτής βλάστησης συνεχίζεται κατά τις νεότερες περιόδους και, μάλιστα, γύρω στα 2500 π.Χ. γίνεται περισσότερο εμφανής.

Ανάλογα γεγονότα αποκαλύπτει και το διάγραμμα Γκραμουστής (Willis 1992a). Ήδη, από τα τέλη της 5^{ης} π.Χ. χιλιετίας, μειώνονται σημαντικά όλα τα ξυλώδη είδη ενώ αυξάνονται τα ποώδη. Ο έντονος περιορισμός της δασικής βλάστησης προκαλεί φαινόμενα διάβρωσης και υποβάθμιση των εδαφών, όπως δείχνει, αφενός, η εισροή αλλόχθονου υλικού στο ιζήμα που δημιουργήθηκε κατά την περίοδο αυτή και, αφετέρου, η αύξηση των Compositae. Τα αποτελέσματα των γεγονότων αυτών είναι, τουλάχιστον εν μέρει, μη αναστρέψιμα καθώς, κατά την περίοδο που ακολουθεί και μέχρι περίπου τα 2500 π.Χ., ενώ λαμβάνει χώρα επανεγκατάσταση της δασικής βλάστησης σε μεγάλο βαθμό (AP:NAP = 7:1), η ποικιλότητα σε είδη είναι πολύ περιορισμένη ενώ ένα τμήμα των τιμών των ξυλωδών (AP) μπορεί να προέρχονται από

πρινώνες, που αναπτύχθηκαν εξαιτίας της βόσκησης*. Κατά τις τελευταίες χιλιετίες, η εικόνα της δασικής βλάστησης παραμένει σχεδόν σταθερή με κυριαρχία των *Quercus* (πιθανώς *Q. coccifera*) και *Carpinus orientalis* ή/και *Ostrya carpinifolia*, ενώ οι συγκεντρώσεις Mg στο ίζημα, φανερώνουν αστάθεια στη φυτοκάλυψη, που ευνοεί την έκπλυση του στοιχείου αυτού (Willis 1997).

Η καθοριστική επίδραση του ανθρώπου στην εξέλιξη της βλάστησης καταφαίνεται και στα διαγράμματα της περιοχής των Ιωαννίνων. Εντούτοις, τα γεγονότα αυτά δε συμπίπτουν χρονικά με τα αντίστοιχα των περιοχών Τσεραβίνας και Γκραμουστής, επιβεβαιώνοντας τη δυσκολία γενίκευσης της ιστορικής εξέλιξης της βλάστησης του ελλαδικού χώρου. Η πρώτη και διαφορετική από περιοχή σε περιοχή δραστηριότητα του ανθρώπου είχε ως αποτέλεσμα την αντίστοιχη διαφοροποίηση της εξέλιξης της βλάστησης.

Στην περιοχή των Ιωαννίνων (Lawson et al. 2004) παρατηρείται μείωση της δασικής βλάστησης κατά την περίοδο 4500-2400 π.Χ. Συγχρόνως αυξάνονται είδη που σχετίζονται με την κτηνοτροφία και τη γεωργία. Κατά την περίοδο 2400-250 π.Χ., παρατηρείται στην περιοχή μια εκπληκτική επανεξάπλωση της δασικής βλάστησης, δεδομένης της έντονης διάβρωσης που έλαβε χώρα κατά την προηγούμενη περίοδο. Μεικτά φυλλοβόλα δάση, ανάλογης σύνθεσης με τα αντίστοιχα της παλαιότερης περιόδου του Ολοκαίνου, αναπτύσσονται ενώ δεν επανέρχονται πλήρως τα κωνοφόρα *Abies* και *Pinus*, ίσως επειδή στα μεγάλα υψόμετρα τα οικοσυστήματα είναι πιο εύθραυστα. Παράλληλα, υπάρχει αύξηση της αναλογίας αειθαλούς / φυλλοβόλες δρύες, πιθανώς ως αποτέλεσμα της πίεσης της βόσκησης, ενώ η πληθώρα δημητριακών φανερώνει την εντατικοποίηση της γεωργίας στην κοιλάδα των Ιωαννίνων. Τα τελευταία γεγονότα προβληματίζουν σε σχέση με την παρατηρούμενη επανεγκατάσταση του δάσους. Είναι πιθανόν να περιορίστηκε η ανθρωπογενής δραστηριότητα στα χαμηλά υψόμετρα. Η μεταφορά δραστηριοτήτων στις ορεινές περιοχές εμφανίζεται συχνά στα διαγράμματα γύρης της Ελλάδας και συνδέεται με ιστορικά γεγονότα που ανάγκασαν τους κατοίκους των πεδινών περιοχών να καταφύγουν στα όρη για να επιβιώσουν (Γερασιμίδης 1995, Γερασιμίδης et al. 2002). Αξίζει εδώ να σημειωθεί ο πολλαπλός ρόλος των ορέων της Ελλάδας ως τόπος καταφυγής και επιβίωσης καθώς, ανάλογα με την περίπτωση, σε αυτά καταφεύγουν για να προστατευθούν τόσο τα απειλούμενα στοιχεία της χλωρίδας και πανίδας όσο και ο ίδιος ο άνθρωπος. Μια δεύτερη και τελική αποδράση στην ευρύτερη περιοχή των Ιωαννίνων, κατά την περίοδο 250 π.Χ.-450 μ.Χ., κατεβάζει τις τιμές της δασικής βλάστησης στα επίπεδα της παγετώδους περιόδου. Από τα ξυλώδη φυτά αυξημένες τιμές έχουν μόνο η, προφανώς, καλλιεργούμενη ελιά και το φυλλύκι, που αποτελεί στοιχείο της μακκίας βλάστησης. Η αύξηση των δημητριακών και των ζιζανίων (*Plantago*, *Ariaceae*) φανερώνουν σύγχρονη επέκταση των καλλιεργειών.

Τα δεδομένα των διαγραμμάτων γύρης από τις περιοχές μέσω υψομέτρων που προαναφέρθηκαν (Τσεραβίνας, Γκραμουστή, Ιωάννινα) παρέχουν τη δυνατότητα της αναπαράστασης της ιστορικής εξέλιξης της βλάστησης του ευρύτερου χώρου. Εντούτοις, από τα στοιχεία του διαγράμματος Ζηρού (Turner & Sánchez-Gómez 1997) από χαμηλή θέση και του αντίστοιχου της Ρεντζίνας (Willis 1992b, 1997) από υψηλή,

* Στα διαγράμματα Γκραμουστής και Ρεντζίνας δεν γίνεται διάκριση μεταξύ αειθαλών και φυλλοβόλων δρυών σύμφωνα με τους δύο τύπους γύρης *Quercus ilex* - type και *Quercus robur* - type, που περιλαμβάνουν τη γύρη των αειθαλών και των φυλλοβόλων δρυών αντίστοιχα.

αποσπώνται ορισμένα ιδιαίτερα στοιχεία για την εξέλιξη της βλάστησης στις πεδινές και ορεινές περιοχές.

Στις πεδινές περιοχές, τα μεικτά δρυοδάση που αναπτύσσονται κατά την παλαιότερη περίοδο του Ολοκαίνου επηρεάζονται σημαντικά από την εμφάνιση ή επέκταση αφενός των *Carpinus orientalis* ή/και *Ostrya carpinifolia* και αφετέρου των σκληρόφυλλων πλατύφυλλων, όπως τα *Quercus coccifera* ή/και *Q. ilex*, *Phillyrea* και *Olea*. Τα τελευταία, σε συνδυασμό με την εμφάνιση των *Pistacia*, *Spartium* και *Cistus* φανερώουν ανάπτυξη ευμεσογειακής βλάστησης αειφύλλων πλατύφυλλων, ανάλογης με τη σημερινή, που εμφανίζεται στην περιοχή μέχρι υψόμετρο 400 m περίπου. Στη συνέχεια, νέα μείωση των δρυοδασών και αύξηση δεικτών ανοικτής βλάστησης (τύποι γύρης *Taraxacum* και *Centaurea nigra*) σχετίζεται με την αύξηση των ενδείξεων καλλιέργειας, κυρίως, των δημητριακών και λιγότερο της αμπέλου, της ελιάς και της καρδιάς. Παράλληλα, σαφείς ενδείξεις ανοικτής βλάστησης και, επομένως, αυξημένης διάβρωσης παρέχει και η ανάλυση του ιζήματος που αντιστοιχεί στην περίοδο αυτή.

Στις ορεινές περιοχές, η δασική βλάστηση αρχίζει να περιορίζεται συγχρόνως με την έναρξη της νεότερης περιόδου του Ολοκαίνου, με αποτέλεσμα η τιμή της αναλογίας AP:NAP να διαμορφωθεί σε 2:1. Το γεγονός αυτό συσχετιζόμενο με τις ενδείξεις των ανθρωπογενών επεμβάσεων στη βλάστηση των χαμηλότερων περιοχών καθώς και με την εντατικοποίηση της εισροής αλλόχθονου υλικού, που παρατηρείται στα ιζήματα που δημιουργούνται κατά την περίοδο αυτή, δεν μπορεί να αποδοθεί αποκλειστικά σε αύξηση των βροχοπτώσεων, αλλά, κυρίως, σε ανθρωπογενή καταστροφή της δασικής βλάστησης. Τη συγκεκριμένη υπόθεση ενισχύει και η παράλληλη αύξηση της ποικιλότητας των ποωδών ειδών, που αποτελεί στοιχείο πρώτης ανθρωπογενούς επέμβασης σε μια περιοχή (Birks 1986). Η απουσία δεικτών καλλιέργειας δείχνει ότι η αποδάσωση έγινε μάλλον για κτηνοτροφική παρά για γεωργική δραστηριότητα. Μάλιστα, η σύγχρονη εκχέρωση χαμηλών και υψηλών περιοχών επιτρέπει την υπόθεση των εποχιακών μετακινήσεων των κοπαδιών, δηλαδή το χειμώνα στους πεδινούς και το θέρος στους ορεινούς βοσκοτόπους (Willis 1997).

Γύρω στο 2500 π.Χ., μια νέα αποδάσωση έχει ως αποτέλεσμα ο δείκτης AP:NAP να μειωθεί περαιτέρω σε 1:1, δηλαδή σε τιμές ανάλογες της τελικής παγετώδους περιόδου. Ο περιορισμός της δασικής βλάστησης, σε συνδυασμό με την εντατική βόσκηση που ακολούθησε, είχε ως αποτέλεσμα την έντονη διάβρωση του εδάφους και την δημιουργία συνθηκών, που σε μεγάλο βαθμό γίνονται απαγορευτικές για την επανεγκατάσταση του δάσους και είναι κατάλληλες μόνο για ποώδη φυτά, που μπορούν να αναπτυχθούν σε υποβαθμισμένα εδάφη, όπως είδη *Chenopodiaceae*, *Artemisia*, *Rumex* κ.ά.. Παρόλα αυτά, η ανάπτυξη πευκοδάσους την περίοδο μεταξύ 0-800 μ.Χ., δείχνει ότι υπήρχαν ακόμα οι προϋποθέσεις ανάπτυξης δασών που, όμως, δεν είχαν καμία σχέση με τα μεικτά δάση, με πληθώρα ειδών, των πρώτων χιλιετιών του Ολοκαίνου. Η ανάπτυξη του πευκοδάσους αποδίδεται είτε σε αύξηση των βροχοπτώσεων κατά την περίοδο αυτή, είτε σε ύφεση της δραστηριότητας του ανθρώπου στις ορεινές περιοχές ή, τέλος, σε συνδυασμό αμφοτέρων των λόγων αυτών. Όμως, ήδη από την έναρξη της τελευταίας χιλιετίας, διαμορφώνεται η τελική εικόνα της βλάστησης στις ορεινές περιοχές με την κυριαρχία των ανοιχτών χορτολιβαδικών εκτάσεων. Ως κύρια αιτία για τη διαμόρφωση της εικόνας αυτής θεωρείται η βόσκηση. Η Willis (1997) τονίζει ότι η καταληκτική εικόνα της βλάστησης έρχεται σε δυσαρμονία με την αντίστοιχη του παρελθόντος, πριν

τις επιπτώσεις των επιδράσεων του ανθρώπου, καθώς οι ορεινές περιοχές είναι γυμνές από δάση ενώ στις πεδινές αναπτύσσονται δρυοδάση, έστω και αν πρόκειται, κυρίως, για πρινώνες, που προέρχονται από υποβάθμιση των μεικτών φυλλοβόλων δρυοδασών, εξαιτίας της βόσκησης.

Βιβλιογραφία

- Bailey G. 1997. The Klithi project: history, aims and structure of investigations. Pp. 3-26. In: Baily G. (ed.), Klithi: palaeolithic settlement and Quaternary landscapes in northwestern Greece 1. Mc Donald Institute Monography, Cambridge.
- Birks H.J.B. 1986. Changes in vegetation. In Berglund B.E. (ed.), Handbook of Holocene palaeoecology and palaeohydrology. Chichester.
- Bottema S. 1974. Late Quaternary vegetation history of northwestern Greece. PhD Thesis. Rijksuniversiteit te Groningen, Groningen, pp 190.
- Fægri K. & Iversen J. 1989. Textbook of pollen analysis, 4th edn. London.
- Γερασιμίδης Α. 1995. Ανθρωπογενείς επιδράσεις στην εξέλιξη της δασικής βλάστησης στην Ελλάδα. Στοιχεία από διαγράμματα γύρης. Επιστημονική Επετηρίδα Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ. ΛΗ:1, 170-203.
- Γερασιμίδης Α., Αθανασιάδης Ν. & Παναγιωτίδης Σ. 2002. Συσχέτιση στοιχείων της εξελικτικής πορείας της βλάστησης με ιστορικά δεδομένα σε διάγραμμα γύρης του όρους Πάικο. Πρακτικά του 10ου Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας 226-236.
- Ioakim C. & Christianis K. 1997. Late Quaternary of a peat profile from the Kalodiki peatland in Epirus, Western Greece: sedimentary and vegetational history. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 148: 95-104.
- Lawson I., Frogly M., Bryant C., Preece R. & Tzedakis P.C. 2004. The Lateglacial and Holocene environmental history of the Ioannina basin, north-western Greece. Quat. Sci. Rev. 23: 1599-1625.
- Stuiver M. & Becker B. 1993. High-precision calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950-6000 BC. Radiocarbon 35: 35-65.
- Tzedakis P.C. 1993. Long-term tree populations in northwest Greece through multiple Quaternary climatic cycles. Nature 364: 437-440.
- Turner C. & Sánchez-Gómez M. 1997. Late glacial landscape and vegetation in Epirus. Pp. 559-585. In: Baily G. (ed.), Klithi: Palaeolithic settlement and Quaternary landscapes in northwestern Greece 2. Mc Donald Institute Monography, Cambridge
- Willis K.J. 1992a. The late Quaternary vegetation history of northwest Greece. I. Gramousti lake. New Phytot. 121: 101-117.
- Willis K.J. 1992b. The late Quaternary vegetation history of northwest Greece. II Rezina marsh. New Phytot. 121: 119-138.
- Willis K.J. 1997. Vegetation History of the Klithi Environment: a Palaeoecological Viewpoint. Pp. 395-414. In: Baily G. (ed.), Klithi: palaeolithic settlement and Quaternary landscapes in northwestern Greece 2. Mc Donald Institute Monography, Cambridge.

Βιολογία Διατήρησης του απειλούμενου φυτού *Bupleurum capillare* Boiss. & Heldr.

¹Γεωργίου Κ., ¹Δελιπέτρου Π., ²Καρέτσος Γ., ²Τσαγκάρη Κ.,
¹Ιωαννίδου Ε., & ¹Σμυρνή Β.

¹Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, Αθήνα 15784.

²ΕΘΙΑΓΕ-Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας
Δασικών Προϊόντων, Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια 11728.

Περίληψη

Στην εργασία αυτή διερευνήθηκαν η εξάπλωση και η κατάσταση διατήρησης του σπάνιου και προστατευόμενου τοπικού ενδημικού φυτικού είδους *Bupleurum capillare*. Χαρτογραφήθηκε και μετρήθηκε το σύνολο των υποπληθυσμών του, καταγράφηκαν οι οικολογικές συνθήκες εμφάνισής του και οι απειλές και πιέσεις που δέχεται και εκπονήθηκε πενταετές σχέδιο παρακολούθησης και διαχείρισής του. Τέλος συλλέχθηκαν σπέρματα, καταρτίστηκε το πρωτόκολλο της φύτρωσής τους και αποθηκεύτηκαν στην τράπεζα γενετικού υλικού του Τομέα Βοτανικής.

Conservation Biology of the threatened plant *Bupleurum capillare* Boiss. & Heldr.

¹Georgiou K., ¹Delipetrou P., ²Karetsos G., ²Tsagari K., ¹Ioannidou E. & ¹Smyrni V.

¹Department of Botany, National and Kapodistrian University of Athens

²NAGREF, National Agricultural Research Foundation,
Institute of Forest Mediterranean Ecosystems and Forest Products Technology

Abstract

The distribution and conservation status of the rare and protected local endemic plant species *Bupleurum capillare* were investigated. The project included mapping and counting of its subpopulations, recording of its habitat and of the pressures and threats it suffers and elaboration of 5year monitoring and management plans. Also, seeds were collected and deposited in the seedbank of Botany Department.

Εισαγωγή

Το φυτό *Bupleurum capillare* Boiss. & Heldr. περιλαμβάνεται στο Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων φυτών της Ελληνικής χλωρίδας (Phitos et al. 1995) ως σπάνιο και στη Βάση Δεδομένων του Παγκόσμιου Κέντρου Παρακολούθησης της Διατήρησης ως

κινδυνεύον (IUCN 1997). Ως προς το καθεστώς προστασίας του, σε εθνικό επίπεδο, προστατεύεται βάσει του Προεδρικού Διατάγματος 67/82, και σε Διεθνές βάσει της Σύμβασης της Βέρνης (Παράρτημα I) και της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ (Παράρτηματα II, ως είδος προτεραιότητας, και IV). Είναι τοπικό ενδημικό είδος με εξάπλωση στα όρη Παρνασσός και Γκιώνα, σε υψόμετρα από 800 έως 1250 m. Είναι ποώδες ετήσιο φυτό, ύψους (10-) 30-50 (-60) cm με κίτρινα άνθη. Παρά τη σπανιότητα και την πολλαπλή νομοθετημένη προστασία του *B. capillare*, το είδος δεν παρακολουθείται και δεν εφαρμόζεται προς το παρόν κανενός είδους διαχειριστικό μέτρο.

Καθώς η προστασία του *B. capillare* αποτελεί προτεραιότητα για την εκπλήρωση των υποχρεώσεων της Ελλάδας που απορρέουν από την Οδηγία 92/43, στο πλαίσιο του Προγράμματος «Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη» του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε εκπονήθηκε το έργο «Παρακολούθηση και καταγραφή των πληθυσμών του φυτικού είδους προτεραιότητας του Παραρτήματος II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ *Bupleurum capillare* Boiss. & Heldr. στις περιοχές του Δικτύου ΦΥΣΗ 2000, Νοτιοανατολικός Παρνασσός – Εθνικός Δρυμός Παρνασσού και όρος Γκιώνα». Κύριοι στόχοι του έργου ήταν ο εντοπισμός και η χαρτογράφηση των θέσεων εξάπλωσης του φυτού, η καταγραφή των οικολογικών συνθηκών εμφάνισης και των απειλών που αντιμετωπίζει, η εκτίμηση της κατάστασης διατήρησής του και η θεμελίωση της παρακολούθησης και διαχείρισής του με *in situ* και *ex situ* προστατευτικά μέτρα.

Υλικά και μέθοδοι

Έγινε εξακρίβωση της παρουσίας του φυτού στις γνωστές θέσεις (βιβλιογραφία, εμπειρία ομάδας εργασίας) και διερεύνηση της παρουσίας του σε κατάλληλα ενδιαίτηματα σε άλλες θέσεις του Παρνασσού και της Γκιώνας. Οι συντεταγμένες των θέσεων εξάπλωσης λήφθηκαν με GPS και σημειώθηκαν σε τοπογραφικό χάρτη. Η εξάπλωση αποτυπώθηκε σε ψηφιοποιημένους χάρτες.

Η εκτίμηση του μεγέθους του πληθυσμού έγινε με άμεση καταμέτρηση όλων των ατόμων σε κάθε ενδιαίτημα σε κάθε θέση (Ιούλιος, Σεπτέμβριος, Οκτώβριος 2003). Σε κάθε θέση συλλέχθηκαν στοιχεία για το ενδιαίτημα (τοπογραφία, υπόστρωμα, έκθεση, κλίση, φυτοκοινότητα) και τους παράγοντες πίεσης για το είδος.

Για την αξιολόγηση της κατάστασης διατήρησης χρησιμοποιήθηκε το σύστημα κατάταξης σε κατηγορίες κινδύνου της IUCN (2001, 2003).

Αποτελέσματα

Εντοπισμός και χαρτογράφηση των θέσεων εξάπλωσης

Οριοθετήθηκε η περιοχή εξάπλωσης του *Bupleurum capillare*. Συνολικά σημειώθηκαν 9 τοπικοί πληθυσμοί στον τοπογραφικό χάρτη (Εικ. 1).

Παρνασσός. Εξακριβώθηκε η παρουσία του είδους στις γνωστές, πρόσφατα επιβεβαιωμένες θέσεις (Snogerup, 1995) ΒΔ, Β και ως 6km Δ της Αράχοβας (θέσεις χάρτη 1, 2, 3 και 4). Σημειώνεται ότι στη θέση 1 ανακαλύφθηκε το είδος *Bupleurum capillare* (*locus classicus*), το 1854. Δεν στάθηκε δυνατό να εντοπιστεί το είδος στη θέση 5km Α της Αράχοβας προς Λιβαδειά, μεταξύ των θέσεων Σκαλιά-Παλουκάκια (συλλογή του 1854, De Halácsy, 1901). Οι τοποθεσίες αυτές στάθηκε αδύνατο να αναγνωριστούν και το είδος δεν εντοπίστηκε στην περιοχή ανατολικά της Λιβαδειάς.

Γκιώνα. Εξακριβώθηκε η παρουσία του είδους στις θέσεις που ανακαλύφθηκαν πρόσφατα Δ. της Άμφισσας (Snogerup & Snogerup, 2001· θέση χάρτη 9) και Δ. της Βάργיאνης (Καρέτσος, 2000-2001, προσωπική επικοινωνία· θέσεις χάρτη 5 και 6) και η τελευταία επεκτάθηκε προς τα βόρεια (θέσεις χάρτη 7 και 8).

Το είδος αναπτύσσεται συνήθως κατά ομάδες και σπάνια απαντούν μεμονωμένα άτομα. Μετρήθηκαν ομάδες με πυκνότητες ως 261 άτομα σε 5 m² αλλά και ομάδες με 2-10 άτομα στην ίδια έκταση. Παρόλο που δεν έγινε μελέτη της χωροταξικής κατανομής, φαίνεται ότι η κατανομή των συστάδων δεν είναι ούτε ομοιόμορφη ή κανονική, ούτε τυχαία αλλά συσσωρευμένη (δηλαδή εξάπλωση κατά θέσεις με διαφορετικούς αριθμούς ατόμων, χωρίς κανένα πρότυπο). Ο τύπος αυτός κατανομής καθιστά εξαιρετικά δύσκολη την εκτίμηση του μεγέθους του πληθυσμού αν δεν γίνει καταμέτρηση όλων των ατόμων.

Καταγραφή των οικολογικών συνθηκών εμφάνισης – Κύκλος ζωής

Τα χαρακτηριστικά το ενδιαίτηματος του *B. capillare* παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1.

Το *B. capillare* αποικίζει ενδιαίτηματα που έχουν κοινά εδαφικά χαρακτηριστικά. Στην περιοχή του Παρνασσού φύεται εντός αμπελώνων και σε λιθώνες, τα εδάφη των οποίων τουλάχιστον επιφανειακά, συντίθενται από ασβεστολιθικές κροκάλες και λίθους. Στην ουσία δεν συζητάμε για ύπαρξη εδάφους, αλλά για ένα επιφανειακό αδρομερές υλικό που συγκεντρώνει λεπτόκοκκο έδαφος ενδιάμεσα στις κροκάλες και στα βαθύτερα στρώματα. Στις θέσεις της Γκιώνας το εδαφικό υλικό δεν διαφοροποιείται ουσιαστικά, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων, όπου τα επιχώματα είναι πλουσιότερα σε λεπτό εδαφικό υλικό κατά θέσεις. Εν κατακλείδι αναπτύσσεται σε ορυκτό έδαφος και δεν εμφανίζεται σε εδάφη με διαμορφωμένους ορίζοντες. Το ασβεστολιθικό υπόστρωμα, καθώς διαθέτει μεγάλη θερμοχωρητικότητα, το φτωχό έδαφος και οι επικρατούσες κατά βάση νότιες εκθέσεις υποδεικνύουν έντονες ξηροθερμικές συνθήκες.

Τα αρτίβλαστα εμφανίζονται στην περιοχή εξάπλωσης αργά την άνοιξη ή αρχές του θέρους και το φυτό είναι σε πλήρη ακμή το θέρος, έως αργά το φθινόπωρο. Επιπλέον, δεν εμφανίζονται όλα τα άτομα μαζί αλλά διαδοχικά, ώστε τη διάρκεια του θέρους, να αντιπροσωπεύονται όλα τα στάδια ανάπτυξης του φυτού, από νεαρά έως ώριμα. Δηλαδή, τόσο η περίοδος ανθοφορίας (Ιούλιος-Οκτώβριος) όσο και η περίοδος καρποφορίας (Σεπτέμβριος-Νοέμβριος) είναι παρατεταμένες. Εξάλλου και στο ίδιο άτομο, η έκπτυξη των ανθέων καθώς και η ανάπτυξη των καρπών δεν είναι ταυτόχρονες. Προκαταρκτικές μετρήσεις, δείχνουν ότι παράγεται μεγάλος αριθμός υγιών σπερμάτων ανά φυτό (1 ώριμο άτομο μπορεί να παράγει 450 ανθίδια που όλα μετατρέπονται σε καρπούς).

Πίνακας 1. Τα χαρακτηριστικά του ενδιαιτήματος του *B. capillare*.

Ορεινό Συγκρότημα	Θέση χάρτη	Ενδιαιτήμα – Γεωλογικό υπόστρωμα	Εκθεση	Κλίση %	Υψόμετρο
Παρνασσός	1	Εγκαταλελειμμένο αμπέλι σε πετρώδες έδαφος και σχετικά σταθεροποιημένος λιθώνας, σε ασβεστόλιθο.	NNΔ	20-45	1073
Παρνασσός	2	2α, 2β Παλαιές καλλιέργειες, κοντά σε ρίζες αμπελιών, πουρνარიού και ελιάς σε πετρώδες-χαλικώδες έδαφος σε σχετικά επίπεδη θέση, σε ασβεστόλιθο.	NNΔ	Ποικίλη	940
Παρνασσός	3	Ελαιώνες και αμπέλια, ή στις παρυφές φυσικής βλάστησης, σε πετρώδες-χαλικώδες έδαφος σε επίπεδες ή κεκλιμένες θέσεις, σε ασβεστόλιθο.	N	Ποικίλη	640-652
Παρνασσός	4	Ελαιώνες σε πετρώδες-χαλικώδες έδαφος και σε λιγότερο ή περισσότερο σταθεροποιημένους λιθώνες, σε επίπεδες ή κεκλιμένες θέσεις, σε ασβεστόλιθο.	N	Ποικίλη	545-600
Γκιώνα	5	5α-5ε Παλαιό μεταλλείο βωξίτη. Αποθέσεις σε επίπεδες ή κεκλιμένες θέσεις, σε ασβεστόλιθο.	Ποικίλη	Ποικίλη	930-970
Γκιώνα	6	6α Αποθέσεις πάνω από το δρόμο.	NNA		875
		6β Επίπεδο πλάτωμα σε πρηνές δρόμου, σε πετρώδες έδαφος.			880
		6γ Απότομη ρεματιά με σχετικά σταθεροποιημένο ή χαλαρό λιθώνα.	A, BA, NA	50	825-875
Γκιώνα	7	Πρηνές δρόμου, πετρώδες έδαφος σε κολλουβιακές αποθέσεις.	ABA	45	510
Γκιώνα	8	8α-8β Αποθέσεις στην άκρη δρόμου, σε ποικίλη κλίση, σε ασβεστόλιθο.	Ποικίλη	Ποικίλη	740
Γκιώνα	9	9α-9ε Πρηνές δρόμου, σε αποθέσεις και σχετικά σταθεροποιημένους λιθώνες, συνήθως και μεγάλες κλίσεις, αλλά και σε σχεδόν επίπεδες θέσεις.	BBA - BA	Ποικίλη	900-1120

Καταγραφή των παραγόντων απειλής

Προκειμένου να αξιολογηθούν οι εξωγενείς πιέσεις που αντιμετωπίζει το είδος και η πιθανότητα μείωσης ή καταστροφής των υποπληθυσμών του, καταγράφηκαν οι ανθρώπινες δραστηριότητες και οι παράγοντες που αποτελούν απειλές για το *Bupleurum capillare* σε κάθε θέση (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Ανθρώπινες δραστηριότητες και απειλές για το *Bupleurum capillare*.

Ορεινό Συγκρότημα	Θέση χάρτη	Δραστηριότητες - Απειλές
Παρνασσός	1, 2	Απώλεια ενδιαιτήματος λόγω αλλαγής χρήσεων γης. Η μεγάλη, συνεχιζόμενη ανάπτυξη του χειμερινού τουρισμού και ο οικοδομικός οργανισμός στην περιοχή καθιστούν πιθανή την μελλοντική αξιοποίηση του οικοπέδου.
Παρνασσός	3, 4	Απώλεια ενδιαιτήματος λόγω αλλαγής χρήσεων γης. Ο πληθυσμός αναπτύσσεται σε εν ενεργεία καλλιέργειες και σε λιθώνες και δεν φαίνεται προς το παρόν να απειλείται άμεσα.
Γκιώνα	5	Απώλεια ενδιαιτήματος λόγω αλλαγής χρήσεων γης. Γίνεται αποκατάσταση του χώρου των παλιών ορυχείων και ενδέχεται να επηρεαστούν οι συστάδες του φυτού.
Γκιώνα	6	Ο τοπικός πληθυσμός δεν φαίνεται να απειλείται. Πιθανή απειλή αποτελεί η απομάκρυνση των αποθέσεων όπου αναπτύσσεται.
Γκιώνα	7	Ο τοπικός πληθυσμός δεν φαίνεται να απειλείται.
Γκιώνα	8	Ο τοπικός πληθυσμός δεν φαίνεται να απειλείται. Πιθανή απειλή αποτελεί η απομάκρυνση των αποθέσεων όπου αναπτύσσεται.
Γκιώνα	9	Ο τοπικός πληθυσμός δεν φαίνεται να απειλείται. Η ενδεχόμενη ασφαλτόστρωση ή επέκταση του οδικού δικτύου δεν αναμένεται να επηρεάσουν σημαντικά το φυτό αλλά μπορεί να καταστρέψουν μέρος των συστάδων.

Κατάσταση διατήρησης

Κατά τα κριτήρια της IUCN (2001) και σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3, το *Bupleurum capillare* χαρακτηρίζεται ως Εύρωτο (VU, κριτήριο D2: συνολική περιοχή κατάληψης πληθυσμού ~20km², λιγότερες από 5 θέσεις). Αν διαπιστωθούν ακραίες διακυμάνσεις του μεγέθους του πληθυσμού ή των θέσεων εξάπλωσης, ή αν επισυμβεί απώλεια ενδιαιτήματος τότε το είδος θα περάσει σε υψηλότερη κατηγορία κινδύνου: Κινδυνεύον (EN, κριτήριο B1a+c: έκταση πληθυσμού <500km² και μέχρι 5 θέσεις και ακραίες διακυμάνσεις του μεγέθους του πληθυσμού/της εξάπλωσης ή και μείωση της έκτασης του ενδιαιτήματος).

Πίνακας 3. Στοιχεία για την κατάταξη του *Bupleurum capillare* σε κατηγορία κινδύνου.

Θέση χάρτη	Εμβαδόν επιφάνειας (m²)	Άτομα/ θέση χάρτη	Θέση IUCN	Άτομα/ θέση IUCN	Υποπληθυσμός	Άτομα/ υποπληθυσμό
1	1200	1253	1	1528	1	2191
2	1050	275				
3	2000	240				
4	5000	423	2	663		
5	**9600	133				
6	1250	728	3	861	2	1063
7	2	36				
8	50	166	4	202		
9α,β,δ	**1450	2504				
9ε+9γ	**2500	*6432	5	2504	3	2504
	24102	12190				

*= Εκτίμηση του αριθμού των ατόμων: 6432 ±4853, **= Συμπεριλαμβάνονται χωρίς καθόλου εμφάνιση του είδους.

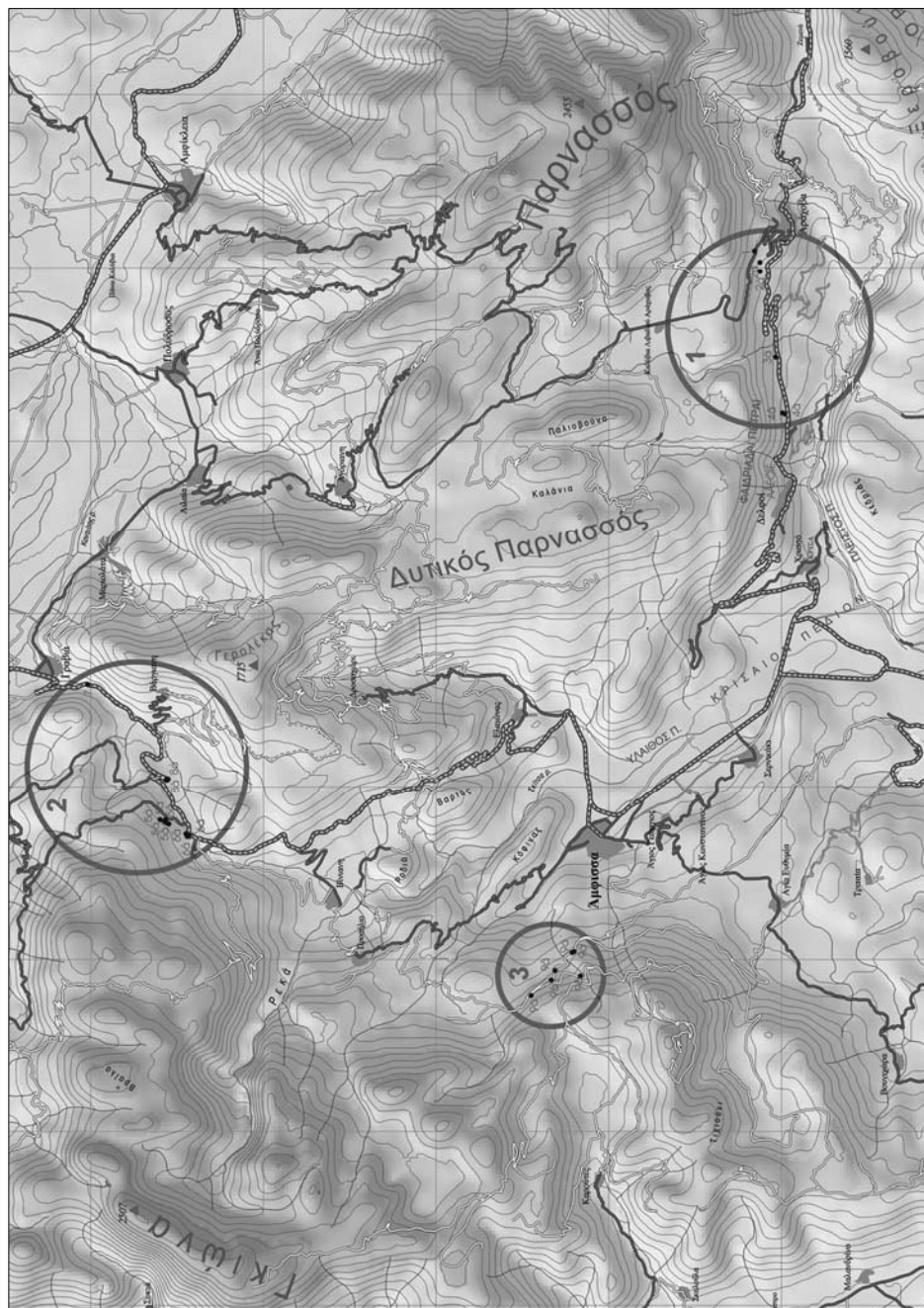
υποπληθυσμός= γεωγραφικά ή κατ' άλλο τρόπο διακριτές ομάδες με μικρή ή καθόλου ανταλλαγή ατόμων.

θέση IUCN= γεωγραφικά ή οικολογικά διακριτή περιοχή (ένα μόνο γεγονός μπορεί να επηρεάσει όλα τα άτομα του είδους στη θέση), συνήθως περιλαμβάνει έναν υποπληθυσμό ή τμήμα του.

Συζήτηση

Το *B. capillare* φαίνεται ότι είναι ανθεκτικό σε φυσιολογικά ξηρές θέσεις και σε ακραίες επιφανειακές θερμοκρασίες. Η εξαιρετική αντοχή του, κάτω από τέτοιες συνθήκες, φαίνεται να οφείλεται στον μικρό του όγκο, στη μικρή φυλλική επιφάνεια και πιθανά σε φυσιολογικούς μηχανισμούς που περιορίζουν τη διαπνοή τις μεσημβρινές ώρες.

Η χρονική διασπορά της άνθισης και της καρποφορίας και κατά τα φαινόμενα και του χρόνου ανάπτυξης των αρτιβλάστων, ο μονοετής κύκλος ζωής, η μεγάλη παραγωγή σπερμάτων, η ικανότητα επιβίωσης σε δυσμενείς από άποψη υγρασίας και θρεπτικών συνθήκες υποδεικνύουν ότι το είδος ακολουθεί συνδυασμό «τυχοδιωκτικής» (R) και «ανθεκτικής» (K) στρατηγικής επιβίωσης και δεν είναι ανταγωνιστικό. Τα φυτρωτικά του χαρακτηριστικά, δηλαδή η υψηλή φυτρωτικότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες 10-15 °C (Ioannidou & Georgiou 2004) αμέσως μετά τη συλλογή η οποία μειώνεται ελάχιστα μετά από 1 έτος αποθήκευσης στο εργαστήριο συμφωνούν με την παραπάνω στρατηγική και υποδεικνύουν ότι το είδος δεν διατηρεί εδαφική τράπεζα σπερμάτων.



Εικόνα 1. Εξάπλωση των 3 υποπληθυσμών του *Bupleurum capillare* (1, 2, 3 σε κύκλο).

Το *B. capillare* παρουσιάζει εξειδίκευση ως προς το βιότοπο, ο οποίος σήμερα στις περισσότερες θέσεις σχετίζεται άμεσα με ανθρώπινες δραστηριότητες, αλλά φαίνεται ότι το φυσικό του ενδιαίτημα είναι οι ημι-σταθεροποιημένοι λιθώνες. Είναι γεγονός ότι απουσιάζει από πολλές θέσεις κατάλληλες από πλευράς βιοτόπου στην ευρύτερη περιοχή εξάπλωσής του και αυτό μπορεί να αντανακλά τη μικρή εμβέλεια διασποράς των σπερμάτων σε συνδυασμό με τη δυσκολία εγκατάστασης στο αβέβαιο περιβάλλον των λιθώνων. Δεν μπορεί επίσης να αποκλειστεί η περίπτωση να έχει μεταφερθεί ανθρωπογενώς (π.χ., με μεταφορές αδρανούς υλικού) σε κάποιες από τις πρόσφατα ανακαλυφθείσες θέσεις εξάπλωσής του.

Φυτικά είδη με μικρού μεγέθους συνολικό πληθυσμό και λίγους, τοπικούς και μικρής έκτασης υποπληθυσμούς, όπως το *Bupleurum capillare*, θεωρούνται εύρωστα. Ένας λόγος γι' αυτό είναι ότι αρκεί ένα καταστροφικό γεγονός για την απώλεια μεγάλου ποσοστού του συνολικού πληθυσμού. Δεύτερος λόγος της ευπάθειας τέτοιων ειδών είναι ότι είναι ιδιαίτερα επιρρεπή στον κίνδυνο της γενετικής υποβάθμισης των πληθυσμών τους που μπορεί να επιφέρει εξαφάνιση του είδους. Η απειλή αυτή δεν είναι δυνατό να διαπιστωθεί με παρατηρήσεις πεδίου, αλλά απαιτεί γενετική μελέτη του είδους.

Βιβλιογραφία

- De Halácsy E. 1901. Conspectus Florae Graecae. G. Engelmann, Lipsiae, pp. 691.
- Ioannidou E. & Georgioui K. 2004. Germination characteristics of 15 Greek endemic taxa of Sterea Ellas. Book of Abstracts Seed Ecology 2004, p. 118, Athens.
- IUCN 1997. Greece. Conservation status listing of Plants. Compiled from the World Conservation Monitoring Centre Plants Database. Status report as of 24 February, 1997.
- IUCN 2001. IUCN Red List Categories: Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K.
- IUCN 2003. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 3.0. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + 26 pp.
- Phitos D., Strid A., Snogerup S. & Greuter W. (eds) 1995. The Red Data Book of rare and threatened plants of Greece. World Wide Fund for Nature. Athens, pp. 527.
- Snogerup S. 1995. *Bupleurum capillare* Boiss. & Heldr. Pp. 100-101. In: Phitos D., Strid A., Snogerup S. & Greuter W. (eds), The Red Data Book of rare and threatened plants of Greece. World Wide Fund for Nature. Athens.
- Snogerup S. & Snogerup B. 2001. *Bupleurum* L. (*Umbeliferae*) in Europe - 1. The annuals, B. sect. *Bupleurum* and sect. *Aristata*. Willdenowia 31: 205-308.

Σύγκριση σε επίπεδο οικοφυσιολογίας μεταξύ τοπικών και εμπορικών ποικιλιών καλλιεργούμενων φυτών

Γιαννάκης Κ., Λεβίζου Ε., Λιακόπουλος Γ. & Κυπαρίσσης Α.

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών,
Εργαστήριο Βοτανικής, Ιωάννινα Τ.Κ. 45110.

Περίληψη

Η έκθεση των φυτών στο συνδυασμό χαμηλών θερμοκρασιών και υψηλών εντάσεων ηλιακής ακτινοβολίας οδηγεί στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φυτών λόγω συσσώρευσης βλαβών κυρίως στο φωτοσύστημα II. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την σύγκριση φυτών αρακά (*Pisum sativum* L.) τοπικής ποικιλίας της Πτολεμαΐδας (παραδοσιακή) και του υβριδίου Progress 9 (εμπορική) και φυτών κουκιού (*Vicia faba* L.) τοπικής ποικιλίας Πτολεμαΐδας (παραδοσιακή) και του υβριδίου Super Aqua Dulce (εμπορική), ύστερα από παραμονή των φυτών σε χαμηλές πρωϊνές θερμοκρασίες και τη συνακόλουθη έκθεσή τους σε υψηλές εντάσεις ηλιακής ακτινοβολίας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο εμπορικός αρακάς τόσο στους 5°C όσο και στους 10°C παρουσίασε υψηλότερο φωτοσυνθετικό ρυθμό συγκριτικά με την αντίστοιχη παραδοσιακή ποικιλία. Αντίθετα στο κουκί, η παραδοσιακή ποικιλία παρουσίασε υψηλότερο φωτοσυνθετικό ρυθμό στις αντίστοιχες θερμοκρασίες συγκριτικά με την αντίστοιχη εμπορική. Επίσης σημαντικά υψηλότερη παρουσιάστηκε η μη φωτοχημική απόσβεση του φθορισμού στην παραδοσιακή ποικιλία του αρακά κατά τη διάρκεια της ημέρας ενώ στο κουκί δεν σημειώθηκαν διαφορές. Τέλος στον αρακά η παραδοσιακή ποικιλία παρουσίασε υψηλότερο βαθμό αλληλομετατροπής των συστατικών του κύκλου των ξανθοφυλλών σε αντίθεση με το κουκί όπου το ίδιο παρατηρήθηκε στην εμπορική ποικιλία. Συμπερασματικά, οι εμπορικές ποικιλίες εμφανίστηκαν ανθεκτικές στις παραπάνω συνθήκες ενώ οι παραδοσιακές ποικιλίες έδειξαν να πλεονεκτούν σε ορισμένα φωτοπροστατευτικά χαρακτηριστικά τα οποία μπορούν να μελετηθούν περαιτέρω.

Ecophysiological comparison between commercially and traditionally grown cultivars of cultivated plant species

Giannakis K., Levizou E., Liakopoulos G. & Kyparissis A.

Laboratory of Botany, Department of Biological Applications and Technology,
University of Ioannina, 45110 Ioannina, Greece.

Abstract

Plants experiencing a combination of freezing temperatures and high intensity irradiance often show a decline in their photosynthetic capacity resulting from accumulation of light stress, mainly targeting photosystem II. The present study depicts the comparison between two pea (*Pisum sativum* L.) cultivars, a local traditional and a commercially grown hybrid (Progress 9), as well between two faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars, a local traditional and a commercially grown hybrid (Super Aqua Dulce) grown in the field under low predawn temperatures and subsequent high light intensities. According to the results, commercial pea cultivar, either at 5 °C or at 10 °C, showed higher net photosynthetic rates compared to the traditional cultivar. On the contrary, traditional faba bean cultivar showed higher net photosynthetic rates compared to the commercial cultivar under the above temperatures. Moreover, a notably higher degree of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence of the traditional pea cultivar compared to the commercial one was observed, while no difference was apparent between the faba bean cultivars. Finally, a higher turnover of the xanthophyll cycle components was observed in the traditional pea cultivar compared to the commercial one, contrary to faba bean where the difference was in favor of the commercial cultivar. In conclusion, in both plant species, commercially grown cultivars showed a reasonable tolerance against the above stress factors while the corresponding traditionally grown cultivars exhibited advantageous characteristics in certain aspects of the photoprotective mechanisms that merit further study.

Εισαγωγή

Στα περισσότερα καλλιεργούμενα φυτικά είδη η γεωπονική έρευνα παρέχει σήμερα βελτιωμένες ποικιλίες με γενετικά χαρακτηριστικά τα οποία συμβάλλουν στην αύξηση της γεωργικής παραγωγής και της εμπορευσιμότητας των προϊόντων. Ωστόσο οι σύγχρονες ποικιλίες καλλιεργουμένων φυτών συχνά εμφανίζονται ελλειπείς ως προς χαρακτηριστικά τα οποία σχετίζονται με την αντοχή σε παράγοντες καταπόνησης, είτε βιοτικούς όπως τα φυτοφάγα και τα παθογόνα, είτε αβιοτικούς όπως η εδαφική ξηρασία και οι ακραίες θερμοκρασίες. Ωστόσο τέτοια χαρακτηριστικά βρίσκονται σε ισορροπία στους φυσικούς πληθυσμούς. Για το λόγο αυτό οι τελευταίοι αποτελούν συχνά πολύτιμες γενετικές δεξαμενές από τις οποίες μπορούν να αντληθούν γονίδια με σκοπό την πρόσδοση χαρακτηριστικών ανθεκτικότητας σε καλλιεργούμενες ποικιλίες (Simmons & Smart 1999).

Στην παρούσα ανακοίνωση παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την σύγκριση σε οικοφυσιολογικό επίπεδο μεταξύ δύο ποικιλιών αρακά (*Pisum sativum* L.) και κουκιού (*Vicia faba* L.). Τα φυτά καλλιεργήθηκαν στο πεδίο σε χαμηλές θερμοκρασίες και πλήρη ένταση ηλιακής ακτινοβολίας. Η έκθεση των φυτών στο συνδυασμό χαμηλών θερμοκρασιών και υψηλών εντάσεων ηλιακής ακτινοβολίας οδηγεί στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας των φυτών λόγω συσσώρευσης βλαβών κυρίως στο φωτοσύστημα II. Έτσι, μελετήθηκαν ανατομικές και φυσιολογικές παράμετροι οι οποίες σχετίζονται με τη φωτοσύνθεση και την φωτοπροστασία.

Υλικά και μέθοδοι

Φυτά αρακά τοπικής ποικιλίας της Πτολεμαΐδας (παραδοσιακή) και του υβριδίου Progress 9 (εμπορική) και κουκιού τοπικής ποικιλίας Πτολεμαΐδας (παραδοσιακή) και του υβριδίου Super Aqua Dulce (εμπορική) καλλιεργήθηκαν από σπέρμα σε τεχνητές συνθήκες (19°C) για 14 ημέρες. Ακολούθως μεταφυτεύθηκαν σε γλάστρες όγκου 2 L και μετά από 14 ημέρες τοποθετήθηκαν στο πεδίο σε φυσικό φως και θερμοκρασίες οι οποίες ρυθμιζόνταν κατάλληλα ώστε να αποφευχθεί το υπερβολικό ψύχος κατά τη νύχτα. Μετά τον εγκλιματισμό των φυτών στις εξωτερικές συνθήκες, λήφθηκαν μετρήσεις φωτοσύνθεσης (LC Pro +, ADC Bioscientific, Hoddesdon, U.K.) και φθορισμού χλωροφύλλης (PAM 2001, Heinz Walz GmbH, Effeltrich, Germany) σε διάφορες ημερομηνίες ανάλογα με την καταλληλότητα των καιρικών συνθηκών. Οι φωτοσυνθετικές και φωτοπροστατευτικές χρωστικές αναλύθηκαν σε δείγματα φύλλων τα οποία συλλέχθηκαν πριν την ανατολή του ηλίου και το μεσημέρι μέσω υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (VP Series, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) σύμφωνα με τους Thayer & Bjorkman (1990).

Αποτελέσματα

Μορφολογικές παράμετροι

Μελετήθηκαν παράμετροι οι οποίες σχετίζονται με την φωτοσυνθετική λειτουργία σε συνδιασμό με την αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες. Στο κουκί, οι δύο ποικιλίες εμφάνισαν μικρές διαφορές στο πάχος του ελάσματος, το ύψος του φυτού (Πίνακας 1) και τη συγκέντρωση χλωροφυλλών (Εικ. 1). Αντίθετα, στην περίπτωση του αρακά, τα φυτά της παραδοσιακής ποικιλίας ήταν σημαντικά υψηλότερα, το πάχος του ελάσματος του φύλλου ήταν σημαντικά μικρότερο (Πίνακας 1) ενώ είχαν και χαμηλότερη συγκέντρωση χλωρο-φυλλών ανά μονάδα επιφάνειας (Εικ. 1) συγκριτικά με τα φυτά της εμπορικής ποικιλίας.

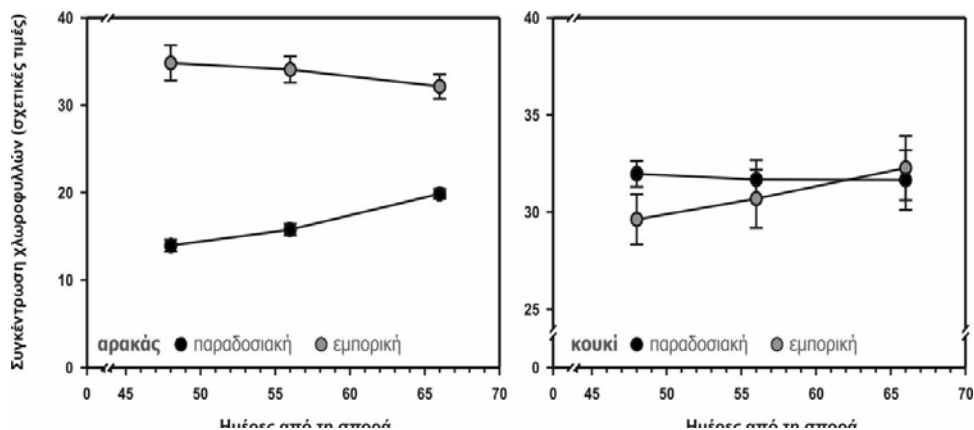
Επίσης μετρήθηκε η συγκέντρωση χλωροφυλλών πριν και μετά τη μεταφορά των φυτών στο πεδίο. Στον αρακά, τα φύλλα της εμπορικής ποικιλίας εμφάνισαν μικρή πτώση ενώ αυτά της παραδοσιακής ποικιλίας σημαντική άνοδο της συγκέντρωσης χλωροφυλλών με το χρόνο (Εικ. 1). Στο κουκί, τα φύλλα της παραδοσιακής ποικιλίας εμφάνισαν σταθερή συγκέντρωση χλωροφυλλών ενώ αυτά της εμπορικής σημαντική αύξηση με το χρόνο (Εικ. 1).

Φυσιολογικές παράμετροι

Παράμετρος	Ποικιλία	
	Παραδοσιακή	Εμπορική
Αρακάς		
Ύψος φυτού (cm)	38,1 ± 1,0	17,6 ± 0,3
Πάχος ελάσματος (μm)	22,9 ± 0,4	34,1 ± 0,7
Κουκί		
Ύψος φυτού (cm)	28,0 ± 0,7	30,9 ± 0,7
Πάχος ελάσματος (μm)	53,2 ± 0,7	55,1 ± 1,1

Πίνακας 1. Αναπτυξιακά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών. Οι τιμές είναι μέσοι όροι 10 επαναλήψεων τυπικό σφάλμα του μέσου.

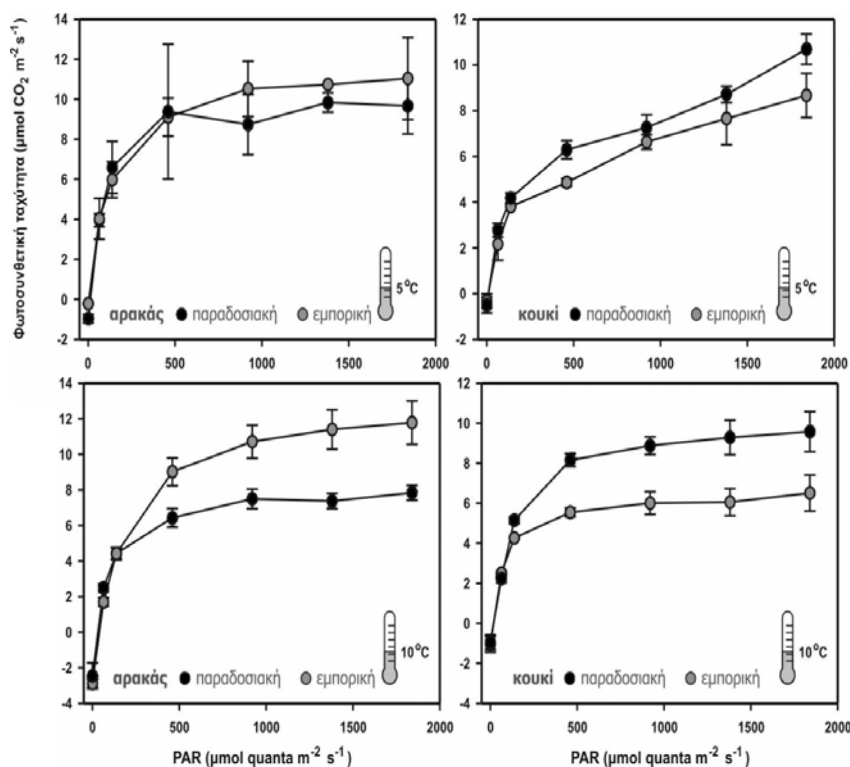
Οι μετρήσεις αυτής της ενότητας αφορούν σε παραμέτρους της φωτοσυνθετικής λειτουργίας και των μηχανισμών φωτοπροστασίας των φύλλων. Σύμφωνα με τις καμπύλες απόκρισης της φωτοσύνθεσης από την ένταση ακτινοβολίας σε θερμοκρασία 5 °C, στον αρακά, η ένταση κορεσμού προσδιορίστηκε στα 500 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ για την παραδοσιακή και στα 860 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ για την εμπορική ποικιλία. Μεταξύ τους, η εμπορική ποικιλία εμφάνισε υψηλότερο φωτοσυνθετικό ρυθμό (Εικ. 2). Στην ίδια θερμοκρασία, η παραδοσιακή ποικιλία του κουκιού εμφάνισε υψηλότερο φωτοσυνθετικό ρυθμό, ενώ και στις δύο ποικιλίες εμφανίστηκε αυξανόμενος έως και τα 1800 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Εικ. 2). Οι διαφορές στο φωτοσυνθετικό ρυθμό μεταξύ των δύο ποικιλιών για τον αρακά και το κουκί μεγιστοποιήθηκαν στους 10°C (Εικ. 2). Στην παραδοσιακή ποικιλία του αρακά, η ένταση κορεσμού προσδιορίστηκε στα 860 μmol



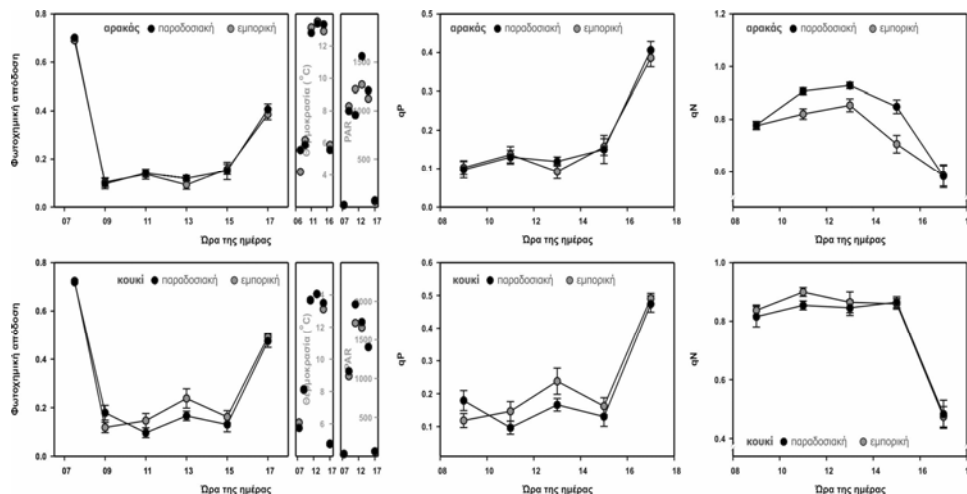
Εικόνα 1. Μεταβολές της συγκέντρωσης χλωροφυλλών ανά μονάδα επιφάνειας φύλλου για τα φυτά των δύο ποικιλιών αρακά (αριστερά) και κουκιού (δεξιά) με το χρόνο. Οι μετρήσεις αφορούν σε φυτά πριν και μετά τη μεταφορά τους στο πεδίο.

$\text{quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ενώ ο φωτοσυνθετικός ρυθμός της εμπορικής ποικιλίας δεν κορέσθηκε αυξανόμενης της έντασης της ακτινοβολίας. Στο κουκί, η παραδοσιακή ποικιλία δεν εμφάνισε σημάδια κορεσμού με την αύξηση της έντασης ακτινοβολίας ενώ η εμπορική ποικιλία έδωσε ένταση κορεσμού στα 860 $\mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Εικ. 2).

Σύμφωνα με τις μετρήσεις των παραμέτρων της επαγωγής φθορισμού χλωροφύλλης, στον αρακά δεν παρουσιάστηκαν διαφορές στην φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II και τη φωτοχημική απόσβεση του φθορισμού (Εικ. 3). Από την άλλη πλευρά, σημαντικά υψηλότερη μη φωτοχημική απόσβεση του φθορισμού εμφάνισε η παραδοσιακή ποικιλία του αρακά κατά τη διάρκεια της ημέρας (Εικ. 3). Στο κουκί, μικρές διαφορές στην φωτοχημική απόδοση και τη φωτοχημική απόσβεση φθορισμού εμφανίστηκαν μεταξύ των δύο ποικιλιών, ενώ η μη φωτοχημική απόσβεση φθορισμού εμφανίστηκε παρόμοια (Εικ. 3). Και στις δύο ποικιλίες (τόσο στον αρακά όσο και στο κουκί), η ανατολή του ηλίου (09:00) προκάλεσε αξιοσημείωτη μείωση της φωτοχημικής απόδοσης του φωτοσυστήματος II, η οποία αποκαταστάθηκε μετά τις 15:00 όπου η ένταση της ακτινοβολίας μειώθηκε (Εικ. 3).



Εικόνα 2. Καμπύλες απόκρισης του φωτοσυνθετικού ρυθμού με την ένταση ακτινοβολίας. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στους 5 °C και 10 °C σε τεχνητό φως. Κάθε τιμή αποτελεί μέσο όρο τριών επαναλήψεων ενώ εμφανίζεται το τυπικό σφάλμα του μέσου.



Εικόνα 3. Παράμετροι της επαγωγής φθορισμού χλωροφύλλης σε διάφορες ώρες εντός της φωτοπεριόδου. Στα συνοδευτικά διαγράμματα της φωτοχημικής απόδοσης παρουσιάζονται η θερμοκρασία και η ένταση του φυσικού φωτός στις οποίες πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις φθορισμού. Κάθε τιμή αποτελεί μέσο όρο 15 επαναλήψεων ενώ εμφανίζεται το τυπικό σφάλμα του μέσου.

Σύμφωνα με τη μελέτη των παραμέτρων των φωτοπροστατευτικών χρωστικών του κύκλου των ξανθοφυλλών (Πίνακας 2), στον αρακά, η εμπορική ποικιλία παρουσιάζει υψηλότερο μέγεθος της δεξαμενής των συστατικών του κύκλου ενώ μικρότερος είναι ο λόγος της περιεκτικότητας των ξανθοφυλλών προς χλωροφύλλες και ο λόγος των ανηγμένων μορφών προς το σύνολο των συνιστωσών του κύκλου (DPS), συγκριτικά με την παραδοσιακή ποικιλία (Πίνακας 2). Αντίθετα στο κουκί, η παραδοσιακή ποικιλία δείχνει υψηλότερη περιεκτικότητα σε συστατικά του κύκλου των ξανθοφυλλών, χαμηλότερη τιμή του λόγου ξανθοφυλλών / χλωροφύλλες και του λόγου DPS.

Παράμετρος	Ποικιλία	
	Παραδοσιακή	Εμπορική
Αρακάς		
VAZ ($\mu\text{mol cm}^{-2}$)	$0,297 \pm 0,004$	$0,356 \pm 0,010$
VAZ/χλωροφύλλες ($\mu\text{mol } \mu\text{g}^{-1}$)	$0,011 \pm 0,000$	$0,009 \pm 0,002$
DPS (πριν την ανατολή)	$0,108 \pm 0,011$	$0,074 \pm 0,003$
DPS (μεσημέρι)	$0,706 \pm 0,059$	$0,604 \pm 0,008$
Κουκί		
VAZ ($\mu\text{mol cm}^{-2}$)	$0,442 \pm 0,031$	$0,392 \pm 0,015$
VAZ/χλωροφύλλες ($\mu\text{mol } \mu\text{g}^{-1}$)	$0,010 \pm 0,000$	$0,013 \pm 0,002$
DPS (πριν την ανατολή)	$0,070 \pm 0,016$	$0,059 \pm 0,012$
DPS (μεσημέρι)	$0,503 \pm 0,091$	$0,666 \pm 0,017$

Πίνακας 2. Παράμετροι των καροτενοειδών του κύκλου των ξανθοφυλλών. Οι τιμές είναι μέσοι όροι τριών επαναλήψεων τυπικό σφάλμα του μέσου. VAZ: σύνολο βιολαξανθίνης, ανθεραξανθίνης και ζεαξανθίνης. DPS: λόγος (A+Z)/VAZ, κλάσμα των ανηγμένων μορφών προς το σύνολο των καροτενοειδών του κύκλου.

Συζήτηση

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η διαφορετική μορφολογία των φυτών μεταξύ των δύο ποικιλιών αρακά ενδέχεται να εμπλέκεται στην προστασία από χαμηλές θερμοκρασίες ιδιαίτερα όταν οι τελευταίες συνδυάζονται με υπερβολικές εντάσεις ορατής ακτινοβολίας. Τα φυτά της εμπορικής ποικιλίας είχαν μικρότερο ύψος και μεγαλύτερο πάχος ελάσματος. Τα φυτά της παραδοσιακής ποικιλίας εμφάνισαν σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση χλωροφυλλών η οποία ενδέχεται να αποτελεί ένα μέτρο για τη μείωση της συλλεγόμενης ενέργειας. Από την άλλη μεριά, η εμπορική ποικιλία, πιθανότατα λόγω υψηλότερου περιεχομένου σε χλωροφύλλες, έδειξε υψηλότερους φωτοσυνθετικούς ρυθμούς τόσο στους 5°C όσο κυρίως στους 10°C. Η παραδοσιακή ποικιλία, παρά τη μειωμένη συγκέντρωση χλωροφυλλών, εμφάνισε υψηλότερο βαθμό μη φωτοχημικής απόσβεσης της απορροφημένης ενέργειας και συνακόλουθα και υψηλότερο βαθμό αλληλομετατροπής των συστατικών του κύκλου των ξανθοφυλλών. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι η εμπορική ποικιλία αρακά εμφανίζεται περισσότερο ανθεκτική υπό τις παραπάνω συνθήκες. Αντίθετα με τον αρακά, στο κουκί η φωτοσυνθετική ταχύτητα στις δύο θερμοκρασίες εμφανίστηκε υψηλότερη στην παραδοσιακή ποικιλία. Επιπλέον, η εμπορική ποικιλία παρουσίασε υψηλότερο βαθμό αλληλομετατροπής των συστατικών του κύκλου των ξανθοφυλλών γεγονός το οποίο υποδηλώνει τη μειωμένη ικανότητα των φυτών αυτών για φωτοχημική χρήση της συλλεγόμενης ενέργειας. Συμπερασματικά, η σύγκριση των παραδοσιακών και των εμπορικών ποικιλιών για τα δύο είδη έδειξε ότι, κατά περίπτωση, οι παραδοσιακές ποικιλίες μπορούν να διαθέτουν χαρακτηριστικά ανθεκτικότητας σε δυσμενείς παράγοντες του περιβάλλοντος τα οποία πρέπει να αξιολογηθούν περαιτέρω.

Βιβλιογραφία

- Simmons N. & Smart J. 1999. Principles of crop improvement. Blackwell Science, Oxford, UK.
- Thayer S.S. & Bjorkman O. 1990. Leaf xanthophyll content and composition in sun and shade determined by HPLC. Photos. Res. 23: 331-343.

Συμβολή στη γνώση της επιγενοῦς χλωρίδας της Κύπρου: *Coronopus didymus* (L.) Sm. και *Nothoscordum gracile* (Aiton) Stearn

¹Γιαννίτσαρος Α. & ²Γεωργιάδης Χ.

¹Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

²Στυλιανού Λένα 20, 1046 Λευκωσία, Κύπρος.

Περίληψη

Με την εργασία αυτή παρουσιάζονται τα επιγενή είδη της χλωρίδας της Κύπρου *Coronopus didymus* (L.) Sm. και *Nothoscordum gracile* (Aiton) Stearn. Το πρώτο παρατηρήθηκε για πρώτη φορά το 2002, ενώ το δεύτερο στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Ο *Coronopus didymus* βρέθηκε σε διάφορες θέσεις της Λευκωσίας και φαίνεται ότι είναι στο στάδιο του εγκλιματισμού. Το *Nothoscordum gracile* βρέθηκε σε μεγάλους αριθμούς στην περιοχή της Λευκωσίας, στη Λάρνακα, τη Λεμεσό και την Πόλη Χρυσοχούς και είναι πλήρως εγκλιματισμένο. Δίνονται επίσης συνοπτικά στοιχεία για τους βιοτόπους των δύο ειδών στην Κύπρο.

Contribution to the knowledge of the adventive flora of Cyprus: *Coronopus didymus* (L.) Sm. and *Nothoscordum gracile* (Aiton) Stearn

¹Yannitsaros A. & ²Georgiadis Ch.

¹Institute of Systematic Botany, Section of Ecology and Systematics, Department of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis 157 84 Athens, Greece.

²Stylianou Lena 20, 1046 Nicosia, Cyprus.

Abstract

In this paper the adventive species of the flora of Cyprus *Coronopus didymus* (L.) Sm. and *Nothoscordum gracile* (Aiton) Stearn are presented. The first one has been observed for the first time in 2002 and the later in the early 1980's. *Coronopus didymus* has been found in some places of Nicosia and it seems to be in the stage of naturalization. *Nothoscordum gracile* has been found in the area of Nicosia, Larnaca, Limassol and Polis Chrysochus and is fully naturalized. Some data on the habitats of the two species in Cyprus are also given.

Εισαγωγή

Η επιγενής χλωρίδα της Κύπρου έχει γίνει από εμάς τα τελευταία χρόνια αντικείμενο αναλυτικής έρευνας (Γεωργιάδης 1994, Γεωργιάδης & Γιαννίτσαρος 1994,

2000, Γιαννίτσaros & Γεωργιάδης 2002), με την οποία διαπιστώσαμε συνολικά την παρουσία 157 επιγενών ειδών. Με την εργασία αυτή παρουσιάζουμε δύο ακόμη επιγενή είδη της Κύπρου, τα οποία εντοπίσαμε σε διάφορες περιοχές.

Ο *Coronopus didymus* (L.) Sm. είναι ένα από τα 10 περίπου είδη που περιλαμβάνει το γένος *Coronopus* (οικογένεια Cruciferae). Πρόκειται για μονοετές ή διετές φυτό συνήθως λείο, μερικές φορές τριχωτό, που διακλαδίζεται από τη βάση. Μία πλήρης και αναλυτική περιγραφή του φυτού έχει δοθεί από εμάς παλαιότερα (Γιαννίτσaros 1974). Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν επίσης περιγραφές του σε διάφορα γλωσσικά έργα. Σύμφωνα με όσα γνωρίζουμε σήμερα, το είδος αυτό έχει νοτιοαμερικανική προέλευση με ευρεία εξάπλωση στον κόσμο. Έχει εγκλιματισθεί στην Παραμεσόγειο περιοχή και είναι γνωστό από πολλές χώρες της. Υπάρχουν αναφορές από την Πορτογαλία, την Ισπανία (και Βαλεαρίδες), τη Γαλλία (και Κορσική), την Ιταλία (και Σαρδηνία, Σικελία), την πρώην Γιουγκοσλαβία, την Ελλάδα, τη Μάλτα, το Μαρόκο, την Αλγερία, την Τυνησία, την Αίγυπτο (βλέπε Greuter et al. 1986) και πιο πρόσφατα από το Ισραήλ (Heller & Liston 1985). Η τελευταία αναφορά και η πρόσφατη ανεύρεσή του στην Κύπρο παρουσιάζουν ενδιαφέρον διότι δείχνουν ότι το είδος αυτό συνεχίζει να επεκτείνει την εξάπλωσή του προς τα ανατολικά.

Το *Nothoscordum gracile* (Aiton) Stearn είναι ένα βολβόφυτο της οικογένειας Liliaceae. Μέχρι το 1986 αναφερόταν μερικές φορές με το όνομα *Nothoscordum fragrans* (Vent.) Kunth και πολύ πιο συχνά ως "*Nothoscordum inodorum*". Το τελευταίο όνομα χρησιμοποιείται από ορισμένους βοτανικούς ακόμη και σήμερα. Ο Stearn (1986) με μία λεπτομερή έρευνα έδειξε ότι το ορθό όνομα του φυτού είναι *Nothoscordum gracile* (Aiton) Stearn, το οποίο χρησιμοποιείται και στη "European Garden Flora" (Walters et al. 1986). Τα είδη του γένους *Nothoscordum*, το οποίο είναι στενά συγγενικό με το γένος *Allium*, είναι ιθαγενή της Αμερικής. Το *N. gracile* είναι ιθαγενές της υποτροπικής Ν. Αμερικής και του Μεξικού, ενώ καλλιεργείται μερικές φορές αλλού ως διακοσμητικό. Εύκολα μπορεί να διαφύγει από την καλλιέργεια και έχει εγκλιματισθεί ως επιγενές στην Ευρώπη, την Αφρική, την Ασία και την Αυστραλία (Stearn 1986). Παράγει μεγάλο αριθμό σπερμάτων, που διασπείρονται και φυτρώνουν εύκολα αλλά μπορεί επίσης να διατηρείται με την παραγωγή βολβιδίων. Είναι γνωστό από τη Δ. Παραμεσόγειο περιοχή, προσφάτως δε αναφέρθηκε από τη Δ. Ελλάδα (Georgiadis 1999) και φαίνεται ότι έχει μία γρήγορη εξάπλωση και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας. Αυτό ίσως επιτυγχάνεται μέσω των φυτωρίων καλλωπιστικών φυτών. Στην περιοχή της Αθήνας είναι συχνή η παρουσία του τα τελευταία χρόνια, ως ζιζάνιο, σε γλάστρες και άλλους χώρους, όπου καλλιεργούνται διακοσμητικά φυτά. Προσφάτως αναφέρθηκε επίσης από το Ισραήλ ως *Nothoscordum inodorum* (Aiton) G. Nicholson (Danin 2004). Με το ίδιο όνομα αναφέρεται επίσης σε ένα πρόσφατο κατάλογο φυτών της Κύπρου του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών Κύπρου.

Υλικά και μέθοδοι

Δείγματα των δύο ειδών, τα οποία βρίσκονται στα προσωπικά μας herbaria, συλλέχθηκαν από τον ένα από εμάς (Χ. Γ.), ο οποίος έκανε επίσης παρατηρήσεις υπαίθρου σε διάφορες περιοχές της Κύπρου. Έγινε επίσης προσπάθεια παρακολούθησης της φαινολογίας των ειδών και μελέτη των βιοτόπων στους οποίους φύονται. Οι προσδιορισμοί έγιναν με τη χρήση διεθνούς βιβλιογραφίας. Η ονοματολογία που

ακολουθήσαμε για τα διάφορα συνυπάρχοντα taxa, που αναφέρονται στην εργασία, είναι κυρίως σύμφωνα με τους Strid & Tan (1997, 2002) ή τους Tutin et al. (1976).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Coronopus didymus (L.) Sm.

Το είδος αυτό εντοπίστηκε για πρώτη φορά στη Λευκωσία τον Απρίλιο του 2002. Το συναντήσαμε σε πάρκο, σε αρδευόμενο έδαφος, στην τάφρο του μεσαιωνικού τείχους της παλαιάς πόλης της Λευκωσίας, στην περιοχή "Field Club", κοντά στην Πράσινη Γραμμή. Από τότε παρατηρούμε το φυτό στην ευρύτερη περιοχή της τάφρου σε συνεχώς μεγαλύτερους αριθμούς. Το βρήκαμε επίσης και σε άλλες θέσεις της Λευκωσίας, πάντοτε σε ανθρωποεπηρεαζόμενο περιβάλλον, όπως ανθώνες, χλοοτάπητες, λεκάνες άρδευσης δένδρων, κράσπεδα δρόμων, κήπους οικιών, ακόμα και σε γλάστρες. Συνήθη συνυπάρχοντα taxa ήταν τα: *Sonchus oleraceus* L., *Oxalis pes-caprae* L., *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist, *Polycarpon tetraphyllum* (L.) L., *Urtica* sp., *Euphorbia* sp., είδη *Gramineae* κ.ά. Σε ορισμένους βιοτόπους του και τοποθεσίες συνυπάρχει και με άλλα επιγενή είδη, όπως τα: *Chenopodium giganteum* D. Don, *Aster squamatus* (Sprengel) Hieron., *Conyza albida* Willd. ex Sprengel και *Nothoscordum gracile* (Aiton) Stearn. Η φύτευση των σπερμάτων αρχίζει ενωρίς το χειμώνα. Παρατηρείται ωστόσο μία πολύ παρατεταμένη φυτρωτική περίοδος και σε αρδευόμενο έδαφος έχουμε φύτευση ακόμα και το Μάρτιο. Παρά το μικρό χρονικό διάστημα που μεσολάβησε από την πρώτη παρατήρηση του φυτού (2002) η εξάπλωσή του είναι γρήγορη και φαίνεται ότι οδεύει προς το στάδιο του πλήρους εγκλιματισμού.

Δείγματα: Κύπρος, Λευκωσία, περιοχή "Field Club", 4.2004, Χρ. Γεωργιάδης s.n. (Herbarium A. Yannitsaros).

Nothoscordum gracile (Aiton) Stearn

Το είδος αυτό παρατηρήθηκε για πρώτη φορά στην Κύπρο στην περιοχή της Λευκωσίας, τα πρώτα χρόνια της δεκαετίας του 1980. Σήμερα είναι ιδιαίτερα συχνό και άφθονο σε ανθρωποεπηρεαζόμενους βιότοπους, κυρίως ανθόκηπους. Τα τελευταία χρόνια το συναντήσαμε επίσης σε κήπους στη Λεμεσό, τη Λάρνακα και την Πόλη Χρυσόχους. Το βολβόφυτο αυτό εμφανίζει τα πρώτα φύλλα του μετά τις πρώτες φθινοπορινές βροχές και σε μη αρδευόμενο έδαφος φθίνει περί το τέλος Απριλίου-αρχές Μαΐου. Αντίθετα, σε αρδευόμενο έδαφος μπορεί να διατηρείται περισσότερο, μέχρι τον Ιούλιο, παρουσιάζοντας παρατεταμένη περίοδο ανθοφορίας. Το είδος αυτό φαίνεται ότι έχει πλήρως εγκλιματισθεί στην Κύπρο. Πολλαπλασιάζεται με ταχύτατους ρυθμούς και συχνά φύεται σε πολύ μεγάλους αριθμούς, ως ζιζάνιο, σε κήπους.

Δείγματα: Κύπρος, Λευκωσία, περιοχή Αγ. Αντωνίου, σε λεκάνη άρδευσης δέντρου δεντροστοιχίας, 4.2004, Χρ. Γεωργιάδης s.n. (Herbarium A. Yannitsaros).

Βιβλιογραφία

- Danin A. 2004. *Nothoscordum inodorum* (Aiton) G. Nicholson. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 22. Willdenowia 34 (1): 80.
Georgiadis Th. 1999. *Nothoscordum gracile* (Aiton) Stearn. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 18. Willdenowia 29: 66-67.
Γεωργιάδης X. & Γιαννίτσaros A. 1994. Νέα επιγενή είδη της κυπριακής χλωρίδας.

- Πρακτικά 16^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών, Βόλος, 5-7 Μαΐου 1994, σελ. 21-23.
- Γεωργιάδης Χ. & Γιαννίτσaros Α. 2000. Νέα επιγενή είδη της κυπριακής χλωρίδας. – Δεύτερη σειρά. Πρακτικά 8^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, Πάτρα, 5-8 Οκτωβρίου 2000, σελ. 112-114.
- Γεωργιάδης Χ.Χ. 1994. Η επιγενής χλωρίδα της Κύπρου. Ταξινομική, χλωριδική, φυτογεωγραφική, οικοφυσιολογική μελέτη. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Γιαννίτσaros Α. 1974. Έρευναι επί της επιγενοῦς χλωρίδος της Ελλάδος. II. *Coronopus didymus* (L.) Smith (Cruciferae). Biol. Gallo-Hell. 5(2): 285-308.
- Γιαννίτσaros Α. & Γεωργιάδης Χ. 2002. Η παρουσία της *Proboscidea louisianica* (Miller) Thellung στην Κύπρο. Πρακτικά 9^{ου} Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, Αργοστόλι Κεφαλονιάς, 9-12 Μαΐου 2002, σελ. 83-86.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1986. Med-Checklist 3. Genève.
- Heller D. & Liston A. 1985. *Coronopus didymus* (L.) Sm. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 11. Willdenowia 15: 66.
- Stearn W. T. 1986. *Nothoscordum gracile*, the correct name of *N. fragrans* and the *N. inodorum* of authors (Alliaceae). Taxon 35(2): 335-338.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1976. Flora Europaea 4. Cambridge University Press, Cambridge.
- Walters S.M., Brady A., Brickell C.D., Cullen J., Green P.S., Lewis J., Matthews V.A., Webb D.A., Yeo P.F. & Alexander J.C.M. 1986. The European Garden Flora 1. Cambridge.

Η χλωρίδα της νήσου της λίμνης Παμβώτιδας

¹Γιαννίτσαρος Α., ¹Σαρίκα Μ. & ²Χήτος Θ.

¹Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

²Γορίτσα Κουτσελιού Ιωαννίνων, 455 00 Ιωάννινα.

Περίληψη

Η χλωρίδα της νήσου της λίμνης Παμβώτιδας ήταν μέχρι σήμερα εντελώς άγνωστη. Με την εργασία αυτή παρουσιάζονται συνοπτικά τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα σχετικής έρευνας, που πραγματοποιούμε εκεί, η οποία ξεκίνησε το 1993. Σύμφωνα με αυτά η χλωρίδα της νήσου περιλαμβάνει τουλάχιστον 238 αυτοφυή taxa (είδη και υποείδη) Πτεριδόφυτων (4 taxa) και Σπερματόφυτων (234 taxa). Γίνεται επίσης ανάλυση της χλωρίδας και στην εισαγωγή δίνονται στοιχεία της γεωλογίας και του βιοκλίματος της περιοχής, καθώς και της ανθρώπινης επίδρασης στη νήσο.

The flora of the island of Lake Pamvotis (Epirus, Greece)

¹Yannitsaros A., ¹Sarika M. & ²Chitos Th.

¹Institute of Systematic Botany, Section of Ecology and Systematics, Department of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens, Greece.

²Goritsa Koutseliou Ioanninon, 455 00 Ioannina, Greece.

Abstract

The flora of the island of Lake Pamvotis (Epirus, Greece) was up to now completely unknown. In this communication, the preliminary results of a study on the flora of the island carried out by us since 1993 are briefly presented and discussed. This flora includes at least 238 spontaneous taxa (species and subspecies) of Pteridophyta (4 taxa) and Spermatophyta (234 taxa). A floristic analysis is presented and data on the geology, the bioclimate of the area and the human influence on the island are also given.

Εισαγωγή

Η νήσος της λίμνης Παμβώτιδας είναι μία έξαρση ξηράς, η οποία βρίσκεται μέσα στην ομώνυμη λίμνη ή λίμνη των Ιωαννίνων, στην Ήπειρο.

Η λίμνη Παμβώτιδα δημιουργείται από τα ύδατα κλειστής λεκάνης, στη νοτιοανατολική πλευρά του όρους Μιτσικέλι, σε υψόμετρο 470 m. Βρίσκεται μεταξύ των συντεταγμένων 39°41'20'' έως 39°38'5'' Β και 20°50'19'' έως 20°54'8'' Α και η μέση στάθμη της καταλαμβάνει έκταση περίπου 22 km² (για περισσότερα στοιχεία σχετικά με τη λίμνη βλέπε Σαρίκα-Χατζηνικολάου 1999).

Χαρακτηριστικό γνώρισμα της λίμνης είναι το Νησί, όπως ονομάζεται η μικρή νήσος, που σχηματίζεται περίπου στο μέσον της μεγάλης διάστασής της, απέναντι από την πόλη των Ιωαννίνων, λίγα μέτρα από τη βορειοανατολική της όχθη. Το σχήμα της νήσου είναι επίμηκες, το μήκος της είναι περίπου 800 m, το πλάτος της περίπου 500 m και η έκτασή της περίπου 0,4 km². Το ανάγλυφό της είναι σχετικά ομαλό και το μεγαλύτερο υψόμετρό της φθάνει περίπου τα 529 m.

Ο γεωγραφικός χώρος στον οποίο βρίσκεται η λίμνη των Ιωαννίνων ανήκει γεωτεκτονικά στην Ιόνια Ζώνη, που αποτελούσε τμήμα του βυθού του νοτίου περιθωρίου του ωκεανού της Τηθύος. Κατά την αλπική ορογένεση (Μέσο Μειόκαινο) η περιοχή αναδύθηκε από τη θάλασσα και αποτελεί έκτοτε χερσαίο χώρο. Η χέρσος που αναδύθηκε ήταν εκτεθειμένη στη διάβρωση, ενώ παράλληλα υπέστη έντονο ρηξιγενή τεμαχισμό. Από τα ρηξιγενή τεμάχια, τα οποία σχηματίστηκαν με αυτόν τον τρόπο, εκείνα που ταπεινώθηκαν σε σχέση με τα παρακείμενά τους, δημιούργησαν μεγάλες ελλειψοειδείς εγκατακρημνίσεις, οι οποίες στη συνέχεια γέμισαν με γλυκά νερά. Έτσι σχηματίστηκε η λίμνη Παμβώτιδα και οι περισσότερες λίμνες της Δυτικής Ελλάδας. Το Νησί της Παμβώτιδας αποτελεί μία τεκτονική έξαρση του αλπικού υποβάθρου της περιοχής, που αποδίδεται στον ίδιο μηχανισμό σχηματισμού της λίμνης (Καρακίτσιος *προσ. επικ.*).

Τα πετρώματα από τα οποία αποτελείται το Νησί είναι ασβεστόλιθοι του Ανώτερου Σενόνιου (Ανώτερο Κρητιδικό). Πρόκειται για συμπαγείς παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους με θραύσματα Ρουδιστών (που μεταφέρθηκαν από τη ζώνη Γαβρόβου) και ενστρώσεις πελαγικών ασβεστόλιθων με Globotruncanidae. Το πάχος τους κυμαίνεται από 200 έως 400 m (Καρακίτσιος *προσ. επικ.*).

Σύμφωνα με τα κλιματικά στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού των Ιωαννίνων (39°42' Β, 20°49' Α, υψόμετρο 484 m, περίοδος παρατηρήσεων 1956-1988) η περιοχή ανήκει στον υγρό βιοκλιματικό όροφο του διαγράμματος Emberger - Sauvage, με ψυχρούς χειμώνες, (Emberger 1955, Sauvage 1961). Από το ομβροθερμικό διάγραμμα του σταθμού συμπεραίνουμε ότι η δυσμενής για τα φυτά ξηροθερμική περίοδος του έτους είναι σχετικά μικρής διάρκειας και μικρής έντασης και διαρκεί από τις αρχές Ιουνίου μέχρι τα μέσα Αυγούστου.

Στη ΒΑ πλευρά του Νησιού είναι χτισμένος ένας μικρός οικισμός και σε διάφορα σημεία του υπάρχουν 5 βυζαντινά ή μεταβυζαντινά μοναστήρια. Η ιστορία του Νησιού είναι σημαντική και η χλωρίδα και η βλάστησή του έχουν δεχθεί κατά καιρούς την ανθρώπινη επίδραση. Οι πληροφορίες για την αρχή της ανθρώπινης παρουσίας δεν είναι σαφείς, βέβαιο όμως είναι ότι κατοικήθηκε πολύ πριν το 17ο μ.Χ. αιώνα και τουλάχιστον ταυτόχρονα με την ίδρυση των πρώτων μοναστηριών το 13ο αιώνα μ.Χ. (Νικολαΐδης 1991). Κατά καιρούς πρέπει να υπήρξε περιορισμένη βόσκησις, ενώ σήμερα υπάρχει ένας πολύ μικρός αριθμός προβάτων.

Από όσο γνωρίζουμε παρόμοια έρευνα για τη νήσο της λίμνης Παμβώτιδας δεν έχει πραγματοποιηθεί και δεν είναι γνωστές αναφορές φυτών από αυτή. Αντίθετα, η μακροφυτική χλωρίδα της λίμνης είναι αρκετά καλά μελετημένη (Halácsy 1900-1904, Stephanides 1948, Goulimis 1968, Γκανιάτσας 1970, Σαρίκα-Χατζηνικολάου *et al.* 1993, 1994, Σαρίκα-Χατζηνικολάου 1999).

Υλικά και μέθοδοι

Η εργασία αυτή στηρίχθηκε κυρίως σε φυτικό υλικό, το οποίο συνέλεξε ο τρίτος συγγραφέας (Θ. Χ.) κατά τη διάρκεια πολλών ημερήσιων επισκέψεων στη νήσο, που πραγματοποιήθηκαν από το φθινόπωρο του 1993 μέχρι και το φθινόπωρο του 1995 ανελλιπώς κάθε 15 ημέρες, εκτός του χειμώνα. Μαζί με τα χερσαία φυτά στις συλλογές αυτές περιλαμβάνονται και φυτά που φύονται μέσα στο νερό, πολύ κοντά στις ακτές της νήσου. Μικρό αριθμό φυτικών δειγμάτων συνέλεξε και ο πρώτος συγγραφέας (Α. Γ.), ο οποίος πραγματοποίησε επίσης και παρατηρήσεις υπαίθρου κατά τη διάρκεια μιας επίσκεψης στη νήσο (27.10.1997).

Ο προσδιορισμός των δειγμάτων έγινε κυρίως με τη "Flora Hellenica" (Strid & Tan 1997, 2002) και τη "Flora Europaea" (Tutin et al. 1968-1980, 1993). Σε πολλές περιπτώσεις έγινε σύγκριση δειγμάτων με δείγματα του ερμπαρίου του Πανεπιστημίου Αθηνών (ATHU). Η ονοματολογία που ακολουθήθηκε είναι κυρίως σύμφωνα με τους Strid & Tan (1997, 2002) ή τους Greuter et al. (1984, 1986, 1989) ή/και τους Tutin et al. (1968-1980, 1993), εκτός από λίγες περιπτώσεις. Για το χαρακτηρισμό των βιομορφών ακολουθήθηκε το σύστημα του Raunkiaer (1937), ενώ τα χωρολογικά στοιχεία χαρακτηρίστηκαν κυρίως σύμφωνα με τον Pignatti (1982).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Σύμφωνα με το υλικό που έχουμε μέχρι τώρα εξετάσει και τις παρατηρήσεις υπαίθρου, η χλωρίδα της νήσου της λίμνης Παμβώτιδας περιλαμβάνει τουλάχιστον 238 αυτοφυή taxa (είδη και υποείδη) Τραχειοφύτων, που ανήκουν σε 185 γένη 68 οικογενειών. Από αυτά 4 είναι Πτεριδόφυτα, 1 Γυμνόσπερμο, 184 Αγγειόσπερμα Δικοτυλήδονα και 49 Αγγειόσπερμα Μονοκοτυλήδονα. Όλα τα taxa φαίνεται ότι είναι νέα για τη νήσο αν και για πολλά από αυτά υπάρχουν αναφορές από τη λίμνη ή γειτονικές περιοχές.

Πλουσιότερες σε taxa (είδη και υποείδη) οικογένειες μέχρι στιγμής παρουσιάζονται οι: Compositae (30 taxa), Gramineae (22 taxa), Labiatae (22 taxa), Leguminosae (13 taxa), Scrophulariaceae (13 taxa), Cruciferae (12 taxa) και Umbelliferae (11 taxa). Το σύνολο των taxa αυτών των οικογενειών (123) αντιστοιχεί στο 51,68% του συνόλου των μέχρι τώρα γνωστών taxa της νήσου. Ας σημειωθεί πάντως ότι δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα από τον αριθμό των taxa και τη σειρά μεγέθους των διαφόρων οικογενειών, αφού αυτά πολύ πιθανόν θα αλλάζουν μετά την ολοκλήρωση της έρευνάς μας.

Μετά τον προσδιορισμό των βιομορφών, στις οποίες ανήκουν τα 238 taxa της νήσου, προέκυψε το ακόλουθο βιοφάσμα: Φανερόφυτα (P) 6,4%, Χαμαίφυτα (Ch) 2,6%, Ημικρυπτόφυτα (H) 34,8%, Γεώφυτα (G) 12,4%, Θερόφυτα (T) 39,1% και Υδρόφυτα (Hyd) 4,7%. Στο βιοφάσμα αυτό επικρατούν τα θερόφυτα αλλά πολύ υψηλό είναι και το ποσοστό των ημικρυπτοφύτων και φαίνεται να υπάρχει κάποια ισορροπία μεταξύ αυτών των δύο κατηγοριών βιομορφών. Αν και τα συγκεκριμένα ποσοστά δεν είναι οριστικά μπορούμε να υποθέσουμε ότι η συγκριτική αναλογία των βιομορφών στο προσωρινό βιοφάσμα υποδηλώνει τον ημιορεινό χαρακτήρα της νήσου με το υγρό και ψυχρό κλίμα, όπως αυτό εκφράζεται και από τα βιοκλιματικά στοιχεία της περιοχής.

Όσον αφορά τη χωρολογική προέλευση των taxa (χωρολογικό φάσμα) φαίνεται να επικρατούν τα μεσογειακά γεωστοιχεία με ποσοστό 44,6%. Αν προστεθεί και το

ποσοστό των μεσογειακών-εξωμεσογειακών γεωστοιχείων (7,4%) φθάνουμε στο 52% του συνόλου των taxa. Αυτό αντικατοπτρίζει σαφώς το μεσογειακό χαρακτήρα της χλωρίδας της νήσου, η οποία όμως περιλαμβάνει σε αρκετά υψηλό βαθμό και γεωστοιχεία άλλων ομάδων (κοσμοπολιτικά 13,5%, εύκρατα 12,6%, ευρασιατικά 8,8%, αμερικανικά 6%, ευρωπαϊκά 2,3%, βόρεια 2,3%, ασιατικά 1,4%, τροπικά 0,9%).

Από τα μεσογειακά γεωστοιχεία μόλις δύο είναι ενδημικά ελληνικά (*Heliotropium halacsyi* Riedl και *Bellevallia hyacinthoides* (Bertol.) K. Person & Wendelbo), δηλ. ποσοστό 0,9 %, ενώ αρκετά σημαντική είναι η παρουσία των βαλκανικών γεωστοιχείων (5,6%).

Στη νήσο βρέθηκαν 17 επιγενή taxa (7,14% του συνόλου), γεγονός το οποίο δείχνει τη σημαντική ανθρώπινη επίδραση στη σύνθεση της χλωρίδας. Μεταξύ αυτών υπάρχουν ορισμένα, των οποίων η εμφάνιση στην Ελλάδα είναι σχετικά πρόσφατη, όπως το *Paspalum distichum* L. και η *Conyza albida* Willd. ex Sprengel.

Η ανθρώπινη επίδραση στη χλωρίδα και τη βλάστηση είναι επίσης εμφανής εξαιτίας της παρουσίας σήμερα στο Νησί πολλών καλλιεργούμενων φυτών. Μεταξύ αυτών είναι αρκετά δέντρα, όπως τα είδη *Pinus brutia* Ten. και *Cupressus sempervirens* L., τα οποία σχηματίζουν τεχνητό δασύλλιο σε μια περιοχή του Νησιού.

Ενδιαφέρουσα είναι η παρουσία ορισμένων taxa, που είναι σπάνια στην Ελλάδα. Σημαντικότερο είναι η *Cicuta virosa* L., ένα υδρόβιο τοξικό φυτό, το οποίο βρέθηκε σε μικρό αριθμό ατόμων κοντά στην ακτή της νήσου. Η παρουσία του σπάνιου αυτού είδους στη λίμνη Παμβώτιδα είναι, από όσο γνωρίζουμε, μοναδική σε όλη την Ελλάδα. Αυτό συνιστά ένα σημαντικό λόγο ανάγκης προστασίας του στην περιοχή της λίμνης, όπως και ορισμένων άλλων ειδών.

Πρέπει τέλος να σημειωθεί ότι η έρευνά μας θα συνεχισθεί και τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται εδώ δεν πρέπει να θεωρηθούν οριστικά.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τον καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Βασίλειο Καρακίτσιο για τις πληροφορίες που μας έδωσε σχετικά με τη γεωλογία της περιοχής και την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την παροχή των κλιματικών στοιχείων του μετεωρολογικού σταθμού Ιωαννίνων.

Βιβλιογραφία

- Emberger L. 1955. Une classification biogéographique des climats. Recueil Trav. Lab. Bot. Zool. Univ. Fac. Sci. Montpellier 7: 3-43.
- Γκανιάτσας Κ. 1970. Η χλωρίς και η βλάστησις της λίμνης των Ιωαννίνων. Ηπειρ. Εστία: 1-20.
- Goulimis C.N. 1968. In: Goulandrīs N.A. & Goulimis C.N., Wild flowers of Greece. Kifissia.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984, 1986, 1989. Med-Checklist 1, 3, 4. Genève.
- Halácsy E. von 1900-1904. Conspectus florae Graecae 1-3. Lipsiae.
- Νικολαΐδης Κ.Ν. 1991. Τα Γιάννινα. Το Κάστρο-Η λίμνη-Το Νησί. Αθήνα - Γιάννινα.
- Pignatti S. 1982. Flora d' Italia 1, 2, 3. Bologna.
- Raunkiaer C. 1937. Plant life forms. Oxford.

- Σαρίκα-Χατζηνικολάου Μ. 1999. Χλωριδική και φυτοκοινωνιολογική έρευνα υδάτινων οικοσυστημάτων της Ηπείρου. Διδακτορική Διατριβή, Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Σαρίκα-Χατζηνικολάου Μ., Γιαννίταρος Α. & Κουμπλή-Σοβαντζή Λ. 1994. Χλωριδική έρευνα της λίμνης Παμβώτιδας (Ηπειρος). Πρακτικά 16^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών, 5-7 Μαΐου 1994, Βόλος; 2.10-2.14.
- Σαρίκα-Χατζηνικολάου Μ., Κουμπλή-Σοβαντζή Λ. & Γιαννίταρος Α. 1993. Νέα στοιχεία για την εξάπλωση μερικών σπανίων στην Ελλάδα υδροφύτων. Πρακτικά 15^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών, 21-24 Απριλίου 1993, Φλώρινα-Καστοριά: 135-137.
- Sauvage C. 1961. Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Trav. Inst. Sci. Chérifien Sér. Bot. 21. Rabat.
- Stephanides Th. 1948. Synoptic notes on the freshwater organisms of certain regions of Makedonia, Epirus and Central Greece. Prakt. Hell. Hydrobiol. Inst. Acad. of Athens 2: 205-213.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. Flora Europaea 1 (second edition). Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968-1980. Flora Europaea 2-5. Cambridge.

Συγκριτική μελέτη της φωτοσυνθετικής συσκευής των φύλλων και του βλαστού του φυτού *Calicotome villosa*

Γιώτης Χ., Μανέτας Ι. & Ψαράς Γ.Κ.

Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, GR-265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μια συγκριτική μελέτη της ανατομίας και της φυσιολογίας της φωτοσυνθετικής συσκευής του βλαστού και των φύλλων του φυτού *Calicotome villosa*, με τη χρήση φωτονικής και ηλεκτρονικής μικροσκοπίας, καθώς και με διάφορες τεχνικές μέτρησης του φθορισμού της χλωροφύλλης και ποσοτικού προσδιορισμού των φωτοσυνθετικών χρωστικών. Όσον αφορά την ανατομία, τόσο το χλωρέγχυμα των φύλλων, όσο και του βλαστού παρουσιάζουν όλα τα τυπικά χαρακτηριστικά του δρυφακτοειδούς παρεγχύματος. Η φυσιολογία των δύο ιστών επίσης παρουσιάζεται παρόμοια όσον αφορά τους διάφορους φωτοσυνθετικούς δείκτες. Τέλος, αν και το φυτό κατανέμει περίπου ισόποσα τις φωτοσυνθετικές του χρωστικές μεταξύ βλαστού και φύλλων, η δυναμική φωτοσυνθετική συνεισφορά του βλαστού είναι διπλάσια αυτής των φύλλων.

Anatomical and physiological study of the leaf and stem chlorenchyma of *Calicotome villosa*

Yiotis Ch., Manetas Y. & Psaras G.K.

Section of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras, 265 00 Patras, Greece.

Abstract

In the present study anatomical and physiological characteristics of the leaf and the stem chlorenchyma of *Calicotome villosa* are presented. Light and electron microscopy were employed in the research, as well as certain techniques for chlorophyll fluorescence study and quantitative estimation of the photosynthetic pigments. Both leaf and stem chlorenchyma present all typical characteristics of palisade parenchyma. Stem physiological indices were found to be similar to those of leaves. Finally, although photosynthetic pigments of the species are equally distributed in stem and leaves, the estimated photosynthesis potential of the stem seems to be double than that of the leaf.

Εισαγωγή

Το είδος *Calicotome villosa* ανήκει στην οικογένεια Leguminosae και απαντά στις Μεσογειακές χώρες. Είναι ένας φυλλοβόλος θάμνος που σε πλήρη ανάπτυξη φτάνει τα 3 μέτρα σε ύψος. Προτιμά ξηρά, πετρώδη ενδιαιτήματα συνήθως κοντά σε ακτές, ενώ είναι αδύνατη η ανάπτυξή του σε σκιερά μέρη. Ο βλαστός του είναι αγκαθωτός και έχει πράσινο χρώμα κάτι που είναι ενδεικτικό της φωτοσυνθετικής του ικανότητας. Τα φύλλα εκφύονται κατ' εναλλαγή και είναι πτεροσχιδή με τρία ωοειδή ως καρδιόσχημα φυλλάρια.

Η φωτοσύνθεση είναι η σημαντικότερη και γνωστότερη μεταβολική διεργασία των φυτικών οργανισμών. Η απαίτηση ύπαρξης των χλωροφυλλών για την επιτέλεσή της έχει συνδέσει άρρηκτα τη φωτοσύνθεση στο μυαλό ειδικών και μη με τα πράσινα φύλλα. Κι όμως κι άλλα όργανα όπως τα πράσινα λουλούδια ή οι αναπτυσσόμενοι καρποί (Weiss et al. 1988, Blanke & Lenz 1989), οι ιστοί του βλαστού (Nilsen 1995) ή ακόμη και οι ρίζες (Benzing et al. 1983) είναι φωτοσυνθετικώς ενεργά σε διάφορα είδη, συμμετέχοντας σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό στο συνολικό φωτοσυνθετικό έργο. Η επιστράτευση της φωτοσυνθετικής ικανότητας φυτικών οργάνων πέραν των φύλλων μπορεί να γίνει και με σκοπό την ανακύκλωση του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνουν στο εσωτερικό του φυτού με την αναπνοή οι μη φωτοσυνθετικοί ιστοί.

Ειδικότερα τώρα η φωτοσύνθεση των βλαστών μπορεί να διακριθεί με βάση ανατομικά και φυσιολογικά πρότυπα σε 3 ή 4, σύμφωνα με άλλους, κατηγορίες:

1. Φωτοσύνθεση τύπου CAM (Crassulacean Acid Metabolism).
2. Φωτοσύνθεση βλαστού.
3. Φωτοσύνθεση φλοιού.
4. Φωτοσύνθεση ξυλώματος (Pfanzen et al. 2002).

Όσον αφορά τη φωτοσύνθεση του βλαστού, η συνεισφορά των πράσινων βλαστών πολλών φυτών που απαντούν σε ερημικά, ημι-ερημικά ή περιοδικώς ξηρά ενδιαιτήματα στη συνολική δέσμευση άνθρακα του φυτού είναι σημαντική. Πρόκειται για πολυετή φυτά χωρίς σαρκώδεις ή χυμώδεις βλαστούς, οι οποίοι όμως έχουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν (Gibson 1983, Nilsen et al. 1993). Επιπλέον χαρακτηριστικό γνώρισμα πολλών από αυτά είναι τα υποτυπώδη ή ακόμη και ανύπαρκτα για το μεγαλύτερο διάστημα του χρόνου φύλλα τους. Η φωτοσύνθεση του βλαστού μπορεί από ανατομικής και φυσιολογικής πλευράς να χαρακτηριστεί ταυτόσημη με τη φωτοσύνθεση των φύλλων. Έτσι, πέρα από τη χρήση της C₃ φωτοσυνθετικής οδού, διάφορα ανατομικά χαρακτηριστικά του φωτοσυνθετικού μηχανισμού των πράσινων βλαστών προσομοιάζουν σε αυτά των φύλλων (Gibson 1983).

Υλικά και μέθοδοι

Η δειγματοληψία των φύλλων και των βλαστών, που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία, έγινε από τρία συγκεκριμένα φυτά που αναπτύσσονταν σε υπαίθριο χώρο στην περιοχή του Πανεπιστημίου Πατρών. Η χρήση συγκεκριμένων φυτών έγινε για την όσο το δυνατόν ακριβέστερη παρατήρηση των περιοδικών μεταβολών στα ανατομικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φωτοσυνθετικών ιστών. Τόσο για τα μικροσκοπικά παρασκευάσματα όσο και για τις διάφορες μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν νεαροί βλαστοί μέγιστου μήκους 20 cm από τον κορυφαίο οφθαλμό του κλαδιού.

Η ανατομική μελέτη των φωτοσυνθετικών ιστών του βλαστού και των φύλλων έγινε με την παρασκευή και την παρατήρηση μόνιμων και μη παρασκευασμάτων φυτικού υλικού. Για την παρατήρηση των παρασκευασμάτων χρησιμοποιήθηκε οπτικό μικροσκόπιο τύπου Zeiss Axioplan και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης τύπου JEOL 6300.

Με τη φυσιολογική μελέτη παρακολουθήσαμε την ετήσια φωτοσυνθετική συμπεριφορά του φυτού. Με τη χρήση φθορισμόμετρου Mini-PAM (Waltz) για τη μέτρηση του φθορισμού της χλωροφύλλης τόσο σε συνθήκες πεδίου, όσο και σε προσκοτεινιασμένους φωτοσυνθετικούς ιστούς, καθώς και με εκχυλίσσεις των φωτοσυνθετικών χρωστικών υπολογίσαμε τις εξής παραμέτρους:

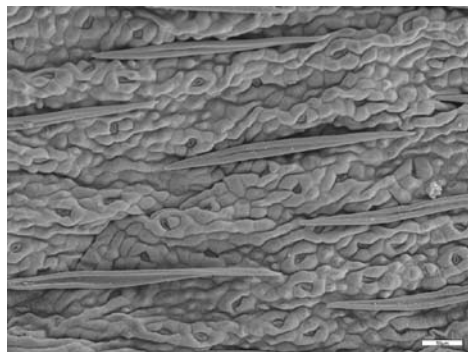
- Ετήσια μεταβολή των minYield, maxETR, NPQ, Vνεργοποίησης, Fv/Fm και των σχετικών επιφανειών βλαστού-φύλλων.
- Ετήσια μεταβολή των συγκεντρώσεων των φωτοσυνθετικών χρωστικών και των λόγων Ca / Cb και C καρ/C χλωρ.
- Ετήσια μεταβολή της συνεισφοράς βλαστού και φύλλων στη συνολική φωτοσύνθεση και στο ποσοτικό ισοζύγιο των φωτοσυνθετικών χρωστικών.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Ανατομική μελέτη

Η ανάπτυξη των φύλλων του *Calicotome villosa* ξεκινά κατά τους πρώτους φθινοπωρινούς μήνες, διατηρούνται κατά τη χειμερινή περίοδο και αποπύπτουν με το τέλος της άνοιξης. Είναι έμμισχα με μίσχο μικρού μήκους (βραχύμισχα) και η νεύρωση τους είναι δικτυωτή (δικτυόνευρα). Το φυτό είναι σχετικά παχύφυλλο ($165 \pm 6 \mu\text{m}$ πάχος), με φύλλα μικρής επιφάνειας ($10.2 \pm 1.9 \text{ mm}^2$), γνωρίσματα που είναι χαρακτηριστικά των ξηρόφυτων.

Η επιδερμίδα είναι μονόστιβη αλλά παχιά και καλύπτεται εξωτερικά από μεσαίου πάχους εφυμενίδα. Τα επιδερμικά κύτταρα σχηματίζουν θηλές στην επιφάνειά των φύλλων. Η κάτω επιφάνεια των φύλλων φέρει τρίχωμα σχήματος T ($36 \pm 3 \text{ mm}^2$) (Εικ. 1) για διατήρηση οριακού στρώματος μεγάλου πάχους και μείωση των απωλειών ύδατος από το άνοιγμα των στομάτων της κάτω επιφάνειας.



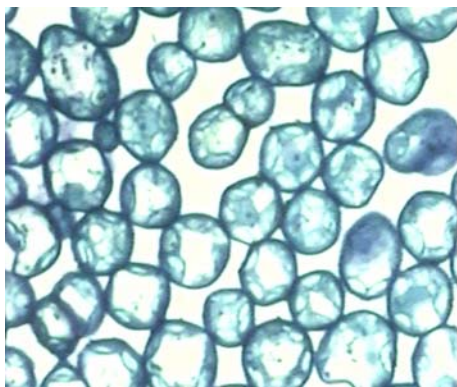
Εικόνα 1: Στόματα και τρίχωμα σχήματος T της κάτω επιφάνειας του φύλλου (ΗΜΣ, κλίμακα = $50 \mu\text{m}$).

Τα φύλλα του *Calicotome villosa* είναι αμφιστοματικά. Το μήκος των στομάτων τόσο της πάνω όσο και της κάτω επιφάνειας κυμαίνεται στα $16 \pm 0.4 \mu\text{m}$. Αντιθέτως, η συγκέντρωση των στομάτων της άνω επιφάνειας των φύλλων ($440 \pm 8 \text{ mm}^{-2}$) είναι πολύ

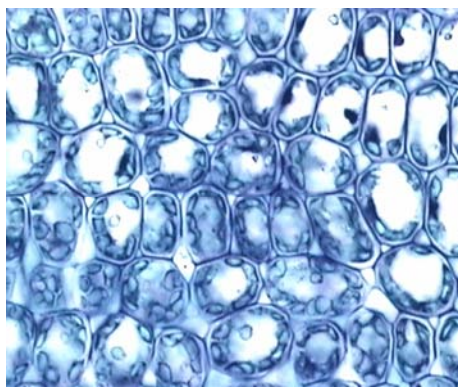
μεγαλύτερη από αυτήν της κάτω επιφάνειας ($185 \pm 4 \text{ mm}^{-2}$). Τα στόματα είναι ανομοκυτικά καθώς δεν υπάρχουν γνήσια παραστοματικά κύτταρα. Τα στόματα τόσο της κάτω όσο και της άνω επιφάνειας είναι ελαφρώς βυθισμένα κάτι που είναι

αποτέλεσμα της ανύψωσης των κυττάρων που γειτνιάζουν με τα καταφρακτικά κύτταρα. Ο πρόσθετος αυτός μηχανισμός ελαχιστοποίησης των απωλειών νερού αποτελεί χαρακτηριστικό πολλών ξηρόφυτων.

Τα φύλλα του ασπάλαθου είναι αμφίπλευρα. Το χλωρέγχυμα τόσο της πάνω όσο και της κάτω επιφάνειας των φύλλων αποτελείται από πολύστιβο δρυφακτοειδές παρέγχυμα. Τα ευμεγέθη κυλινδρικά δρυφακτοειδή κύτταρα είναι πυκνώς διατεταγμένα και περιέχουν μεγάλο αριθμό χλωροπλαστών καθώς και τανίνες, ο αριθμός και η ποσότητα αντίστοιχα των οποίων μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια του χρόνου. Οι μεσοκυττάριοι χώροι είναι πολυάριθμοι και μικροί κάτι που κάνει την όλη δομή του φύλλου πολύ συμπαγή (Εικ. 2).



Εικόνα 2: Δρυφακτοειδή κύτταρα του μεσοφύλλου σε κατά μήκος τομή φύλλου (Οπτικό μικροσκόπιο, κλίμακα = 20μm).



Εικόνα 3 : Δρυφακτοειδή κύτταρα του βλαστού σε κατά μήκος τομή (Οπτικό μικροσκόπιο, κλίμακα = 20μm).

Εν κατακλείδι, τα άφθονα στόματα τόσο στην πάνω όσο και στην κάτω επιφάνεια, η ύπαρξη δρυφακτοειδούς παρεγχύματος αμφίπλευρα καθώς και η διάταξη τόσο των κυττάρων του όσο και των χλωροπλαστών τους, σε συνδυασμό με το σχετικά μεγάλο πάχος των φύλλων, είναι χαρακτηριστικά που προκαλούν μείωση στη αντίσταση διαχύσεως του CO₂. Συνεπώς τα φύλλα του ασπάλαθου διαθέτουν το σύνολο των ανατομικών χαρακτηριστικών που απαιτούνται για την προαγωγή της δέσμευσης του CO₂ από το μεσόφυλλο (Terashima et al. 2005).

Ο βλαστός του *Calicotome villosa* παρατηρούμε πως σε εγκάρσια τομή έχει σχήμα κυλινδρικό με διαμήκεις αύλακες, που τον διατρέχουν καθ' όλο το μήκος, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλονται επιμήκη επάρματα.

Η επιδερμίδα του βλαστού είναι μονόστιβη και αποτελείται από ευμεγέθη κύτταρα με παχιά τοιχώματα. Τα κύτταρά της εξωτερικά καλύπτονται από μεσαίου πάχους εφυμενίδα. Από την επιδερμίδα προεκβάλλει πυκνό τρίχωμα το οποίο καλύπτει το βλαστό εξολοκλήρου. Η πυκνότητά του είναι πολύ μεγάλη στην περιοχή των αυλακίων ενώ μειώνεται στα επάρματα. Η ύπαρξη τριχώματος στα φωτοσυνθετικά όργανα των φυτών (όπου υπάρχουν και στόματα), ασχέτως του χημικού του περιεχομένου, επιδρά ευεργετικά στη μείωση των απωλειών ύδατος κατά το άνοιγμα των στομάτων. Επίσης η

παρουσία του αυξάνει την ανακλαστικότητα του φυτού, κάτι που ίσως επιδρά στο ποσό της υπέρυθρης ακτινοβολίας που διεισδύει στο βλαστό (Gibson 1983).

Τα στόματα ακολουθούν και αυτά με τη σειρά τους την κατανομή του τριχώματος. Είναι πολυάριθμα στην περιοχή των αυλακώσεων ενώ είναι ανύπαρκτα στην ανώτερη περιοχή των επαυμάτων του βλαστού. Βρίσκονται σε χαμηλότερο επίπεδο από αυτό της εξωτερικής επιφάνειας του βλαστού λόγω της υπερανύψωσης των γειτνιαζόντων επιδερμικών κυττάρων. Σε κάθε περίπτωση η παρουσία βυθισμένων στομάτων αποτελεί μια προσαρμογή για τη μείωση των απωλειών νερού μέσω της διαπνοής (Gibson 1983).

Το χλωρέγχυμα του βλαστού βρίσκεται στην περιοχή των διαμηκών αυλακώσεων. Αποτελείται από πολλές στοιβάδες κυττάρων τα οποία προσομοιάζουν με αυτά του χλωρεγγύματος των φύλλων και παρουσιάζουν όλα τα τυπικά χαρακτηριστικά του δρυφακτοειδούς παρεγγύματος (Εικ. 3) (Fahn & Cutler 1992, Psaras & Rhizopoulou 1995, Evans & Loretto 2000).

Προχωρώντας χαμηλότερα στο βλαστό σε τμήματα που παρουσιάζουν δευτερογενή ανάπτυξη παρατηρούμε μια σειρά ανατομικών αλλαγών που σχετίζονται με την ανάπτυξη περιδέρματος. Το σχήμα του βλαστού γίνεται κυλινδρικό, τα επιδερμικής προέλευσης εξαρτήματα των νεότερων βλαστών καταστρέφονται ενώ ρωγμές και φακίδια αναπτύσσονται κατά μήκος του βλαστού. Σε εγκάρσιες τομές το περιδέρμα φθορίζει, κάτι που καταδεικνύει την ύπαρξη φωτοσυνθετικών χρωστικών και συνεπώς και φωτοσυνθετικής δραστηριότητας σε αυτό.

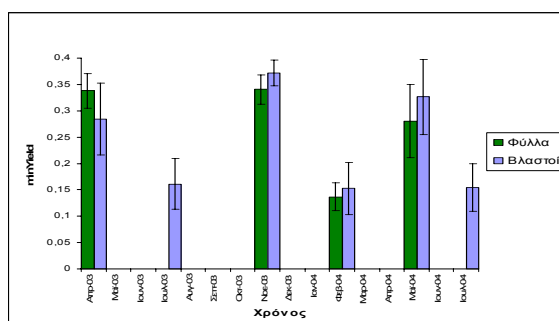
Φυσιολογική μελέτη

Το πρότυπο που επαναλαμβάνεται σε όλες τις μετρήσεις είναι μια σημαντική υπεροχή των φύλλων όσον αφορά τη συγκέντρωση φωτοσυνθετικών χρωστικών, κάτι όμως που δε μεταφράζεται και σε υπεροχή των φύλλων σε απόλυτες ποσότητες χρωστικών. Γενικά το φυτό κατανέμει ισόποσα (με μια μικρή υπεροχή του βλαστού) της φωτοσυνθετικές του χρωστικές μεταξύ του βλαστού και των φύλλων. Αυτή η φαινομενική αντίφαση οφείλεται στην πολλαπλότητα σε σύγκριση με τα φύλλα επιφάνεια του βλαστού.

Ο λόγος Ca/Cb εμφανίζεται ανώτερος στα φύλλα. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε πως τα σκιάφιλα φυτά έχουν συνήθως μικρότερους λόγους Ca/Cb λόγω της κατασκευής μεγαλύτερων φωτοσυλλεκτικών κεραιών. Ίσως ο προσανατολισμός του βλαστού σε σχέση με την κατεύθυνση των ηλιακών ακτινών, καθώς και η επικάλυψη του φωτοσυνθετικού ιστού του βλαστού από πυκνό τρίχωμα οδηγούν σε μείωση της εντάσεως του φωτός που φτάνει στον φωτοσυνθετικώς ενεργό ιστό, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της τιμής του Ca/Cb με τον τρόπο που αναφέραμε παραπάνω. Αναφορικά με το λόγο Cκαρ./Cχλωρ αυτός εμφανίζει τη μέγιστη τιμή του τους καλοκαιρινούς μήνες. Αυτό αποσκοπεί στη φωτοπροστασία της φωτοσυνθετικής συσκευής του βλαστού.

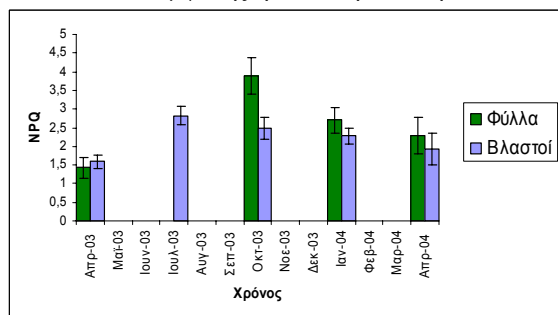
Όσον αφορά τώρα τις διάφορες φωτοσυνθετικές παραμέτρους τα αποτελέσματα ήταν τα εξής:

minYield: Καθώς το yield αποτελεί μέτρο της αποδοτικότητας του PSII είναι ευνόητο πως όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του minYield τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα φωτοχημικής απόσβεσης του φυτού. Σε όλη τη διάρκεια του έτους οι τιμές του minYield στους βλαστούς και στα φύλλα είναι ευθέως συγκρίσιμες. Πάντως και μόνο το



Ετήσια διακύμανση του min Yield σε βλαστούς και φύλλα του *Calicotome villosa*.

min Yield. Η μικρή μετατόπιση της καμπύλης των φύλλων προς τα πάνω μπορεί να αποδοθεί στη μεγαλύτερη απορρόφηση που παρουσιάζουν, ένας παράγοντας που δεν υπεισέρχεται στον ανωτέρω υπολογισμό του yield. Είναι πάντως και στην περίπτωση του max ETR εμφανής η ικανότητα των βλαστών να φωτοσυνθέτουν αποδοτικά.



Ετήσια διακύμανση του NPQ σε βλαστούς και φύλλα του *Calicotome villosa*.

δέχονται μεγαλύτερες εντάσεις φωτός σε σχέση με το βλαστό, με αποτέλεσμα να διαθέτουν και αποτελεσματικότερο μηχανισμό μη φωτοχημικής απόσβεσης.

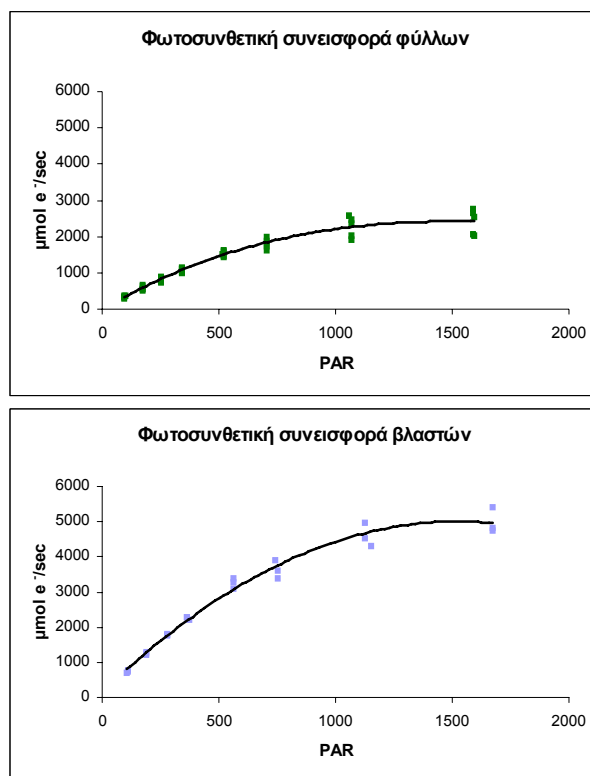
Συνεισφορά βλαστού-φύλλων στη συνολική φωτοσύνθεση: Αν πολλαπλασιάσουμε τις τιμές του ETR σε μια γραφική παράσταση $ETR=f(PAR)$ με την συνολική επιφάνεια του φωτοσυνθετικού ιστού (βλαστού ή φύλλων) στο module, προκύπτουν παραστάσεις όπως αυτές που παρατίθενται παρακάτω. Το μέγεθος $\mu\text{mol e}^-/\text{sec}$ αποτελεί μέτρο της συνεισφοράς του βλαστού και των φύλλων στη συνολική φωτοσύνθεση κάθε module. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ξεκάθαρα πως ο βλαστός δεν αποτελεί απλά σημαντική, αλλά την κύρια συνιστώσα της φωτοσυνθετικής συσκευής του φυτού. Δε θα πρέπει πάντως να μας διαφεύγει πως οι συνεισφορές που υπολογίσαμε είναι δυνητικές, είναι δηλαδή οι συνεισφορές του βλαστού και των φύλλων αν αυτά εκτεθούν στις ίδιες συνθήκες και όχι απαραίτητα οι ακριβείς συνεισφορές τους κατά τη φυσιολογική διαβίωση του φυτού.

συγκρίσιμο των τιμών καταδεικνύει την ικανότητα του βλαστού να διεξάγει τις φωτοσυνθετικές διεργασίες αποδοτικά.

max ETR: Το max ETR είναι μια παράμετρος που αποτελεί μέτρο της μέγιστης φωτοσυνθετικής ικανότητας του φυτού. Και στην περίπτωση της μέγιστης φωτοσυνθετικής ικανότητας των βλαστών και των φύλλων ακολουθείται το πρότυπο μεταβολής που συναντήσαμε στο

max ETR. Η μικρή μετατόπιση της καμπύλης των φύλλων προς τα πάνω μπορεί να αποδοθεί στη μεγαλύτερη απορρόφηση που παρουσιάζουν, ένας παράγοντας που δεν υπεισέρχεται στον ανωτέρω υπολογισμό του yield. Είναι πάντως και στην περίπτωση του max ETR εμφανής η ικανότητα των βλαστών να φωτοσυνθέτουν αποδοτικά.

NPQ: Το NPQ αποτελεί τον αμεσότερο τρόπο υπολογισμού της συνεισφοράς της μη φωτοχημικής απόσβεσης καθώς συνδέεται γραμμικά με τις απώλειες θερμότητας. Η ικανότητα μη φωτοχημικής απόσβεσης των φύλλων παρουσιάζεται ανώτερη (αν και συγκρίσιμη παράλληλα) από αυτήν των βλαστών. Αυτό είναι φυσικό καθώς λόγω θέσης και προσανατολισμού τα φύλλα



Σύγκριση της φωτοσυνθετικής συνεισφοράς (σε $\mu\text{mole}^-/\text{sec}$) του βλαστού και των φύλλων ενός module του *Calicotome villosa* το Δεκέμβριο του 2003.

Βιβλιογραφία

- Benzing D.H., Friedman W.E., Peterson G. & Renfrow A. 1983. Shootlessness, velamentous roots, and the pre-eminence of Orchidaceae in the epiphytic biotope. *Am. J. Bot* 70: 121-133.
- Blanke M. M. & Lenz F. 1989. Fruit photosynthesis - a review. *Plant Cell Environ.* 12: 31-46.
- Evans J.R. & Loreto F. 2000. Acquisition and diffusion of CO_2 in higher plant leaves. In: Leegood R.C., Sharkey T.D. & Von Caemmerer S. (eds). *Photosynthesis: physiology and metabolism*. Kluwer Academic Publishers pp. 321-351. Dordrecht.
- Fahn A. & Cutler D.F. 1992. In: Braun H.J., Carlquist S., Ozenta P. & Roth I. (eds). *Xerophytes. Encyclopedia of Plant Anatomy*, vol XIII, 3. Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.
- Gibson A. C. 1983. Anatomy of photosynthetic old stems of nonsucculent dicotyledons from North American deserts. *Bot. Gaz.* 144:347-362.

- Nilsen E.T., Karpa D., Mooney H.A. & Field C. 1993. Patterns of stem photosynthesis in two invasive legumes (*Spartium junceum*, *Cytisus scoparius*) of the California coastal region. *Am. J. Bot.* 80: 1126-1136.
- Nilsen E.T. 1995. Stem photosynthesis extent, patterns and role in plant carbon economy. In: Gartner, B. (ed.): *Plant stems - Physiology and functional morphology*. Academic Press, San Diego, pp. 223-240.
- Pfanz H., Aschan G., Langenfeld-Heyser R., Wittmann C. & Loose M. 2002. Ecology and ecophysiology of tree stems - corticular and wood photosynthesis. *Naturwissenschaften* 89: 147-162.
- Psaras G.K. & Rhizopoulou S. 1995. Mesophyll structure during leaf development in *Ballota acetabulosa*. *New Phytol.* 131: 303-309.
- Terashima I., Araya T., Miyazawa S.I., Sone K. & Yano S. 2005. Construction and maintenance of the optimal photosynthetic systems of the leaf, herbaceous plant and tree: an eco-developmental treatise. *Ann. Bot.* 95: 507-519.
- Weiss D., Schonfeld M. & Halevy A.H. 1988. Photosynthetic activities in the *Petunia* corolla. *Plant Physiol.* 87: 666-670.

Φυτοποικιλότητα σε σιταγρούς της περιοχής Θεσσαλονίκης και ενδείξεις μεταβολών της από το 1936

Γούλα Κ., Κουταντώνης Σ., Κοκκίνη Σ. & Χανλίδου Ε.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της καταγραφής της αυτοφυούς χλωρίδας σε 25 σιταγρούς, οι οποίοι βρίσκονται στα περίχωρα της Θεσσαλονίκης. Συνολικά καταγράφηκαν 166 taxa. Από αυτά το μεγαλύτερο ποσοστό είναι θερόφυτα (67%), ενώ, σε σχέση με τη χωρολογία, κυρίαρχα είναι τα taxa ευρείας εξάπλωσης (συνολικά 52%). Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας με αντίστοιχες του 1936-1938 και 1963-1965 υποδεικνύει έντονη μεταβολή στη σύνθεση της χλωρίδας των σιταγρών, με νέα εισβολή ή αύξηση της εξάπλωσης τουλάχιστον 92 taxa και πιθανή εξαφάνιση ή περιορισμό της εξάπλωσης τουλάχιστον 90 taxa.

The weed flora in wheat-fields around Thessaloniki: changes since 1936

Goula K., Koutantonis S., Kokkini S. & Hanlidou E.

Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 54124 Thessaloniki, Greece.

Abstract

The results of a survey of the weeds growing in 25 wheat-fields around Thessaloniki (NW Greece) are presented. In total 166 taxa were recorded. Therophytes are the most abundant life form (67%). In respect to chorology, the widespread taxa, eurasiatic, paleotemperate, boreal and (sub-) cosmopolitan, prevail (c. 52% in total). The comparison of our results with those obtained in similar studies conducted in 1936-1938 and 1963-1965 reveals major changes in respect to the synthesis of the weed flora of the wheat-fields. In particular, it suggests that at least 92 taxa have been recently invaded or increased their distribution and 90 taxa have disappeared or restricted their distribution.

Εισαγωγή

Οι γεωργικές καλλιέργειες συντηρούν μεγάλο αριθμό αυτοφυών φυτικών ειδών. Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, παρατηρείται αλλαγή στη σύνθεση της χλωρίδας των καλλιεργειών και μείωση της φυτοποικιλότητας, ως αποτέλεσμα των σύγχρονων γεωργικών πρακτικών, π.χ. η ανάπτυξη αποτελεσματικών ζιζανιοκτόνων, η αύξηση της

χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων, η εγκατάλειψη του συστήματος εναλλαγής καλλιεργειών, η οριστική εγκατάλειψη ορισμένων τύπων καλλιεργειών (Holzner 1982). Σήμερα, παγκόσμια, το ενδιαφέρον για τη διατήρηση της φυτοποικιλότητας του αγροτικού περιβάλλοντος εντείνεται (π.χ. με την εφαρμογή του Σχεδίου Δράσης για τη Διατήρηση της Βιοποικιλότητας στη Γεωργία της Ε.Ε.).

Η παρούσα έρευνα στοχεύει στην καταγραφή της φυτοποικιλότητας σε σιταγρούς των περιχώρων της Θεσσαλονίκης και τη διερεύνηση των μεταβολών της, όπως προκύπτουν από τη σύγκριση με παλαιότερες καταγραφές. Προγενέστερες μελέτες στην ίδια περιοχή έγιναν τις χρονικές περιόδους 1936-1938 (Ζαγανιάρης 1939) και 1963-1965 (Lavrendiades 1980).

Υλικά και μέθοδοι

Συνολικά μελετήθηκαν 25 αγροτεμάχια σιταγρών ανατολικά και δυτικά της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλονίκης (Εικ. 1), κατά τα έτη 2001-2003. Συλλέχθηκαν συνολικά 1407 φυτικά δείγματα, τα οποία είναι κατατεθειμένα στο Herbarium του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Α.Π.Θ. (TAU). Η ταξινόμηση και η ονοματολογία των taxa είναι σύμφωνα με τη Flora Hellenica (Strid & Tan 1997, 2002) και τη Flora Europaea (Tutin et al. 1968-1980, 1993) για όσα taxa δεν συμπεριλαμβάνονται στην πρώτη. Η χωρολογία των taxa είναι σύμφωνα με τη Flora d' Italia (Pignatti 1982). Συμπληρωματικά χρησιμοποιήθηκαν όλα τα παραπάνω συγγράμματα καθώς και η Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Davis 1965-1985).

Ανάλογα με τον αριθμό των αγροτεμαχίων στα οποία βρέθηκαν τα taxa διακρίθηκαν σε τρεις κατηγορίες:

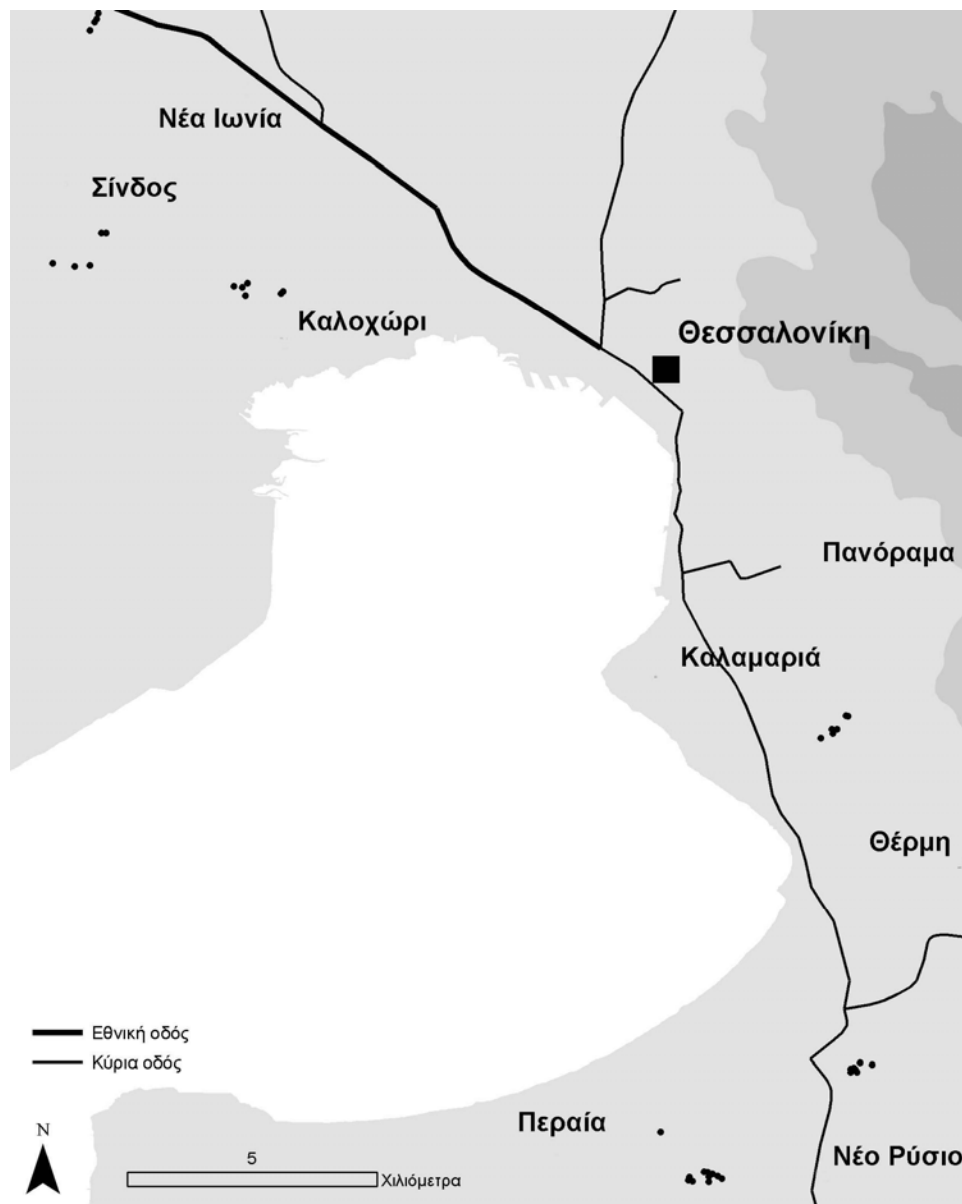
- α) σπάνια: καταγράφηκαν σε λιγότερα από 5 αγροτεμάχια,
- β) κοινά: καταγράφηκαν σε 6-11 αγροτεμάχια
- γ) διαδεδομένα: καταγράφηκαν σε περισσότερα από 12 αγροτεμάχια.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

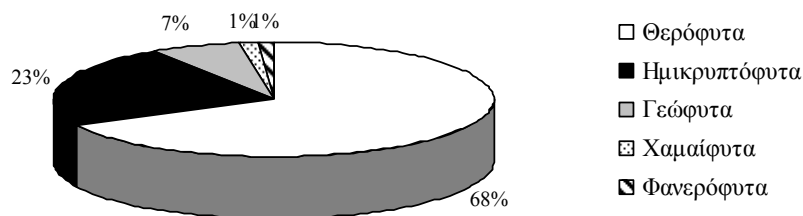
Από τον ταξινομικό προσδιορισμό των φυτικών δειγμάτων προέκυψαν 166 taxa που ανήκουν σε 33 οικογένειες.

Στο βιοτικό φάσμα των taxa που καταγράφηκαν (Εικ. 2) κυριαρχούν τα θερόφυτα (67%), ενώ ακολουθούν τα ημικρυπτόφυτα (24%). Οι υπόλοιπες βιομορφές συμμετέχουν με μικρό ποσοστό (<7%).

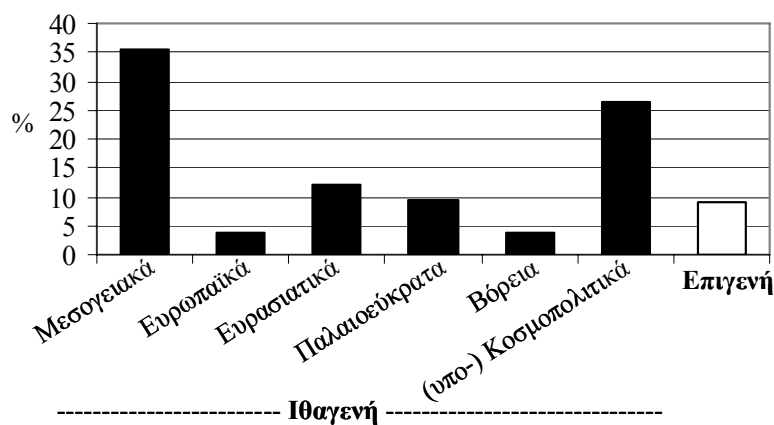
Από τα taxa που καταγράφηκαν, 91% είναι ιθαγενή της ελληνικής χλωρίδας, ενώ 9% είναι επιγενή (Εικ. 3). Ανάμεσα στα ιθαγενή, το μεγαλύτερο ποσοστό είναι μεσογειακά (35,5%). Τα taxa ευρείας εξάπλωσης, ευρασιατικά, παλαιοεύκρατα, βόρεια και (υπο-) κοσμοπολιτικά, συνολικά συνιστούν το 52% του χωρολογικού φάσματος. Στα επιγενή συμπεριλαμβάνονται επτά taxa αμερικανικής προέλευσης (π.χ. *Amaranthus albus* L., *Solanum elaeagnifolium* Cav., *Xanthium spinosum* L.), τέσσερα ασιατικά (π.χ. *Abutilon theophrasti* Medicus, *Myagrum perfoliatum* L.) καθώς και τέσσερα παλαιотροπικά (π.χ. *Bromus rigidus* Roth., *Lolium rigidum* Gaudin).



Εικόνα 1. Θέσεις των αγροτεμαχίων που μελετήθηκαν.



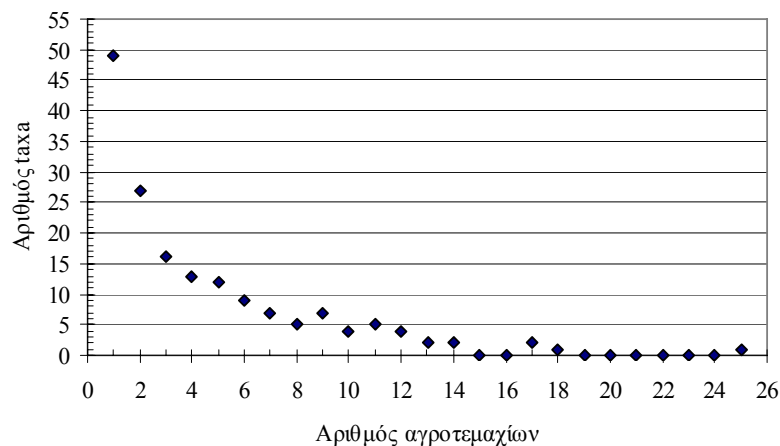
Εικόνα 2. Βιοτικό φάσμα.



Εικόνα 3. Χωρολογικό φάσμα.

Ως διαδεδομένα χαρακτηρίστηκαν 11 taxa, τα οποία εντοπίστηκαν σε 12-18 αγροτεμάχια (*Convolvulus arvensis* L., *Chenopodium album* L., *Papaver rhoeas* L., *Salsola kali* L., *Senecio vulgaris* L., *Fumaria officinalis* L., *Avena sterilis* L., *Anthemis altissima* L., *Lepidium draba* (L.) Desv., *Rapistrum rugosum* (L.) All. και *Veronica hederifolia* L.) και το αμερικανικής προέλευσης *Solanum elaeagnifolium* Cav., το οποίο βρέθηκε στο σύνολο των αγροτεμαχίων που εξετάστηκαν. Ως κοινά χαρακτηρίστηκαν 37 taxa, τα οποία βρέθηκαν σε 6-11 αγροτεμάχια. Τέλος, η πλειονότητα των taxa (117) καταγράφηκε σε λιγότερα από 5 αγροτεμάχια (Εικ. 4) και χαρακτηρίστηκαν ως σπάνια.

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μας με τις παλαιότερες καταγραφές της αυτοφυούς χλωρίδας σε σιταγρούς των ίδιων περιοχών (Ζαγανιάρης 1939, Lavrendiades 1980) προκύπτουν διαφορές, οι οποίες υποδεικνύουν: α) εισβολή νέων ή αύξηση της εξάπλωσης ορισμένων taxa και β) πιθανή εξαφάνιση ή και περιορισμό της εξάπλωσης άλλων. Συγκεκριμένα:



Εικόνα 4. Αριθμός taxa ανάλογα με τον αριθμό των αγροτεμαχίων στα οποία εντοπίστηκαν.

- 56 από τα taxa που εντόπισε η παρούσα έρευνα δεν αναφέρονται καθόλου από τις προγενέστερες καταγραφές. Αρκετά από αυτά εκτιμήθηκαν ως κοινά ή διαδεδομένα, π.χ. τα *Rapistrum rugosum* (L.) All. (βρέθηκε σε 12 αγροτεμάχια), *Atriplex tatarica* L. (9 αγροτεμάχια), *Avena fatua* L. (8 αγροτεμάχια) και *Cuscuta campestris* Yunker (7 αγροτεμάχια). Ακόμη 36 taxa δεν αναφέρονται στις συγκεκριμένες περιοχές όπου υπάρχουν τα αγροτεμάχια που εξετάσαμε ή αναφέρονται ως σπάνια και σήμερα εκτιμώνται ως κοινά ή διαδεδομένα (βρέθηκαν σε >6 αγροτεμάχια), π.χ. τα *Fumaria parviflora* Lam. και *Lolium rigidum* Gaudin.
- 58 τουλάχιστον taxa αναφέρονται από τις προγενέστερες καταγραφές ως κοινά σε σιταγρούς, αλλά δεν εντοπίστηκαν σήμερα σε κανένα από τα αγροτεμάχια που εξετάσαμε, π.χ. τα *Gladiolus italicus* Miller, *Adonis annua* L., *Agrostemma githago* L. και *Centaurea cyanus* L. Άλλα 32 αναφέρονται ως κοινά και σήμερα εκτιμώνται ως σπάνια (βρέθηκαν σε <5 αγροτεμάχια), π.χ. τα *Leontice leontopetalum* L. και *Allium amethystinum* Tausch.

Βιβλιογραφία

- Davis P.H. (ed.) 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands 1-9. Edinburgh.
- Holzner W. 1982. Concepts, categories and characteristics of weeds. In: Holzner W. & Numata M. (eds) Biology and ecology of weeds, pp. 3- 20. The Hague.
- Pignatti S. 1982. Flora d' Italia 1- 3. Bologna
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997-2002. Flora Hellenica 1-2. Königstein.

- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. *Flora Europaea* 1 (2nd ed.). Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.N., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968, 1972, 1976, 1980. *Flora Europaea* 2, 3, 4, 5. Cambridge.
- Ζαγανιάρης Δ.Ν. 1939. Τα ζιζάνια της επαρχίας Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.
- Lavreniades G. 1980. On the grain-field weeds of the American Farm School of Thessaloniki. *Phytocoenologia* 7: 318-324.

Τοπωνύμια συνδεόμενα με τη λέξη πλάτανος

¹Γούσιας Π. & ²Φωτιάδης Γ.

¹Τμήμα Δασοπονίας, ΤΕΙ Λαμίας, Παράρτημα Καρπενησίου, 361 00 Καρπενήσι.

²Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Θ. 270, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Το είδος *Platanus orientalis* (πλάτανος) εισήχθη πιθανότατα στην Ελλάδα από την ανατολική Μεσόγειο πριν από 3000 χρόνια. Ο άνθρωπος ευνόησε τη γρήγορη εξάπλωσή του (για παραγωγή ξύλου, για τη σκιά του κ.ά.) και σε συνδυασμό με την ικανότητα του είδους να εξαπλώνεται σε μεγάλες αποστάσεις, εμφανίζεται σήμερα σε μεγάλες εκτάσεις σε όλο τον Ελλαδικό χώρο. Η εργασία ερευνά τη χρήση της λέξης πλάτανος στον καθορισμό τοπωνυμίων. Από τα 1349 τοπωνύμια που βρέθηκαν να προέρχονται από λέξεις σχετικές με τα φυτά και τη βοτανική, τα περισσότερα τοπωνύμια (123) προέρχονται από τη λέξη πλάτανος (πχ. Πλάτανος, Πλατανιά, Γεροπλάτανος κ.ά.).

Toponyms named after the word “platanos” (*Platanus orientalis*) in Greece

¹ Gousias P. & ²Fotiadis G.

¹Department of Forestry, TEI Lamias, 361 00 Karpenisi, Greece.

²Laboratory of Forest Botany-Geobotany, Department of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, P.B. 270, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

Platanus orientalis (common name in Greek: platanos) was probably introduced in Greece from east Mediterranean, some 3000 years ago. Man favoured its rapid and wide expansion, taking advantage of its shadow and wood. Today, *Platanus orientalis* occurs almost everywhere in Greece. The aim of the study was to locate places that named after *Platanus*. About 1349 areas in Greece are named after words associated with plants and botany. Most of them (123) are dedicated to “platanos” [e.g. Platanos (male of *Platanus*), Platania (female of *Platanus*), Geroplatanos (the old *Platanus*), etc.]

Εισαγωγή

Οι σχηματισμοί της φύσης επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό στην ονομασία περιοχών. Χαρακτηριστικά γεωλογικά, γεωμορφολογικά αλλά κυρίως η φυσιογνωμία της βλάστησης καθώς και τα είδη που υπάρχουν σε μια περιοχή χρησιμοποιούνται συχνά από τον άνθρωπο

στην ονομασία ενός τόπου. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν περιοχές γνωστές από την αρχαιότητα, όπως η Μεσοποταμία (μεταξύ των ποταμών Τίγρη και Ευφράτη) και προσδιορισμοί σε τοπωνύμια όπως το Άνω και Κάτω, που σχετίζονται κυρίως με το υψόμετρο, κ.ά. (π.χ. Μπέττης 1996).

Στην Ελλάδα πολλά τοπωνύμια σχετίζονται με γεωλογικά, κλιματικά και άλλα χαρακτηριστικά (π.χ. Διπόταμα, Ανήλιο, Άσκιο). Μεγάλος αριθμός από τα ονόματα οικισμών σχετίζονται άμεσα με τη βλάστηση και τα φυτά. Από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας (π.χ. Μπέττης 1996, Σταματελάτος & Σταματελάτου 1997) προέκυψε ότι γενικά τα τοπωνύμια μπορούν να διακριθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: 1) αυτά που σχετίζονται με ονόματα φυτών, 2) αυτά που σχετίζονται με μορφολογικά χαρακτηριστικά φυτών και 3) αυτά που σχετίζονται με γενικές έννοιες βοτανικής, όπως βότανο, δένδρο, δάσος κλπ. Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται και τα τοπωνύμια που συσχετίζονται με τη λέξη πλάτανος.

Μέθοδος έρευνας

Το ανατολικούπομεσογειακό είδος *Platanus orientalis* εμφανίζεται σε περιοχές με μεγάλο υπόγειο ή επιφανειακό όγκο ρεόντων υδάτων. Εμφανίζεται σχεδόν σε όλη την Ελλάδα, συνήθως σε συδενδρίες και αζονικά κατά μήκος ρεμάτων. Στοιχεία για την εξάπλωση και τις μονάδες βλάστησης που σχηματίζει το *Platanus orientalis* εμφανίζονται σε πολλά χλωριδικά συγγράμματα (π.χ. Strid & Tan 2002) και έρευνες βλάστησης (Gradstein & Smittenberg 1977, Αθανασιάδης et al. 1998, Καρέτσος 2002, Κοράκης 2003, Στάμιου et al. 2003, Φωτιάδης 2004).

Η εργασία βασίζεται σε βιβλιογραφικά στοιχεία και κυρίως: α) στους χάρτες της Γ.Υ.Σ. και β) τη Γεωγραφική Εγκυκλοπαίδεια των Σταματελάτος & Σταματελάτου (1997). Σε πρώτο στάδιο, καταγράφηκαν τα τοπωνύμια που το όνομά τους σχετίζεται με βοτανικούς όρους όπως: 1) ονόματα φυτών (π.χ. Πευκόλοφος, Ποντοκερασιά κ.ά.), 2) μορφολογικά γνωρίσματα φυτών (άνθη, κλαδιά, κάρυο, καρπός κλπ) και 3) γενικές έννοιες (π.χ. βότανο, δένδρο, θάμνος, δάσος, λιβάδι κλπ.). Ειδικότερα για τα ονόματα οικισμών που προέρχονται από τη λέξη πλάτανος, καταγράφηκε η ακριβής θέση και το υψόμετρό τους. Ακολούθησε η ανάλυση των στοιχείων για τη διερεύνηση των λόγων εμφάνισης μεγάλου αριθμού τοπωνυμίων που σχετίζονται με τη λέξη πλάτανος.

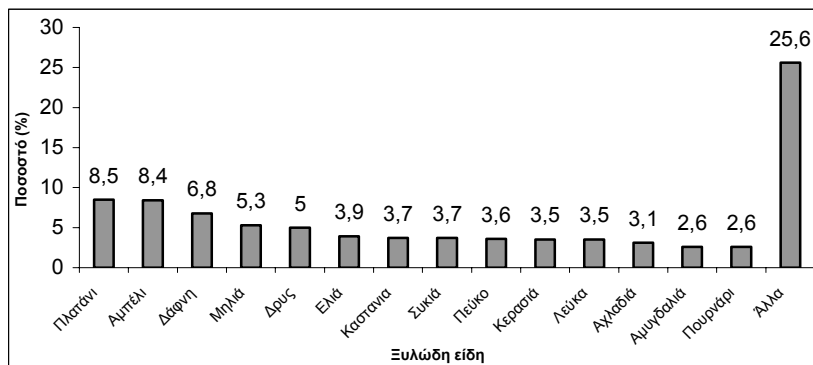
Αποτελέσματα - Συζήτηση

Από την επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν προκύπτει ότι τα τοπωνύμια που σχετίζονται με τη λέξη πλάτανος υπερτερούν από αυτά που σχετίζονται με άλλα ονόματα ξυλωδών ειδών (Εικ. 1). Αυτό μάλλον οφείλεται στους παρακάτω λόγους: 1) η ύπαρξη ατόμων πλάτανου κατά θέσεις σε ξηρές περιοχές υποδηλώνει τη σημειακή ύπαρξη νερού. Αυτές οι περιοχές αποτέλεσαν το σημείο συνάντησης και δημιουργίας πολλών οικισμών από τους βοσκούς. Συνήθως η πλατεία, κεντρικό σημείο του οικισμού, περιέβαλλε τη θέση του πλάτανου και 2) πολλοί οικισμοί έχουν δημιουργηθεί στις παρυφές ορέων, κυρίως σε ρεματιές, όπου εμφανίζονται πολλά άτομα πλάτανου.

Συνολικά αναφέρονται 123 τοπωνύμια που προέρχονται από τη λέξη πλάτανος¹ (από τα καταγεγραμμένα 130 τα 7 παραθέτονται περισσότερο της μίας φορά, Πίνακας 1). Από αυτά, τα 119 είναι οικισμοί, τα 3 είναι υδάτινα ρεύματα και υπάρχει 1 ακρωτήριο. Από τους

¹ Πολλά τοπωνύμια δεν μπορούν να καταγραφούν, αφού είναι περιοχές που αποκτούν το όνομά τους από υπαίθρια κέντρα διασκέδασης, χώρους αναψυχής κ.ά.

119 οικισμούς οι 9 δεν αναφέρονται πλέον από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία (Σταματελάτος & Σταματελάτου 1997). Από αυτούς τους οικισμούς οι 42 παλαιότερα είχαν άλλο όνομα (που δεν είχε σχέση με τη λέξη πλάτανος), ενώ 3 που είχαν όνομα σχετικό με τη λέξη πλάτανος τώρα έχουν διαφορετικό όνομα (Εικ. 1).



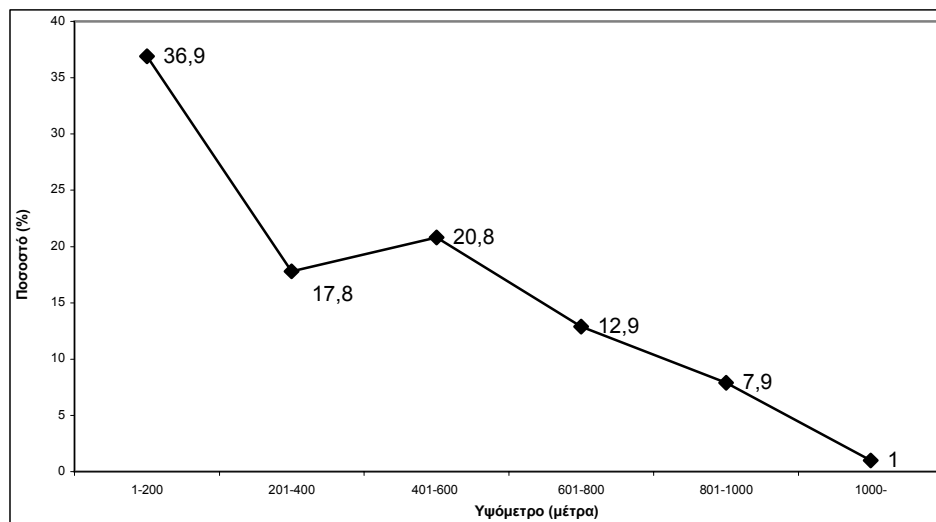
Εικόνα 1. Κατανομή τοπωνυμίων που σχετίζονται με ονόματα ξυλώδη είδη.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Εικ. 1, φαίνεται ότι τα τοπωνύμια που σχετίζονται με τη λέξη πλάτανος εμφανίζονται σε μεγάλο εύρος υψομέτρων. Αυτό οφείλεται στην αζωνική εμφάνιση του πλάτανου, που απαντάται σε μεμονωμένα άτομα, σε μικρές συδενδρίδες ή και μικρές συστάδες σε όλη την Ελλάδα (Strid & Tan 2002). Το μεγαλύτερο ποσοστό τοπωνυμίων που σχετίζονται με τη λέξη πλάτανος εμφανίζεται σε μικρό υψόμετρο (1-200: 36,9%) και λιγότερο σε μεγαλύτερα υψόμετρα (201-400: 17,8%, 401-600: 20,8%). Αυτό δικαιολογείται από την εμφάνιση οικισμών σε δέλτα και απολήξεις ποταμών, όπου εμφανίζεται ο μεγαλύτερος αριθμός πλατάνων. Επίσης, στα χαμηλότερα υψόμετρα, όπου υπάρχει και μεγαλύτερη ξηρασία, ο πλάτανος έχει μεγάλη σημασία αφού συνδέεται με την ύπαρξη νερού.

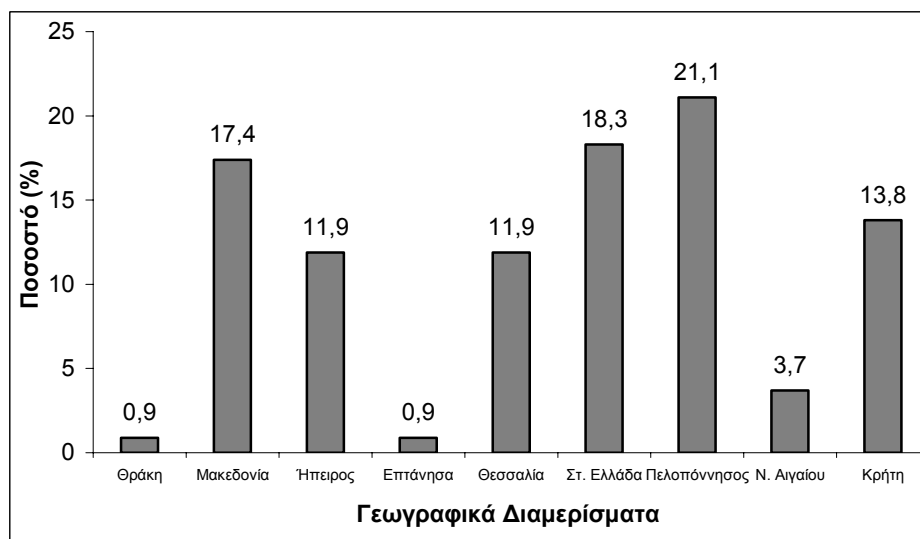
Από την Εικ. 3 φαίνεται ότι ο μεγαλύτερος αριθμός των οικισμών που το όνομά τους σχετίζεται με τον πλάτανο εμφανίζεται κατά φθίνουσα σειρά στην Πελοπόννησο (21,1%), στη Στερεά Ελλάδα (18,3%), στη Μακεδονία (17,4%) και στην Κρήτη (13,8%). Οι οικισμοί αυτοί εντοπίζονται σε δυο οικολογικά διαφοροποιημένα περιοχές:

α) της Μακεδονίας και Ηπείρου, όπου υπάρχει μεγάλος αριθμός ρεμάτων, επομένως και εκτεταμένη εξάπλωση του πλάτανου. Συνήθως σε αυτές τις περιοχές οι οικισμοί είναι σε μεγάλα υψόμετρα.

β) της Πελοποννήσου, Στερεάς Ελλάδας και Κρήτης, όπου η διασπορά των οικισμών αυτών είναι μεγαλύτερη σε περιοχές που ανήκουν στην ευμεσογειακή ζώνη βλάστησης. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στη μεγαλύτερη σημασία που δίνουν οι κάτοικοι των περιοχών αυτών, ακόμα και σε μεμονωμένα άτομα πλάτανου, λόγω της σχέσης του πλάτανου με το νερό.



Εικόνα 2. Ποσοστό τοπωνυμίων που σχετίζονται με τη λέξη πλατanos, ανά υψομετρική ζώνη.



Εικόνα 3. Ποσοστό τοπωνυμίων, που σχετίζονται με τη λέξη πλατanos, ανά γεωγραφικό διαμέρισμα.

Πίνακας 1. Τοπωνύμια που σχετίζονται με τη λέξη πλάτανος. Στο κείμενο του Πίνακα, (): αριθμός τοπωνυμίων που αναφέρονται στο συγκεκριμένο όνομα, []: τα χαρακτηριστικά του τοπωνυμίου: νομός και δημοτικό διαμέρισμα που ανήκει, υψόμετρο, !: ο οικισμός δεν αναφέρεται πλέον ή αναφέρεται μετά το 1991 από τη στατιστική υπηρεσία, !!: προηγούμενη ή προηγούμενες ονομασίες του τοπωνυμίου, ≈ Δεύτερη ονομασία του τοπωνυμίου.

► **Άνω Πλατανίτης (2)** - [Αιτωλοακαρνανίας, Αντίρριου, 4 m] - [Αιτωλοακαρνανίας, Μολυκρείου, 70 m ! δεν αναφέρεται μετά το 1991]. ► **Γεροπλάτανος (4)** - [Χαλκιδική, Γεροπλάτανου, 400 m !! πριν το 1981 Γεροπλάτανος, πριν το 1928 Τοπλίκι] - [Ιωάννινα, Γεροπλάτανου, 640 m !! πριν το 1981 Γεροπλάτανος, πριν το 1928 Αληζότ Τσιφλίκι] - [Πρεβέζα, Γοργομούλου, 700 m !! πριν το 1981 Γεροπλάτανος, πριν το 1955 Κουτικάτες] - [Θεσπρωτία, Πηγαδουλίων, 80 m !! πριν το 1981 Γεροπλάτανος, πριν το 1955 Ντόλιανη] ► **Γλώσσα ≈ Πλατάνα (1)** - [Μαγνησία, Γλώσσης, 240 m το δεύτερο λήμνι του νησιού Σκόπελος] ► **Δάφνη (1)** - [Σέρρες, Δάφνης, 110 m !! πριν το 1940 Νεροπλάτανα, πριν το 1928 Έζιοβα] ► **Διπλάτανος (1)** - [Αιτωλοακαρνανία, Διπλάτανου, 830 m !! πριν το 1928 Τερπίτσα] ► **Εξαπλάτανος (1)** - [Πέλλα, Εξαπλάτανου, 125 m !! πριν το 1928 Καπνιανή] ► **Εξοχή (1)** [Τρίκαλα, Μεσοχώρι, 1100 m !! πριν το 1961 Πλάτανος] ► **Κάτω Πλατανόβρυση (1)** - [Αχαΐα, Πλατανόβρυσης, 440 m ! δεν αναφέρεται μέχρι το 1981] ► **Κάτω Πλάτανος (1)** - [Αιτωλοακαρνανία, Πλατάνου, 720 m !! πριν το 1954 Βορνότας] ► **Μεγαπλάτανον (1)** [→ ! αναφέρεται μετά το 1940 ως Μεγαπλάτανος] ► **Μεγαλοπλάτανος (2)** - [Φθιώτιδα, Μεγαπλάτανου, 100 m !! πριν το 1928 Σκεντέρεγα] - [Πέλλα, Μεγαπλάτανου, 215 m !! πριν το 1940 Μεγαπλάτανον, πριν το 1928 Μπιζύβο] ► **Νέος Πλάτανος (1)** - [Μαγνησία, Πλατάνου, 40 m] ► **Νεροπλάτανα (1)** [→ ! αναφέρεται μετά το 1940 ως Δάφνη] ► **Παλαιοπλάτανος (1)** - [Αιτωλοακαρνανία, Ματαράγκας, 580 m] ► **Παραλία Πλατάνου (1)** - [Αχαΐα, Παραλίας, 10 m] ► **Πενταπλάτανο (1)** - [Πέλλα, Γιαννιτσών, 140 m !! πριν το 1954 Πηλωρύγι, πριν το 1940 Πηλωρύγι] ► **Πλάτανα (1)** - [Μεσσηνία, Κωνσταντίνων, 160m ! αναφέρεται μετά το 1991] ► **Πλατάνα (5)** - [Εύβοια, Πλατάνας, 2 m !! πριν το 1971 Κάτω Ποταμία] - [Λακωνία, Πλατάνας, 180 m] - [Αρκαδία, Πλατάνας, 440 m] - [→ ≈ Γλώσσα] - [→ ! μετά το 1971 αναφέρεται ως Πλατιάνα] ► **Πλατανάκι (3)** - [Αρκαδία, Πλατανάκιου, 900 m] - [Μεσσηνία, Ελαιοχωρίου, 540 m ! μετά το 1940 δεν αναφέρεται] - [! αναφέρεται μετά το 1940 ως Πλατανάκια] ► **Πλατανάκια (6)** - [Σέρρες, Πλατανάκιων 350 m !! πριν το 1940 Πλατανάκι, πριν το 1928 Σιοτύκοβα] - [Βοιωτία, Μουρικίου, 300 m] - [Πιερία, Δίου, 20 m] - [Άρτα, Σκούπας, 440 m] - [Τρίκαλα, Μεσοχωρίου 1030 m] - [Θεσσαλονίκη, Πανοράματος, 300 m ! δεν αναφέρεται από το 1961] ► **Πλατανάκος (1)** - [Καρδίτσα, Ανοχωρίου, 860 m !! πριν το 1971 Παλαιοσκλάταινα] ► **Πλατάνες (4)** - [Ρέθυμνο, Κεντροχωρίου, 510 m] - [Χανιά, Παλαιών Ρουμάτων, 560 m] - [Χανιά, Παλαιοχώρας, 740 m] - [Ρέθυμνο, Ρεθύμνου, 10 m ! μετά το 1951 δεν αναφέρεται] ► **Πλατάνη (1)** - [Πέλλα, Πλατανής, 180 m !! πριν το 1928 Γιαβόργγιανη] ► **Πλατάνι (4)** - [Αχαΐα, Πλατανίου, 300 m] - [Αργολίδα, Αγ. Νικολάου, 460 m] - [Χανιά, Σούδας, 10 m] - [Δωδεκάνησα, Κω, 20 m ! δεν αναφέρεται μετά το 1971] ► **Πλατάνια (10)** - [Δωδεκάνησα, Πλατανίων, 300 m] - [Άρτα, Πιστιανών, 500 m !! πριν το 1954 Μπατσούδια] - [Μεσσηνία, Πλατανίων, 550 m] - [Ρέθυμνο, Πλατανίων, 420 m] - [Ιωάννινα, Πλατανίων, 780 m !! πριν το 1953 Τσεριτσάνα] - [Αιτωλοακαρνανία, Μάστρου, 20 m] - [Εύβοια, Άτταλης, 410 m] - [Καρδίτσα, Οξυάς, 1000 m] - [Πρεβέζα, Νικολιτσίου, 140 m] - [Κοζάνη, Κοζάνης, 690 m ! δεν αναφέρεται μετά το 1971] ► **Πλατανιά (6)** - [Δράμα, Πλατανιάς, 340 m !! πριν το 1928 Κουζλούκιοι] - [Ιωάννινα, Πλατανιάς, 530 m] - [Κιλκίς, Ευζώνων, 120 m !! πριν το 1940 Πλατάνι, πριν το 1928 Μπαγιάλτσα] - [Κοζάνη, Πλατανιάς, 680 m !! πριν το 1928 Μπουμπούστιον] - [Μαγνησία, Προμυρίου, 10 m] - [Καβάλας, Μακρυχωρίου, 280 m] ► **Πλατανία Ωροπού (1)** - [Αττική, Ωροπού, 100 m] ► **Πλατανιάς (7)** - [Χανιά, Πλατανιά, 10 m] - [Αιτωλοακαρνανία, Παραβόλας, 55 m] - [Αιτωλοακαρνανία, Πυλλήνης, 300 m] - [Λακωνία, Παντανάσης, 5 m] - [Φθιώτιδα, Αχινού 40 m ! αναφέρεται μετά το 1991] - [Ηράκλειο, Παρανύμφων, 760 m ! μετά το 1971 δεν αναφέρεται] - [Χανιά, Παλαιοχώρας ! μετά το 1940 δεν αναφέρεται] ► **Πλατανιάς (ρέμα) (1)** [Υδάτινο ρεύμα της Ανατολικής Στερέας του ν. Φθιώτιδος, στην αρχαιότητα Βοάγριος και Μάνης] ► **Πλατανίδια (1)** - [Μαγνησία, Άνω Λεωνίων, 60 m] ► **Πλατανιές (1)** - [Κιλκίς, Μουριών, 175 m] ► **Πλατανιστός (2)** - [Εύβοια, Πλατανίστου, 200 m] - [Καρδίτσα, Ελληνοπούργου, 440 m !! πριν το 1861 Παζαράκι, ! δεν αναφέρεται μετά το 1961] ► **Πλατανίστος (1)** - [Τρίκαλα, Παναγιάς, 930 m !! πριν το 1961 Παλαία Κουτσούφλιανη] ► **Πλατανιστός (Ακρωτήριο) (1)** [Ακρωτ. στη ΝΑ ακτή της Εύβοιας, στο στενό Καφηρέα και Κάβος] ► **Πλατανίτης (3)** - [Αιτωλοακαρνανία, Αντιρρίου, 20 m] - [Αργολίδα, Ανωφίου, 16 m] - [Ροδόπη, Μαρονείας, 10 m] ► **Πλατανίτης (Υδάτινο ρεύμα) (1)** [→ αναφέρεται ως Κότσαλος] ► **Πλατανίτσα (1)** - [Αχαΐα, Αγραμπέλων, 900 m !! πριν το 1928 Γερμοτζέννη] ► **Πλατανιώτισσα (1)** - [Αχαΐα, Πλατανιώτισσης, 800 m !! παλαιότερα αναφερόταν ως Κλαπατσούνια] ► **Πλατανόβρυση (4)** - [Αχαΐα, Πλατανόβρυσης, 440 m !! πριν το 1928 Μεντζένα] - [Δράμα, Πλατανόβρυσης, 320 m !! πριν το 1928 Ολά] - [Μεσσηνία, Χανδρινού, 340 m !! πριν το 1961

Καλίσκiri] - [Μεσσηνία, Πλατανόβρυσης, 460 m !! πριν του 1928 Πολαίνα] ► **Πλατανόρρεμα (Υδάτινο ρεύμα) (1)** - [της Α Θεσσαλίας, ν. Μαγνησίας] ► **Πλατανόρρεμα (1)** - [Κοζάνης, Πλατανορρεύματος, 490 m !! πριν του 1928 Ορτάκιοι] ► **Πλάτανος (30)** - [Ηλεία, Πλατάνου, 80 m] - [Ημαθία, Πλατάνου, 7 m !! πριν του 1954 Τσινάφορο] - [Χανιά, Πλατάνου, 240 m] - [Τρίκαλα, Πλατάνου, 200 m !! πριν του 1961 Βάνια] - [Ρέθυμνο, Πλατάνου, 580 m] - [Σάμος, Πλατάνου, 530 m] - [Αχαΐα, Πλατάνου, 200 m] - [Αρκαδία, Πλατάνου, 440 m] - [Ηράκλειο, Πλατάνου, 95 m] - [Αιτωλοακαρνανία, Πλατάνου, 860 m] - [Ιωάννινα, Πετροβουνίου, 570 m] - [Αιτωλοακαρνανία Πλατάνου, 860 m] - [Αρτα, Αστροχωρίου, 800 m] - [Αιτωλοακαρνανία, Καλυβίων, 30 m] - [Λακωνία, Πλατάνου, 60 m !! πριν του 1955 Λίμπερδο] - [Κέρκυρα, Μαγαζιών, 130 m !! πριν του 1955 Φουντάνα] - [Ευρυτανία, Κλειστού, 700 m] - [Φθιώτιδα, Πλατάνου, 880 m !! πριν του 1961 Στάγια] - [Μεσσηνία, Παππουλίων, 260 m] - [Θεσπρωτία, Πλατάνου, 250 m !! πριν του 1971 Αχούρια Βαβουρίου] - [Μεσσηνία, Θαλαμών, 440 m !! πριν του 1961 Σβίνα] - [Σάμος, Βαθέος, 60 m ! αναφέρεται ως οικισμός από το 1991] - [Αχαΐα, Νέου Κομπηγαδίου, 690 m] - [Αιτωλοακαρνανίας, Αμπελίων 360 m ! αναφέρεται ως οικισμός από το 1991] - [Λάρισα, Καλλιθέας, 340 m !! πριν του 1961 Ισακερλί] - [Αρτα, Αθαμανίου, 760 m] - [Χανιά, Πελεκάνου, 350 m !! πριν του 1961 Χατζηβέης] - [Μαγνησία, Πλατάνου, 150 m] - [Χανιά, Κάινας 210 m ! αναφέρεται ως οικισμός από το 1991] - [Χανιά, Σαρακίνας, 380 m !! πριν του 1961 Καρπατσουλιανιά] - [→!! αναφέρεται μετά το 1961 ως Εξοχή] ► **Πλατανότοπος (1)** - [Καβάλα, Πλατανότοπου, 240 m πριν του 1928 Ισιρλί] ► **Πλατανούλα (1)** - [Λάρισα, Δένδρων, 90 m !! πριν του 1928 Τσαταλάρ] ► **Πλατανούσσα (1)** - [Ιωάννινα, Πλατανούσσης, 450 m !! πριν του 1928 Ραγίστα] ► **Πλατανοχώρι (1)** - [Χαλκιδική, Μαραθούσσης, 200 m !! πριν του 1928 Ντερέ] ► **Πλατιάνα (1)** - [Ηλεία, Πλατιάνας, 350 m !! πριν του 1971 Πλατάνα, πριν του 1940 Πλατιάνα] ► **Πολυπλάτανο (2)** - [Φλώρινα, Πολυπλάτανο, 608 m !! πριν του 1940 Πολυπλάτανος, πριν του 1928 Κλαμπουσίστα] - [→ !! μετά το 1940 Πολυπλάτανος] ► **Πολυπλάτανος (2)** - [Ημαθία, Πολυπλάτανο, 25 m !! πριν του 1940 Πολυπλάτανος, πριν του 1928 Βέστιτσα ! μετά το 1981 δεν αναφέρεται]- [→ !! μετά το 1940 Πολυπλάτανο].

Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης Ν., Θεοδωρόπουλος Κ., Γερασμίδης Α., Ελευθεριάδου Ε., Τσιριπίδης Γ. & Κοράκης Γ. 1998. Μονάδες βλάστησης της ζώνης των αειφύλλων πλατυφύλλων του Αγίου Όρους. Ειδική έκδοση στα πλαίσια του προγράμματος «Εκθεση Αγίου Όρους, Φύση και Περιβάλλον-Θεσσαλονίκη Πολιτιστική Πρωτεύουσα της Ευρώπης 1997».
- Gradstein A.R. & Smittenberg J.H. 1977. The hydrophyllus vegetation of western Crete. Vegetatio 34: 65-86.
- Καρέτσος Γ. 2002. Μελέτη της οικολογίας και της βλάστησης του όρους Οίτη. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Κοράκης Γ. 2003. Οι μονάδες δασικής βλάστησης του όρους Πάικου και η αξιολόγησή τους από αναδασωτική σκοπιά. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Μπέττης Σ. 1996. Ονοματολογία των χωριών Νομού Ιωαννίνων. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Ιωαννίνων, ΤΕΔΚ Ιωαννίνων.
- Στάμου Α., Θεοδωρόπουλος Κ. & Ελευθεριάδου Ε. 2003. Φυτοκοινωνική έρευνα αζωνικών εμφανίσεων πλάτανου (*Platanus orientalis* L.) και μικτών φράξου-πετέλας (*Fraxinus angustifolia* Vahl ssp. *oxycarpa* (Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso-*Ulmus minor* Miller) στο ποτάμιο σύστημα Κηρέα-Νηλέα-Βούδωρου (Β. Εύβοια, Ελλάδα). Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 14 (2): 54-68.
- Σταματελάτος Μ. & Σταματελάτου Φ.Β. 1997. Ελληνική Γεωγραφική Εγκυκλοπαίδεια, Τόμος Ι-ΙΙΙ. Αθήνα.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Φωτιάδης Γ. 2004. Καθορισμός των δασικών φυτοκοινωνιολογικών μονάδων του Ελληνικού τμήματος του όρους Μπέλες και των Κρουσίων Ορέων. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Μορφομετρικοί δείκτες κώνων και σπερμάτων: ένα νέο εργαλείο διάκρισης μεταξύ των κοινών Μεσογειακών πεύκων *Pinus halepensis* και *P. brutia*

¹Δασκαλάκου Ε.Ν. & ²Θάνος Κ.Α.

¹Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε), Τέρμα Αλκμάνος, 11528 Ιλίσια, Αθήνα.

²Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, 15784 Αθήνα.

Περίληψη

Τα δύο τυπικά Μεσογειακά πεύκα της Ελλάδας (*Pinus halepensis* και *P. brutia*) είναι κοινά είδη αλλά με διακριτή, φυσική γεωγραφική κατανομή. Εξαιτίας όμως των σημείων επαφής των δύο ειδών, των μορφολογικών ομοιοτήτων τους και των εκτεταμένων αναδασώσεων δεν καθίσταται εύκολη η “ex situ” αναγνώρισή τους. Στην παρούσα εργασία εισάγονται τρεις νέοι μορφομετρικοί δείκτες με την ακόλουθη, φθίνουσα σειρά αξιοπιστίας: α) το ποσοστό (%) συμμετοχής του σπερματικού περιβλήματος στο συνολικό βάρος του σπέρματος (57.8 ± 1.2 και $27.6 \pm 0.4\%$, $n = 15$ και $n=8$ πληθυσμοί τραχείας και χαλεπίου πεύκης, αντίστοιχα), β) το βάρος του σπέρματος (43.72 ± 1.61 και 17.53 ± 1.12 mg, $n = 14$ πληθυσμοί για το κάθε είδος) και γ) ο λόγος μήκους / πλάτους κώνου (1.81 ± 0.03 και 2.18 ± 0.04 , αντίστοιχα, $n = 14$). Οι δείκτες αυτοί αποτελούν ένα ασφαλές εργαλείο διάκρισης των δύο ειδών, χρησιμοποιώντας αποκλειστικά και μόνο τις αναπαραγωγικές δομές των δύο ειδών (κώνοι και περιεχόμενα σπέρματα), με την προϋπόθεση ότι λαμβάνεται ένα ελάχιστο μέγεθος τυχαίου δείγματος για κάθε κριτήριο (10 τουλάχιστον σπέρματα για τον προσδιορισμό της συμμετοχής του σπερματικού περιβλήματος, περίπου 1000 σπέρματα για τον υπολογισμό του μέσου βάρους σπέρματος και 20-25 κώνοι, για τον προσδιορισμό του λόγου μήκος - πλάτος κώνου).

Seed and cone morphometric indicators: a new tool for the common Mediterranean pines (*Pinus halepensis* and *P. brutia*) discrimination

¹Daskalakou E.N. & ²Thanos C.A.

¹Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology (NAGREF), Terma Alkmanos, Athens 115 28, Greece.

²Department of Botany, Faculty of Biology, University of Athens, Athens 157 84, Greece.

Abstract

The 2 typical Mediterranean pines in Greece (*Pinus halepensis* and *P. brutia*) are common species with a distinct, natural geographical distribution. Due to the natural (or artificial) contact of the two species, their morphological similarities and the extended reforestation, their “ex situ” discrimination is not always easy. In the present work, three new morphometric indicators are introduced (at decreasing rank of reliability): a) seed coat contribution (%) to the total seed weight (57.8 ± 1.2 and $27.6 \pm 0.4\%$, from $n = 15$ and $n = 8$ populations of brutia and Aleppo pine, respectively), b) mean seed weight (43.72 ± 1.61 and 17.53 ± 1.12 mg, respectively, $n = 14$ populations in both species) and c) cone length/width ratio (1.81 ± 0.03 and 2.18 ± 0.04 , $n = 14$, respectively). These indicators constitute a reliable tool for the discrimination of these Mediterranean pine species, on the basis of their reproductive structures (cones and included seeds), assuming a minimal size of random samples for each indicator (10 seeds for the determination of the seed coat contribution, about 1000 seeds for the estimation of mean seed weight and 20-25 cones for the determination of cone length/width ratio).

Εισαγωγή

Τα είδη *P. halepensis* (χαλέπιος πεύκη) και *P. brutia* (τραχεία πεύκη) κυριαρχούν στην περιοχή της Μεσογείου. Στην Ελλάδα η γεωγραφική κατανομή των δύο ειδών είναι σαφώς διακριτή. Η τραχεία πεύκη απαντά στη Θράκη, τα νησιά του Α. Αιγαίου και την Κρήτη (συνολική έκταση δασών 195.747 εκτάρια), ενώ η χαλέπιος (συνολική έκταση δασών 371.984 εκτάρια) στον κορμό της ηπειρωτικής Ελλάδας, την Εύβοια, τις Β. Σποράδες και τα Επτάνησα (Υπουργείο Γεωργίας 1992). Οι βιοκλιματικές περιοχές των δύο ειδών επικαλύπτονται σημαντικά, με σαφή τη σχετική ‘προτίμηση’ της τραχείας πεύκης σε συγκριτικά υγρότερους και ψυχρότερους οικοτόπους. Λαμβάνοντας υπόψη τα σημεία επαφής των δύο ειδών, την πιθανότητα δημιουργίας πληθυσμών φυσικών υβριδίων (Panetsos 1975, 1981, Dounavi et al. 2001, Aravanopoulos & Panetsos 2000, Drouzas et al. 2000), τη μερική επικάλυψη των βιοκλιματικών περιοχών τους, τις εκτεταμένες αναδασώσεις με συνέπεια την “τεχνητή” ανάμειξη των βιοτόπων τους και τις μορφολογικές τους ομοιότητες, φαίνεται πως η “ex situ” αναγνώριση των δύο Μεσογειακών πεύκων δεν είναι πάντοτε εύκολη. Αξίζει να σημειωθεί ότι η τραχεία πεύκη αναφέρεται στα πρόσφατα συστηματικά έργα ως υποείδος της χαλεπίου (Greuter et al. 1984, Gaussen et al. 1993, Christensen 1997). Το γεγονός αυτό αμφισβητείται από το σύνολο των ειδικών άλλων κλάδων (οικολόγων, φυσιολόγων, δασολόγων) που ασχολούνται συστηματικά με τα είδη αυτά (π.χ. Ne’eman & Trabaud 2000, Arianoutsou & Thanos 2004). Ιδιαίτερα η σύγκριση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των αναπαραγωγικών δομών αλλά και η μελέτη της αναπαραγωγικής βιολογίας των δύο ειδών ενισχύουν την άποψη ότι πρόκειται για δύο σαφώς διακριτά είδη.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η αξιολόγηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των κώνων και των σπερμάτων των δύο Μεσογειακών πεύκων και η εισαγωγή τριών νέων μορφομετρικών δεικτών - α) η συμμετοχή (%) του σπερματικού περιβλήματος στο συνολικό βάρος του σπέρματος β) το μέσο βάρος σπέρματος και γ) ο λόγος μήκους / πλάτους κώνου - για την ασφαλή διάκριση των δύο ειδών αποκλειστικά και μόνο από τις αναπαραγωγικές τους δομές (κώνοι και σπέρματα). Περαιτέρω

διερεύνηση της εφαρμογής των προτεινόμενων δεικτών σε πληθυσμούς φυσικών υβριδίων χαλεπίου και τραχείας πεύκης θα μπορούσε να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρήσιμη.

Υλικά και μέθοδοι

Σε ώριμους, κλειστούς κώνους *Pinus halepensis* και *P. brutia* που συλλέχθηκαν από διάφορες προελεύσεις στο πεδίο, μετρήθηκε (με βερνιέρο) το μήκος και η μέγιστη διάμετρος τους. Τα σπέρματα (που απελευθερώθηκαν ύστερα από θερμική κατεργασία των κώνων) ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας και στη συνέχεια υπολογίστηκε το μέσο βάρος σπέρματος. Ο προσδιορισμός της συμμετοχής του σπερματικού περιβλήματος στο σύνολο του βάρους του σπέρματος έγινε επίσης με τη χρήση ζυγού ακριβείας.

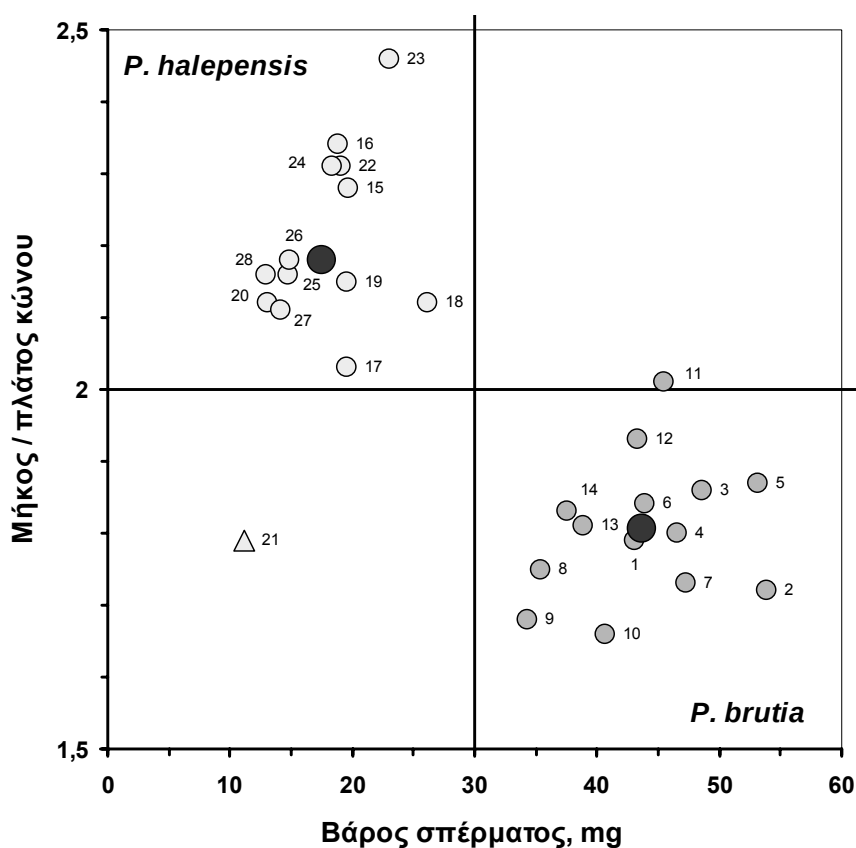
Σπέρματα *P. brutia*, προελεύσεων Λασηθίου (σπορομερίδες 1985 και 2003), Ανώπολης Χανίων (2002), Ρόδου (2003), Θάσου (2003) και Σουφλίου (1987 και 2003) και *P. halepensis*, προελεύσεων Ιστιαίας (συλλογές: 1983, 1986, 1987, 1988 και 1993) και Αττικής (1985), διατέθηκαν από το Υπουργείο Γεωργίας, Διεύθυνση Αναδασώσεων και Ορεινής Υδρονομικής και από τις αρμόδιες Διευθύνσεις Δασών Χανίων, Δωδεκανήσου, Ρόδου και Λέσβου. Τέλος, τα σπέρματα τραχείας πεύκης τριών κυπριακών προελεύσεων (σπορομερίδες 2002: Πάφος, Πλατάνια και Γέφυρα Παναγιάς) χορηγήθηκαν από το Τμήμα Δασών του Υπουργείου Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος της Κύπρου.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Είναι γνωστό ότι τα είδη *Pinus brutia* και *P. halepensis* είναι υποχρεωτικά σπερματοαναγεννητικά. Η φυσική αναγέννηση, με ή χωρίς την επίδραση της φωτιάς, είναι δυνατή αποκλειστικά και μόνον από σπέρματα, τα οποία βρίσκονται έγκλειστα στους κώνους. Οι κλειστοί κώνοι ανοίγουν σαν συνέπεια της έκθεσης τους στις υψηλές θερμοκρασίες της ξηρής περιόδου ή της διέλευσης της πυρκαγιάς και απελευθερώνουν τα σπέρματα. Οι κώνοι, ως μέσο επιβίωσης και πολλαπλασιασμού, 'αναλαμβάνουν' την αναγέννηση των Μεσογειακών πευκοδασών. Στα πλαίσια της συγκριτικής οικοφυσιολογικής μελέτης της μεταπυρικής αναγέννησης των δύο Μεσογειακών πεύκων συγκεντρώθηκε ένας αρχικός πυρήνας δεδομένων σχετικά με τα χαρακτηριστικά των κώνων και των περιεχομένων σπερμάτων διαφόρων προελεύσεων τραχείας και χαλεπίου πεύκης (Θάνος & συν. 1995).

Όπως φαίνεται στην Εικ. 1, τα σπέρματα της τραχείας έχουν το διπλάσιο και πλέον βάρος (43.72 ± 1.61 mg, $n = 14$ πληθυσμοί) από αυτά της χαλεπίου πεύκης (17.53 ± 1.12 mg, $n = 14$ πληθυσμοί), γεγονός που συμφωνεί με άλλες πηγές (Nahal 1983, Panetsos 1981, Thanos 2000). Όσον αφορά το μέσο βάρος σπέρματος της χαλεπίου πεύκης φαίνεται πως ποικίλλει ανάλογα με την τοποθεσία και το υψόμετρο της προέλευσης. Η μέση τιμή του σπερματικού βάρους του ίδιου είδους κυμαίνεται γύρω στα 20 mg και πολύ σπάνια πλησιάζει τα 30 mg. Εξίσου σπάνια, το μέσο βάρος σπέρματος της τραχείας πεύκης φθάνει τα 30 mg (γεγονός που προφανώς οφείλεται είτε στη μη ολοκληρωμένη ανάπτυξη του εμβρύου ή στην αυξημένη παρουσία κενών σπερμάτων μέσα σε κάθε σπορομερίδα), με συχνά αναφερόμενη ανάλογη τιμή τα 50 mg, περίπου. Εξαιτίας των προαναφερόμενων αποκλίσεων, για τη διάκριση των δύο ειδών κρίνεται απαραίτητο το ζύγισμα τουλάχιστον 1000 σπερμάτων από κάθε δείγμα και το κόψιμο

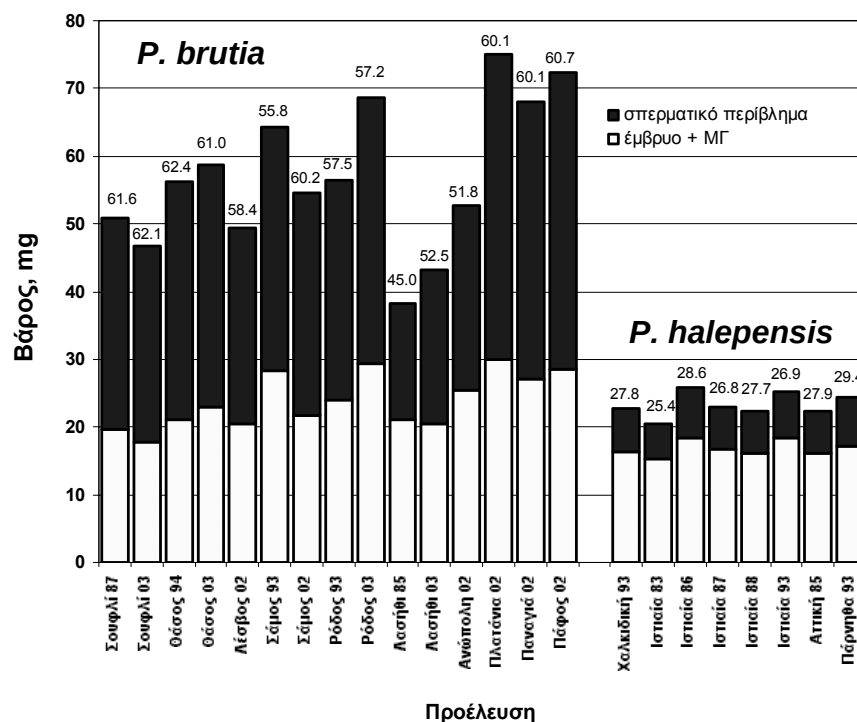
(cutting test) μικρού αριθμού σπερμάτων ($n = 50$) για τον προσδιορισμό των κενών σπερμάτων (%) σε κάθε σπορομερίδα.



Εικόνα 1. Οι λόγοι μήκους / πλάτους διαφόρων ελληνικών προελεύσεων τραχείας (1: Ικαρία '93, 2: Ρόδος '93, 3: Λέσβος '92, 4: Λέσβος '94, 5: Λέσβος Αμπελάκια '94, 6: Λέσβος Αμόλι '94, 7: Σάμος '93, 8: Σάμος '93*, 9: Σάμος '92*, 10: Σάμος '98, 11: Κάρπαθος '00*, 12: Κάρπαθος '00, 13: Γαύδος '94, 14: Θάσος '94) και χαλεπίου πεύκης (15: Πάρνηθα '93, 16: Πάρνηθα '92, 17: Πάρνηθα '97, 18: Καπανδρίτι '93, 19: Καπανδρίτι '92, 20: Σπέτσες '97, 22: Χαλκιδική '92, 23: Χαλκιδική '93, 24: Χαλκιδική '94, 25: Γούβες '04, 26: Ροβιές '04, 27: Πήλι '04 και 28: Λευκάδα '01) συναρτήσει του μέσου βάρους των αντίστοιχων περιεχόμενων σπερμάτων. Οι μεγάλοι κύκλοι αντιστοιχούν στο μέσο βάρος σπέρματος (mg) όλων των προελεύσεων τραχείας και χαλεπίου πεύκης, αντίστοιχα. Το τρίγωνο αντιστοιχεί σε κώνους που συλλέχθηκαν από κλάδο 'σκούπα μάγισσας' (21: Σπέτσες '97). Οι αστερίσκοι (*) αντιπροσωπεύουν δείγματα νεαρών, φυσικά αναγεννημένων μετά από φωτιά, πληθυσμών.

Η μέση τιμή του λόγου μήκος/πλάτος κώνου στην τραχεία πεύκη (1.81 ± 0.03) παρουσιάζεται εμφανώς μικρότερη από την ανάλογη της χαλεπίου (2.18 ± 0.04). Οι μέσες τιμές του ίδιου λόγου για τη χαλεπία βρίσκονται πάνω από την τιμή 2, ενώ στη διαγραμματική απεικόνιση κάθε πληθυσμού χωριστά είναι πιθανές σημαντικές αποκλίσεις από την τιμή αυτή. Το ίδιο ισχύει και για την τραχεία πεύκη, όπου η αναλογία αυτή λαμβάνει τιμή συνήθως <2 , με παρατηρούμενες αποκλίσεις σε δείγματα του ίδιου πληθυσμού.

Ο λόγος μήκους / πλάτους του κώνου, σε συνδυασμό με το μέσο βάρος σπέρματος διαφοροποιεί σημαντικά τις προελεύσεις της χαλεπίου έναντι των προελεύσεων της τραχείας πεύκης. Δηλαδή τα σχετικά ελαφρύτερα σπέρματα *P. halepensis* περιέχονται σε μακρύτερους και λεπτότερους κώνους από ότι αυτά του είδους *P. brutia*. Όμως, για την ασφαλή διεξαγωγή συμπερασμάτων προτείνονται μετρήσεις μήκους και πλάτους κώνου σε ικανό μέγεθος δείγματος από κάθε πληθυσμό ($n = 20-25$ κώνοι τουλάχιστον και από διαφορετικά δέντρα).



Εικόνα 2. Τα μέσα βάρη σπέρματος (συνολικό μήκος ράβδου, διάφορα πλήθη δείγματος) και των 2 επιμέρους συστατικών: σπερματικού περιβλήματος (σκούρο τμήμα ράβδου) και έμβρυο+μεγαγαμετόφυτο (ανοικτό χρώμα), από διάφορες προελεύσεις *Pinus brutia* και *P. halepensis* (αναγράφονται στον οριζόντιο άξονα). Οι αριθμοί επάνω από τις ράβδους αντιστοιχούν στο ποσοστό (%) συμμετοχής του σπερματικού περιβλήματος στο συνολικό βάρος του σπέρματος.

Επίσης, ο διαχωρισμός των δύο ειδών από το βάρος των σπερμάτων τους γίνεται περισσότερο ευδιάκριτος, όταν αυτό συσχετίζεται με τη συμμετοχή (%) του σπερματικού περιβλήματος στο συνολικό βάρος του σπέρματος. Στην τραχεία πεύκη (Εικ. 2), η συμμετοχή του σπερματικού περιβλήματος είναι ιδιαίτερα μεγάλη και κυμαίνεται από 45-60%. Στη χαλέπιο, το ποσοστό αυτό λαμβάνει τιμές από 25-30% και παρουσιάζει μικρότερη διακύμανση. Επιπλέον, η συμμετοχή (σε απόλυτες τιμές βάρους) του εμβρύου και στα δύο είδη φαίνεται πως δεν παρουσιάζει μεγάλη απόκλιση.

Τα σπέρματα της τραχείας πεύκης είναι σαφώς βαρύτερα από της χαλεπίου και η διαφορά αυτή οφείλεται κυρίως στο βαρύτερο και σκληρότερο σπερματικό περίβλημα της τραχείας (57.8 ± 1.2 και $27.6 \pm 0.4\%$, από $n = 15$ και $n = 8$ πληθυσμούς των δύο ειδών). Για τη σχετικά ασφαλή διάκριση των δύο ειδών πεύκου, αρκεί η οπτική παρατήρηση του πάχους του σπερματικού περιβλήματος σε εγκάρσιες τομές ελάχιστων σπερμάτων.

Συμπερασματικά λοιπόν, το ποσοστό συμμετοχής του σπερματικού περιβλήματος στο συνολικό βάρος του σπέρματος αποτελεί τον πλέον αξιόπιστο δείκτη διάκρισης των δύο ειδών. Δεύτερος, σε σειρά αξιοπιστίας, δείκτης είναι το μέσο βάρος σπέρματος και τέλος, λιγότερο ασφαλής, εμφανίζεται ο λόγος μήκους / πλάτους του κώνου. Ο συνδυασμός και των τριών μορφομετρικών δεικτών είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός για την αναγνώριση και τη διάκριση των δύο Μεσογειακών πεύκων, με την προϋπόθεση ότι λαμβάνεται ένα ικανό μέγεθος δείγματος από κάθε είδος (10 τουλάχιστον σπέρματα για τον προσδιορισμό της συμμετοχής του σπερματικού περιβλήματος, περίπου 1000 σπέρματα για τον υπολογισμό του μέσου βάρους σπέρματος και 20-25 κώνοι, για τον προσδιορισμό του λόγου μήκους / πλάτους κώνου).

Ευχαριστίες

Η συλλογή και η επεξεργασία τμήματος των δεδομένων πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια των ερευνητικών προγραμμάτων της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας (ΠΕΝΕΔ 91 ΕΔ 824 και ΠΕΝΕΔ 95 Α/Α 295).

Βιβλιογραφία

- Aravanopoulos F.A. & Panetsos K.P. 2000. A population genetic analysis of a natural hybrid zone between *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten. In: Adaptation and selection of Mediterranean *Pinus* and *Cedrus* for sustainable afforestation of marginal lands. Proceedings of the Final Conference of the European Union Joint Research Project FAIR CT 95-0097 held in Mytilene 2-6/6/2000, ISBN 960-86747-0-0, 67-75.
- Arianoutsou M. & Thanos C.A. (eds) 2004. MEDPINE 2: Ecology of Mediterranean Pines. Plant Ecology 171: 1-235.
- Christensen K.I. 1997. *Pinus* L. Pp. 4-9. In: Strid A. & Tan K. (eds), Flora Hellenica 1. Koeltz Scientific Books, Koenigstein.
- Dounavi K., Koutsias N. & Panetsos C.P. 2001. Natural interspecific hybridization between *Pinus brutia* (Ten.) and *Pinus halepensis* (Mill.) verified by using the logistic regression modeling on morphological characters. Forest Genetics 8: 151-158.

- Drouzas A.D., Aravanopoulos F.A. & Panetsos K.P. 2000. RAPD variation of a natural hybrid population among *Pinus brutia* Ten. and *Pinus halepensis* Mill. In: Adaptation and selection of Mediterranean *Pinus* and *Cedrus* for sustainable afforestation of marginal lands. Proceedings of the Final Conference of the European Union Joint Research Project FAIR CT 95-0097 held in Mytilene 2-6/6/2000, ISBN 960-86747-0-0, 77-82.
- Gaussen H., Heywood V.H. & Chater A.O. 1993. *Pinus* L. Pp. 40-44. In: Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds), *Flora Europaea* 1 (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984. Med-Checklist 1. Conservatoire et Jardin botaniques, Geneve.
- Nahal I. 1983. Le Pin Brutia (*Pinus brutia* Ten. subsp. *brutia*). Premiere partie. Foret mediterrannee 5: 165-172.
- Ne'eman G. & Trabaud L. (eds) 2000. Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, 1-407.
- Panetsos C.P. 1975. Natural hybridization between *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* in Greece. *Silvae Genetica* 24: 163-168.
- Panetsos C.P. 1981. Monograph of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus brutia* Ten. *Annales Forestales* (Zagreb) 9: 39-77.
- Thanos C.A. 2000. Ecophysiology of seed germination in *Pinus halepensis* and *P. brutia*. Pp. 37-50. In: Ne'eman G. & Trabaud L. (eds), Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Θάνος Κ.Α., Σκορδίλης Α. & Δασκαλάκου Ε. 1995. Συγκριτική, οικοφυσιολογική μελέτη της μεταφυτικής αναγέννησης των Μεσογειακών πεύκων. Τελική Έκθεση Ερευνητικού έργου ΠΕΝΕΔ 91 ΕΔ 824, Αθήνα, σελ. 1-133.
- Υπουργείο Γεωργίας, ΓΓΔΦΠ. 1992. Αποτελέσματα Πρώτης Εθνικής Απογραφής Δασών, Αθήνα, σελ. 134.

**Λεπτή δομή του βοηθητικού και των γονιμοβλαστικών κυττάρων
στο Ροδοφύκος *Cryptopleura ruprechtiana* (J. Ag.) Kylin
(Delesseriaceae, Ceramiales, Rhodophyta)**

Δεληβόπουλος Σ.Γ.

Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Μετά τη γονιμοποίηση ο διπλοειδής πυρήνας μεταφέρεται στο βοηθητικό κύτταρο που περιέχει προπλαστίδια, συγκεντρικούς μεμβρανικούς σχηματισμούς, πολυάριθμα μικρά χυμοτόπια, λιποσωμάτια, κρυσταλλικά έγκλειστα, ιόμορφα σωματίδια, και σκοτεινόχρωμες σφαιρικές μάζες οι οποίες πιθανόν αντιπροσωπεύουν αφυδατωμένη απλοειδή χρωματίνη. Το πολυπύρηνο βοηθητικό κύτταρο παράγει ένα μεγάλο αρχικό και στη συνέχεια περισσότερά μικρά αρχικά γονιμοβλαστικά κύτταρα. Παρατηρείται ένας νέος τύπος καλύματος των βοηθητικών συνδέσμων. Μόνο τα κορυφαία γονιμοβλαστικά κύτταρα διαφοροποιούνται σε καρποσπόρια.

**Ultrastructure of auxiliary and gonimoblast cells in the red alga
Cryptopleura ruprechtiana (J. Ag.) Kylin (Delesseriaceae, Ceramiales,
Rhodophyta)**

Delivopoulos S.G.

Department of Botany, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki,
Greece.

Abstract

Following fertilization the diploid nucleus is transferred to the auxiliary cell. This contains typical red algal proplastids, cytoplasmic concentric membranes, numerous small vacuoles and lipid bodies. Crystalline inclusions and virus-like particles are also present. In addition darkly staining spherical masses possibly represent dehydrated haploid chromatin. The multinucleate auxiliary cell produces initially one large gonimoblast initial and subsequently many smaller gonimoblast initials.. A new type structural cap or association is observed in the septal plugs that interconnect gonimoblast initials. Terminal or generative gonimoblast cells cleave to form additional gonimoblast cells. Only terminal gonimoblast cells are differentiated to carpospores.

Εισαγωγή

Το βοηθητικό κύτταρο, μετά τη λήψη του ζυγωτικού πυρήνα, αρχίζει τον

σχηματισμό της καρποσποριοφυτικής γενεάς στο πλαίσιο του τριφασικού κύκλου ζωής των Ροδοφυκών (Papenfuss 1957).

Η μεγάλη πλειονότητα των μελετών που έχουν γίνει αφορούν είδη των Ceramiales και τα περισσότερα από αυτά ανήκουν στην οικογένεια των Rhodomelaceae. Με την παρούσα μελέτη παρουσιάζεται για πρώτη φορά η μετά τη γονιμοποίηση ακολουθία γεγονότων σε ένα μέλος των Delesseriaceae, την *Cryptopleura ruprechtiana*.

Αποτελέσματα

Το γονιμοποιημένο καρπογόνιο έχει ήδη μεταφέρει τον διπλοειδή του πυρήνα στο βοηθητικό κύτταρο που είναι συνδεδεμένο με το υποστηρικτικό κύτταρο (Εικ. 1, 2). Το βοηθητικό κύτταρο παράγει ένα πρώτο αρχικό γονιμοβλαστικό κύτταρο (Εικ. 2). Στη συνέχεια περισσότερα αρχικά γονιμοβλαστικά παράγονται από το βοηθητικό κύτταρο (Εικ. 3). Υπάρχουν πολλοί πυρήνες στο βοηθητικό κύτταρο και με επανειλημμένες καρυοκινήσεις παράγονται περισσότεροι πυρήνες στη διάρκεια της διαφοροποίησης (Εικ. 4). Ένα άλλο χαρακτηριστικό στοιχείο του βοηθητικού κυττάρου είναι η παρουσία σωματιδίων μορφής ιών που απαντώνται έξω από τον πυρήνα (Εικ. 5). Σε μερικές περιπτώσεις παρατηρείται στο κυτόπλασμα σκοτεινόχρωμο υλικό κοντά στα ιόμορφα σωματίδια (Εικ. 5). Σκοτεινόχρωμες μάζες μη συνοδευόμενες από μεμβράνη απαντώνται στο κυτόπλασμα των γηραιότερων βοηθητικών και των γενεσιουργών γονιμοβλαστικών κυττάρων (Εικ. 6). Αυτές πιθανόν αντιπροσωπεύουν αφυδατωμένο χρωματινικό υλικό.

Ένα κοινό χαρακτηριστικό γνώρισμα του κυτοπλάσματος του βοηθητικού κυττάρου είναι τα κρυσταλλικά έγκλειστα (1.5 μm). Αυτά στερούνται περιβάλλουσα μεμβράνη και η υποδομή τους εμφανίζει μία περιοδικότητα επαναλαμβανόμενων μονάδων των 13 nm (Εικ. 7). Στο κυτόπλασμα του βοηθητικού κυττάρου απαντώνται επίσης σφαιρικά, πυκνά οσμμόφιλα έγκλειστα (Εικ. 7).

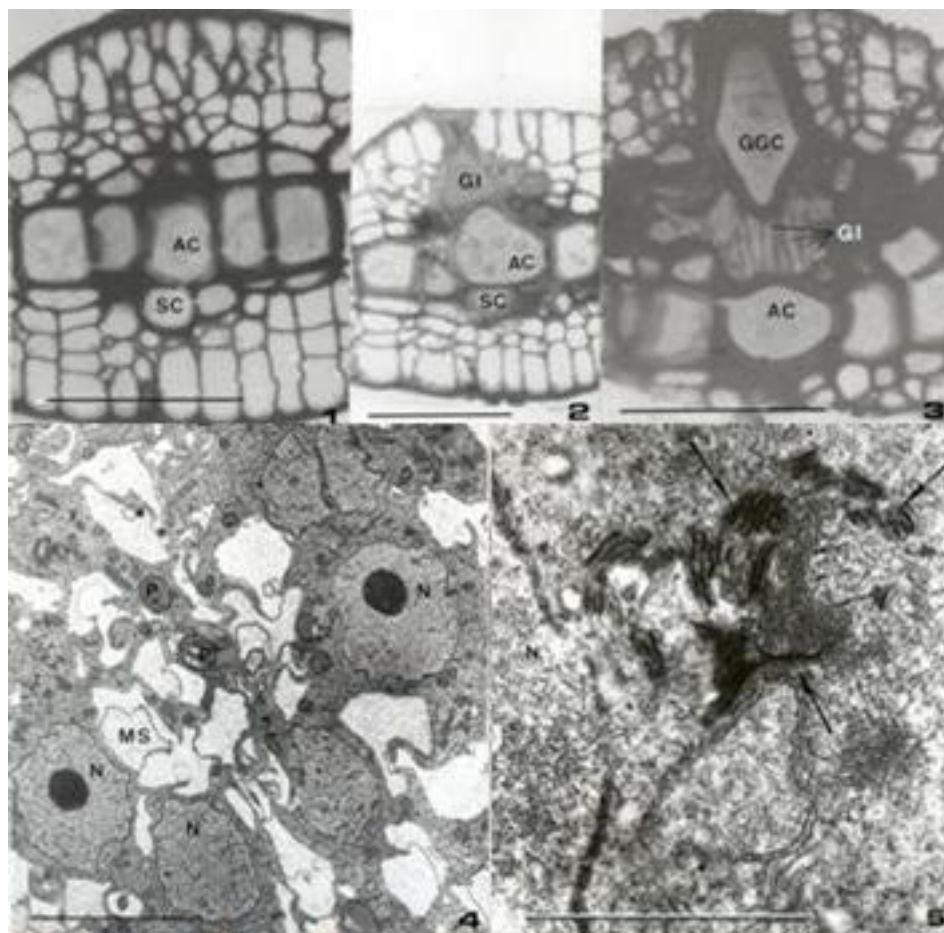
Καθώς προχωράει η ανάπτυξη το βοηθητικό κύτταρο παράγει αρκετά αρχικά γονιμοβλαστικά (Εικ. 8). Αυτά έχουν ένα μεγάλο πυρήνα, προπλαστίδια και συγκεντρικά μεμβρανικά σωματίδια (Εικ. 8). Καθώς προχωράει η ανάπτυξη και ωριμάζουν τα αρχικά γονιμοβλαστικά κύτταρα οι βοηθητικοί σύνδεσμοι αυξάνονται σε μέγεθος (Εικ. 9). Είναι καταφανής η παρουσία ενός καλύματος των βοηθητικών συνδέσμων (Εικ. 9). Το κάλυμα αυτό αποτελείται από λεπτόκοκκο υλικό ενώ σε μερικές περιπτώσεις βρίσκεται προσκολλημένο στο κάλυμα ΕΔ με διογκωμένο χώρο κοιλότητας (Εικ. 9).

Συζήτηση

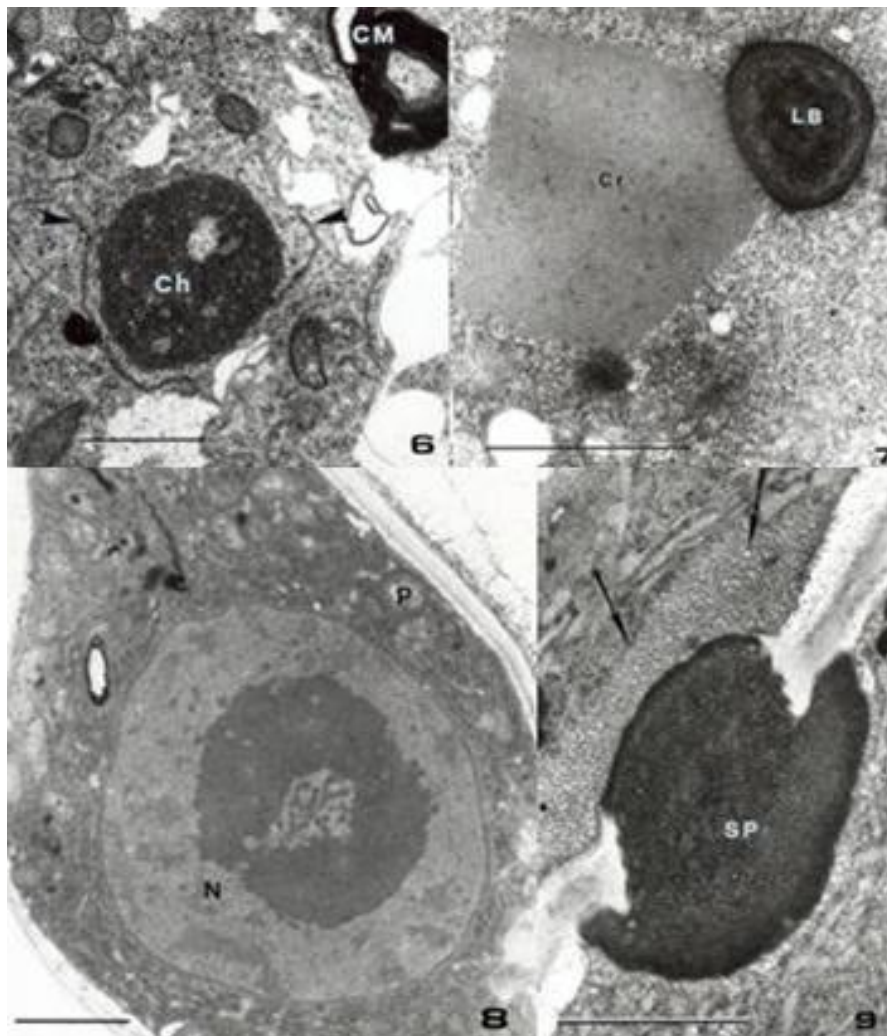
Η δομή του καρποσποριόφυτου της *Cryptopleura ruprechtiana* δεν ανταποκρίνεται στη βασική περιγραφή που δίνει ο Kylin (1956) για την *Cryptopleura lobulifera*. Ο Kylin (1956) δηλώνει ότι τα περισσότερα από το γονιμοβλαστικά κύτταρα σχηματίζουν καρποσπόρια.

Βέβαια, με την παρούσα μελέτη διαπιστώνεται ότι μόνο η ομάδα των κορυφαίων γενεσιουργών γονιμοβλαστικών κυττάρων κάθε δεδομένου γονιμοβλαστικού νήματος θα σχηματίζει καρποσπόρια. Εάν το χαρακτηριστικό αυτό απαντάται σε κάθε είδος των Delesseriaceae απομένει να αποδειχθεί.

Πρωτεϊνικής φύσεως κρυσταλλικοί σχηματισμοί έχουν περιγραφεί σε κύτταρα πολλών ειδών Ροδοφυκών και θεωρείται γενικώς ότι αυτοί έχουν αποταμιευτικό ρόλο πρωτεϊνικού ή αζωτούχου υλικού για μεταγενέστερη χρήση (Pueschel 1992). Η παρουσία



Εικόνες 1-5: 1, Το νεότερο στάδιο της μετά τη γονιμοποίηση ανάπτυξης. Διακρίνονται το βοηθητικό και το υποστηρικτικό κύτταρο. 2, Το πολυπύρηννα βοηθητικό κύτταρο έχει σχηματίσει το πρώτο αρχικό γονιμοβλαστικό κύτταρο. 3, Νεαρό καρποσποριόφυτο. Διακρίνονται το μεγάλο βοηθητικό κύτταρο, τα αρχικά γονιμοβλαστικά και ένα μεγάλο γενεσιουργό, γονιμοβλαστικό κύτταρο. 4, Τμήμα του πολυπύρηνου βοηθητικού κυττάρου με πολυάριθμα πλαστίδια και βλεννώδεις σάκους. 5, Σκοτεινόχρωμο υλικό (μικρά βέλη) διακρίνεται κοντά στα ιόμορφα σωματίδια (μεγάλα βέλη). Κλίμακες 1-4 = 5 μ m, Κλίμακα 5 = 1 μ m.



Εικόνες 6-9: 6, Σκοτεινόχρωμη μάζα πιθανόν αντιπροσωπεύουσα ελαφρώς αφυδατωμένη χρωματίνη. Ο πυρηνικός φάκελος είναι αποχωρισμένος από τη χρωματίνη (κεφαλές βελών). 7, Κρυσταλλικό έγκλειστο και λιποσωμάτιο στο κυτόπλασμα του βοηθητικού κυττάρου. 8, Νεαρό αρχικό γονιμοβλαστικό κύτταρο παρουσιάζει ένα μεγάλο πυρήνα, προπλάστίδια και συγκεντρικές μεμβράνες. 9, Μεγεθυμένος βοηθιακός σύνδεσμος μεταξύ δύο αρχικών γονιμοβλαστικών κυττάρων. Διακρίνεται το λεπτόκοκκο υλικό (βέλη) του βοηθιακού καλύματος. Κλίμακες = 1 μ m.

Συντμήσεις

AC = auxiliary cell, CM = concentric membrane, Cr = crystal, GGC = generative gonimoblast initial, GI = gonimoblast initial, LB = lipid body, MS = mucilage sac, N = nucleus, P = plastid, SC = supporting cell, SP = septal plug.

κρυστάλλων στα γενεσιουργά γονιμοβλαστικά κύτταρα της *Cryptopleura* που βρίσκονται κοντά στα αναπτυσσόμενα καρποσπόρια όπως και εκείνοι του ενωτικού κυττάρου της *Gracilaria verrucosa* (Delivopoulos & Tsekos 1985) ενισχύει την άποψη ότι οι κρύσταλλοι μπορεί να χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια των αναπτυξιακών σταδίων της σποριογένεσης (Whetherbee et al. 1984).

Σκοτεινόχρωμες σφαιρικές μάζες υλικού ευρισκόμενου στο κυτόπλασμα πιθανόν αντιπροσωπεύουν αφυδατωμένη χρωματίνη όπως στα είδη *Phaucheocolax attenuata* (Kugrens & Delivopoulos 1985) και *Scinaia articulata* (Delivopoulos 2003).

Η παρουσία ενός δομικού καλύματος στους βοηθιακούς συνδέσμους της *Cryptopleura*, γεγονός που δεν έχει προηγουμένως αναφερθεί σ'ένα μέλος των Ceramiales, φαίνεται ότι είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Αυτό το βοηθιακό κάλυμα έχει λεπτόκοκκη δομή και συνδέεται με διογκωμένο ΕΔ.

Πολυάριθμοι φυτικοί ιοί έχουν περιγραφεί και ο κατάλογος αυξάνεται συνεχώς (Francki et al. 1985). Βέβαια η πλειονότητα των ιών που περιγράφονται δεν έχει μελετηθεί σε λεπτομέρειες. Τα ιόμορφα σωματίδια της *Cryptopleura* αποτελούν την πρώτη αναφορά τέτοιων δομών στα Ροδοφύκη.

Βιβλιογραφία

- Delivopoulos S.G. 2003. Ultrastructure of post-fertilization development in the red alga *Scinaia articulata* (Galaxauraceae, Nemaliales, Rhodophyta). Biol. Cel. 95: 27-38.
- Delivopoulos S.G. & Tsekos I. 1985. Ultrastructure of the fusion cell in *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss (Rhodophyta, Gigartinales). New Phytol. 101: 605-612.
- Francki R.I.B., Milne R.G. & Hatta T. 1985. Atlas of Plant Viruses I. CRC Press, Inc, Boca Raton, Florida.
- Kugrens P. & Delivopoulos S.G. 1985. Ultrastructure of auxiliary and gonimoblast cells during carposporophyte development in *Faucheocolax attenuate* (Rhodophyta). J. Phycol. 21: 240-249.
- Kylin H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. CWK Gleerups, Lund.
- Papenfuss G.F. 1957. Progress and outstanding achievements in phycology during the past fifty years. Am. J. Bot. 44: 74-81.
- Pueschel C.M. 1992. An ultrastructural survey of the diversity of crystalline proteinaceous inclusions in red algal cells. Phycologia 31: 489-499.
- Whetherbee R., Janda D.M. & Bretherton G.A. 1984. The structure, composition and distribution of proteinaceous crystalloids in vegetative cells of the red alga *Wrangelia plumosa*. Protoplasma 119: 135-140.

Εθνοβοτανική και εθνογραφική μελέτη για τα φυτά της Κυπριακής χλωρίδας

Δελλά Α., Παρασκευά-Χατζηχαμπί Δ., Παππούλη Ν. & Χατζηχαμπής Α.

Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, Υπουργείο Γεωργίας Φυσικών Πόρων και
Περιβάλλοντος, Τ.Κ. 220 16, Λευκωσία, Κύπρος.

Περίληψη

Πραγματοποιήθηκε έρευνα σχετική με την εθνοβοτανική και εθνογραφική κληρονομιά στις παραδοσιακές χρήσεις αυτοφυών φυτών (μαγειρική, φαρμακευτική, υφαντική, καλαθοπλεκτική και βαφική) της Κύπρου, στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Εθνοβοτανικής Rubia. Η έρευνα επικεντρώθηκε σε περιοχές της Κύπρου όπου οι κάτοικοι ζουν κυρίως από τη γεωργία και την κτηνοτροφία και αυτό επέτρεψε τη διατήρηση και την επιβίωση της παραδοσιακής γνώσης που σχετίζεται με τις χρήσεις των ιθαγενών φυτών. Οι πληροφορίες συλλέχθηκαν με 740 συνεντεύξεις από 250 αυτόχθονες κατοίκους των περιοχών μελέτης, ποικίλης ηλικίας και μορφωτικού επιπέδου, σε 59 χωριά της Κύπρου. Συνολικά καταγράφηκαν 209 φυτά εθνοβοτανικής σημασίας. Από αυτά 104 χρησιμοποιούνται στη μαγειρική, 119 στην φαρμακευτική, 21 στην καλαθοπλεκτική, 2 στην υφαντική και 29 στη βαφική. Ορισμένα από αυτά τα φυτά παρόλο που οι χρήσεις τους έχουν καταγραφεί, δεν χρησιμοποιούνται πλέον στις μέρες μας, ενώ κάποια είναι γνωστά μόνο σε λίγους ανθρώπους. Εθνογραφικές πληροφορίες σχετιζόμενες με δημόδια ονόματα, παραδοσιακά εργαλεία, συνταγές, γιατροσόφια και τεχνικές κατασκευής έχουν επίσης συλλεχθεί.

Ethnobotanical and ethnographical study for the plants of the Cyprus flora

Della A., Paraskeva-Hadjichambi D., Pappouli N. & Hadjichambis A.

Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture Natural Resources and
Environment, P.O. Box 22016, Nicosia, Cyprus.

Abstract

A survey about the ethnobotanical and ethnographic heritage in traditional technologies, tools, and uses of wild plants for food, medicine, textiles, dyeing, and handicrafts has been carried out in Cyprus in the framework of EU Rubia Circum-Mediterranean Ethnobotanical Project. The research was focused in a few areas in Cyprus still sustained primarily by pastoralism and agriculture and therefore preserve the traditional knowledge on the uses of wild plants. A number of 740 interviews have been

administered to 250 informants of various ages and background categories in 59 villages of Cyprus. In total 209 plants with ethnobotanical value have been recorded. One hundred and four are used as food, 119 as medicinal, 21 of them are used in producing handicrafts, 2 in producing textiles and 29 of them are used in producing dyes. Some of the plants mentioned, are no longer collected by local people, whilst some others are known only by certain villagers. Ethnographic data related to vernacular names, traditional tools, recipes, remedies preparation and detailed procedures for the transformation of plants to objects or fibre have also been recorded.

Εισαγωγή

Η παραδοσιακή γνώση των φυτών που σχετίζεται με τον άνθρωπο, γνωστή ως Εθνοβοτανική, βασίζεται σε εμπειρία χιλιάδων χρόνων. Με δοκιμές αλλά και με απόρριψη, ο άνθρωπος έμαθε να αναγνωρίζει αλλά και να χρησιμοποιεί τα φυτά. Η σύγχρονη συλλογή της εθνοβοτανικής πληροφορίας έχει ένα τριπλό σκοπό: (α) συνεισφέρει στην γνώση και στη διατήρηση ενός μέρους της εθνικής πολιτιστικής κληρονομιάς μιας χώρας αλλά και στον πολιτισμό γενικότερα, (β) αποτελεί ένα πρώτο βήμα στην έρευνα για θεραπευτικές πρακτικές προερχόμενες από τα φυτά, ενώ (γ) οι παραδοσιακές χρήσεις και η διαχείριση των φυτών μπορούν να αυξήσουν τη βιοποικιλότητα και να προωθήσουν τη διατήρηση των φυτικών γενετικών πόρων.

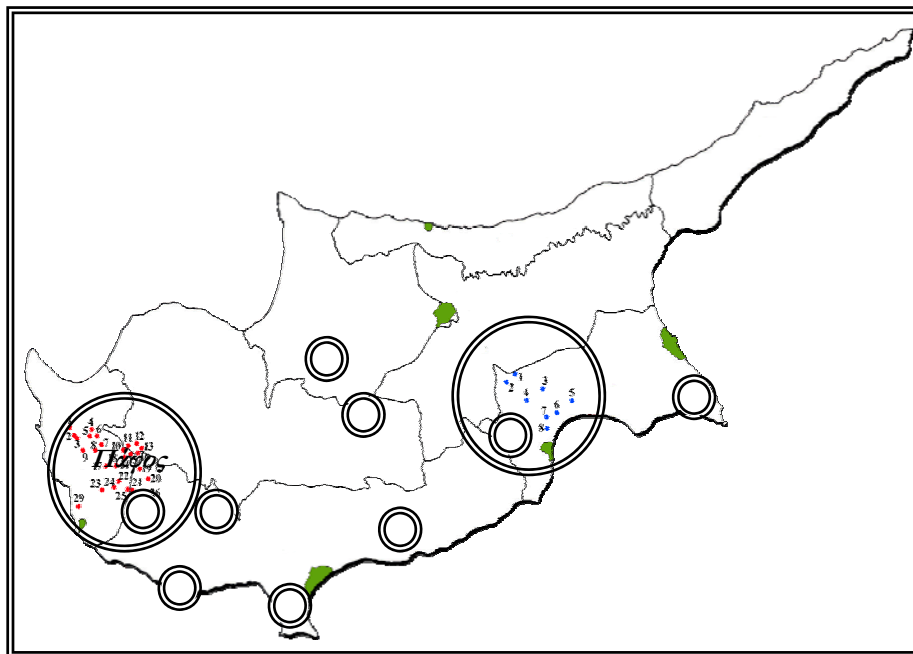
Η Κύπρος, με έκταση μόνο 9.251 km², είναι μια χώρα με μεγάλη ποικιλία στη γεωγραφία, το κλίμα, τη χλωρίδα και την πανίδα αλλά και πλούσια σε ιστορία και πολιτισμό. Στην Κύπρο έχουν καταγραφεί 1.907 taxa ως αυτοφυή ή επιγενή και 376 taxa ως καλλιεργούμενα. Από τα ιθαγενή taxa, 141 έχουν καταγραφεί ως ενδημικά (Della 1999, Δελλά 2000). Αναφορές στη χλωρίδα της Κύπρου και ιδιαίτερα στα φυτά με οικονομική σημασία εμφανίζονται πολύ παλιά, ήδη από την εποχή του Όμηρου. Επιπλέον, φυτά της κυπριακής χλωρίδας είχαν αναφερθεί στις εργασίες αρχαίων συγγραφέων όπως ο Θεόφραστος, ο Διοσκουρίδης, ο Πλίνιος κ.ά.

Στην Κύπρο, ενώ η παραδοσιακή γνώση που σχετίζεται με τις χρήσεις των φυτών στις παραδοσιακές ασχολίες των κατοίκων του νησιού είναι ακόμη ζωντανή και κατέχει σημαντικό ρόλο στη ζωή των κατοίκων, ωστόσο, ελάχιστες εργασίες έχουν γίνει με εθνοβοτανικό περιεχόμενο (Γεννάδιος 1959, Πανάρετος 1966).

Περιοχή μελέτης

Η μελέτη για τα φυτά που τρώγονται και τα φυτά που χρησιμοποιούνται ως φαρμακευτικά επικεντρώθηκε σε δύο περιοχές. Τη μικτή γεωργοκτηνοτροφική ζώνη της Λάρνακας και την αμπελουργική ζώνη της επαρχίας Πάφου (Εικ. 1). Η περιοχή της Λάρνακας ανήκει στην 4^η φυτογεωγραφική ζώνη της Κύπρου και είναι μια έκταση που αποτελείται από 8 χωριά: Αθιένου, Αβδελλερό, Κελιά, Λιβάδια, Πετροφάνη, Πύλα, Τρούλλοι και Ορόκλινη με σύνολο 9.545 κατοίκους με μεγάλες εκτάσεις καλλιέργειας σιτηρών.

Η δεύτερη περιοχή αποτελεί μέρος της αμπελουργικής ζώνης της επαρχίας Πάφου, ανήκει στην 1^η φυτογεωγραφική ζώνη της Κύπρου και είναι μια έκταση που αποτελείται από 29 χωριά με σύνολο 15.000 κατοίκους. Κύρια καλλιέργεια στην περιοχή είναι τα αμπέλια και το δυτικό μέρος της περιοχής έχει προταθεί για ένταξη στο Οικολογικό Δίκτυο Natura 2000.



Εικόνα 1. Οι περιοχές της εθνοβοτανικής μελέτης στην Κύπρο.

Με βάση τις αγροοικονομικές ζώνες της Κύπρου (Παπαγιάννης 1987), οι περιοχές μελέτης είναι ανάμεσα στις λίγες περιοχές στη Κύπρο όπου οι κάτοικοι ζουν κυρίως από τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Αυτό επέτρεψε την διατήρηση και την επιβίωση της παραδοσιακής γνώσης που σχετίζεται με τα αυτοφυή φυτά που χρησιμοποιούνται στην μαγειρική αλλά και τις πρακτικές και θεραπείες της λαϊκής ιατρικής προερχόμενες από τα φυτά

Η μελέτη για τα φυτά που χρησιμοποιούνται στην καλαθοπλεκτική, υφαντική και βαφική έγινε σε όλη την ελεύθερη Κύπρο όπου έγιναν επιπλέον επισκέψεις σε χωριά με παράδοση σε αυτά τα επαγγέλματα (Ακρωτήρι, Λειβάδια, Αστρομερίτης, Μεσόγη, Αγία Νάπα, Κιλάνι, Λεύκα, κ.ά.)

Υλικά και μέθοδοι

Οι πληροφορίες για την παρούσα εργασία συλλέχθηκαν με τη χρήση δομημένων ή ημιδομημένων ερωτηματολογίων σε ανθρώπους που ήταν αυτόχθονες κάτοικοι στις περιοχές μελέτης. Για κάθε φυτό που αναφερόταν συμπληρωνόταν ένα ερωτηματολόγιο. Ωστόσο, αποφεύγονταν οι άμεσες ερωτήσεις οι οποίες ήταν δυνατόν να επηρεάσουν τον πληροφοριοδότη. Οι βασικές πληροφορίες για το φυτό συγκεντρώνονταν κατά τη διάρκεια της συζήτησης.

Για τα φυτά που χρησιμοποιούνται ως τροφή και ως φαρμακευτικά δεν χρησιμοποιήθηκαν εξειδικευμένα κριτήρια για την επιλογή των ανθρώπων που μας έδιναν την πληροφορία καθότι ένας από τους στόχους της εργασίας ήταν να αξιολογηθεί

το εύρος της παραδοσιακής γνώσης, η οποία είναι διασκορπισμένη ανάμεσα στους ντόπιους. Για τα φυτά που χρησιμοποιούνται στην καλαθοπλεκτική, υφαντική και βαφική έγινε προσπάθεια να εντοπιστούν οι άνθρωποι που κατέχουν ακόμα αυτή την παραδοσιακή γνώση, που είναι πολύ λίγοι. Οι περισσότεροι από τους ανθρώπους που έδωσαν συνέντευξη είναι μεγαλύτεροι από 60 χρονών και ανήκουν σε οικογένειες που έχουν στενή σχέση με παραδοσιακές γεωργικές δραστηριότητες. Η πληροφορία για κάθε φυτό περιλαμβάνει το δημόδες όνομα, τις χρήσεις του, το μέρος του φυτού που χρησιμοποιείται καθώς και όλη τη διαδικασία και τις τεχνικές παρασκευής του προϊόντος.

Τα φυτά που αναφέρονταν κατά τη διάρκεια της συνέντευξης αναγνωρίζονταν από τους ανθρώπους της περιοχής *in-situ* κατά τη διάρκεια σύντομων περιπάτων και δείγματα συλλέχθηκαν για προσδιορισμό. Για την ονοματολογία ακολουθήθηκε κυρίως η βασική βοτανική εργασία της Κύπρου *Flora of Cyprus* (Meikle 1977, 1985). Δείγματα Herbarium για τα περισσότερα από τα φυτά που καταγράφηκαν έχουν ετοιμαστεί και τοποθετηθεί στο Εθνικό Herbarium της Κύπρου, στο Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών. Επιπλέον, έχουν γίνει συλλογές σπερμάτων για αρκετά από τα είδη.

Όλα τα δεδομένα εισάγονται σε Ηλεκτρονική Βάση Δεδομένων.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

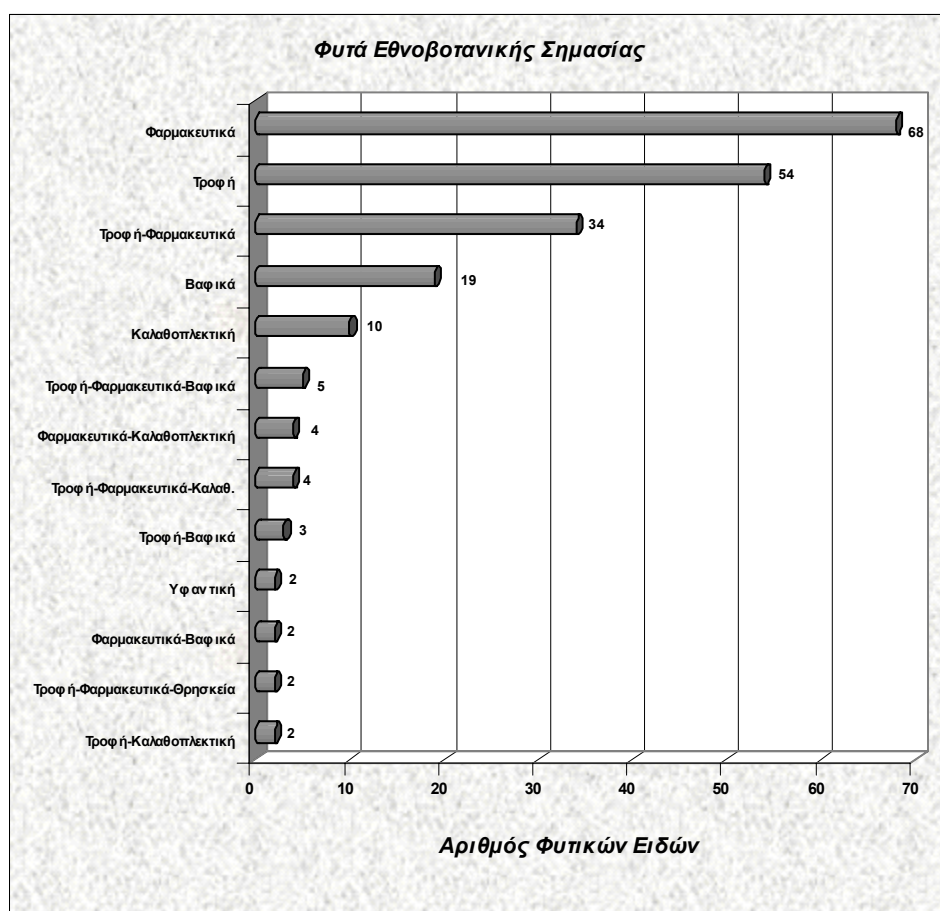
Επτακόσιες σαράντα συνεντεύξεις απευθύνθηκαν σε 250 πληροφοριοδότες, εκ των οποίων 40% ήταν γυναίκες και 60% ήταν άνδρες με ηλικίες μεταξύ 48-82, με μέσο όρο ηλικίας 69.

Συνολικά καταγράφηκαν 209 φυτικά είδη εθνοβοτανικής σημασίας. Από αυτά, 104 χρησιμοποιούνται ως τροφή, 119 ως φαρμακευτικά, 21 στην καλαθοπλεκτική, 2 στην υφαντική και 29 στη βαφική. Αρκετά από τα φυτά παρουσιάζουν περισσότερες από μία χρήσεις. (Εικ. 2).

Αξίζει να αναφερθεί ότι 45 (34+5+4+2) φυτικά είδη καταναλώνονται και ως τροφή αλλά και ως φαρμακευτικά. Αυτή η επικάλυψη υποδηλώνει τη στενή σχέση μεταξύ τροφής και υγείας. Ένα καλό παράδειγμα σε αυτό είναι το φυτό *Origanum dubium* Boiss. (ρίγανη). Η ρίγανη είναι ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα φυτά σε πολλές παραδοσιακές συνταγές. Θεωρείται επίσης ένα από τα πιο γνωστά φυτά στη φαρμακευτική με 6 διαφορετικές συνταγές. Το έκχυμα από το υπέργειο τμήμα της ρίγανης έχει προταθεί ως θεραπευτικό σε περιπτώσεις γρίπης, κρυολογήματος, ως αντιπυρετικό, ως αγχολυτικό αλλά και ως χωνευτικό και απαλύνει τον πόνο του στομαχιού. Ορισμένα φυτά (*Origanum dubium*., *Thymus capitatus* (L.) Hoff. & Link, *Laurus nobilis* L. ανάμεσα σε άλλα) πολλές φορές χρησιμοποιούνται στην λαϊκή ιατρική ως χωνευτικά, έτσι η παρουσία τους σε βαριά φαγητά δεν έχει μόνο αρωματική σημασία αλλά και φαρμακευτική, κάνοντας τα εύπεπτα (Bonet & Valles 2002).

Τα φυτά που καταγράφηκαν κατανέμονται σε 64 διαφορετικές οικογένειες. Φυτά της οικογένειας Asteraceae έχουν την πιο υψηλή εθνοβοτανική παρουσία με 27 taxa, ενώ τα Labiatae ακολουθούν με 22 taxa. Σημαντική επίσης παρουσία έχουν οι οικογένειες Liliaceae, Rosaceae και Umbelliferae με 12, 11 και 10 taxa αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες οικογένειες έχουν μικρότερη παρουσία. Οι πιο πάνω είναι μεγάλες οικογένειες με πολλούς αντιπροσώπους στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης συμφωνούν με άλλες εργασίες εθνοβοτανικής και

επιβεβαιώνουν ότι οι άνθρωποι τείνουν να χρησιμοποιούν κυρίως τα φυτά στα οποία έχουν εύκολη πρόσβαση, εξαιρώντας φυσικά αυτά που είναι τοξικά ή δηλητηριώδη. Όπως αναφέρουν και οι Johns et al. (1990), Bonet et al. (1999), Stepp & Moerman (2001) και Bonet & Valles (2002), όσο πιο κοινό είναι ένα φυτό, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα της λαϊκής χρήσης του.



Εικόνα 2. Κατανομή φυτικών ειδών εθνοβοτανικής σημασίας στην Κύπρο.

Για κάθε μία από τις 5 κατηγορίες χρήσης φυτών έχουν καταρτιστεί πλήρεις χλωριδικοί πίνακες με όλες τις λεπτομέρειες για καθένα φυτό (επιστημονικό όνομα, δημώδη ονόματα, χρήσεις του, το μέρος του φυτού που χρησιμοποιείται, όλη τη διαδικασία και τεχνικές παρασκευής του προϊόντος, περιοχή που καταγράφηκε αλλά και πόσες φορές αναφέρθηκε).

Ενδεικτικά, στους πίνακες που ακολουθούν, παρουσιάζονται τα φυτά με τις

περισσότερες αναφορές σε κάθε κατηγορία χρήσης καθώς και τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται.

Φυτά που χρησιμοποιούνται ως τροφή

Καταγράφηκαν 104 φυτά που χρησιμοποιούνται ως τροφή. Από αυτά 6 είναι ενδημικά φυτά της Κύπρου. Η παρουσία ενδημικών φυτών ενισχύει την πεποίθηση ότι οι άνθρωποι των αγροτικών περιοχών έχουν βαθιά γνώση του περιβάλλοντος στο οποίο ζουν. Για παράδειγμα, το ενδημικό φυτό *Carlina involucrata* subsp. *cyprica* Meusel et Kastner, κοινώς «πλωταρκά», χρησιμοποιείται ευρέως στην περιοχή της Πάφου καθώς επίσης και το *Origanum marjorana* var. *tenuifolium* Weston, η «σαψισιά», το οποίο είναι κοινό στην περιοχή και χρησιμοποιείται όπως η ρίγανη. Επίσης το ενδημικό είδος *Onopordum cyprium* Eig., κοινώς «γαϊδουράγκαθο», χρησιμοποιείται τόσο στην Πάφο όσο και στη Λάρνακα. Στον Πίνακα 1 φαίνονται τα 3 φυτά με τον μεγαλύτερο αριθμό αναφορών ως τροφή.

Πίνακας 1: Τα φυτά με τον μεγαλύτερο αριθμό αναφορών ως τροφή στην Κύπρο.

Επιστημονικό όνομα	Δημώδες όνομα	Φυτικό μέρος	Τρόπος χρήσης	Αριθμός αναφορών
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Στρουθοθήκια, Τσακρίδκια, Στρουθική	Φύλλα, βλαστοί	Τηγανητά με αυγά Τηγανητά με όσπρια Βραστά με όσπρια Στρουθοπουρε- κούθκια (πίτες)	21
<i>Capparis spinosa</i> L.	Καππάρι	Νεαροί βλαστοί Μπουμπούκι τρυφεροί καρποί	Ξιδάτα	17
<i>Malva parviflora</i> L.	Μολόσιες, Μολοχούες, Μολόχες	Τρυφεροί βλαστοί, Φύλλα	Βραστά Τηγανητά Μολοχόσουπα	16

Φυτά που χρησιμοποιούνται ως φαρμακευτικά

Ως φαρμακευτικά έχουν καταγραφεί 119 φυτά τα οποία χρησιμοποιούνται για περισσότερες από 300 θεραπείες που αφορούν παθήσεις του πεπτικού συστήματος (43 φυτά για 58 θεραπείες), παθήσεις δέρματος (32 φυτά για 42 θεραπείες) αναπνευστικού συστήματος (31 φυτά για 40 θεραπείες), καρδιαγγειακού συστήματος (23 φυτά για 33 θεραπείες) νευρικού συστήματος (24 φυτά για 24 θεραπείες) παθήσεις των νεφρών (23 φυτά για 23 θεραπείες), αναπαραγωγικού συστήματος (15 φυτά για 16 θεραπείες), μυϊκού συστήματος (15 φυτά για 15 θεραπείες), διατροφικές διαταραχές (10 φυτά για 11 θεραπείες) και παθήσεις των αισθητηρίων οργάνων (4 φυτά για 4 θεραπείες). Στον Πίνακα 2 φαίνονται τα 3 φυτά με τον μεγαλύτερο αριθμό αναφορών για τις φαρμακευτικές τους ιδιότητες.

Πίνακας 2. Τα φυτά με τον μεγαλύτερο αριθμό αναφορών ως φαρμακευτικά στην Κύπρο.

Επιστημονικό όνομα	Δημώδες όνομα	Φυτικό μέρος	Τρόπος χρήσης	Τρόπος χρήσης	Αριθμός αναφορών
<i>Salvia fruticosa</i> Mill.	Σπατζιά, Φασκομηλιά	Φύλλα, βλαστοί	Έγχυμα	1. Κρυολόγημα 2. Επούλωση πληγών 3. Τονωτικό καρδιάς 4. Ουλίτιδα 5. Υπερκόπωση 6. Αρθριτικά	18
<i>Inula viscosa</i> (L.) Ait.	Κόνυζος	Φύλλα, ρίζες	Κατάπλασμα Αφέψημα Έκχυμα	1. Επούλωση πληγών 2. Μύκητες ποδιών 3. Δυσκοιλιότητα	17
<i>Olea europaea</i> L.	Ελιά, αγριελιά	Καρπός, Φύλλα	Εντριβές Αφέψημα Έκχυμα	1. Σκελετικά προβλήματα 2. Διαβήτης 3. Χοληστερόλη 4. Πίεση 5. Πόνος αυτιού 6. Πόνος κοιλιάς	14

Φυτά που χρησιμοποιούνται ως βαφικά

Ως βαφικά έχουν καταγραφεί 29 φυτά. Από αυτά λίγα εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται για εξαγωγή βαφής και αφορούν κυρίως βαφή αυγών κατά τη διάρκεια του Πάσχα. Τα περισσότερα φυτά υπάρχουν ακόμη στη μνήμη των κατοίκων, παρόλο που δεν χρησιμοποιούνται στις μέρες μας, και αφορούν κυρίως τα φυτά που έβαφαν τις παραδοσιακές κυπριακές βράκες ή φυτά που έβαφαν τα ρούχα τους, ή παραδοσιακά κεντήματα και υφαντά. Στον Πίνακα 3 φαίνονται τα 3 φυτά με τον μεγαλύτερο αριθμό αναφορών για τη χρήση τους ως βαφικά.

Φυτά που χρησιμοποιούνται στην υφαντική

Δύο μόνο φυτά είναι γνωστά στην Κύπρο για τη χρήση τους στην υφαντική, το *Gossypium herbaceum* L. γνωστό ως βαμβάκι και το λινάρι, *Linum usitatissimum* L. Πολύ λίγες ηλικιωμένες γυναίκες κατέχουν την γνώση της ξεχασμένης αυτής λαϊκής τέχνης, παρόλο που δεν την χρησιμοποιούν στις μέρες μας. Η μελέτη γι αυτά τα φυτά είχε ως επιπλέον στόχο να καταγράψει λεπτομερώς τις τεχνικές και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην μετατροπή του φυτικού τμήματος σε υφαντική ύλη. Στον Πίνακα 4 φαίνονται τα 2 φυτά που χρησιμοποιούνται στην υφαντική.

Πίνακας 3. Τα φυτά με τον μεγαλύτερο αριθμό αναφορών ως βαφικά στην Κύπρο.

Επιστημονικό όνομα	Δημώδες όνομα	Φυτικό μέρος	Αντικείμενο βαφής	Χρώμα	Αριθμός αναφορών
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	Σιμιλούδι	Άνθη	Πασχαλινά αυγά Βαμβακερά νήματα	Κίτρινο	17
<i>Rubia tinctorum</i> L.	Ριζάρι, Αλιζάρι, Ερυθρό- δανος	Ρίζες	Πασχαλινά αυγά Βαμβακερά νήματα	Κόκκινο Βαθύ κόκκινο	15
<i>Punica granatum</i> L.	Ροδιά, Ροδικιά	Φλούδα	Παραδοσιακή βράκα	Μαύρο	12

Φυτά που χρησιμοποιούνται στην παραδοσιακή λαϊκή τέχνη και στην καλαθοπλεκτική

Έχουν καταγραφεί 21 φυτά τα οποία χρησιμοποιούνται στην καλαθοπλεκτική. Αυτά αφορούν κυρίως φυτά που αφθονούν σε συγκεκριμένες περιοχές και όπου οι άνθρωποι παραδοσιακά ασχολούνταν με επαγγέλματα που σχετίζονται με την καλαθοπλεκτική. Περισσότερες αναφορές έχουν γίνει για τη χρήση του *Arundo donax* L. στην κατασκευή διαφόρων καλαθιών ιδιαίτερα στο χωριό Λειβάδια της επαρχίας Λάρνακας και στο χωριό Μεσόγη της Πάφου, καθώς και στη χρήση ειδών του γένους *Juncus* στην περιοχή Ακρωτηρίου στη Λεμεσό. Ελάχιστα άτομα ασχολούνται με τη χρήση των φυτών στην καλαθοπλεκτική και έχει διαπιστωθεί ότι η παραδοσιακή γνώση που σχετίζεται με την λαϊκή αυτή τέχνη δεν έχει μεταβιβαστεί στις επόμενες γενεές και συνεπώς κινδυνεύει να μη διατηρηθεί και να ξεχαστεί. Στον Πίνακα 5 φαίνονται τα 3 φυτά με τον μεγαλύτερο αριθμό αναφορών για τη χρήση τους στην καλαθοπλεκτική.

Πίνακας 4. Φυτά που χρησιμοποιούνται στην υφαντική, στην Κύπρο.

Επιστημονικό όνομα	Δημώδες όνομα	Φυτικό μέρος	Τρόπος χρήσης	Αριθμός αναφορών
<i>Gossypium herbaceum</i> L.	Βαμβάκι	Καρπός	1. Φοιτιώτικα υφαντά 2. Βαμβακερά ρούχα στον αργαλειό 3. Βαμβακερά λευκαρίτικα	6
<i>Linum usitatissimum</i> L.	Λινάρι	Βλαστός	1. Λευκαρίτικα υφαντά, κεντήματα 2. Λινά ρούχα στον αργαλειό	5

Πίνακας 5. Τα φυτά με τον μεγαλύτερο αριθμό αναφορών στην καλαθοπλεκτική, στην Κύπρο.

Επιστημονικό όνομα	Δημώδες όνομα	Φυτικό μέρος	Τρόπος χρήσης	Αριθμός αναφορών
<i>Arundo donax</i> L.	Καλάμι, καννί	Βλαστοί	1. Καλάθι 2. Κοφίνα 3. Ψαθαρκά 4. Πανέρι 5. Γκίμους 6. Κουκούρκες	9
<i>Juncus maritimus</i> Lam.	Βρούλος, Σκλινίτζια	Βλαστοί	1. Φάρτος 2. Λαμιτζάνες ντυμένες 3. Καλάθια 4. Τσάντες 5. Ζεμπίλι	8
<i>Typha domingensis</i> Pers	Φλούδι	Βλαστοί	1. Καρέκλα με τόνο 2. Τσεστούδι 3. Κοροκολιός 4. Ταπατζία	7

Συμπεράσματα

Ο μεγάλος αριθμός των φυτών, οι πολλές διαφορετικές χρήσεις τους, αλλά και ο λαογραφικός πλούτος που συνδέεται με τα δημώδη ονόματα τους, επιβεβαιώνουν ότι η παραδοσιακή γνώση που αφορά στις χρήσεις των φυτών είναι ζωντανή στην Κύπρο. Ωστόσο, το γεγονός ότι ο μέσος όρος ηλικίας των ατόμων που κατέχουν αυτή την γνώση είναι υψηλός (69 χρόνια) και το ότι η γνώση δεν έχει μεταφερθεί από αυτά τα άτομα στις επόμενες γενεές, κάνουν επιβεβλημένη την ανάγκη για συνέχιση των εθνοβοτανικών εργασιών. Η συλλογή και διατήρηση της εθνοβοτανικής γνώσης είναι θεμελιώδης αλλά και επείγουσα, ώστε να διασωθεί αυτό το πολύτιμο μέρος της εθνικής πολιτιστικής κληρονομιάς το οποίο μπορεί παράλληλα να βοηθήσει στην έρευνα για νέες πηγές τροφής, στην έρευνα για θεραπευτικές πρακτικές προερχόμενες από τα φυτά αλλά και στη διατήρηση της βιοποικιλότητας και των φυτικών γενετικών πόρων.

Βιβλιογραφία

- Bonet M. A., Parada M., Selga A. & Valles J. 1999. Studies on pharmaceutical ethnobotany in the regions of L' Alt Emporda and Les Guillerries (Catalonia, Iberian Peninsula). *Journal of Ethnopharmacology* 68: 145-168.
- Bonet, M.A. & Valles J. 2002. Use of non-crop food vascular plants in Montseny biosphere reserve (Catalonia, Iberian Peninsula). *International Journal of Food Science and Nutrition* 53: 225-248.
- Γεννάδιος Π.Γ. 1959. Λεξικόν Φυτολογικόν Α & Β. Αθήνα.
- Della A. 1999. The Cyprus Flora in checklist format; native or naturalized, cultivated,

- endemics, rarities, additions. Agricultural Research Institute, Nicosia Cyprus.
- Δελλά Α. 2000. Συμβολή στον ενδημισμό της χλωρίδας της Κύπρου. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Johns T., Kokwaro J.O. & Kimanani E.K. 1990. Herbal remedies of the Luo of Siaya district, Kenya: establishing quantitative criteria for consensus. *Economic Botany* 44(3): 369-381.
- Meikle R.D. 1977. *Flora of Cyprus I*. Royal Botanic Gardens, Kew, U.K.
- Meikle R.D. 1985. *Flora of Cyprus II*. Royal Botanic Gardens, Kew, U.K.
- Πανάρετος Α. 1966. Κυπριακή Γεωργική Λαογραφία. Η χλωρίδα του τόπου μας.
- Παπαγιάννης Χρ. 1987. Οι Αγροοικονομικές ζώνες της Κύπρου.
- Stepp J.R. & Moerman D.E. 2001. The importance of weeds in ethnopharmacology *Journal of Ethnopharmacology* 75: 19-23.

**Οικολογική αξιολόγηση της βλάστησης του υγροβιότοπου της
λιμνοθάλασσας των Αλυκών Κίτρους Πιερίας (Μακεδονία, Β.
Ελλάδα)**

Δρόσος Ε.Γ. & Λαυρεντιάδου Σ.Γ.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας
Βοτανικής, Α.Π.Θ., 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Μελετάται η οικολογική αξιολόγηση της βλάστησης του υγροβιότοπου της λιμνοθάλασσας των Αλυκών Κίτρους Νομού Πιερίας, ο οποίος εντάσσεται στο δίκτυο NATURA 2000 και έχει τον κωδικό αριθμό GR1250004. Συλλέχθηκαν 549 taxa, τα οποία κατανέμονται σε 79 οικογένειες, 321 γένη, 429 είδη και 120 υποείδη.

Αναλύονται οι βιομορφές, οι οικολογικές μορφές και η χωρολογία των 549 taxa και προκύπτει ότι η μεσογειακή ενότητα κατέχει την πρώτη θέση με ποσοστό 46,27%. Αναλύονται τα 35 ενδημικά taxa κατά γεωγραφικές περιοχές. Επίσης περιγράφονται οι οικότοποι της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ με τις αντίστοιχες ενότητες βλάστησης. Τέλος, περιγράφεται η ταυτότητα του υγροτοπικού χαρακτήρα, η οικολογική αξία και επισημαίνονται οι αρνητικές ανθρώπινες επιπτώσεις που ασκούνται στην περιοχή του υγροβιότοπου.

**Ecological evaluation of the wetland vegetation at the lagoons of
Alykes Kitrous Pierias (Macedonia, N. Greece)**

Drossos E.G. & Lavrentiadou S.G.

Laboratory of Systematic Botanic and Phytogeography, School of Biology, Department
of Botany, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

In this paper, the ecological significance of Alykes Kitrous wetland, which is located in Pieria prefecture, is being studied. The wetland has been included in "Natura 2000" network under the code number GR 1250004. A total 549 taxa have been collected in the area and classified in 79 families, 321 genera, 429 species and 120 subspecies.

Life-forms, ecological aspects, as well as the chorology of the 549 taxa are analysed. Our results indicate that the Mediterranean floristic unit predominates with a percentage reaching 46.27%. Furthermore, the 35 endemic taxa of the area are analysed according to their geographical relations and the habitats of Directive 92/43/EEC are described with the corresponding vegetation units (habitats). Finally, the identity of the wetland

character or the area is highlighted, together with its ecological importance. Negative effects caused by human activities are also pointed out.

Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία μελετάται η οικολογική αξιολόγηση της βλάστησης του υγροβιότοπου της λιμνοθάλασσας των Αλυκών Κίτρους του Νομού Πιερίας. Πρόκειται για έναν από τους σπουδαιότερους βιότοπους και θεωρείται ότι αποτελεί ενιαίο και συνεχόμενο τμήμα του συστήματος των βιότοπων των δέλτα των ποταμών Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα που προστατεύονται από διεθνείς συμβάσεις όπως αυτή του Ramsar το 1972. Εντάσσεται στο δίκτυο Natura 2000 και έχει τον κωδικό αριθμό GR1250004. Στην παρούσα εργασία δίδονται τα χλωριδικά στοιχεία και οι σπουδαιότερες ενότητες βλάστησης που απαντώνται στην περιοχή.

Ο υγροβιότοπος των Αλυκών Κίτρους είναι ένα μικρό αλλά σημαντικό παράκτιο οικοσύστημα, με εκτεταμένα αλμυρά έλη, μία μικρή ρηχή λιμνοθάλασσα και καλά αναπτυγμένο αμμοθινικό σύστημα προς το ανατολικό και νότιο τμήμα του. Ένας αμμώδης χερσότοπος με *Artemisia campestris*, *Spartium junceum*, *Crataegus monogyna*, *Pistacia terebinthus* και άλλα θαμνώδη είδη είναι ενσωματωμένος στο σύστημα των θινών. Οι σχηματισμοί των καλαμώνων, που συχνά κυριαρχούνται με ένα από τα είδη *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Scirpus maritimus*, *Cyperus longus* και *Sparganium erectum*, καταλαμβάνουν τεχνητές τάφρους και κανάλια.

Το αμμόφιλο είδος *Pancratium maritimum* (κοινώς θαλασσόκρινος) φύεται επίσης ευρέως στις αμμώδεις εκτάσεις του υγροβιότοπου και είναι προστατευόμενο φυτό. Είναι διακοσμητικό με ωραία μεγάλα, λευκά, χωνοειδή και μυρίπνοα άνθη, που κατά την εποχή της ανθοφορίας (Ιούλιος-Αύγουστος) δημιουργεί βιότοπους ιδιαίτερου κάλλους από αισθητικής απόψεως.

Η σπανιότητα του υγροβιότοπου είναι μοναδική και ενδιαφέρουσα επειδή φιλοξενεί μεγάλο αριθμό σπάνιας ερπετοπανίδας και ορνιθοπανίδας (Stubbs et al. 1981). Εξίσου ενδιαφέρουσα είναι επίσης η χλωρίδα της περιοχής, η οποία συγκροτεί φυσιογνωμικά μοναδικές διακριτές ενότητες βλάστησης με σπάνιες φυτοκοινωνίες (Oberdorfer 1952) και η οποία αποτελεί αντικείμενο της παρούσας έρευνας.

Γεωγραφία, γεωλογία, κλιματικά στοιχεία

Ο παράκτιος υγροβιότοπος των Αλυκών Κίτρους βρίσκεται στην έξοδο του Θερμαϊκού κόλπου, σε απόσταση 50 περίπου χιλιομέτρων από τη Θεσσαλονίκη και εκτείνεται στο νομό Πιερίας, σε γεωγραφικό μήκος 22° 40' και γεωγραφικό πλάτος 40° 22'. Έχει μέσο υψόμετρο 1m και έκταση 1500 ha.

Από γεωλογική άποψη ο υγροβιότοπος μαζί με την ευρύτερη περιοχή των δέλτα των ποταμών Αλιάκμονα, Λουδία και Αξιού ανήκουν στη γεωλογική ζώνη του Αξιού ποταμού που αποτελείται από ολοκαινικές αλλουβιακές προσχώσεις άμμων και αργίλων, πάχους τουλάχιστον 3-4 μέτρων (Ι.Γ.Μ.Ε. 1983, Μουντράκης 1985). Το επιφανειακό γεωλογικό υπόστρωμα κυριαρχείται από ένα καλά αναπτυγμένο αμμώδες επίπεδο σύστημα και μία επίπεδη έκταση αλατούχων εδαφών που επηρεάζονται από τη λιμνοθάλασσα, ενώ περιθωριακά στο δυτικό και βορειοανατολικό τμήμα από ολοκαινικές αργλικές προσχώσεις.

Με βάση τα μετεωρολογικά στοιχεία του πλησιέστερου σταθμού, του Ινστιτούτου

Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών Σίνδου (Αμπατζόγλου 1968, Μπαμπαλώνας 1992), φαίνεται ότι στην περιοχή ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος, με μέση μηνιαία θερμοκρασία 4.6°C, ενώ ο θερμότερος ο Ιούλιος, με μέση τιμή 26.9°C. Το ύψος της βροχής παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή με μέσο ύψος 67.1 mm το μήνα Νοέμβριο. Από κλιματική-βιοκλιματική άποψη, με εφαρμογή της μεθόδου των βιοκλιματικών ορόφων (Μαυρομμάτης 1980) η περιοχή του υδροβιότοπου εντάσσεται στον **ημίξηρο** όροφο (Semi-aride) με **ψυχρό** χειμώνα (Hiver Frais).

Υλικό και μέθοδος έρευνας

Η συλλογή των χλωριδικών στοιχείων του υδροβιότοπου έγινε σε όλες τις βλαστικές περιόδους παρελθόντων ετών και ανέρχεται σε 549 taxa, τα δείγματα των οποίων φυλάσσονται στις προσωπικές μου συλλογές (HED = Herbarium Elisiseos Drossos). Το υλικό συλλέχθηκε εκτός από την κύρια έκταση του υδροβιότοπου και σε αντιπροσωπευτικούς παρακείμενους βιότοπους των παράκτιων ακτογραμμών, των περιοδικά πλημμυρισμένων υγρών λιβαδιών και των αποχευτικών καναλιών των υπερκείμενων αγροτικών περιοχών, που απολήγουν ή διέρχονται ένθεν και ένθεν του υδροβιότοπου. Για την ονοματολογία των ειδών χρησιμοποιήθηκαν κατά βάση η ολοκληρωμένη έκδοση της Flora Europaea, (Tutin et al. 1964-1980, 1993) και οι νεότερες εκδόσεις Med-Checklist 1, 3 & 4 (Greuter et al. 1984-1989) και Flora Hellenica 1 (Strid & Tan 1997). Για τα οικολογικά γνωρίσματα, δηλαδή τις βιομορφές και τη χωρολογία τους, χρησιμοποιήθηκαν τα συγγράμματα των Pignatti (1982) και Oberdorfer (1994). Η ονοματολογία των μονάδων βλάστησης έγινε με βάση τα βιβλιογραφικά δεδομένα των Braun-Blanquet (1964) και Horvat et al. (1974).

Αποτελέσματα

α) Χλωριδική ανάλυση. Από τη μελέτη της χλωρίδας του υδροβιότοπου της λιμνοθάλασσας των Αλυκών Κίτρους Πιερίας προέκυψε ότι αυτή ανέρχεται σε 549 taxa, τα οποία κατανέμονται σε 79 οικογένειες, 321 γένη, 429 είδη και 120 υποείδη. Εξ αυτών το 1 είναι Πτεριδόφυτο, τα 2 Γυμνόσπερμα και τα 546 είναι Αγγειόσπερμα από τα οποία 421 Δικοτυλήδονα και τα 125 Μονοκοτυλήδονα. Οι πολυπληθέστερες σε taxa οικογένειες είναι των Gramineae με 77, των Compositae με 70, των Leguminosae με 69, των Umbelliferae, με 25, των Labiatae με 22, των Cruciferae με 21, και των Caryophyllaceae με 18, που κατά κανόνα είναι και οι πλουσιότερες της Ελληνικής χλωρίδας.

β) Ανάλυση βιομορφών. Όπως είναι γνωστό, κατά τον Braun-Blanquet (1964), οι βιοτικές μορφές εκφράζουν την εναρμόνιση και την προσαρμογή των φυτών στις οικολογικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Επομένως ο χαρακτήρας της βλάστησης μίας περιοχής μπορεί να καθορισθεί από την εξέταση των βιοτικών μορφών των taxa που τη συνθέτουν. Από την άποψη των βιοτικών μορφών των 549 taxa του υδροβιότοπου, εξεταζόμενα με βάση το σύστημα του Raunkiaer (1910), εμφανίζεται η ακόλουθη βασική κατανομή σε βιοτικές μορφές: θερόφυτα 243 (44,27%), ημικρυπτόφυτα 168 (30,60%), γεώφυτα 62 (11,29%), φανερόφυτα 40 (7,29%), χαμαίφυτα 19 (3,46%), νανοφανερόφυτα 10 (1,82%), ιλύφυτα 6 (1,09%), ελόφυτα 1 (0,18%). Περαιτέρω αναλύθηκαν οι κύριες κατηγορίες σε μικρότερες βιομορφές, οι επικρατέστερες των

οποίων είναι από τα θερόφυτα τα T scap με 230 taxa, από τα ημικρυπτόφυτα τα H scap με 87 taxa, από τα γεώφυτα τα G rhiz με 44 taxa, από τα φανερόφυτα τα P scap με 17 taxa και από τα χαμαίφυτα τα Ch suffr με 12 taxa.

γ) *Ανάλυση οικολογικών μορφών διάρκειας ζωής.* Όπως επίσης είναι γνωστό, η οικολογική μορφή κάθε φυτικού είδους συνδέεται με την όλη δομή του και αναφέρεται επίσης στη διάρκεια της ζωής του. Έχει άμεση σχέση με το περιβάλλον και σχετίζεται με τη βιοτική του μορφή. Για τον προσδιορισμό των οικολογικών μορφών του υγροβιότοπου των Αλικών Κίτρους Πιερίας μελετήθηκε η κατανομή των 549 taxa και προέκυψαν τα εξής: τα μονοετή taxa ανέρχονται σε 245 (44,63%), τα πολυετή σε 212 (38,61%), τα θαμνώδη σε 41 (7,47%), τα διετή σε 37 (6,74%) και τα δενδρώδη σε 14 (2,55%). Η υπεροχή των μονοετών ποωδών φυτών είναι αποτέλεσμα της οικολογικής προσαρμογής, που φανερώνει ότι οι βιοτικές τους αξιώσεις προσιδιάζουν πληρύτερα στις τοπικές οικολογικές συνθήκες.

δ) *Χωρολογική ανάλυση.* Από την ανάλυση της φυτογεωγραφικής καταγωγής των 549 taxa του υγροβιότοπου προκύπτει, ότι η ταξινόμηση των στοιχείων αυτών σε χωρολογικές περιοχές και ενότητες με βάση το κέντρο της γεωγραφικής τους καταγωγής, από το οποίο με φυσική εξάπλωση ακτινοβολούν προς διάφορες κατευθύνσεις, αποτελεί πρόσθετο στοιχείο για την οικολογική αξιολόγηση της υπό μελέτη περιοχής. Διότι η ομοιότητα της χλωρίδας προς άλλες ευρύτερες γεωγραφικές περιοχές διαπιστώνεται από τη σχέση προς ένα κέντρο γεωγραφικής εξάπλωσής τους, δηλαδή προς ένα φυσικό σύστημα αναφοράς μίας μεγάλης βλαστικής περιοχής (Oberdorfer 1994). Από τα εξαχθέντα χωρολογικά στοιχεία των 549 taxa του εν λόγω υγροβιότοπου προκύπτει ότι η Μεσογειακή χλωριδική ενότητα κατέχει την πρώτη θέση με 254 taxa και ποσοστό 46,27%. Γεγονός που προσδίδει στον υγροβιότοπο τον μεσογειακό χαρακτήρα.

Τα υπόλοιπα γεωστοιχεία αντιπροσωπεύονται κατά γεωγραφικές περιοχές καταγωγής τους με την παρακάτω σύνθεση: κοσμοπολιτικά - ξενικά 40 (7,29%), υποκοσμοπολιτικά 95 (17,30%), Ευρασιατικά 74 (13,48%), Ευρωπαϊκά 37 (6,74%) και βόρεια 14 (2,55%).

Τέλος τα Βαλκανικά, τα Βαλκανικά ενδημικά, τα Ελληνικά ενδημικά και τα ευρέως ενδημικά χλωριδικά στοιχεία ανέρχονται σε 35 (6,37%) και περιγράφονται στον παρακάτω κατάλογο (Rechinger 1950, Tutin et al. 1964-1980, 1993, Strid & Tan 1997).

ε) *Ενδημικά*

Achillea chrysocoma – Ενδημικό της Αλβανίας και της ευρύτερης περιοχής της Μακεδονίας. Al Bu Gr Ju.

Allium obtusiflorum – Ενδημικό στην Σικελία και Ν. & Α. Ελλάδα. Gr Si.

Alopecurus creticus – Βαλκανικό. Νότιο τμήμα της Βαλκανικής, Κρήτη. Bu Cr Gr Ju.

Artemisia santonicum subsp. *santonicum* – Ενδημικό του Δ. Καζακστάν, νότια μέχρι την ΒΑ. Ελλάδα. Bu Gr Hu Ju Rm Rs (W,K,E) Tu.

Astragalus haarbachii – Βαλκανική Χερσόνησος. Α. Βουλγαρία και ΒΑ. Ελλάδα έως την Κρήτη. Συχνά θεωρείται ως υποείδος του *A. suberosus*. Bu Cr Gr.

Avena clauda – Α. τμήμα της Βαλκανικής Χερσονήσου. Bu Gr Tu.

Bupleurum euboicum – Ενδημικό της Ελλάδας και της περιοχής του Αιγαίου. Ae Gr.

- Bupleurum glutaceum* – Αλβανία, Ελλάδα και ΝΑ. πρώην Γιουγκοσλαβία. Al Gr Ju.
Carlina corymbosa subsp. *graeca* – Βαλκανική Χερσόνησος και η περιοχή του Αιγαίου. Al Bu Cr Gr Ju Tu.
Centaurea cuneifolia subsp. *cuneifolia* – Ενδημικό της Βουλγαρίας, της Β. Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Τουρκίας. Bu Ju Tu.
Crepis biennis – Ενδημικό του μεγαλύτερου τμήματος της Ευρώπης εκτός των Β., Ν. και Α. παρυφών της.
Dianthus corymbosus – Βαλκανική Χερσόνησος. Al Bu Gr Ju Tu.
Dianthus gracilis subsp. *gracilis* – Ενδημικό της Β. & Α. Ελλάδας, της πρώην Γιουγκοσλαβίας και Βουλγαρίας. Al Bu Gr Ju.
Erysimum graecum – Ενδημικό της Ελλάδας. Gr.
Goniolimon collinum – Βαλκανικό είδος. Α. τμήμα της Βαλκανικής, Α. Ρουμανία. Bu Gr Rm Tu.
Hypericum olympicum – Βαλκανική Χερσόνησος, κυρίως στα νότια και ανατολικά. Bu Gr Ju Tu.
Jasione heldreichii – Ενδημικό της Βαλκανικής Χερσονήσου, εκτεινόμενο έως τη ΝΔ. Ρουμανία. Al Bu Gr Ju Rm.
Jurinea mollis subsp. *mollis* – Ενδημικό της ανατολικής και κεντρικής Ευρώπης και της Β. Ιταλίας. Al Bu Gr It Ju Tu
Lotus aegaeus – Ενδημικό των κεντρικών και Α. τμημάτων της Βαλκανικής. Bu Gr Ju.
Oenanthe tenuifolia – Ενδημικό των κεντρικών τμημάτων της Βαλκανικής Χερσονήσου, από τη Ν. Αλβανία μέχρι τη ΝΕ. Βουλγαρία και κεντρική Ελλάδα. Al Bu Gr.
Ornithogalum sibthorpii – Βαλκανική Χερσόνησος και περιοχή του Αιγαίου, ΝΑ. Ρουμανία. Bu Cr Gr Ju Rm Tu.
Petrorhagia glutacea – Ενδημικό της Βαλκανικής Χερσονήσου. Al ?Bu Cr Gr Ju [It].
Petrosimonia brachiata – ΝΑ. Ευρώπη, από την ΝΑ. Ελλάδα μέχρι το Δ. Καζακστάν, πολύ τοπικό. Bu Gr Rs (W,K,E).
Polygonum mesembrium – Είδος της Ελλάδας και των ακτών της Μαύρης Θάλασσας (Τουρκία έως Κρυμαία). Gr Tu Rs (K).
Rhamnus prunifolius – Ελλάδα και Κρήτη. Cr Gr.
Salvia ringens – Ν. και Α. Τμήματα της Βαλκανικής Χερσονήσου μέχρι την ΝΑ. Ρουμανία. Al Bu Gr Ju Rm.
Silene graeca – Βαλκανικό είδος, κυρίως Δ. τμήματα της περιοχής. Al Gr Ju.
Silene trinervia – Βαλκανική Χερσόνησος μέχρι την Ρουμανία και την κεντρική Ιταλία. Al Bu Cr Gr It Ju Rm.
Tamarix parviflora – Βαλκανική Χερσόνησος και η περιοχή του Αιγαίου. Al Cr Gr Ju Tu [Co Hs It].
Trifolium nigriscens subsp. *petrisavii* – Βαλκανική Χερσόνησος και Σικελία. Al Bu Cr Gr It Ju Tu.
Trifolium tenuifolium – Ενδημικό της Ν. Ιταλίας, της Βαλκανικής Χερσονήσου και της περιοχής του Αιγαίου. Al Bu Cr Gr It Ju Tu.
Ulmus procera – Ενδημικό της Δ. και Ν. Ευρώπης (εξάπλωση ανεπαρκώς γνωστή). Br Bu Ga Gr Hs Hu Ju Rm (Hb).
Verbascum eriophorum – Ενδημικό του κεντρικού τμήματος της Βαλκανικής Χερσονήσου. Bu Gr Ju.

Verbascum undulatum – Ενδημικό των Ν. Και Δ. τμημάτων της Βαλκανικής Χερσονήσου. Al Gr Ju.

Vicia villosa subsp. *eriocarpa* – Ν. Βαλκανική και περιοχή του Αιγαίου, Σικελία. Al Bu Cr Gr It Ju Tu.

στ) *Βλάστηση - Τύποι οικοτόπων*. Σύμφωνα με την οδηγία 92/43/ΕΟΚ στον υδροβιότοπο των Αλυκών Κίτρους Πιερίας διακρίθηκαν οι παρακάτω οικοτόποι με τους αντίστοιχους κωδικούς αριθμούς εντός παρενθέσεως και με τις αντίστοιχες ενότητες βλάστησης (Ντάφης et al. 1997, 1999, Δρόσος 2001).

i) Αμμοσύρσεις (1110) που καλύπτονται διαρκώς, από θαλασσινό νερό μικρού βάθους. ii) Μονοετής βλάστηση μεταξύ των ορίων πλημμυρίδας και αμψιδας (1210), με βλάστηση *Cakiletea maritima* Tx. & Prsg. 1950. iii) Υποτυπώδεις κινούμενες θίνες (2110), Κινούμενες και λευκές θίνες της ακτογραμμής (2120) και θίνες με *Euphorbia terracina* (2220), με βλάστηση *Ammophiletea* Br.-Bl. & Tx. 1943. iv) Υγρές κοιλοότητες μεταξύ των θινών (2190), με βλάστηση *Molinio-Juncetea* Br.-Bl. (1931) 1947. v) Συστάδες με *Phragmites australis* (2190) και ομόνυμη βλάστηση *Phragmitetea australis* Tx. & Prsg. vi) Μεσογειακά αλίπεδα (1410), με βλάστηση *Juncetea maritimi* Br.-Bl. (1931) 1952. vii) Θερμομεσογειακές παραποτάμιες στοές και παραποτάμιες της νοτιο-δυτικής Ιβηρικής χερσονήσου (92DO), με βλάστηση *Nerio-Tamaricetea* Br.-Bl. & Bolos 1957. viii) Μονοετής βλάστηση με *Salicornia* και άλλα είδη λασπωδών και αμμοδών ζωνών (1310) με βλάστηση *Thero-Salicornietea* Pign. 1953 em Tx. 1974. ix) Μεσογειακές και θερμοατλαντικές αλόφιλες λόχμες (1420) με βλάστηση *Sarcocornietea* (*Arthrocnemetea*) *fruticosae* Tx. & Oberd. 1958. x) Θαμνώνες του *Spartium junceum* (32A Corine) με βλάστηση *Quercetea ilicis* Br.-Bl. 1947. xi) Υπολειμματικά αλλουβιακά δάση (91E0) με βλάστηση *Alno-Ulmion* Br.-Bl. & Tx. 1943 (*Fraxino ulmetum* (Tx. 52) Oberd. 53) που ανήκει στην ομάδα οικοτόπων παρόχθια δάση (11.1).

Εν κατακλείδι, ανάλογα με τον τύπο του εδαφικού υποστρώματος, οι παραπάνω οικοτόποι με τις αναφερόμενες ενότητες βλάστησης ομαδοποιούνται σε 3 μεγάλες ομάδες, των αμμοδών, των αλατούχων και των οριακών θέσεων εδαφών.

ζ) *Υγροτοπικός χαρακτήρας της βλάστησης*. Η ταυτότητα του υγροτοπικού χαρακτήρα του υπό μελέτη υγροβιότοπου καθορίζεται από το συνολικό αριθμό των υδρόβιων μακροφύτων και υγροτοπικών taxa που συμμετέχουν στη χλωριδική σύνθεση. Όπως προκύπτει από τη μελέτη της χλωρίδας του υγροβιότοπου έχουμε μεγάλο ποσοστό συμμετοχής υδρόβιων μακροφύτων και υγροτοπικών φυτών, ελοφύτων προσκολλημένων ή μη στο ελώδες και λασπώδες υπόστρωμα με φύλλα ή υπέργεια τμήματα ανερχόμενα πάνω από την επιφάνεια του νερού. Τα taxa που απαιτούν για την ανάπτυξή τους στον υγροβιότοπο αυξημένη υγρασία αναπτύσσονται στις όχθες των τάφρων, των καναλιών και των περιοδικά πλημμυρισμένων με νερά εδαφών, όπως π.χ. στη βλάστηση των καλαμώνων (*Phragmitetea*), των βούρλων (*Juncetea*) και των υγρών κοιλοτήτων (*Molinio-Juncetea*), αλλά ακόμα και των λασπωδών και αμμοδών ζωνών (*Thero-Salicornietea*) και των παραποταμίων στοών (*Nerio-Tamaricetea*).

Εν κατακλείδι, ο συνολικός αριθμός των υδρόβιων μακροφύτων και υγροτοπικών taxa που συμμετέχουν στη χλωριδική σύνθεση των παραπάνω αναφερομένων τύπων βλάστησης καθορίζουν σε γενικές γραμμές και τον υγροτοπικό χαρακτήρα του

υγροβιότοπου της λιμνοθάλασσας των Αλυκών Κίτρους Πιερίας.

η) *Οικολογική αξία.* Το παράκτιο οικοσύστημα των Αλυκών Κίτρους Πιερίας είναι σημαντικό, εάν λάβουμε υπ' όψη ότι, λόγω της γεωγραφικής θέσης του, αποτελεί ενιαίο και συνεχόμενο τμήμα του συστήματος των βιότοπων των δέλτα των ποταμών Αξιού, Λουδία και Αλιάκμονα που προστατεύονται από διεθνείς συμβάσεις όπως αυτή του Ramsar το 1972. Εκτός από τη σύμβαση Ramsar υπάρχουν και άλλα κριτήρια αξιολόγησης του υγροβιότοπου. Τα βασικά σχετίζονται με τη βιοποικιλότητα που αναφέρεται στην άγρια χλωρίδα και πανίδα.

Από οικολογική άποψη ο μεγάλος αριθμός των 549 taxa που καταγράφηκαν στην περιοχή είναι σημαντικός, ως προς την έκταση που η περιοχή κατέχει. Αλλά και η ποικιλομορφία των ενοτήτων βλάστησης που αναφέρονται στην περιοχή είναι επίσης σημαντική και ενδεικτικός είναι ο μεγάλος αριθμός των τύπων οικοτόπων της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ που περιγράφονται στην παραπάνω παράγραφο και οι οποίοι φιλοξενούν μεγάλο αριθμό φυτοκοινοτήτων και ζωοκοινοτήτων. Ο υγροβιότοπος είναι επίσης σημαντικός τόπος αναπαραγωγής, διατροφής και διαχείμανσης για έναν μεγάλο αριθμό ειδών ορνιθοπανίδας.

θ) *Ανθρώπινες επιδράσεις.* Για να διατηρηθεί η βιοποικιλότητα του υγροβιότοπου της περιοχής, όπως περιγράφεται παραπάνω, είναι αναγκαίο να περιορισθούν σημαντικά οι ανθρώπινες αρνητικές επιδράσεις. Οι σπουδαιότερες είναι οι ακόλουθες: οι πυρκαγιές, που πρόσφατα κατέστρεψαν μεγάλο τμήμα της συστάδας του υπολειμματικού υδρόφιλου δάσους σκληρού ξύλου (Alno-Ulmion Br.-Bl. & Tx.1943, Fraxino ulmetum (Tx. 52) Oberd. 53) στη ΒΔ πλευρά (Stojanov 1929, Horvat & al. 1974). Ο θερισμός των αμμόφιλων αγρωσιδόμορφων taxa που παρατηρείται διαχρονικά ένθεν και ένθεν του Φάρου. Η διάνοιξη δρόμων προσπέλασης προς τη θάλασσα στην νοτιοανατολική περιοχή προς το Φάρο. Η βόσκηση που ασκείται στην περιοχή από τα ενσταβλισμένα πρόβατα στη δυτική είσοδο του υγροβιότοπου. Οι κόντρες ταχύτητας τετρακίνητων αυτοκινήτων (τζίπ) που διεξάγονται κατά καιρούς στις αμμοσύρσεις και λευκές αμμοθίνες σε όλο το μήκος της ΝΑ ακτής μέχρι τον Κορυνό, οι οποίες καταστρέφουν τη φτωχή αμμόφιλη βλάστηση και πρέπει να απαγορευθούν. Το κυνήγι της ορνιθοπανίδας που ασκείται σε όλη την έκταση και το ψάρεμα πέριξ του υγροβιότοπου είναι μερικές από τις αρνητικές επιπτώσεις που πρέπει με την προσπάθεια των υπεθύνων οργάνων να περιορισθούν. Επίσης, η χρήση των ανοικτών λιβαδικών εκτάσεων κοντά στο σιδηροδρομικό σταθμό για πεδία άσκησης, δοκιμής και συναγωνισμού μικρών τηλεκατευθυνόμενων αεροπλάνων-παιχνιδιών (αερολέσχης) να απαγορευθεί, διότι θορυβούν και ενοχλούν τη ορνιθοπανίδα, ιδίως κατά την περίοδο της αναπαραγωγής. Τέλος θα πρέπει να επισημανθεί η προσπάθεια δημιουργίας οικιστικών και σταυλικών εγκαταστάσεων, ενώ η επέκταση των καλλιεργειών εσωτερικά της σιδηροδρομικής γραμμής και της παράλληλης οδού που διανοίχθηκε δεν θα πρέπει να επαναληφθεί. Να ασκούνται μόνο ήπιες ανθρώπινες επιδράσεις.

Βιβλιογραφία

Αμπατζόγλου Κ. 1968. Το κλίμα της Σίνδου. Δεδομένα μετεωρολογικού σταθμού Ινστιτούτου Βάμβακος ετών 1935-1966. Έκδοση Ινστιτούτου Βάμβακος,

- Επιστημονικό Δελτίο 14, Σίνδος.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Wien, New York.
- Δρόσος Ε. 2001. Η αμμόφιλη βλάστηση των ακτών της νήσου Θάσου. *Biologia Gallo-Hellenica* 27: 157-170.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984, 1986, 1989. Med-Checklist 1, 3, 4. Geneve.
- Horvat I., Glavač V. & Ellenberg H. 1974. Vegetation Südosteuropas. Jena.
- Ι.Γ.Μ.Ε. 1983. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος. 1:500.000, 2η έκδοση. Αθήνα.
- Μαυρομμάτης Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδας. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης. Δασική Έρευνα 1: 1-63. Αθήνα.
- Μουντράκης Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδος. Θεσσαλονίκη.
- Μπαμπαλώνας Δ. 1992. Χαρτογράφηση των φυσιογνωμικά διακριτών ενοτήτων βλάστησης στους υγροβιότοπους των δέλτα των ποταμών Αλιάκμονα, Λουδία, Αξιού και των Αλυκών Κίτρους. Θεσσαλονίκη.
- Ντάφης Σ., Παπαστεργιάδου Ε., Γεωργίου Κ., Μπαμπαλώνας Δ., Γεωργιάδης Θ., Παπαγεωργίου Μ., Λαζαρίδου Ε. & Τσιαούση Β. 1997. Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Το έργο οικοτόπων στην Ελλάδα. Δίκτυο Φύση 2000. Ε.Κ.Β.Υ. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας.
- Ντάφης Σ., Παπαστεργιάδου Ε. & Λαζαρίδου Ε. 1999. Τεχνικός Οδηγός Αναγνώρισης, Περιγραφής και Χαρτογράφησης Τύπων Οικοτόπων της Ελλάδας. Ε.Κ.Β.Υ. Θεσσαλονίκη.
- Oberdorfer E. 1952. Beitrag zur Kenntnis der nordaegaeischen Küstenvegetation. *Vegetatio* 3: 329-349.
- Oberdorfer E. 1994. Pflanzensozioologische Exkursionsflora. Stuttgart.
- Pignatti S. 1982. Flora d' Italia 1-3. Bologna.
- Raunkiaer C. 1910. Statistik der Lebensformen als Grundlage für die biologische Pflanzengeographie. Beihefte zu Bot. Centralblatt 27, Heft 1:171-206.
- Rechinger K.H. fil. 1950. Grundzüge der Pflanzenverbreitung in der Aegaeis. I-III. *Vegetatio* 2: 55-119, 239-308, 365-386.
- Stojanov N. 1929. Der Longos-Wald in Bulgarien. *Englers Bot. Jb.* 62: 502-503.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Koenigstein.
- Stubbs D., et al. 1981. Expedition to Greece 1980. University of London.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. Flora Europaea 1 (2nd edition). Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1964-1980. Flora Europaea 1-5. Cambridge.

Συμβολή στη χλωρίδα της περιοχής “Στενά Καλαμακίου” του Δικτύου “Φύση 2000”

¹Ελευθεριάδου Ε., ¹Θεοδωρόπουλος Κ. & ²Τσιριπιδής Ι.

¹Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής - Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

²Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής & Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Η περιοχή “Στενά Καλαμακίου” (GR 1440004) στη θεσσαλική πεδιάδα προτάθηκε για ένταξη στο δίκτυο “Φύση 2000” (Natura 2000). Διασχίζεται από τον Πηνειό ποταμό και χαρακτηρίζεται από υπερβόσκηση, που η επίδρασή της είναι εμφανής στη χλωρίδα και τη βλάστηση της περιοχής. Ο αριθμός των ειδών που καταγράφηκε ανέρχεται σε 374 taxa (320 είδη, 52 υποείδη και 2 ποικιλίες), που ανήκουν σε 65 οικογένειες και 250 γένη. Τόσο από τη χωρολογική ανάλυση όσο και από το βιοτικό φάσμα καθίσταται ιδιαίτερα έντονος ο μεσογειακός χαρακτήρας της χλωρίδας της περιοχής. Επιπλέον, εντοπίστηκε στην περιοχή ένας σχετικά μικρός αριθμός σπάνιων, προστατευόμενων και ενδημικών ειδών.

Contribution to the flora of the site “Stena Kalamakiou” of the “Natura 2000” Network

¹Eleftheriadou E., ¹Theodoropoulos K. & ²Tsiripidis I.

¹Institute of Forest Botany - Geobotany, Department of Forestry & Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

²Laboratory of Systematic Botany & Phytogeography, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

The site “Stena Kalamakiou” (GR 1440004) in the thessalian plain has been proposed for inclusion in the “Natura 2000” network. The area is crossed by Pinios river and characterized by overgrazing, whose impact is obvious on both flora and vegetation. The flora of the area consists of 374 taxa (320 species, 52 subspecies και 2 varieties), which belong to 65 families and 250 genera. The chorological analysis and the life-form spectrum indicate the Mediterranean character of the flora of the area. Furthermore, a small number of rare, threatened and endemic plants were found.

Εισαγωγή

Η Μεσογειακή ζώνη θεωρείται πλούσια σε αριθμό φυτικών ειδών (Cowling et al. 1996) και οικοτόπων. Η υψηλή αυτή ποικιλότητα ειδών και οικοτόπων είναι αποτέλεσμα αφενός του κλίματος και αφετέρου των μακροχρόνιων ανθρωπογενών επιδράσεων. Η υψηλή ποικιλότητα ειδών και οικοτόπων, καθώς και η ανάγκη καταγραφής τους με στόχο την προστασία, οδήγησε στη δημιουργία του Δικτύου “Φύση 2000” (Natura 2000). Ένας αριθμός περιοχών, μεταξύ αυτών και τα “Στενά Καλαμακίου”, προτάθηκαν για ένταξη στο Δίκτυο με σκοπό την καταγραφή, την τεκμηρίωση και τη χαρτογράφηση των οικοτόπων, οι οποίοι θεωρούνται ιδιαίτερης σημασίας, καθώς και την παράλληλη καταγραφή των σπάνιων και προστατευόμενων ειδών.

Η γλωρίδα της περιοχής “Στενά Καλαμακίου” δεν έχει καταγραφεί μέχρι σήμερα. Η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο να συμβάλει στη γνώση της γλωρίδας της περιοχής “Στενά Καλαμακίου”, να εξετάσει την ποικιλότητα των φυτικών ειδών και να συμβάλει στον εντοπισμό σπάνιων, προστατευόμενων και ενδημικών φυτών.

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή “Στενά Καλαμακίου” βρίσκεται σε απόσταση 17 km δυτικά της Λάρισας, κοντά στο χωριό Αμυγδαλέα και καταλαμβάνει έκταση 4.742 στρ. Από αυτά 744 στρ. αφορούν γεωργικές εκτάσεις (κωδικός 1020) και 96 στρ. αποτελούν τμήμα της κοινότητας Αμυγδαλέας (κωδικός 1050). Πρόκειται για μια μικρή και στενή κοιλάδα, που σχηματίζει ο ποταμός Πηνειός, μεταξύ των ασβεστολιθικών λόφων Πάτωμα (439 m) και Σιδηροπάλουκο (543 m), από τη θέση Τουρκογέφυρα μέχρι το χωριό Αμυγδαλέα.

Γεωλογικά, η περιοχή ανήκει στην Πελαγονική ζώνη (Μουντράκης 1985, Ι.Γ.Μ.Ε. 1983). Από πετρογραφική άποψη, οι βραχώδεις πλαγιές (ορθοπλαγιές) των στενών αποτελούνται από σκληρούς ασβεστόλιθους, με μεγάλες κλίσεις και λιγοστό έδαφος, κυρίως στις σχισμές των βράχων, ενώ το κάτω μέρος των κλιτύων και η σχηματισμένη κοιλάδα αποτελούνται από κολλούβια ασβεστόλιθων, με μέτριες μέχρι ελαφρές κλίσεις και βαθύ έδαφος (Μαυρουδή et al. 1986, Ι.Γ.Μ.Ε. 1983).

Το κλίμα στην περιοχή σύμφωνα με τα στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού Λάρισας (Γ.Π. 39° 38', Γ.Μ. 22° 35', υπερθ. ύψος 74 m) ταξινομείται στον “Csa κλιματικό τύπο” κατά Koepfen, δηλαδή ηπειρωτικό Μεσογειακό κλίμα με πολύ θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες (Φλόκας 1994). Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι 16,1 °C και το ετήσιο ύψος βροχής 518 mm. Το βιοκλίμα (Μεσογειακό βιοκλίμα) έχει έντονο μέσο-μεσογειακό χαρακτήρα με 85,1 βιολογικά ξηρές ημέρες κατά τη θερμή και ξηρή περίοδο (Ξηροθερμικός δείκτης $X = 85,1$). Επίσης, η περιοχή του μετεωρολογικού σταθμού Λάρισας ανήκει στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο του Emburger ($Q_2 = 52,4$) με χειμώνα ψυχρό ($m = 0,8^\circ\text{C}$) (Μαυρομάτης 1980).

Οι ανθρώπινες επιδράσεις είναι ισχυρές και εκφράζονται με την καλλιέργεια, κυρίως σιτηρών, και την υπερβόσκηση, καθώς εντός της περιοχής υπάρχουν δύο ποιμνιοστάσια με μεγάλο αριθμό αιγοπροβάτων. Η περιοχή διασχίζεται από δύο αγροτικούς χωματόδρομους, ανά ένας εκατέρωθεν του ποταμού. Η συνολική ανθρώπινη επίδραση αντικατοπτρίζεται στην σημερινή κατάσταση της βλάστησης, που αποτελείται από φρύγανα, πρινώνες, ανοιχτές θέσεις με παλιούρια, βράχια και παραποτάμια

βλάβιση, κυρίως από πλατάνια, χωρίς υποβλάστηση (λόγω ‘σταλιάσματος’ των ζώων) ή με υποβλάστηση, όπου κυριαρχούν τα αγρωστώδη (Θεοδωρόπουλος et al. 2004).

Υλικά και μέθοδοι

Για την εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία χλωριδικής έρευνας, η οποία έχει ολοκληρωθεί πρόσφατα. Για τον προσδιορισμό των taxa χρησιμοποιήθηκαν κατά κύριο λόγο η Flora Hellenica (Strid & Tan 1997, 2002) και η Flora Europaea (Tutin et al. 1968-1980, 1993), ενώ βοηθητικά η Flora d'Italia (Pignatti 1982) και η Flora of Turkey and East Aegean Islands (Davis 1965-1988).

Η ονοματολογία των taxa είναι σύμφωνα με τους: Tutin et al. (1968-1980, 1993), Greuter et al. (1984-1989), Strid (1986), Strid & Tan (1991, 1997, 2002). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν και άλλα νεότερα συγγράμματα, όπου αυτό κρίθηκε απαραίτητο, όπως αυτά των Krendl (1988), Nardi (1991), Christensen (1992), Τζανουδάκης (2000) κ.ά.

Οι κατηγορίες των βιομορφών βασίζονται στο σύστημα του Raunkiaer, όπως αυτό έχει τροποποιηθεί από τους Ellenberg & Mueller-Dombois (1967). Για τη γεωγραφική εξάπλωση των ειδών λήφθηκαν υπόψη τα συγγράμματα των Greuter et al. 1984-1989, Jahn & Schoenfelder 1995, Strid & Tan (1997, 2002), κ.ά.

Για τον εντοπισμό των προστατευόμενων ειδών χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι κατάλογοι συνθηκών για την προστασία των ειδών όπως: Π.Δ. 67/1981, IUCN (1982), CITES (1982), ΟΔΗΓΙΑ 92/43/EOK (1992), Συνθήκη της Βέρνης (Morgan & Leon 1992), IUCN 1997 (Walter & Gillett 1998), το Ερυθρό Βιβλίο για τη Χλωρίδα της Ελλάδας (Phitos et al. 1995) κ.ά.

Αποτελέσματα

Ο συνολικός αριθμός της χλωρίδας της περιοχής ανέρχεται σε 374 taxa (320 είδη, 52 υποείδη και 2 ποικιλίες), από τα οποία όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, 4 ανήκουν στα Πτεριδόφυτα, 295 στα Δικοτυλήδονα και 75 στα Μονοκοτυλήδονα. Αυτά κατανέμονται σε 65 οικογένειες και 250 γένη. Από τα παραπάνω taxa, 288 δεν αναφέρονται από άλλους ερευνητές και θεωρούνται νέα για τη χλωρίδα της περιοχής. Οι πλουσιότερες οικογένειες είναι αυτές των Gramineae με 52, Compositae με 46, Leguminosae με 32, Labiatae με 20, Umbelliferae με 17, Cruciferae με 16, Caryophyllaceae με 16, Rosaceae με 11 και Liliaceae με 11 taxa. Το σύνολο των taxa των 5 πλουσιότερων οικογενειών ανέρχεται σε 167 και αντιστοιχεί στο 44,6% της χλωρίδας της περιοχής, ενώ 22 οικογένειες αντιπροσωπεύονται με ένα μόνο taxon.

Πίνακας 1. Αναλυτικά στοιχεία της χλωρίδας της περιοχής Στενά Καλαμακίου.

	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ	ΓΕΝΗ	ΕΙΔΗ	ΥΠΟΕΙ.	ΠΟΙΚ.	ΣΥΝΟΛΟ	ΠΟΣΟΣΤΟ
Pteridophyta	3	3	4	0	0	4	1,1
Dicotyledonae	56	201	255	38	2	295	78,9
Monocotyledonae	6	46	61	14	0	75	20,0
ΣΥΝΟΛΟ	65	250	320	52	2	374	100,0

Το βιοτικό φάσμα της χλωρίδας των Στενών Καλαμακίου φαίνεται στον Πίνακα 2. Από τα στοιχεία του πίνακα είναι ιδιαίτερα εμφανής η επικράτηση των θεοφυτών με

180 taxa και ποσοστό 48,1% και ακολουθούν κατά σειρά τα ημικρυπτόφυτα (96 taxa, 25,7%), φανερόφυτα (45 taxa, 12%), γεώφυτα (34 taxa, 9,1%) και χαμαίφυτα (19 taxa, 5,1%). Η υπεροχή των θεροφύτων δείχνει ότι η παρατεταμένη θερινή ξηρασία είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη χλωρίδα της περιοχής. Επιπλέον, η σύγκριση του βιοφάσματος με αντίστοιχα της μεσογειακής και της εύκρατης ζώνης βλάστησης, φανερώνουν τον έντονο μεσογειακό χαρακτήρα της περιοχής.

Πίνακας 2. Βιοφάσμα της περιοχής Στενά Καλαμακίου.

	P	Ch	H	G	T
Αριθμός taxa	45	19	96	34	180
Ποσοστό (%)	12,0	5,1	25,7	9,1	48,1
ΖΩΝΕΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ					
Παραμεσόγειος: Ιταλία	12	6	29	11	42
Εύκρατη: Στουτγάρδη	9	3	54	17	17

Από το χωρολογικό φάσμα της χλωρίδας της περιοχής (Πίνακας 3) φαίνεται η υπεροχή των μεσογειακών στοιχείων (49,2%) έναντι των υπολοίπων. Το αυξημένο ποσοστό της μεσογειακής ενότητας οφείλεται στις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες, αλλά ενυοείται αρκετά και από τη σημερινή κατάσταση της βλάστησης, που εμφανίζεται υποβαθμισμένη και χαρακτηρίζεται από το χαμηλό ύψος και την ύπαρξη διακένων. Κάτω από αυτές τις συνθήκες ενυοούνται τα μεσογειακά στοιχεία με αποτέλεσμα να εμφανίζεται το ποσοστό της μεσογειακής ενότητας αυξημένο.

Πίνακας 3. Χωρολογικό φάσμα της χλωρίδας της περιοχής Στενά Καλαμακίου.

	Αριθμός taxa	Ποσοστό (%)
Βόρεια	11	2,94
Ευρασιατικά	57	15,24
Αλπική	1	0,27
Υπομεσογειακά	73	19,52
Μεσογειακά	184	49,20
Βαλκανικά	14	3,74
Υποβαλκανικά	9	2,41
Ελληνικά	5	1,33
Ηπειρωτικά	4	1,07
Τροπικά - Υποτροπικά	4	1,07
Αμερικανικά	8	2,14
Κοσμοπολιτικά/	4	1,07
Υποκοσμοπολιτικά		
ΣΥΝΟΛΟ	374	100,00

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4, ένας σχετικά μικρός αριθμός των ειδών και υποειδών της περιοχής έρευνας είναι ενδημικά, σπάνια ή προστατευόμενα σύμφωνα με την ελληνική και κοινοτική νομοθεσία, καθώς και διεθνείς συμβάσεις.

Πίνακας 4. Σπάνια, ενδημικά και προστατευόμενα είδη της περιοχής “Στενά Καλαμακίου”.

Είδη και υποείδη	IUCN		Π.Δ. CITES ΟΔ. 92/43	ΕΝΔΗΜΙΚΑ
	W	GR		
<i>Allium meteoricum</i> Heldr. & Hausskn.				Al, Gr, Ju
<i>Allium rhodopeum</i> Velen.				Bu, Gr
<i>Alyssum doerfleri</i> Degen	R	R	Π.Δ.	Gr, Ju
<i>Campanula drabifolia</i> Sm.		nt		Gr
<i>Campanula</i> cf. <i>sparsa</i> Friv. ssp. <i>sphaerotherix</i> (Griseb.) Hayek				Bu, Gr, Ju
<i>Campanula spatulata</i> Sm. subsp. <i>spruneriana</i> (Hampe) Hayek				Al, Bu, Gr, Ju
<i>Centaurea graeca</i> Griseb. ssp. <i>ceccariniana</i> (Boiss. & Heldr.) Dostal		nt		Gr
<i>Centaurea pelia</i> DC.		nt		Gr
<i>Cyclamen hederifolium</i> Aiton			CITES	
<i>Dianthus haematocalyx</i> Boiss. & Heldr. ssp. <i>pruinus</i> (Boiss. & Orph.) Hayek				Gr
<i>Erysimum calycinum</i> Griseb.		K	Π.Δ.	Al, Gr, Ju
<i>Galium asparagifolium</i> Boiss. & Heldr.		I		Gr, Bu, An
<i>Galium intricatum</i> Margot & Reuter				Al, Gr
<i>Nepeta sibthorpii</i> Benth. ssp. <i>malacotrichos</i> C. Baden				Gr
<i>Paronychia macedonica</i> Chaudhri				Gr, Ju
<i>Ruscus aculeatus</i> L.			ΟΔ. 92/43 Παρ. V	
<i>Scabiosa tenuis</i> Spruner ex Boiss.				Al, Gr
<i>Silene reinholdi</i> Heldr.				An, Gr
<i>Verbascum graecum</i> Heldr. & Sart. ex Boiss.				Al, Gr, Ju, Tu
<i>Verbascum undulatum</i> Lam.				Al, Gr, Ju
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Medicus ssp. <i>nivale</i> (Boiss. & Heldr.) Markgraf.				Al, Bu, Gr, Ju

Από τα 374 είδη και υποείδη που απαντώνται στην περιοχή «Στενά Καλαμακίου» τα 8 περιλαμβάνονται σε διάφορους καταλόγους προστατευόμενων ειδών και 19 είναι ενδημικά (Πίνακας 4). Αυτά έχουν ως εξής:

- 1 taxon του διεθνούς καταλόγου της IUCN στην κατηγορία R: *Alyssum doerfleri* Degen
- 1 taxon του καταλόγου της IUCN για την Ελλάδα στην κατηγορία R: *Alyssum doerfleri* Degen
- 1 taxon του καταλόγου της IUCN για την Ελλάδα στην κατηγορία K: *Erysimum calycinum* Griseb.
- 1 taxon του καταλόγου της IUCN για την Ελλάδα στην κατηγορία I: *Galium*

asparagifolium Boiss. & Heldr.

- 3 taxa του καταλόγου της IUCN για την Ελλάδα στην κατηγορία nt: *Campanula drabifolia* Sm., *Centaurea graeca* Griseb. ssp. *ceccariniana* (Boiss. & Heldr.) Dostal, *Centaurea pelia* DC.
- 2 taxa του προεδρικού διατάγματος: *Alyssum doerfleri* Degen, *Erysimum calycinum* Griseb.
- 1 taxon του καταλόγου για το εμπόριο των ειδών: *Cyclamen hederifolium* Aiton.
- 1 taxon του παραρτήματος V της οδηγίας 92/43/EOK: *Ruscus aculeatus* L.
- 5 ελληνικά ενδημικά
- 14 βαλκανικά ενδημικά

Βιβλιογραφία

- Christensen K.I. 1992. Revision of *Crataegus* sect. *Crataegus* and nothosect. *Crataeguineae* (Rosaceae – Maloidae) in the Old World. Syst. Bot. Monogr. 35: 1-199.
- CITES 1982. Convention on the international trade in endangered species of wild fauna and flora.
- Cowling R.M., Rundel P.W., Lamont B.B., Arroyo M.K. & Arianoutsou M. 1996. Plant diversity in Mediterranean - climate regions. Tree 11(9): 362-366.
- Davis P.H. 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands 1-10. Edinburgh.
- Ellenberg H. & Mueller-Dombois D. 1967. A key to Raunkiaer plant forms with revised subdivisions. Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Ruebel 37: 56-73.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984, 1986, 1989. Med-Checklist 1, 3, 4. Genève: Conservatoire et Jardin Botanique.
- Θεοδωρόπουλος Κ., Ελευθεριάδου Ε. & Τσιριπίδης Ι. 2004. Ποικιλότητα τύπων οικοτόπων της περιοχής “Στενά Καλαμακίου” του δικτύου “Φύση 2000”. Πρακτικά του 4ου Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου της Ελληνικής Λιβαδοπονικής Εταιρείας «Λιβάδια των πεδινών και ημιορεινών περιοχών: μοχλός ανάπτυξης της υπαίθρου», Βόλος, 10-12 Νοεμβρίου 2004. Σελ. 39-49.
- I.G.M.E. 1983. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1: 500.000. Δεύτερη έκδοση. Αθήνα.
- IUCN Threatened Plants Committee Secretariat 1982. The rare, threatened and endemic plants of Greece. Ann. Mus. Goulandris 5: 69-105.
- Jahn R. & Schoenfelder P. 1995. Exkursionsflora für Kreta. Stuttgart.
- Krendl F. 1988. Die Arten der *Galium mollugo* – Gruppe in Griechenland. Bot. Chron. 6-7: 5-170.
- Μαυρομμάτης Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλαστήσεως. Βιοκλιματικοί χάρτες. Δασική Έρευνα 1: 1-63.
- Μαυρουδή Ο., Ζιάγκας Ε. & Νάκος Γ. 1986. Εδαφολογικός Χάρτης της Ελλάδος. Χάρτης Γαιών. Φύλλα Φαρκαδών, Λάρισα. Κλίμακα 1: 50.000. Υπουργείο Γεωργίας, Διευθύνσεις Δασών Β' & Δ'.
- Morgan V. & Leon C. 1992. Datasheets of flora species for revision of Appendix 1 of the Bern Convention: volume 4. Endemic taxa of Cyprus, Greece and Turkey. Nature and Environment no. 63. Council of Europe, Strasbourg.
- Μουντράκης Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδας. Θεσσαλονίκη.
- Nardi E. 1991. The genus *Aristolochia* L. (Aristolochiaceae) in Greece. Webbia 45(1):

31-69.

- ΟΔΗΓΙΑ 92/43/ΕΟΚ (παράρτημα II, IV και V) 1992. Για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας.
- Π.Δ. 67/1981. Περί προστασίας της αυτοφυούς χλωρίδος και άγριας πανίδος και καθορισμού διαδικασίας συντονισμού και ελέγχου της ερεύννης επ' αυτών.
- Phitos D., Strid A., Snogerup S. & Greuter W. (eds) 1995. The Red Data Book of Rare and Threatened Plants of Greece. WWF-International, Athens.
- Pignatti S. 1982. Flora d' Italia 1-3. Bologna.
- Strid A. (ed.) 1986. Mountain flora of Greece 1. Cambridge.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1991. Mountain flora of Greece 2. Edinburgh.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. Flora Europaea 1 (2 ed.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968, 1972, 1976, 1980. Flora Europaea 2, 3, 4, 5. Cambridge University Press, Cambridge.
- Τζανουδάκης Δ. 2000. Το γένος *Allium* στην Ελλάδα: είδη και κλείδες προσδιορισμών. Πρακτικά 6ου Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, Πάτρα, 5-8 Οκτωβρίου 2000: 405-418.
- Φλόκας Α. 1994. Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Θεσσαλονίκη.
- Walter K.S. & Gillett H.J. (eds) 1998. IUCN Red List of Threatened Plants. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. IUCN – The World Conservation Union, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Επαγόμενες πρωτεΐνες μετά από επέμβαση με acidbenzolar-S-methyl (BTH) σε φυτά *Cucurbita pepo* και ο πιθανός ρόλος τους

Ελευθερούλη Σ., Μπάλλας Σ.Δ., Μήλλα Σ., Τσώλου Α., Σκλαβούνος Α. & Σαμαράς Ι.

Τμήμα Βιολογικής Γεωργίας, Τ.Ε.Ι Ιονίων Νήσων, Αργοστόλι 28100, Κεφαλονιά.

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την μελέτη ουσιών οι οποίες διεγείρουν την επαγόμενη διασυστηματική αντοχή (SAR) των φυτών και την εφαρμογή τους στην γεωργική πράξη για την προστασία των καλλιεργειών έναντι των ασθενειών. Στην εργασία διερευνάται η δυνατότητα προστασίας φυτών κομποκολοκυθιάς *Cururbita pepo* έναντι του ιού του μωσαϊκού της αγγουριάς (CMV) με την χρήση της ουσίας Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester (BTH), (Bion 50%w/w, Syngeta) που είναι γνωστό ότι ενεργοποιεί τους μηχανισμούς άμυνας των φυτών.

Induced proteins after treatment with acidbenzolar-S-methyl (BTH) in *Cucurbita pepo* plants and their possible role

Eleutherouli S., Ballas S.D., Milla S., Tsolou A., Sclavounos A. & Samaras Y.

Department of Biological Agriculture, Technological Educational
Institute of Ionian Island.

Abstract

In recent years, there is a significant interest in studying compounds which onset systemic acquired resistant SAR in plants in order to use them in agriculture for plant protection against diseases. The main purpose of this research is to study the potential use of Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester (BTH), (Bion 50%w/w, Syngeta), which is an activator of plants' defence, in order to protect *Cururbita pepo* plants against cucumber mosaic virus (CMV).

Εισαγωγή

Η πρώτη φορά που έγινε αναφορά για επαγόμενη αντοχή σε φυτά ήταν στις αρχές της περασμένου αιώνα (Chester 1993). Η διασυστηματικά επαγόμενη αντοχή (Systemic acquired resistance SAR), η οποία αναπτύσσεται σε μη προσβεβλημένα τμήματα των φυτών τα οποία βρίσκονται σε απόσταση από εκείνα που έχουν προσβληθεί, μελετήθηκε πειραματικά από τον Ross το 1961. Ο Ross απέδειξε ότι φυτά καπνού τα οποία παρουσίασαν αντίδραση υπερευαισθησίας (hypersensitive response HR) σε μια μη παθογόνο απομόνωση του ιού του μωσαϊκού του καπνού (tobacco mosaic virus TMV)

εμφανίζουν ανθεκτικότητα στη μόλυνση σε ένα μεγάλο αριθμό άλλων ιών. Ακολούθως, αποδείχθηκε πειραματικά ότι η SAR που επάγεται σε φυτά μετά από HR και σε άλλους ιούς, βακτήρια και μύκητες είναι αποτελεσματική έναντι ενός ευρέως φάσματος ιολογικών, βακτηριολογικών και μυκητολογικών ασθενειών (Kuc 1982, Uknes et al. 1993). Επιπλέον, χημικές ουσίες όπως το σαλικυλικό οξύ (salicylic acid SA) και το 2,6-διχλωρο ισονικοτινικό οξύ (2,6-dichloroisonicotinic acid, INA) έχει αποδειχθεί ότι επάγουν αντίσταση όταν εφαρμοστούν σε φυτά (White 1979, Aj Slusarenko 2000). Αρκετά πειραματικά δεδομένα συνδυάζουν την επαγωγή της SAR με την “ενεργοποίηση” γόνων που κωδικοποιούν πρωτεΐνες, πιο γνωστές ως πρωτεΐνες παθογένεσης (pathogenesis-related proteins – PR proteins) (Ward et al. 1991).

Ο ιός του μωσαϊκού της αγγουριάς (*cucumber mosaic virus*, CMV) είναι ένα τρισωματιδιακό RNA φυτικός ιός, προσβάλλει πάνω από 1000 φυτικά είδη και μεταδίδεται κατά μη έμμονο τρόπο με πάνω από 80 είδη αφίδων. Παγκοσμίως, ο ιός προκαλεί πολύ σοβαρής μορφή επιδημίες σε θερμές περιοχές του πλανήτη, όπως οι παραμεσόγειες χώρες. Στην χώρα μας ενδημεί προξενώντας μεγάλης έκτασης ζημιές σε υπαίθριες καλλιέργειες κηπευτικών, όπως η τομάτα και η κολοκυθιά (Kyriakopoulou et al. 1999).

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την μελέτη ουσιών οι οποίες διεγείρουν την SAR των φυτών και την εφαρμογή τους στην γεωργική πράξη για την προστασία των καλλιεργειών έναντι των ασθενειών. Στην εργασία διερευνάται η δυνατότητα προστασίας φυτών κομποκολοκυθιάς *Cucurbita pepo* έναντι του CMV με την χρήση της ουσίας Benzo-(1,2,3)-thiadiazole-7-carbothioic acid S-methyl ester (BTH), (Bion 50%w/w, Syngeta) που είναι γνωστό ότι ενεργοποιεί τους μηχανισμούς άμυνας των φυτών.

Υλικά και μέθοδοι

Το φυτικό υλικό. Σπόροι κολοκυθιάς ποικιλίας «Medusa» της εταιρίας Golden West τοποθετήθηκαν ανά οκτώ πάνω σε βρεγμένο διηθητικό χαρτί μέσα σε τρυβλία Petri. Τα τρυβλία τοποθετήθηκαν σε επωαστικό θάλαμο σταθερής θερμοκρασία 24°C. Μετά την έκπτυξη του κεντρικού και των πλευρικών ριζιδίων έγινε μεταφύτευση των φυταρίων σε γλαστράκια διαμέτρου 9εκ με τύρφη. Τα φυτά διατηρήθηκαν σε θάλαμο σταθερών συνθηκών με θερμοκρασία στους 24°C τις 16 ώρες με φως (ημέρα) και στους 18°C τις ώρες χωρίς φως (νύχτα). Κατά τη διάρκεια του πειράματος δεν έγινε καμία καλλιεργητική επέμβαση εκτός από ποτίσματα με απεσταγμένο νερό κάθε τέσσερις μέρες.

Επεμβάσεις. Σε κάθε επανάληψη του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 84 φυτά κομπο-κολοκυθιάς που χωρίστηκαν σε 12 ομάδες των 7 φυτών. Το πείραμα έγινε σε τρεις επαναλήψεις. Κάθε μια από τις ομάδες δέχθηκε επέμβαση ως εξής:

- **Μάρτυρας.** Τα φυτά δεν δέχθηκαν καμία επέμβαση και δεν μολύνθηκαν με τον ιό.
- **Μάρτυρας μολυσμένος με CMV.** Τα φυτά δεν δέχθηκαν καμία επέμβαση, αλλά μολύνθηκαν με τον ιό ταυτόχρονα με τα φυτά που δέχτηκαν επεμβάσεις.
- **Πέντε ομάδες φυτών που ποτίστηκαν με 20 ml** έκαστη με ένα από τα παρακάτω διαλύματα συγκεντρώσεων: i) 0,01 mM, ii) 0,1 mM, iii) 1 mM, iv) 10 mM, v) 20 mM σε δραστική ουσία BTH.
- **Πέντε ομάδες φυτών που ψεκάστηκαν μέχρι απορροής** έκαστη με ένα από τα

παρακάτω διαλύματα συγκεντρώσεων vi) 0,01 mM , vii) 0,1 mM, viii) 1 mM, ix) 10 mM, x) 20 mM. σε δραστική ουσία BTH,

Οι επεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν όταν τα φυτά βρίσκονταν στο στάδιο των δύο κοτυληδόνων. Μια εβδομάδα μετά τις επεμβάσεις μολύνθηκαν με τον ιό – μόλυνση πρόκλησης.

Η διατήρηση, ο πολλαπλασιασμός της απομόνωσης του ιού και η μόλυνση πρόκλησης των φυτών με την απομόνωση του ιού. Η απομόνωση του ιού που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα διατηρούνταν σε φύλλο από μολυσμένο καπνό (*Nicotiana tabacum* nc Xanthi) στο ψυγείο (+4°C) σε GaCl₂. Από το παρασκεύασμα αυτό μολύνθηκαν μηχανικά, αντίστοιχα όπως περιγράφεται παρακάτω για την μόλυνση πρόκλησης, φυτά κολοκυθιάς στα οποία ο ιός πολλαπλασιάστηκε για τις ανάγκες του πειράματος. Η μόλυνση πρόκλησης έγινε ως εξής: 1γρ. ιστού από φύλλα των παραπάνω μολυσμένων κολοκυθιών ομογενοποιήθηκε με 1 ml απεσταγμένου νερού σε ιγδίο. Στην συνέχεια το εκχύλισμα απλώθηκε με βαμβακοφόρο στυλεό στο 1^ο φύλλο και τις κοτυληδόνες των φυτών του πειράματος που προηγουμένως είχαν επιπαστεί με συμριδόσκινη τύπου άχνης με στόχο την δημιουργία εκδορών για την είσοδο του ιού.

Ηλεκτροφόρηση. Επτά μέρες μετά τις επεμβάσεις και πριν γίνουν οι μολύνσεις πρόκλησης πάρθηκαν δείγματα ιστού από φύλλα πειραματόφυτων για να αναλύσουμε με ηλεκτροφόρηση το προφίλ των πρωτεϊνών. 1γρ. φυτικού ιστού από φύλλα τριών φυτών από κάθε επέμβαση ξεχωριστά ομογενοποιήθηκε με ιγδίο μαζί με 1 ml ρυθμιστικού διαλύματος (84mM citric acid + 32mM NaH₂PO₄ + b-mercaptoethanol + 2%PVPP + 2%PVP pH=2,8). Το εκχύλισμα τοποθετήθηκε σε μικροσωλήνα φυγοκέντρου (ependorf) χωρητικότητας 1,7 κ.εκ. και φυγοκεντρήθηκε στις 12.000 στροφές για 20λεπτά. Μετά το τέλος της φυγοκέντρωσης το υπερκείμενο τοποθετήθηκε σε άλλο μικροσωλήνα και διατηρήθηκε στην κατάψυξη (-20°C).

10μl εκχυλίσματος κάθε επέμβασης “φορτώθηκαν” αντίστοιχα, σε ένα από τα πηγαδάκια πήγματος πολυακρυλαμίδης 15% SDS-PAGE (Laemmli system) και ηλεκτροφορήθηκε σε σταθερή τάση 150V σε θερμοκρασία 4°C. Μετά το τέλος της ηλεκτροφόρησης έγινε χρώση του πήγματος με νιτρικό άργυρο Ag₂NO₃. (Hames 1998)

Συμπτωματολογικές παρατηρήσεις. Παρατηρήσεις για την ανάπτυξη των φυτών και συμπτωμάτων του ιού στα φυτά του πειράματος λαμβάνονταν ανά 3 ημέρες και μέχρι 15 ημέρες μετά την ημέρα μόλυνσης πρόκλησης από τον ιό.

Φυτά δείκτες μόλυνσης. Ως φυτά δείκτες για τον έλεγχο της παρουσίας του ιού τοπικά και διασυστηματικά στα φυτά κομποκολοκυθιάς μετά την μόλυνση πρόκλησης χρησιμοποιήθηκαν φυτά *Ghenopodium quinoa* (Franki et al. 1979).

Ορολογικές δοκιμές. Επίσης έλεγχος για την παρουσία του ιού έγινε στα φυτά των επεμβάσεων με την ορολογική δοκιμή ELISA. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το Kit cat No. 07023 ορολογικής ανίχνευσης του ιού με ELISA της εταιρείας LOEWE. Για την εκτέλεση των δοκιμών ακολουθήθηκαν οι οδηγίες της εταιρείας.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Προστασία των φυτών της κομποκολοκυθιάς έναντι του ιού του μωσαϊκού της αγγουριάς. Από τον Πίνακα 1 φαίνεται ότι στα φυτά που δέχθηκαν επεμβάσεις με συγκεντρώσεις BTH 1mM, 10mM και 20mM δεν εμφανίστηκαν συμπτώματα του ιού διασυστηματικά. Δηλαδή στα φύλλα που δεν δέχτηκαν μόλυνση πρόκλησης δεν

αναπτύχθηκαν συμπτώματα του ιού (Εικ. 1, 2). Αντίθετα, συμπτώματα του ιού εμφανίστηκαν τοπικά, δηλαδή στις κοτυληδόνες και το 1^ο φύλλο που δέχτηκαν μόλυνση πρόκλησης.

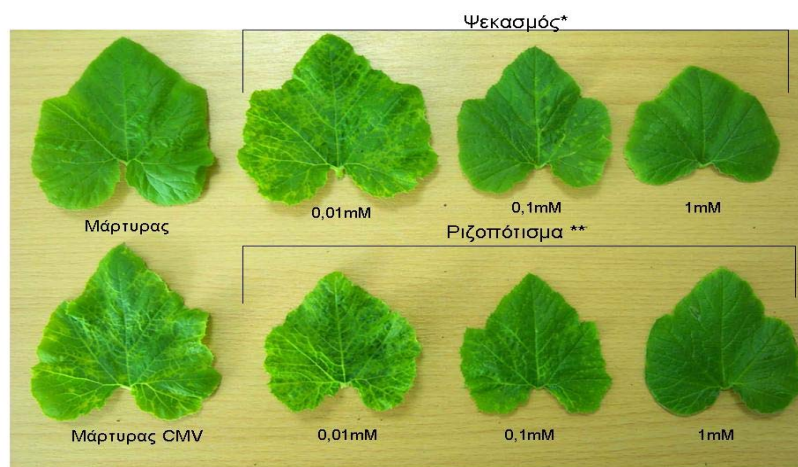
Επίσης, από φυτά που δέχθηκαν επεμβάσεις με συγκεντρώσεις BTH 1mM και 10mM δεν απομονώθηκε ο ιός από τμήματα των φυτών διασυστηματικά, με την βοήθεια των φυτών δεικτών. Ενώ, ο ιός απομονώθηκε από τα ίδια φυτά σε φυτά δείκτες, τοπικά, δηλαδή από τις κοτυληδόνες και το 1^ο φύλλο που δέχτηκαν μόλυνση πρόκλησης. Αντίστοιχα με τα παραπάνω, η απουσία του ιού διασυστηματικά και η παρουσία του τοπικά επιβεβαιώθηκαν και από τα αποτελέσματα της ορολογικής δοκιμής ELISA.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα προστασίας φυτών κομποκολοκυθιάς που δέχθηκαν ριζοπότισμα με 20 ml διαφορετικών συγκεντρώσεων BTH.

Α/Α	Επεμβάσεις	Συμπτώματα του ιού Διασυστηματικά	Παρουσία του ιού στα φυτά του πειράματος		
			Τοπικά σε φυτά δείκτες*	Διασυστηματικά**	
				Σε φυτά δείκτες	ELISA
1	Μάρτυρας	0	0	0	0
2	Μάρτυρας-CMV	18	18	18	18
3	0,01mM BTH	16	16	16	16
4	0,1mM BTH	13	13	13	13
5	1mM BTH	0	14	0	0
6	10mM BTH	0	10	0	0
7	20mM BTH	0	-	-	-

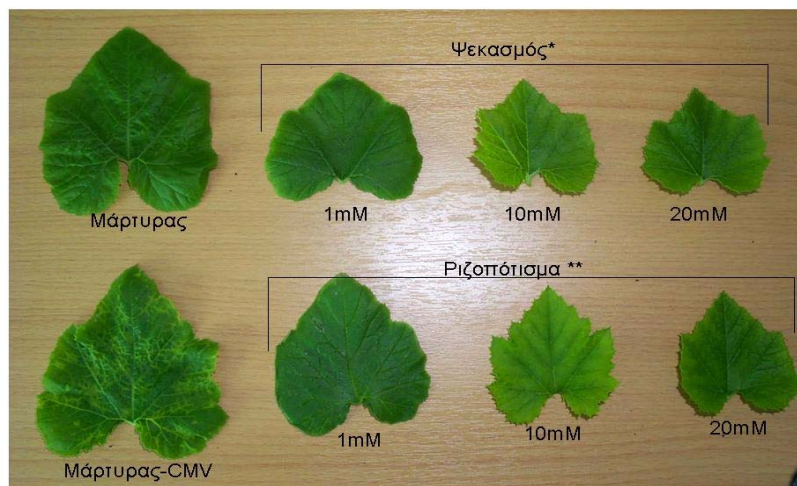
- * **Απομόνωση του ιού Τοπικά.** Ο ιός απομονώθηκε σε φυτά δείκτες από τα φύλλα και τις κοτυληδόνες κάθε φυτού που δέχθηκε πρόκληση με τον ιό.
- ****Απομόνωση του ιού Διασυστηματικά.** Ο ιός απομονώθηκε ή δεν απομονώθηκε σε φυτά δείκτες από τα φύλλα και τις κοτυληδόνες κάθε φυτού που δέχθηκε πρόκληση με τον ιό.
- Συνολικά σε κάθε επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν 21 φυτά.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται ότι η ουσία BTH ήταν αποτελεσματική ως προς την προστασία των φυτών έναντι του ιού σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του 1mM. Το γεγονός ότι σε αυτές τις συγκεντρώσεις ο ιός δεν μπορούσε να απομονωθεί από τα τμήματα των φυτών που δεν δέχθηκαν μόλυνση πρόκλησης σε αντίθεση με αυτά που δέχθηκαν την μόλυνση μας φανερώνει ότι η ουσία δεν επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα τον μηχανισμό πολλαπλασιασμού του ιού, αλλά τον μηχανισμό κίνησης του ιού. Ωστόσο, δεν μπορούσε να διευκρινιστεί αν η ουσία επιδρά άμεσα στον ιό ή έμμεσα ενεργοποιώντας κάποιους από τους μηχανισμούς άμυνας των φυτών.



* Ψεκασμός μέχρι απορροής / ** Ριζοπότησιμα με 20κ. εκ.

Εικόνα 1. Σύγκριση της συμπτωματολογικής εικόνας των φύλλων κολοκυθιών που δεν δέχθηκαν μόλυνση πρόκλησης και εμφάνισαν συμπτώματα με εκείνα τα οποία δεν εμφάνισαν συμπτώματα στις συγκεντρώσεις 0,01mM, 0,1mM και 1mM σε ριζοπότησιμα και ψεκασμό.

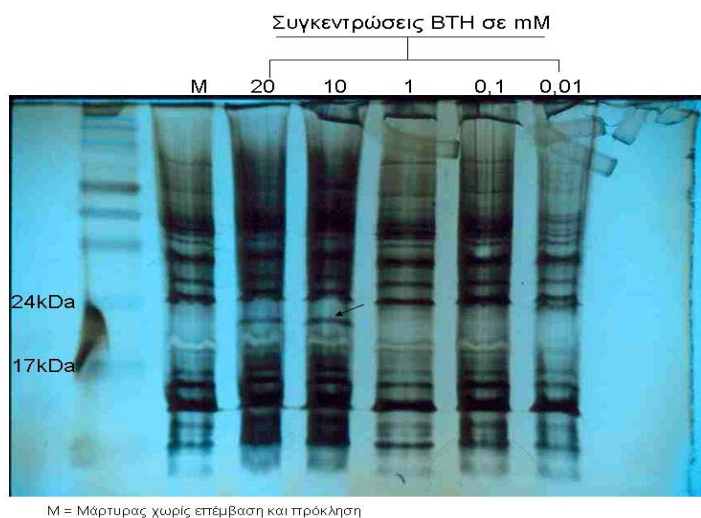


* Ψεκασμός μέχρι απορροής / ** Ριζοπότησιμα με 20κ. εκ.

Εικόνα 2. Σύγκριση της συμπτωματολογικής εικόνας των φύλλων κολοκυθιών που δεν δέχθηκαν μόλυνση πρόκλησης και εμφάνισαν συμπτώματα με εκείνα τα οποία δεν εμφάνισαν συμπτώματα στις συγκεντρώσεις 1mM, 10mM και 20mM σε ριζοπότησιμα και ψεκασμό.

Η φυτοπροστατευτική ουσία μπορεί να εφαρμοστεί είτε με ριζοπότισμα είτε με ψεκασμό. Η προστασία των φυτών της κομποκολοκυθιάς έναντι του ιού του μωσαϊκού της αγγουριάς με την χρήση της ουσίας BTH δεν διαφέρει σημαντικά είτε τα φυτά ψεκαστούν μέχρι απορροής με την ουσία είτε ποτιστούν με 20 ml με την ίδια συγκέντρωση δραστικής ουσίας, αντίστοιχα. Η ικανότητα της ουσίας να παρέχει προστασία είτε εφαρμοστεί στα φυτά με ψεκασμό είτε με πότισμα μας δείχνει ότι οι μηχανισμοί άμυνας, τουλάχιστον στην περίπτωση της κολοκυθιάς, μπορούν να διεγερθούν στο φυτό είτε μέσω της ρίζας είτε μέσω του φυλλώματος.

Σε φυτά που δέχθηκαν επεμβάσεις με συγκεντρώσεις 10mM BTH και 20mM BTH είτε με ψεκασμό είτε με ριζοπότισμα εμφανίζεται μια νέα πρωτεΐνη μοριακού βάρους 22-23 kDa.



Εικόνα 3. 15% SDS-PAGE.

Η νεοεμφανιζόμενη πρωτεΐνη στην κολοκυθιά μοριακού βάρους περίπου 22kDa όπως φαίνεται στην Εικ. 3 πιθανόν είναι μια πρωτεΐνη παθογένεσης. Συγκρίνοντας το μοριακό της βάρος με το μοριακό βάρος άλλων γνωστών πρωτεϊνών παθογένεσης καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για μια πρωτεΐνη της κολοκυθιάς ανάλογη των πρωτεϊνών thaumatin άλλων φυτών. Από την διαπίστωση αυτή μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η ουσία αυτή διεγείρει την άμυνα των φυτών. Ωστόσο χρειάζονται περισσότερα δεδομένα για να ταυτοποιηθεί η πρωτεΐνη αυτή ως πρωτεΐνη παθογένεσης, όπως: α) Να ταυτοποιηθεί η νεοεμφανισθείσα πρωτεΐνη ως thaumatin β) Να επιβεβαιωθεί με μια πιο ευαίσθητη ορολογική τεχνική πχ. Western blot η παρουσία της στα φυτά που δέχθηκαν επέμβαση με διάλυμα συγκέντρωσης 1mM σε δραστική ουσία BTH

Προβλήματα ανάπτυξης των φυτών. Στα φυτά που δέχθηκαν επεμβάσεις με συγκεντρώσεις BTH 10mM και 20mM είτε με ψεκασμό ή με ριζοπότισμα εμφανίζεται καθυστέρηση στην ανάπτυξη. Τα φύλλα των φυτών αυτών ήταν μικρότερα και εμφάνιζαν χλώρωση σε σχέση με τα φύλλα των φυτών του μάρτυρα και των φυτών που δέχθηκαν επεμβάσεις με μικρότερες συγκεντρώσεις (Εικ. 1 και 2).

Βιβλιογραφία

- Aj Slusarenko R.S.S., Fraser L.C. & van Loon J. (eds) 2000. Mechanisms of Resistance to Plant Diseases. Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands.
- Chester K.S. 1933. The problem of acquired physiological immunity in plants. Q. Rev. Biol. 8: 275-324.
- Franki R.I.B., Mossop D.W. & Hatta T. 1979. Cucumber mosaic cucumovirus. CMI/AAB Descriptions of plant virus 1: 4.
- Hames B.D. 1998. Gel Electrophoresis of proteins a Practical Approach. Oxford University Press.
- Kyriakopoulou P.E., Perdakis D.Ch., Sclavounos A.P., Girgis S.M., Lykouressis D.P., Tsitsipis J.A. & Christakis P.A. 2000. Cucumber mosaic cucumovirus incidence in open-field tomato in the Olympia area and trap captures of alate aphids. OEPP/EPPO Bulletin 30: 305-315.
- Ross A.F. 1961. Systemic acquired resistance induced by localized virus infections in plants. Virology 14: 340-358.
- Uknes S., Winter A., Delaney T., Vernoolj B., Morse A., Friedrich L., Nye G., Potter S., Ward E. & Ryals J. 1993. Biological induction of systemic acquired resistance in Arabidopsis. Mol. Plant-Microbe Interact. 6: 692-698.
- Ward E.R. Uknes S.J., Willams S.C., Dincher S., Wiederhold D.L., Alexander D.C., Ahi-Goy P., Metraux J.P. & Ryals J.A. 1991. Coordinate gene activity in response to agents that induce systemic acquired resistance. Plant Cell 3: 1085-1094.
- White R.F. 1979. Acetyl salicylic acid (aspirin) induces resistance to tobacco mosaic virus in tobacco. Virology 89: 410-412.
- Kuc J. 1982. Induced immunity to plant disease. BioScience 32: 854-860.

Απόκριση πληθυσμών του *Cynodon dactylon* στην επίδραση Zn

Ζαχαριουδάκη Β. & Συμεωνίδης Λ.

Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Μελετήθηκε η συγκέντρωση Zn σε εδαφικά και φυτικά δείγματα κάτω από γαλβανισμένους πυλώνες μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος και στην ευρύτερη περιοχή τους, καθώς επίσης και η επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων Zn στους φυτικούς πληθυσμούς του *Cynodon dactylon*, που προέρχονται από τις περιοχές αυτές.

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων επιβεβαίωσαν την αυξημένη συγκέντρωση Zn στο έδαφος κάτω από τον πυλώνα και σε μικρές αποστάσεις από αυτόν και παρατηρήθηκε θετική συσχέτιση στη συγκέντρωση Zn στα φυτά, με τη συγκέντρωση του Zn στο έδαφος.

Διαπιστώθηκε αρνητική συσχέτιση του μήκους των ριζών και του δείκτη ανθεκτικότητας σε συνάρτηση με την αύξηση της συγκέντρωσης του Zn στο θρεπτικό διάλυμα. Παρατηρήθηκε καλύτερη ανάπτυξη των ριζών και μεγαλύτερος δείκτης ανθεκτικότητας στα φυτά, τα οποία προέρχονται από τους πληθυσμούς κάτω από τον πυλώνα και κοντά σε αυτόν, σε σύγκριση με το μάρτυρα. Οι παρατηρηθείσες διαφορές των πληθυσμών του *C. dactylon* που αναπτύσσονται κάτω και κοντά στον πυλώνα πιθανόν δείχνουν την ανθεκτικότητα των πληθυσμών στις αυξημένες συγκεντρώσεις Zn στα εδάφη από όπου προέρχονται.

Response of *Cynodon dactylon* populations to the effect of Zn

Zacharioudaki V. & Symeonidis L.

Department of botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24
Thessaloniki, Greece.

Abstract

We studied the concentration of Zn in the soil and plant samples under galvanized electricity pylons and in their wider region, as well as the effect of different Zn concentrations on populations of *Cynodon dactylon* from these regions.

There was a positive correlation between the Zn concentration in the plants that grow under the electricity pylon and in short distances around it and the element concentration in the soil where the populations of *C. dactylon* grow. There was a negative correlation between root growth and index of tolerance in relation to Zn concentration in the nutrient solution. The plants from the populations under and near

the pylon exhibited higher root growth and index of tolerance in Zn, compared with the control plants. These observed differences probably indicate the tolerance of populations to increased Zn concentrations in the soils where they come from.

Εισαγωγή

Ο ψευδάργυρος (Zn) αποτελεί απαραίτητο ιχνοστοιχείο το οποίο χρειάζεται για την κανονική ανάπτυξη όλων των φυτικών οργανισμών, αφού αποτελεί δομικό συστατικό πολλών ενζύμων (Marschner 1995). Είναι ιδιαίτερα διαθέσιμος στα φυτά, ιδίως σε όξινα εδάφη (Kabata-Pendias & Pendias 2001). Οποσδήποτε, οι αυξημένες συγκεντρώσεις του στο μέσο ανάπτυξης των φυτών έχουν τοξικές συνέπειες για τα φυτά (Collins 1981). Παρόλο που οι υψηλές συγκεντρώσεις Zn έχουν βλαβερά αποτελέσματα σε φυσιολογικές λειτουργίες των φυτών, είναι γνωστό ότι πολλά φυτικά είδη, κάτω από την επίδραση υψηλών συγκεντρώσεων Zn, ανέπτυξαν ανθεκτικότητα στον Zn (Antonovics et al. 1971).

Λόγω της χρησιμοποίησης του Zn για την επικάλυψη άλλων μετάλλων, προκειμένου να προστατευτούν από τη διάβρωση, οι ερευνητές Jones & Burgess (1984) και Al-Hiyaly et al. (1988) αναφέρουν την ύπαρξη υψηλών συγκεντρώσεων Zn κάτω από γαλβανισμένους πυλώνες μεταφοράς ρεύματος. Κατά τους Al-Hiyaly et al. (1990), η αυξημένη συγκέντρωση Zn κάτω από τους πυλώνες, παρέχει στους υπάρχοντες φυτικούς πληθυσμούς την πιθανότητα για ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο συγκεκριμένο μέταλλο.

Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η απόκριση πληθυσμών του *Cynodon dactylon* στην επίδραση Zn. Συγκεκριμένα μετρήθηκαν: 1) Συγκέντρωση του ψευδαργύρου, ασβεστίου και μαγνησίου στα εδάφη και στους φυσικούς πληθυσμούς του *Cynodon dactylon* κάτω από πυλώνες μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος και στην ευρύτερη περιοχή τους. 2) Η επίδραση αυξανόμενων συγκεντρώσεων Zn, στο μέσο ανάπτυξης των φυτών, στην επιμήκυνση των ριζών και στο δείκτη ανθεκτικότητας των υπό μελέτη πληθυσμών.

Υλικά και μέθοδοι

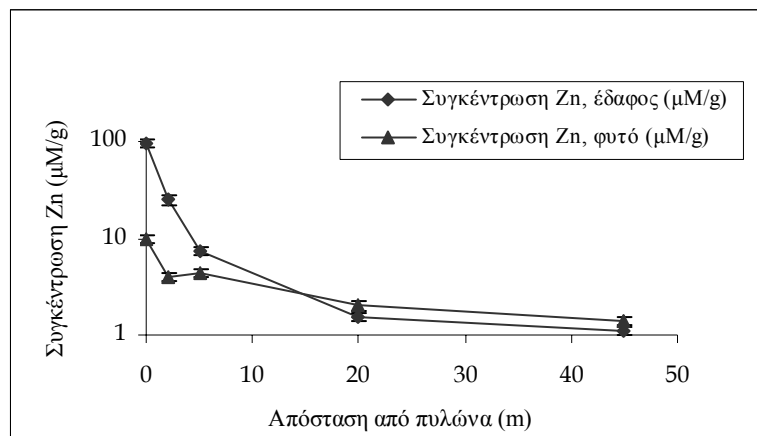
Σε εδαφικά και φυτικά (βλαστοί και φύλλα) δείγματα, που συλλέχθηκαν κάτω από πυλώνες μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος και στην ευρύτερη περιοχή τους, μετρήθηκαν με υγρή καύση σε μείγμα $\text{HNO}_3\text{-HClO}_4$ (4:1) οι συγκεντρώσεις των στοιχείων Zn, Ca, και Mg με τη χρήση ατομικής απορρόφησης (Perkin Elmer 2380). Οκτώ κλώνοι από τους φυτικούς πληθυσμούς κάθε δειγματοληπτικής θέσης τοποθετήθηκαν σε πλαστικά ποτήρια με θρεπτικό διάλυμα $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ συγκέντρωσης 0,5 g/l, παρουσία διαφορετικών συγκεντρώσεων Zn^{2+} (0, 7,6, 15,3 και 30,6 μM). Τα δοχεία της υδροκαλλιέργειας μεταφέρθηκαν σε ειδικό θάλαμο με ελεγχόμενες συνθήκες (θερμοκρασία $21\pm 1^\circ\text{C}$, σχετική υγρασία $60\pm 3\%$ και θερμοκρασία $19\pm 1^\circ\text{C}$, σχετική υγρασία $75 \pm 3\%$ κατά τη διάρκεια φωτισμού 16h και σκότους 8h, αντίστοιχα), για 15 ημέρες. Κάθε δύο ημέρες τα διαλύματα των δοχείων αντικαθίσταντο. Στο τέλος του πειράματος μετρήθηκαν οι μεγαλύτερες ρίζες των κλώνων και υπολογίστηκε ο δείκτης ανθεκτικότητας (Δ.Α.).

Δ.Α.= μήκος ριζών παρουσία μετάλλου/μήκος ριζών μάρτυρα x 100

Αποτελέσματα - Συζήτηση

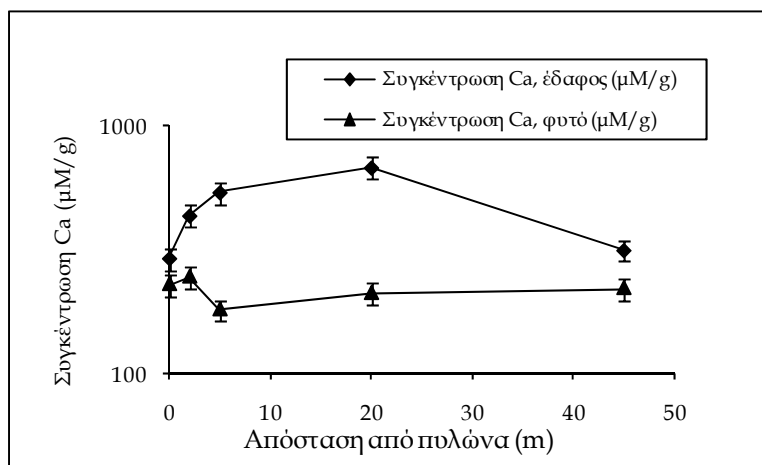
Οι τιμές pH των διάφορων δειγματοληπτικών θέσεων κυμαίνονται μεταξύ $7,1 \pm 0,1$ και $7,7 \pm 0,2$, δηλαδή αντιστοιχούν σε ουδέτερα-ελαφρά αλκαλικά εδάφη.

Από την εικόνα 1 φαίνεται ότι η συγκέντρωση του Zn στα εδαφικά και τα φυτικά δείγματα ελαττώνεται όσο απομακρύνονται από τον πυλώνα. Η αυξημένη συγκέντρωση Zn στα εδαφικά δείγματα κάτω και κοντά στον πυλώνα οφείλεται στη διάβρωση των γαλβανισμένων πυλώνων μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος (Jones & Burgess 1984, Lexmond 1987). Αυξημένη συγκέντρωση Zn παρατηρήθηκε και στα φυτά που προέρχονταν κάτω και κοντά στον πυλώνα. Έχει αναφερθεί (Kabata-Pendias & Pendias 2001) ότι η πρόσληψη του Zn από τα φυτά είναι γραμμική συνάρτηση της συγκέντρωσης του μετάλλου στο έδαφος.

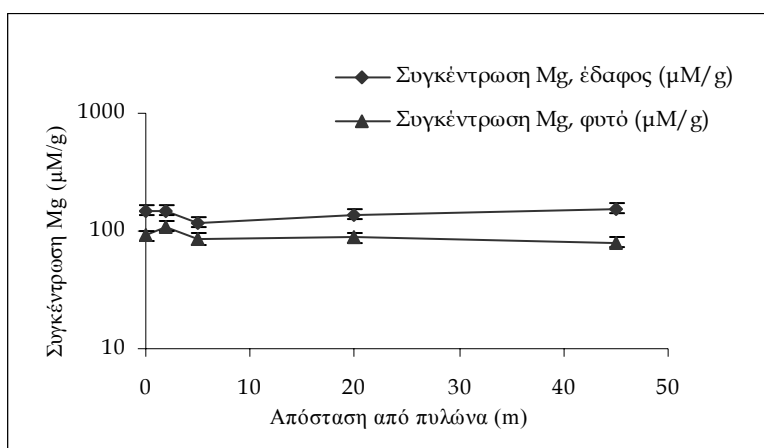


Εικόνα 1. Μεταβολή της συγκέντρωσης Zn σε συνάρτηση με την απόσταση από τον πυλώνα.

Οι τιμές συγκέντρωσης Ca και Mg (Εικ. 2 και 3 αντίστοιχα) είναι σχετικά χαμηλές στα εδαφικά και φυτικά δείγματα. Η συγκέντρωση διαφόρων μακροστοιχείων, ιδιαίτερα Ca και Mg, και η τιμή pH του μέσου ανάπτυξης των φυτών είναι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν σημαντικά την πρόσληψη του Zn από τα φυτά (Brooks 1987, Kabata-Pendias & Pendias 2001) και γενικότερα παίζουν σπουδαίο ρόλο στη φυσιολογία των φυτών. Ιδιαίτερη σημασία στα ρυπασμένα με μέταλλα εδάφη έχει η παρουσία των παραπάνω μακροστοιχείων Ca και Mg, καθώς αυτά ανταγωνίζονται την πρόσληψη των βαρέων μετάλλων και απαλύνουν την τοξική τους δράση στους φυτικούς οργανισμούς (Antonovics et al. 1971, Kabata-Pendias & Pendias 2001).

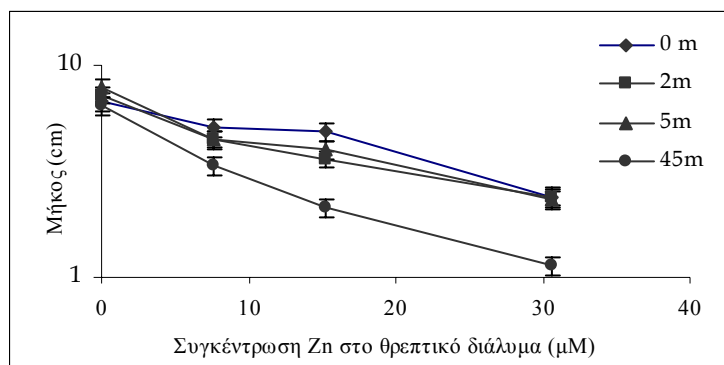


Εικόνα 2. Μεταβολή της συγκέντρωσης Ca σε συνάρτηση με την απόσταση από τον πυλώνα.

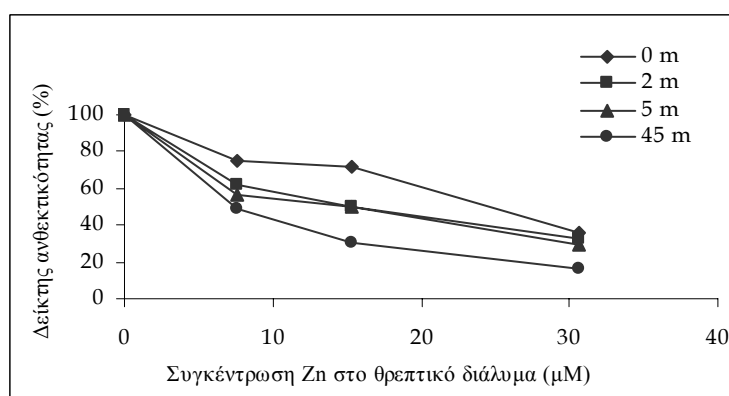


Εικόνα 3. Μεταβολή της συγκέντρωσης Mg σε συνάρτηση με την απόσταση από τον πυλώνα.

Από τις Εικ. 4 και 5 διαπιστώνεται η αρνητική συσχέτιση της αύξησης των ριζών και του δείκτη ανθεκτικότητας των φυτών σε συνάρτηση με την αύξηση της συγκέντρωσης του Zn στο μέσο ανάπτυξης των φυτών.



Εικόνα 4. Επίδραση Zn (0, 7,6, 15,3 και 30,6 $\mu\text{M Zn}^{2+}$) στο μήκος των ριζών του *Cynodon dactylon*, σε κάθε δειγματοληπτική θέση.



Εικόνα 5. Επίδραση Zn (0, 7,6, 15,3 και 30,6 $\mu\text{M Zn}^{2+}$) στο δείκτη ανθεκτικότητας του *Cynodon dactylon*, σε κάθε δειγματοληπτική θέση.

Φαίνεται καθαρά ότι τα φυτά κάτω από τον πυλώνα και κοντά σε αυτόν παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση και τιμή του δείκτη ανθεκτικότητας από ότι τα απομακρυσμένα φυτά παρουσία αυξημένων συγκεντρώσεων Zn στο μέσο ανάπτυξής τους. Το μεγαλύτερο μήκος των ριζών και οι μεγαλύτερες τιμές ανθεκτικότητας των κλώνων που προέρχονται κάτω και κοντά από τον πυλώνα (εδάφη με αυξημένη συγκέντρωση Zn) πιθανόν δηλώνει την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στην τοξική δράση του μετάλλου (Zn) που βρίσκεται σε μεγάλη συγκέντρωση στο έδαφος από όπου προέρχονται τα φυτά (Al-Hiyaly et al. 1988, 1990, 1993).

Βιβλιογραφία

Al-Hiyaly S.A.K., McNeilly T. & Bradshaw A.D. 1988. The effect of zinc contamination from electricity pylons. Evolution in a replicated situation. New

- Phytologist 110: 571-580.
- Al-Hiyaly S.A.K., McNeilly T. & Bradshaw A.D. 1990. The effect of zinc contamination from electricity pylons. Contrasting patterns of evolution in five grass species. *New Phytologist* 114: 183-190.
- Al-Hiyaly S.A.K., McNeilly T., Bradshaw A.D. & Mortimer A.M. 1993. The effect of zinc contamination from electricity pylons. Genetic constraints on selection for zinc tolerance. *Heredity* 70: 22-32.
- Antonovics J., Bradshaw A.D. & Turner R.G. 1971. Heavy metal tolerance in plants. *Advances in Ecological Research* 7: 1-85.
- Brooks R.R. 1987. *Serpentine and its vegetation-a multidisciplinary approach*. Croom Helm. London: Pp. 454.
- Collins J.C. 1981. Zinc: The effect of heavy metal pollution on plants. Pp. 145-170. In: Lepp N.W. (ed.), London, Applied Science Publishers.
- Jones R. & Burgess M.S.E. 1984. Zinc and cadmium in soils and plants near electrical transmission (hydro) towers. *Environ. Sci. Technol.* 18: 731-734.
- Kabata-Pendias A. & Pendias H. 2001. *Trace Elements in Soils and Plants*, Third edition, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Lexmond Th.M. 1987. Distribution of the cumulative zinc burden upon soil around galvanized pylons supporting electricity transmission lines. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 35: 325-337.
- Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Second Edition. Academic Press. London.

Επιφυτική μακροχλωρίδα καλλιεργούμενων taxa της οικογένειας Palmae στην περιοχή της Αθήνας

Ζήκος Α. & Γιαννίσαρος Α.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής, Τμήμα
Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Στην περιοχή της Αθήνας καλλιεργείται μεγάλος αριθμός φοινίκων, που ανήκουν σε 10 τουλάχιστον διαφορετικά είδη. Σε 5 από αυτά βρέθηκαν επίφυτα, που ανήκουν σε 85 taxa (είδη και υποείδη) Σπερματοφύτων. Η χλωρίδα αυτή μελετήθηκε ως προς τη σχέση της με τα είδη των φοινίκων, τη χωρολογική της προέλευση και ορισμένα βιολογικά και φαινολογικά χαρακτηριστικά της.

Epiphytic macroflora of cultivated Palmae in the area of Athens (Greece)

Zikos A. & Yannitsaros A.

Institute of Systematic Botany, Section of Ecology and Systematics, Department of
Biology, University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

In the area of Athens many palms are being cultivated, belonging to at least 10 different species. On 5 of them epiphytes were found, belonging to 85 taxa (species and subspecies) of Spermatophyta. Some chorological, biological and phenological characteristics of this flora and its relationship with the palms were also studied.

Εισαγωγή

Οι κορμοί των φοινίκων με τα υπολείμματα των βάσεων των παλαιών φύλλων αποτελούν έναν ιδιάζοντα οικότοπο, όπου μπορούν να φυτρώσουν και να αναπτυχθούν ως επίφυτα διάφορα σπερματοφύτα. Προηγούμενες έρευνες για το αντικείμενο αυτό στον ελλαδικό χώρο δεν είναι γνωστές, αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο φαίνεται ότι είναι περιορισμένες (Morigi 1998).

Οι τοποθεσίες που μελετήθηκαν ήταν το Πεδίον του Άρεως, ο Βοτανικός Κήπος του Πανεπιστημίου Αθηνών, ο Βοτανικός Κήπος Ι. & Α. Διομήδους, ο Εθνικός Κήπος και ο Αρχαιολογικός χώρος του Κεραμεικού. Επιλέχθηκαν για τη σχετικά μεγάλη ποικιλία taxa της οικογένειας Palmae που καλλιεργούνται εκεί, καθώς και για το μεγάλο αριθμό των ατόμων τους. Επίσης μελετήθηκαν δειγματοληπτικά φοίνικες σε διάφορες άλλες θέσεις του Λεκανοπεδίου των Αθηνών, για να έχουμε πληρέστερη εικόνα των

καλλιεργούμενων taxa στην περιοχή και των επιφύτων τους.

Το κλίμα της περιοχής, για το χαρακτηρισμό του οποίου χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία των Μετεωρολογικών Σταθμών του Αστεροσκοπείου Αθηνών (37° 58' B, 23° 43' A, υψόμετρο 107 m, περίοδος παρ. 1976-1991), του Ελληνικού (37° 54' B, 23° 45' A, υψόμετρο 15 m, περίοδος παρ. 1955-1998) και της Ν. Φιλαδέλφειας (38° 03' B, 23° 40' A, υψόμετρο 138 m, περίοδος παρ. 1955-1998), είναι έντονα μεσογειακό. Χαρακτηρίζεται από υψηλές γενικά θερμοκρασίες, οι οποίες γίνονται ιδιαίτερα υψηλές κατά το θέρος, και συνδυάζονται με μία παρατεταμένη περίοδο ξηρασίας, που διαρκεί από τα μέσα Απριλίου μέχρι τις αρχές Οκτωβρίου. Κατά τη βιολογική ταξινόμηση του κλίματος, σύμφωνα με τη μέθοδο των Emberger - Sauvage (Emberger 1955, Sauvage 1961), οι τρεις σταθμοί τοποθετήθηκαν στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο.

Υλικά και μέθοδοι

Στη διάρκεια της έρευνας έγιναν 20 επισκέψεις σε διάφορες προς μελέτη θέσεις κατά το χρονικό διάστημα μεταξύ Απριλίου 2004 και Απριλίου 2005. Συλλέχθηκαν 184 δείγματα επιφύτων, τα οποία αποξηράνθηκαν και προσδιορίστηκαν στο εργαστήριο κυρίως με τη “Flora Hellenica” (Strid & Tan 1997, 2002) και τη “Flora Europaea” (Tutin et al. 1968-1980, 1993). Επίσης έγινε σύγκριση δειγμάτων με δείγματα του ερμπαρίου του Πανεπιστημίου Αθηνών (ATHU). Δείγματα τα οποία ήταν σε πρώιμα στάδια ανάπτυξης προσδιορίστηκαν με τη χρήση συγκριτικού υλικού και ελήφθησαν υπόψη στη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων μόνο εφόσον δεν υπήρχε αμφιβολία για την ορθότητα του προσδιορισμού. Τέλος έγιναν παρατηρήσεις υπαίθρου και φωτογράφιση επιφύτων, κυρίως στις περιπτώσεις εκείνες που ήταν αδύνατη η συλλογή τους, λόγω του μεγάλου ύψους στο οποίο βρίσκονταν πάνω στους φοίνικες. Ο προσδιορισμός των καλλιεργούμενων *Palmae* και άλλων καλλιεργούμενων taxa βασίστηκε στους Tutin et al. (1968-1980, 1993), Walters et al. (1984, 1986, 1989), Cullen et al. (1995, 1997, 2000), Riffle & Craft (2003) και Jones (1995). Η ονοματολογία που ακολουθήσαμε είναι σύμφωνα με τους Strid & Tan (1997, 2002), Greuter et al. (1984, 1986, 1989), Walters et al. (1984, 1986, 1989), Cullen et al. (1995, 1997, 2000) και Tutin et al. (1968-1980, 1993). Για το χαρακτηρισμό των βιομορφών των διαφόρων επιφυτικών taxa ακολουθήσαμε το σύστημα του Raunkiaer (1937), ενώ ο χαρακτηρισμός των γεωστοιχείων έγινε σύμφωνα με τον Pignatti (1982), πλην μεμονωμένων περιπτώσεων που χρησιμοποιήθηκαν άλλες πηγές.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Βρέθηκαν 10 taxa καλλιεργούμενων *Palmae* στην περιοχή έρευνας: *Brahea armata* Watson, *Chamaerops humilis* L., *Livistona* sp., *Phoenix canariensis* Chabaud, *Phoenix dactylifera* L., *Phoenix theophrasti* Greuter, *Sabal palmetto* (Watson) Loddiges, *Trachycarpus fortunei* (Hooker) Wendland, *Washingtonia filifera* (Linden) Wendland, *Washingtonia robusta* Wendland. Σε 5 από αυτά (*Chamaerops humilis*, *Phoenix canariensis*, *Phoenix dactylifera*, *Phoenix theophrasti*, *Washingtonia robusta*) εντοπίστηκαν επίφυτα. Η επιφυτική τους μακροχλωρίδα περιλαμβάνει 85 taxa (είδη και υποείδη) Σπερματοφύτων, που ανήκουν σε 70 γένη 39 οικογενειών. Μεγαλύτερες οικογένειες είναι τα Gramineae (10 taxa), τα Compositae (8 taxa) και τα Scrophulariaceae (7 taxa). Αυτό οφείλεται πιθανόν στους διασπορείς τους, οι οποίοι μεταφέρονται εύκολα με τον άνεμο, ακόμα και σε μεγαλύτερα ύψη και επικάθονται

πάνω στους κορμούς των φοινίκων, ανάμεσα στα υπολείμματα των ηθμαγγειωδών δεσμίδων των κολεών των φύλλων. Στο είδος *Phoenix canariensis* βρέθηκαν και τα 85 taxa επιφύτων (100% του συνόλου). Στα άλλα 4 είδη φοινίκων ο αριθμός τους ήταν πολύ περιορισμένος: *Phoenix dactylifera* 3 taxa (3,53%), *Chamaerops humilis* 3 taxa (3,53%), *Washingtonia robusta* 3 taxa (3,53%), *Phoenix theophrasti* 1 taxon (1,18%).

Το 64,71% των επιφυτικών taxa αποτελούν αυτοφυή φυτά, κοινά στην περιοχή της Αττικής, ενώ το 34,12% αποτελούν καλλιεργούμενα στη γύρω περιοχή φυτά και κυρίως στους κήπους όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα. Ως προς την υφή κυριαρχούν τα ποώδη (74,12%), μεταξύ των οποίων συχνότερα εμφανιζόμενα είναι η *Parietaria judaica* L., ο *Sonchus oleraceus* L. και η *Oxalis corniculata* L. Ορισμένα από τα πιο συχνά απαντώμενα επίφυτα (π.χ. *Koeleria paniculata* Laxmann, *Ficus carica* L.) ανήκουν στα ξυλώδη είδη, το ποσοστό των οποίων ανέρχεται στο 24,71%.

Σύμφωνα με το βιογάσμα, το οποίο προέκυψε από τον προσδιορισμό των βιομορφών, επικρατούσα βιομορφή είναι τα θερόφυτα (51,76%). Αυτό πρέπει να σχετίζεται με τις κλιματικές συνθήκες και την κυριαρχία των θεροφύτων στην αυτοφυή χλωρίδα της γύρω περιοχής και ασφαλώς με τις μικροοικολογικές συνθήκες, που επικρατούν στο ενδιαίτημα των κορμών των φοινίκων, όπου φύονται. Ενδιαφέρον είναι ότι ακολουθούν τα φανερόφυτα (25,88%), τα οποία συχνά είναι taxa που καλλιεργούνται στις άμεσα γειτνιάζουσες με τους φοινίκες περιοχές. Οι διασπορές των φυτών αυτών μπορούν να πέφτουν από το μητρικό φυτό σε γειτονικά άτομα φοινίκων. Σε άλλες περιπτώσεις αυτοί μπορεί να μεταφέρονται από πτηνά, πιθανόν από κοντινές ή και από μεγαλύτερες αποστάσεις. Ορισμένα από τα φυτά αυτά (π.χ. *Rhamnus alaternus* L., *Nicotiana glauca* R. C. Graham, *Ficus carica* L.) κατορθώνουν να επιβιώνουν, όπως φαίνεται, για πολλά χρόνια πάνω στους κορμούς των φοινίκων και να αναπτύσσονται σημαντικά. Τα ποσοστά των υπόλοιπων βιομορφών που παρατηρήθηκαν ήταν: ημικρυπτόφυτα 11,76%, γεώφυτα 5,88% και χαμαίφυτα 4,71%.

Όσον αφορά στο χωρολογικό φάσμα, επικρατούν τα μεσογειακά γεωστοιχεία (25,88%). Ακολουθούν τα κοσμοπολιτικά – υποκοσμοπολιτικά με 20%, ποσοστό υψηλό αλλά μάλλον αναμενόμενο, αφού τα φυτά που εμφανίζονται ως επίφυτα στους φοινίκες πρέπει να είναι πιο εύκολα προσαρμοζόμενα σε δυσμενείς συνθήκες.

Από τα καλλιεργούμενα taxa επιφύτων 14 (48,28%) είναι ιθαγενή στον ελλαδικό χώρο, ενώ άλλα 14 (48,28%) είναι ξενικά, διαφεύγοντα από την καλλιέργεια (ημιαντοφυή). Τέλος ένα από αυτά (3,45%) δεν έχει προσδιοριστεί σε επίπεδο είδους, επομένως δεν είναι δυνατόν να βρεθεί η ιθαγένειά του. Όσον αφορά τα αυτοφυή, 44 taxa (80%) είναι ιθαγενή, 10 (18,18%) είναι επιγενή, ενώ ένα (1,82%) δεν προσδιορίστηκε σε επίπεδο είδους και συνεπώς η προέλευσή του είναι άγνωστη.

Από τα ευρεθέντα επίφυτα, 45 (52,94%) ήταν σε ανθοφορία ή καρποφορία, δηλαδή αναπαράγονται, ενώ 24 (28,24%) είναι taxa κυρίως ξυλώδη, που δε φαίνεται να φτάνουν σε στάδια αναπαραγωγής. Τέλος 16, κυρίως ποώδη taxa (18,82%), δεν ήταν σε φάση αναπαραγωγής κατά τη συλλογή ή την παρατήρησή τους, αλλά μπορεί πιθανόν να φτάνουν σε ανθοφορία και καρποφορία αργότερα.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι η εργασία αυτή αποτελεί μία πρώτη προσέγγιση και η έρευνά μας θα συνεχισθεί για την εξαγωγή πληρέστερων και ολοκληρωμένων συμπερασμάτων σχετικών με την επιφυτική μακροχλωρίδα των ειδών της οικογένειας *Palmae* στην περιοχή της Αθήνας, αλλά και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας.

Βιβλιογραφία

- Cullen J., Alexander J.C.M., Brady A., Brickell C.D., Green P.S., Heywood V.H., Jörgensen P.-M., Jury S.L., Knees S.G., Leslie A.C., Matthews V.A., Robson N.K.B., Walters S.M., Wijnands D.O. & Yeo P.F. (eds) 1995. The European Garden Flora 4. Cambridge.
- Cullen J., Alexander J.C.M., Brickell C.D., Edmondson J.R., Green P.S., Heywood V.H., Jörgensen P.-M., Jury S.L., Knees S.G., Matthews V.A., Maxwell H.S., Miller D.M., Nelson E.C., Robson N.K.B., Walters S.M. & Yeo P.F. (eds) 1997. The European Garden Flora 5. Cambridge.
- Cullen J., Alexander J.C.M., Brickell C.D., Edmondson J.R., Green P.S., Heywood V.H., Jörgensen P.-M., Jury S.L., Knees S.G., Matthews V.A., Maxwell H.S., Miller D.M., Nelson E.C., Robson N.K.B., Walters S.M. & Yeo P.F. (eds) 2000. The European Garden Flora 6. Cambridge.
- Emberger L. 1955. Une classification biogéographique des climats. Recueil Trav. Lab. Bot. Zool. Univ. Fac. Sci. Montpellier 7: 3-43.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984, 1986, 1989. Med-Checklist 1, 3, 4. Genève.
- Jones D. L. 1995. Palms throughout the World. Washington D.C.
- Morici C. 1998. *Phoenix canariensis* in the wild. Principes 42 (2): 85-89, 92-93.
- Pignatti S. 1982. Flora d' Italia 1, 2, 3. Bologna.
- Raunkiaer C. 1937. Plant life forms. Oxford.
- Riffle R.L. & Craft P. 2003. An encyclopedia of cultivated Palms. Portland, Cambridge.
- Sauvage C. 1961. Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Trav. Inst. Sci. Chérifien Sér. Bot. 21. Rabat.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. Flora Europaea 1 (second edition). Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968-1980. Flora Europaea 2-5. Cambridge.
- Walters S.M., Alexander J.C.M., Brady A., Brickell C.D., Cullen J., Green P.S., Heywood V.H., Matthews V.A., Robson N.K.B., Yeo P.F. & Knees S.G. (eds) 1989. The European Garden Flora 3. Cambridge.
- Walters S.M., Brady A., Brickell C.D., Cullen J., Green P.S., Lewis J., Matthews V.A., Webb D.A., Yeo P.F. & Alexander J.C.M. (eds) 1984, 1986. The European Garden Flora 2, 1. Cambridge.

Οικολογική έρευνα της βλάστησης των καλαμιώνων και των υγρών λιβαδιών στις λίμνες Λυσιμαχία και Τριχωνίδα (Δ. Ελλάδα)

Ζώτος Α. & Δημόπουλος Π.

Εργαστήριο Οικολογίας & Διαχείρισης Βιοποικιλότητας, Τμήμα Διαχείρισης
Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων,
Σεφέρη 2, 301 00 Αγρίνιο.

Περίληψη

Η φυτοκοινωνιολογική έρευνα της βλάστησης των υγρών λιβαδιών και των καλαμιώνων στις λίμνες Τριχωνίδα και Λυσιμαχία, η μελέτη των οικολογικών συνθηκών ανάπτυξης των διακριθέντων μονάδων βλάστησης και η συσχέτισή τους με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του εδάφους, χρησιμοποιώντας πολυμεταβλητές μεθόδους ταξινόμησης και κατάταξης (TWINSPAN, DCA, CCA), αποτελούν τα αντικείμενα της παρούσα εργασίας. Στη βάση 426 δειγματοληψιών βλάστησης προέκυψαν 27 syntaxa (11 και 16 φυτοκοινωνίες και φυτοκοινότητες αντίστοιχα για τους καλαμιώνες και τα υγρά λιβάδια) που εντάσσονται στις κλάσεις Phragmito-Magnocaricetea, Artemisietea vulgaris, Potamogetonetea, Lemnetae, Juncetea maritimi, Bidentetea tripartiti και Molinio-Arrhenatheretea, ενώ γίνεται περιληπτική αναφορά στην οικολογία και την εξάπλωσή τους. Πραγματοποιήθηκαν 376 δειγματοληψίες εδάφους σε αντίστοιχες θέσεις δειγματοληψιών βλάστησης, για τον προσδιορισμό των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους (μηχανική σύσταση, υγρασία, οργανική ουσία, ηλεκτρική αγωγιμότητα, ανθρακικό ασβέστιο και pH).

Ecological research of the reedbed and wet meadow vegetation in Trichonis and Lysimachia lakes (W Greece)

Zotos A. & Dimopoulos P.

Department of Environmental and Natural Resources Management, University of Ioannina, Seferi 2, 301 00 Agrinio, Greece.

Abstract

This paper deals with the phytosociological research of the reedbed and wet meadow vegetation of Lakes Trichonis and Lysimachia, the study of the ecological conditions of the distinguished vegetation units, and their correlation with soil physicochemical characteristics, using multivariate classification and ordination methods (TWINSPAN, DCA, CCA). A classification of 426 phytosociological relevés revealed 27 syntaxa (11 and 16 syntaxa -associations and communities- for the reedbeds and wet

meadows, respectively), which are outlined briefly in terms of ecology and distribution. These syntaxa are assigned to the classes Phragmito-Magnocaricetea, Artemisietea vulgaris, Potamogetonetea, Lemnetae, Juncetea maritimi, Bidentetea tripartiti and Molinio-Arrhenatheretea. Furthermore, 376 soil samples were collected to determine physicochemical characteristics (texture, moisture, organic matter, electric conductivity, calcium carbonate and pH).

Εισαγωγή

Οι λίμνες Τριχωνίδα και Λυσιμαχεία ανήκουν στο δυτικό σύμπλεγμα των υγροτόπων της Ελλάδας κατά μήκος των ακτών του Ιονίου πελάγους. Εδώ περιλαμβάνονται εκτεταμένα δέλτα και λίμνες στον Κυπαρισσιακό, στον Πατραϊκό και στον Αμβρακικό κόλπο, ένα ενδιάμεσο σύμπλεγμα με λίμνες στην Αιτωλοακαρνανία καθώς και έλη και λίμνες στην Ήπειρο. Τις τελευταίες δεκαετίες οι υγρότοποι της Δυτικής Ελλάδας, που χαρακτηρίζονται από υψηλή οικολογική αξία, έχουν υποστεί σημαντικές αλλοιώσεις-υποβαμίσεις από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η αναλογία των υγροτόπων που εξακολουθούν να υπάρχουν σε σχέση με αυτούς που έχουν χαθεί είναι 1.25 με τις σημαντικότερες απώλειες να παρατηρούνται στη Νότια Ελλάδα (Psilovikos 1992, Georgiadis et al. 1997).

Η σημερινή μας γνώση για τη φυτοποικιλότητα των εξεταζόμενων λιμνών προέρχεται από τους ακόλουθους ερευνητές: Halácsy (1894, 1901-04), Bornmuller (1928), Koussouris & Diaroulis (1982), Koumpli-Sovantzi & Vallianatou (1985), Κουμπλή-Σοβαντζή (1983), Raus (1991).

Η έλλειψη φυτοκοινωνιολογικής και οικολογικής γνώσης της βλάστησης των δυο λιμνών, αποτέλεσε το κίνητρο για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας, στο πλαίσιο εκπόνησης διδακτορικής διατριβής από τον πρώτο συγγραφέα με θέμα την οικολογική έρευνα της βλάστησης των υγρών λιβαδιών και των καλαμιώνων στις λίμνες Τριχωνίδα και Λυσιμαχεία. Αντικείμενα της παρούσας εργασίας είναι τα ακόλουθα:

α) η ανάλυση, περιγραφή και ερμηνεία των μονάδων βλάστησης των υγρών λιβαδιών και των καλαμιώνων, χρησιμοποιώντας αριθμητικές μεθόδους ταξινόμησης (classification) και κατάταξης (ordination) των δειγματοληψιών βλάστησης,

β) η διερεύνηση της σχέσης των μονάδων βλάστησης με τις εδαφικές μεταβλητές χρησιμοποιώντας την Κανονική Ανάλυση Αντιστοιχιών (Canonical Correspondence Analysis).

Υλικά και μέθοδοι

Για τη φυτοκοινωνιολογική έρευνα των υγρών λιβαδιών και των καλαμιώνων στα εξεταζόμενα οικοσυστήματα πραγματοποιήθηκαν 426 δειγματοληψίες βλάστησης σε όλη την έκταση των υγροτόπων, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του BRAUN-BLANQUET (1964). Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν τα έτη 2002 και 2003 (περίοδος Μάιος-Σεπτέμβριος κάθε έτους). Από το σύνολο των 426 δειγματοληψιών, οι 177 πραγματοποιήθηκαν σε καλαμιώνες και σε προστατευμένες θέσεις της μεσαίας υποπαράλιας ζώνης (εμβαδόν δειγματοληπτικής επιφάνειας 25 m²) και οι 249 σε υγρά λιβάδια (εμβαδόν δειγματοληπτικής επιφάνειας 9 m²). Για τη μελέτη των εδαφικών παραμέτρων της βλάστησης πραγματοποιήθηκαν 376 δειγματοληψίες εδάφους σε αντίστοιχες θέσεις δειγματοληπτικών επιφανειών, με σκοπό τον προσδιορισμό των

ακόλουθων φυσικοχημικών ιδιοτήτων των εδαφών: μηχανική σύσταση, οργανική ουσία, ηλεκτρική αγωγιμότητα, ανθρακικό ασβέστιο, pH εδάφους και εδαφική υγρασία.

Για την εισαγωγή και αριθμητική επεξεργασία των φυτοκοινωνιολογικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχα τα προγράμματα TURBOVEG (Hennekens 1999), CANOCO (Detrended Correspondence Analysis) (ter Braak & Šmilauer 2002) και JUICE (Μέθοδος TWINSpan) (Tichý 2002).

Προκειμένου να γίνει η συσχέτιση των οικολογικών παραμέτρων με τις μονάδες βλάστησης διερευνήθηκε η κατάταξη των μονάδων βλάστησης σε σχέση με τις εδαφικές μεταβλητές εφαρμόζοντας την Άμεση Ανάλυση Διαβάθμισης (Canonical Correspondence Analysis, CCA) και το συσχετιζόμενο με αυτή λογισμικό πακέτο CANOCO (ter Braak & Šmilauer 2002).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

1. Βλάστηση

1.1 Καλαμιώνες

Από την ταξινόμηση και την κατάταξη των δειγματοληψιών βλάστησης που πραγματοποιήθηκαν σε καλαμιώνες και προστατευμένες θέσεις της μεσαίας υποπαράλιας ζώνης και στη βάση αναλυτικών και συνοπτικών φυτοκοινωνιολογικών πινάκων, προέκυψαν 11 μονάδες βλάστησης, η συνταξινόμική ένταξη των οποίων φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Συνταξινόμική ένταξη των μονάδων βλάστησης των καλαμιώνων και των προστατευμένων θέσεων της μεσαίας υποπαράλιας ζώνης που διακρίθηκαν στις λίμνες Τριγωνίδα και Λυσιμαχεία.

ΚΛΑΣΗ: Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941

ΤΑΞΗ: Phragmitetalia Koch 1926

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Phragmition communis Koch 1926

ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΑ: Phragmitetum australis Soó 1927

ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΑ: Scirpetum lacustris Chouard 1924

ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΑ: Cladietum marisci Allorge 1922

ΥΠΟΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΑ: Phragmitetum australis Soó 1927 solanetosum dulcamarae

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Phragmites australis-Calystegia sepium* comm.

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Scirpus lacustris* comm.

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Phragmites australis-Ludwigia peploides* subsp. *montevidensis* comm.

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Typha domingensis* comm.

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Typha domingensis-Phragmites australis* comm.

ΚΛΑΣΗ: Artemisietea vulgaris Lohm., Prsg. et. Tx. in Tx. 1950 ampl. Riv.-Mart. et alii 1991

ΤΑΞΗ: Galio-Calystegietalia sepii (Tx. 1950) Oberd. 1967

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Calystegion sepii Tx. 1950

ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΑ: Arundini donacis-Calystegietum sepium Tüxen & Oberdorfer ex O. Bolos 1962 nom. mut. (Syn.: Arundini-Convolvuleum sepii Tüxen & Oberdorfer ex O. Bolos 1962)

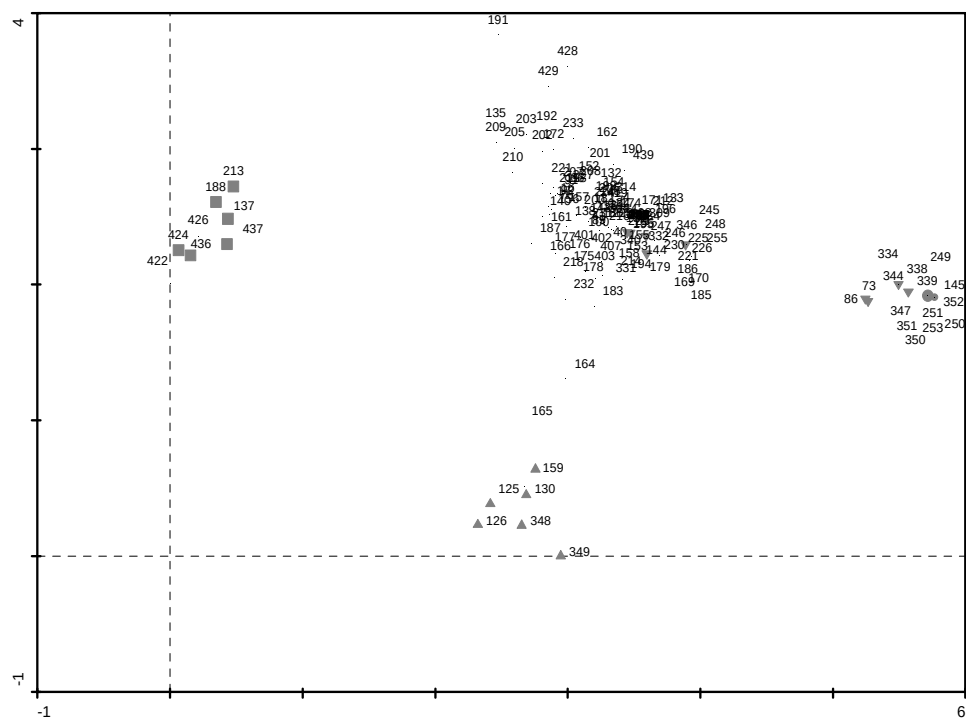
ΚΛΑΣΗ: Potamogetonetea Klika in Klika et Novák 1941

ΤΑΞΗ: Potamogetonetalia Koch 1926

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Nymphaeion albae Oberd. 1957

ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΑ: Nymphaetum albae Vollm. 47 em. Oberd. apud Oberd. u. Mitarb. 67

Από την κατάταξη των δειγματοληψιών βλάστησης (χρησιμοποιώντας DCA), προκύπτει ο εντοπισμός του νέφους δειγματοληψιών της κλάσης Artemisietea στο αριστερό τμήμα του διαγράμματος και η σαφής διαφοροποίησή του από το νέφος δειγματοληψιών της κλάσης Phragmito-Magnocaricetea (Εικ. 1). Από το σύνολο των δειγματοληψιών βλάστησης της Phragmito-Magnocaricetea τα νέφη σημείων-δειγματοληψιών των φυτοκοινοτήτων *Typha domingensis* comm. και *Scirpus lacustris* comm. διακρίνονται σαφώς στο κατώτερο και στο δεξιό τμήμα του διαγράμματος αντίστοιχα (Εικ. 1). Επίσης, μπορεί έστω και οριακά να διακριθεί η φυτοκοινωνία *Scirpetum lacustris* με την ιδιαιτερότητα ότι σε όσες φυτοληψίες το είδος *Scirpus lacustris* subsp. *lacustris* εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές πληθοκάλυψης, οι δειγματοληψίες βρίσκονται σε αρκετά κοντινές θέσεις με την *Scirpus lacustris* comm., ενώ στις υπόλοιπες στις οποίες οι τιμές πληθοκάλυψης του *Phragmites australis* είναι μεγαλύτερες, τα αντίστοιχα νέφη δειγματοληψιών βρίσκονται πιο κοντά με τις υπόλοιπες φυτοκοινωνίες της Phragmition (Εικ. 1, Πίνακας 1).



Εικόνα 1. Διάγραμμα κατάταξης (DCA) των δειγματοληψιών βλάστησης των καλαμιώνων με τις σαφώς διακρινόμενες μονάδες βλάστησης: *Arundini donacis-Calystegietum sepium* (■), *Typha domingensis* comm. (▲), *Scirpus lacustris* comm. (●) και *Scirpetum lacustris* (▼).

Οι λοιπές δειγματοληψίες είναι περισσότερο όμοιες μεταξύ τους λόγω της παρουσίας του είδους *Phragmites australis* στο σύνολο των δειγματοληψιών, και ομαδοποιούνται στο κέντρο του διαγράμματος.

Όσον αφορά την κατανομή των μονάδων βλάστησης των καλαμιώνων στα εξεταζόμενα λιμναία οικοσυστήματα: α) η *Nymphaeetum albae* εντοπίζεται μόνο σε προστατευμένες θέσεις της μεσαίας υποπαράλιας ζώνης της λίμνης Τριχωνίδας και συγκεκριμένα στο νότιο τμήμα της, β) η φυτοκοινωνία *Cladietum marisci* και η κοινότητα με *Typha domingensis*, εντοπίζονται αποκλειστικά στη λίμνη Τριχωνίδα με την πρώτη να εξαπλώνεται στο νότιο τμήμα της λίμνης και τη δεύτερη να απαντά τόσο στο βόρειο, όσο και στο νότιο τμήμα της, γ) οι *Phragmitetum australis solanetosum dulcamarae* και *Phragmites australis-Ludwigia peploides* subsp. *montevidensis* comm. εντοπίζονται αντίστοιχα μόνο στο ΝΔ και στο Α τμήμα της λίμνης Λυσιμαχείας, δ) όλες οι υπόλοιπες μονάδες βλάστησης εξαπλώνονται και στις δύο λίμνες με την κοινότητα *Phragmites australis-Calystegia sepium* comm. να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη εξάπλωση, ακολουθούμενη από την τυπική φυτοκοινωνία *Phragmitetum australis*.

1.2 Υγρά λιβάδια

Από την ταξινόμηση και την κατάταξη των δειγματοληψιών βλάστησης που πραγματοποιήθηκαν σε θέσεις υγρών λιβαδιών των δύο λιμνών, προέκυψαν 16 μονάδες βλάστησης, η συνταξινόμική ένταξη των οποίων φαίνεται στον Πίνακα 2.

Από το διάγραμμα κατάταξης των δειγματοληψιών βλάστησης προκύπτει η σαφής διαφοροποίηση του νέφους των δειγματοληψιών της κλάσης *Lemnetea*, καθώς και των νεφών σημείων-δειγματοληψιών των μονάδων βλάστησης *Carex acutiformis* comm., *Iris pseudacorus* comm., *Lemnetum minoris*, *Sparganietum erecti* και *Ludwigia peploides* subsp. *montevidensis-Paspalum paspaloides* comm. (Εικ. 2).

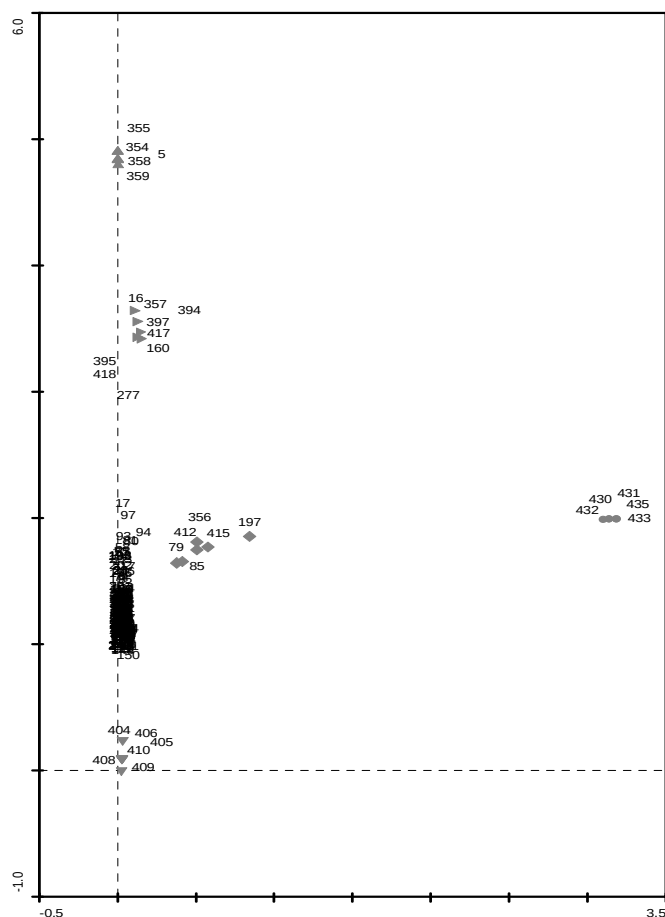
Οι υπόλοιπες δειγματοληψίες εμφανίζουν μεγαλύτερες χλωριδικές ομοιότητες μεταξύ τους, λόγω της παρουσίας αρκετών κοινών ειδών στη σύνθεσή τους με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατός ο σαφής τους διαχωρισμός σε αυτή την πρώτη φάση της κατάταξης.

Όσον αφορά την κατανομή των 16 μονάδων βλάστησης που συνθέτουν τη βλάστηση των υγρών λιβαδιών στα δύο λιμναία οικοσυστήματα: α) από τη λίμνη Τριχωνίδα απουσιάζει εντελώς η *Ludwigia peploides* subsp. *montevidensis-Paspalum paspaloides* comm., β) όλες οι υπόλοιπες συμμετέχουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο ποσοστό στη σύνθεση της υγρολιβαδικής βλάστησης της λίμνης Τριχωνίδας, γ) από τη λίμνη Λυσιμαχεία απουσιάζουν τα ακόλουθα syntaxa βλάστησης: *Lemnetum minoris*, *Scirpus maritimus* comm., *Veronica anagallis-aquatica* comm., *Juncus acutus* comm., *Iris pseudacorus* comm., *Sparganietum erecti*, *Lythrum junceum-Poa trivialis* subsp. *sylvicola* comm., *Alopecuro-Ranunculetum marginati typicum*, δ) οι υπόλοιπες μονάδες βλάστησης εμφανίζονται και στα δύο εξεταζόμενα οικοσυστήματα με την *Paspalum paspaloides* comm. και την *Trifolium resupinatum* comm. να έχουν τη μεγαλύτερη εξάπλωση.

Η διαφορά που παρατηρείται ως προς τον αριθμό των μονάδων βλάστησης που απαντούν σε καθένα από τα δύο οικοσυστήματα, κάνει φανερό τη μεγαλύτερη ποικιλότητα της λίμνης Τριχωνίδας, σε σχέση με τη Λυσιμαχεία, η οποία οφείλεται: α) στη διαφορά μεγέθους που παρουσιάζουν, β) στις περισσότερες απότομες διακυμάνσεις

της λίμνης Λυσιμαχείας που έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ακραίων και απότομων οικολογικών μεταβολών που επηρεάζουν την εμφάνιση ορισμένων φυτοκοινοτήτων.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι για τις μονάδες βλάστησης των καλαμιώνων, η Phragmito-Magnocaricetea χαρακτηρίζεται από τη μεγαλύτερη ποικιλότητα σε διαφορετικά syntaxa (9), ενώ αντίστοιχα για τις μονάδες βλάστησης των υγρών λιβαδιών η Molinio-Arrhenatheretea είναι η κλάση με το μεγαλύτερο αριθμό syntaxa (7). Επίσης, η Phragmition αποτελεί την πιο ποικίλη συνένωση των καλαμιώνων (9 syntaxa), ενώ η Trifolion resupinati την πιο ποικίλη συνένωση των υγρών λιβαδιών (4 syntaxa).



Εικόνα 2. Διάγραμμα κατάταξης (DCA) των δειγματοληψιών βλάστησης των υγρών λιβαδιών με τις σαφώς διακρινόμενες μονάδες βλάστησης: *Carex acutiformis* comm. (◆), *Iris pseudacorus* comm. (▲), *Lemnetum minoris* (●), *Sparganietum erecti* (►) και *Ludwigia peploides* subsp. *montevicensis*- *Paspalum paspaloides* comm. (▼).

2. Μονάδες βλάστησης και εδαφικές μεταβλητές

Από το διπλό διάγραμμα κατάταξης των μονάδων βλάστησης και των εδαφικών μεταβλητών (Εικ. 3), προκύπτουν τα εξής:

α) Σε θέσεις με υψηλά ποσοστά εδαφικής υγρασίας οι μονάδες βλάστησης τόσο των καλαμιώνων, όσο και των υγρών λιβαδιών, ομαδοποιούνται στο δεξιό μέρος του διαγράμματος δείχνοντας μια θετική συσχέτιση με τις ακόλουθες μεταβλητές: οργανική ουσία (% C), ηλεκτρική αγωγιμότητα (Conductivity), εδαφική υγρασία (Moisture) και ανθρακικό ασβέστιο (% CaCO₃).

Πίνακας 2. Συνταξινόμηση ένταξη των μονάδων βλάστησης των υγρών λιβαδιών που διακρίθηκαν στις λίμνες Τριχωνίδα και Λυσιμαχεία.

ΚΛΑΣΗ: Lemneta Bólos & Masclans 1955

ΤΑΞΗ: Lemnetalia minoris Bólos & Masclans 1955

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Lemnion minoris Bólos & Masclans 1955

ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΑ: Lemnetum minoris (Oberd. '57) Müller & Görs 1960

ΚΛΑΣΗ: Phragmito-Magnocaricetea Klika in Klika et Novák 1941

ΤΑΞΗ: Phragmitetalia Koch 1926

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Phragmition communis Koch 1926

ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΑ: Sparganietum erecti Roll 1938

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Scirpus maritimus* comm.

ΤΑΞΗ: Nasturtio-Glycerietalia Pignatti 1953

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Sparganio-Glycerion fluitantis Br.-Bl. Et Siss. in Boer 1942, nom. inv. Oberd.

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Veronica anagallis-aquatica* comm.

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Magnocaricion Koch 1926

ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΑ: Cyperetum longi Micevski 57

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Carex acutiformis* comm.

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Iris pseudacorus* comm.

ΚΛΑΣΗ: Juncetea maritimi Tüxen 51

ΤΑΞΗ: Juncetalia maritimi Br. Bl. 31

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Juncion maritimi Br. Bl. 31

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Juncus acutus* comm.

ΚΛΑΣΗ: Bidentetea tripartiti Tx. et al. ex von Rochow 1951

ΤΑΞΗ: Bidentetalia tripartitae Br.-Bl. et Tx. ex Klika et Hadač 1944

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Bidention tripartitae Nordhagen 1940

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Ludwigia peploides* subsp. *montevidensis* – *Paspalum paspaloides* comm.

ΚΛΑΣΗ: Molinio-Arrhenatheretea Tüxen 1937 em. 1970

ΤΑΞΗ: Potentillo - Polygonietalia Tx. 1947

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Paspalo-Agrostidion semiverticillatae Br.-Bl. Roussine et Negre 1952

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Lythrum junceum*-*Poa trivialis* subsp. *sylvicola* comm.

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Paspalum paspaloides* comm.

ΤΑΞΗ: Trifolio-Hordeetalia Horvatic 63

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Trifolion resupinati Mikevski 57

ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΑ: Alopecuro-Ranunculetum marginati Typicum Zeidler 54

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Equisetum palustre* comm.

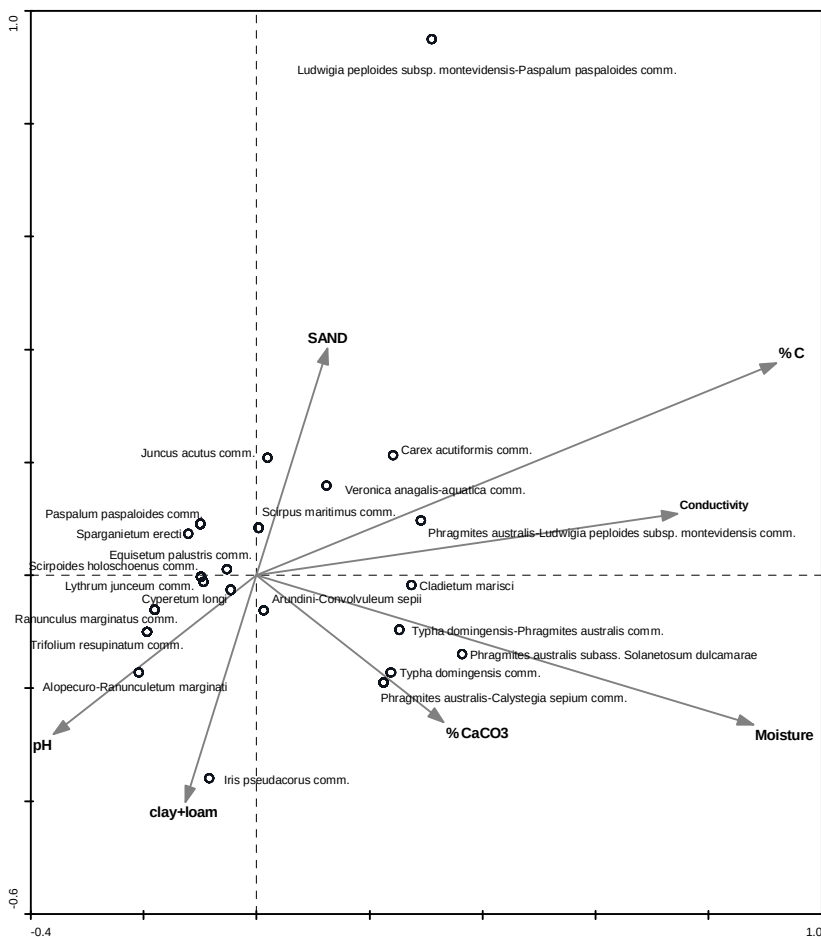
ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Trifolium resupinatum* comm.

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Ranunculus marginatus* comm.

ΤΑΞΗ: Holoschoenetalia Br.-Bl. (1931) 1947

ΣΥΝΕΝΩΣΗ: Molinio Holoschoenion Br.-Bl. ex Tchou 1948

ΦΥΤΟΚΟΙΝΟΤΗΤΑ: *Scirpoides holoschoenus* comm.



Εικόνα 3. Διπλό διάγραμμα κατάταξης (CCA) στους άξονες 1, 2 με τις μονάδες βλάστησης (ο) και τις εδαφικές μεταβλητές (→): οργανική ουσία (% C), ηλεκτρική αγωγιμότητα (Conductivity), υγρασία (Moisture), ανθρακικό ασβέστιο (% CaCO₃), pH, άμμος (Sand) και ιλύς + άργιλος (clay + loam).

Από αυτές, η *Phragmites australis-Ludwigia peploides subsp. montevidensis comm.* εμφανίζει την ισχυρότερη θετική συσχέτιση με την περιεκτικότητα των εδαφών σε οργανική ουσία, ενώ η *Juncus acutus comm.* την ισχυρότερη θετική συσχέτιση με την περιεκτικότητα του εδάφους σε άμμο. Επίσης, η *Phragmitetum australis solanetosum dulcamarae* συσχετίζεται ισχυρότερα από τις υπόλοιπες με την εδαφική υγρασία του εδάφους, ενώ οι φυτοκοινότητες *Phragmites australis - Calystegia sepium comm.* και η *Typha domingensis comm.* έχουν την ισχυρότερη θετική συσχέτιση με την περιεκτικότητα του εδαφικού υποστρώματος σε ανθρακικό ασβέστιο.

β) Οι υπόλοιπες μονάδες βλάστησης που εντοπίστηκαν στο σύνολό τους σε υγρά λιβάδια αναπτύσσονται σε λιγότερο υγρές θέσεις και ομαδοποιούνται στο αριστερό

τμήμα του διαγράμματος κατάταξης (Εικ. 3), παρουσιάζοντας θετική συσχέτιση με το pH και την περιεκτικότητα των εδαφών σε ιλύ και άργιλο. Τη ισχυρότερη θετική συσχέτιση με το pH και την περιεκτικότητα των εδαφών σε ιλύ και άργιλο παρουσιάζουν η *Alopecuro-Ranunculetum marginati typicum* και η *Iris pseudacorus comm.* αντίστοιχα.

Τέλος, η *Ludwigia peploides* subsp. *montevidensis-Papsalum paspaloides* comm. εμφανίζεται στο ανώτερο τμήμα του διαγράμματος κατάταξης, σε αρκετή απόσταση από τις υπόλοιπες μονάδες βλάστησης, γεγονός που ερμηνεύεται από τη διαφορετική χλωριδική σύνθεση της συγκεκριμένης κοινότητας σε σύγκριση με τις υπόλοιπες κοινότητες, και από το ότι ένα είδος της (*Ludwigia peploides*) έχει πολύ διαφορετική κατανομή στο εσωτερικό του εξεταζόμενου σετ δεδομένων.

Συμπερασματικά, θα πρέπει να τονιστεί ότι η γνώση της ποικιλότητας σε επίπεδο ειδών, αλλά και σε επίπεδο μονάδων βλάστησης των δυο λιμναίων οικοσυστημάτων, σε συνδυασμό με την συμμετοχή τους στο Οικολογικό Δίκτυο NATURA 2000, συμβάλει στην αναγκαιότητα εφαρμογής μέτρων ορθολογικής διαχείρισης των επιμέρους τύπων οικοτόπων της Οδηγίας 92/43 και των μονάδων βλάστησης που εμπεριέχουν, με σκοπό τη διατήρησή. Ωστόσο, οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που σε πολλές περιπτώσεις είναι μεγάλης έντασης, καθιστούν ιδιαίτερα αναγκαία την παρακολούθηση (monitoring) των μεταβολών της ποικιλότητας και της κατάστασης διατήρησης των επιμέρους οικοτόπων, ως συστατικό στοιχείο καθοριστικής σημασίας για την εφαρμογή ενός σχεδίου διαχείρισης.

Βιβλιογραφία

- Bornmuller J. 1928. Ergebnisse einer botanischen Reise nach Grichenland im Jahre 1926 (Zante, Cephallonia, Achaia, Phokis., Aetolien). Repert. Spec. Nov. Rgnis Veg. 25: 161-203, 270-350.
- Braak ter C.J.F. & Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Ithaca, New York.
- Georgiadis Th., Dimopoulos P. & Dimitrellos G. 1997. The flora and vegetation of the Acheron Delta (W Greece) Aiming at nature conservation. Phytos (Horn, Austria) 37(1): 31-60.
- Halácsy von E. 1894. Beitrag zur Flora von Aetolien und Acarnanien. Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss., Math. Naturwiss. Kl. 61: 309-322.
- Halácsy von E. 1901-1904. Conspectus florae Graecae 1-3. Lipsiae.
- Hennekens S.M. 1999. Turboveg for Windows. A comprehensive database management tool for vegetation data. www.Ibn.dlo.nl/research/turboveg.
- Κουμπλή-Σοβαντζή Λ. 1983. Έρευνες στα τραχειόφυτα των λιμνών και άλλων υδροβιοτόπων της Αιτωλοακαρνανίας. Ταξινομική, χλωριδική, φυτογεωγραφική, οικολογική μελέτη. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Koumpli-Sovantzi L. & Vallianatou F. 1985. The aquatic vegetation of the lake Lyssimachia (western Greece). Thalassographika 8: 33-41.
- Koursouris Th. & Diapoulis A. 1982. The aquatic vegetation of a lake deep and oligotrophic lake (Lake Trichonis, western Greece). Thalassographika 2(5): 33-40.

- Psilovikos A. 1992. Prospects for wetlands and waterfowl in Greece. Pp. 53-55. In: Finlayson C.M., Hollis G.E. & Davis T.J. (eds), Managing Mediterranean wetlands and their birds. Proc. Symp., Grado, Italy, 1991, IWRB Spec. Publ. No. 20, Slimbridge.
- Raus Th. 1983. Wechsellasse Wiesen in Griechenland. Tuexenia 3: 259-270.
- Tichý L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. J. Veg. Sci. 13: 451-453.

Μελέτη της χλωρίδας, βλάστησης και φυτογεωγραφίας των νησιών του δυτικού Κορινθιακού κόλπου. Αρχή ενός προγράμματος διαχρονικής παρακολούθησης

Θεοχαρόπουλος Μ., Δημητρέλλος Γ., Χρονόπουλος Γ. & Γεωργιάδης Θ.

Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά τη μελέτη και διαχρονική παρακολούθηση (1995-2004) της χλωρίδας και της βλάστησης των φυτοκοινοτήτων δεκατεσσάρων νησίδων του Δ. Κορινθιακού κόλπου. Καταγράφηκαν 346 taxa με επικράτηση των μεσογειακών ειδών και των θεροφύτων και 17 syntaxa. Οι περισσότερες διαδεδομένες μονάδες βλάστησης είναι: η αλοφυτική, η χασμοφυτική βλάστηση απόκρημνων βραχωδών ακτών και η προδασική βλάστηση θαμνώνων. Οι περισσότερες φυτοκοινότητες (11) βρέθηκαν στο μεγαλύτερο νησί Τριζόνια, ενώ μόνο μια απαντήθηκε στη μικρότερη νησίδα Ζαμπόνι. Η λογαριθμική γραμμική συσχέτιση των 14 νησιών ανάμεσα στις μεταβλητές: αριθμός taxa, έκταση, αριθμός syntaxa και απόσταση από την ακτή, έδειξε ότι με τη μείωση της απόστασης από την ακτή και την αύξηση της έκτασης των νησίδων αυξάνεται ο αριθμός των taxa και syntaxa, ενώ με την αύξηση του αριθμού των taxa παρατηρείται αύξηση του αριθμού των syntaxa.

Study of the flora and vegetation and phytogeography of the islets of western Corinth gulf. A forepart of Biomonitoring project

Theocharopoulos M., Dimitrellos G., Chronopoulos G. & Georgiadis Th.

Section of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras,
265 00 Patras, Greece.

Abstract

The present study deals with the continuous monitoring, for the time period: 1995-2004, of the flora and vegetation of fourteen islets, lying in the western part of Corinth Gulf. 346 taxa were recorded, with the Mediterranean taxa and therophytes predominating and also 17 syntaxa were recorded. The most widespread vegetation types are: halophytic, coastal hasmophytic and pre-forest shrubby ones. Most of the plant communities (11) were found in the largest of the islets, "Trizonia", whereas in the smallest islet "Zamboni" only one plant community was found. The linear logarithmic correlation trends of the variables: number of taxa, area, number of syntaxa and distance from coast, illustrated an increase in numbers of taxa and syntaxa by decrease of the

distance from the coast, and by increase of islet size. The increase of the number of taxa is followed by an increase in the number of syntaxa.

Εισαγωγή

Η μελέτη της χλωρίδας, του ενδημισμού, της βιογεωγραφίας, της βιοποικιλότητας και της βλάστησης, των νησίδων του Αιγαίου και Ιονίου πελάγους αποτελεί αντικείμενο συστηματικής έρευνας εδώ και πολλά χρόνια. Ο Κορινθιακός κόλπος παρά τον μεγάλο αριθμό νησίδων που περιέχει, δεν έχει τύχει καμιάς έρευνας στα παραπάνω θέματα. Σκοπός της παρούσας έρευνας αποτελεί η διαχρονική μελέτη της χλωρίδας και της βλάστησης των νησίδων του δυτικού Κορινθιακού κόλπου.

Χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης

Συνολικά μελετήθηκαν 14 νησίδες που βρίσκονται κοντά στην ακτή του βόρειου Κορινθιακού κόλπου, η επιφάνειά τους κυμαίνεται από μερικές δεκάδες τετραγωνικά μέτρα έως μερικές χιλιάδες στρέμματα και χαρακτηρίζονται από τις ισχυρές κλίσεις των ακτών τους. Τα νησιά αυτά βρίσκονται μεταξύ των γεωγραφικών συντεταγμένων 38° 19' - 38° 23' Β και 22° 03' - 22° 26' Α, και μπορούν να ενταχθούν σε δύο συμπλέγματα από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Έξι νησίδες στην περιοχή της Γλυφάδας και του Αγίου Νικολάου (Τριζόνια, Δρίμνα, Πρασούδι, Άγιος Νικόλαος, Λαγονήσι, Γλαρονήσι), μία στον όρμο Πανόρμου (Ζαμπόνι) και επτά στον κόλπο της Ιτέας-Γαλαξιδίου (Αψηφιά, Άγιος Γεώργιος, Παναγία, Άγιος Δημήτριος, Μολυσμένο, Άγιος Κων/νος, Άγιος Αθανάσιος). Το γεωλογικό τους υπόστρωμα είναι ασβεστόλιθοι (Τριζόνια, Δρίμνα, Πρασούδι, Άγιος Νικόλαος, Γλαρονήσι, Ζαμπόνι), φλύσχης (Λαγονήσι) και ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή για τις νησίδες του κόλπου Ιτέας-Γαλαξιδίου (ΙΓΜΕ 1977). Από βιοκλιματική άποψη (Theocharopoulos et al. 1998) εντάσσονται στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο βλάστησης με χειμώνα ήπιο.

Μεθοδολογία

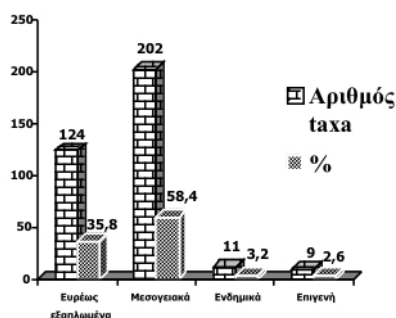
Η συλλογή της χλωρίδας έγινε από όλους τους βιοτόπους με διαφορετικούς τύπους βλάστησης την περίοδο 1995-2004, ενώ για τον προσδιορισμό και την ονοματολογία των taxa χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τα συγγράμματα: Flora Europaea (Tutin et al. 1964-1980, 1993), Flora d'Italia (Pignatti 1982), Flora Hellenica (Strid & Tan 1997, 2002), Med-Checklist (Greuter et al. 1984-1989). Για τον χαρακτηρισμό και την ένταξη των taxa σε κατηγορίες βιομορφών ακολουθήσαμε το σύστημα του Ellenberg (1956) και Hutchinson (1975). Για τους χωρολογικούς τύπους ακολουθήσαμε το σύστημα Flora d'Italia (Pignatti 1982). Για τη μελέτη της βλάστησης πραγματοποιήθηκαν 150 φυτοληψίες (relevés) σύμφωνα με τη μέθοδο του Braun-Blanquet (1964) και για τη φυτοκοινωνιολογική τους ερμηνεία χρησιμοποιήθηκαν αριθμητικές μέθοδοι Κατάταξης-Ταξινόμησης (Roux 1997, Hill 1979). Για την ονοματολογία των syntaxa ακολουθήθηκαν οι Weber et al. (2000).

Αποτελέσματα

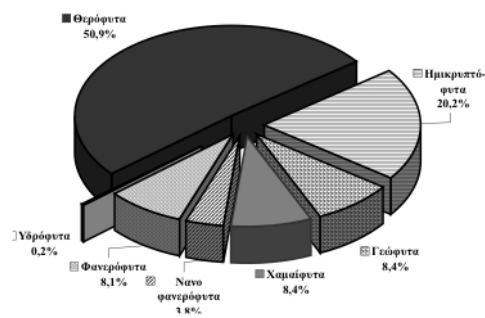
1. Χλωρίδα

Καταγράφηκαν 346 taxa, τα οποία αποτελούν νέες αναφορές. Από τη χωρολογική ανάλυση (Εικ. 1) είναι φανερή η επικράτηση των μεσογειακών taxa (58,4%) ενώ από

την ανάλυση των βιολογικών μορφών της χλωρίδας (Εικ. 2), φαίνεται η επικράτηση των θεροφύτων με ποσοστό 50,9 %. Αυτό επιβεβαιώνει το μεσογειακό κλίμα της περιοχής.



Εικόνα 1. Ανάλυση των κύριων χωρολογικών ομάδων της συνολικής χλωρίδας των 14 νησίδων.



Εικόνα 2. Βιολογικό φάσμα.

2. Βλάστηση

Διακρίθηκαν 17 φυτοκοινότητες που εντάσσονται σε 10 συνταξινομικές κλάσεις και τάξεις, δώδεκα συνενώσεις και δύο φυτοκοινότητες που δεν εντάσσονται σε κάποιο ιεραρχικό σύστημα ταξινόμησης. Αυτές περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω:

A. Μη συνανθρωπική βλάστηση

A₁. Αλοφυτική βλάστηση

Salsoletum sodae Pignatti 1953 in 1954. Μονοετής βλάστηση μεταξύ των ορίων πλημμυρίδας και αμψιτιδας σε αμμοχαλικώδεις παραλίες με αποθέσεις οργανικών ουσιών. Απαντά κυρίως στα βόρεια - βόρειοανατολικά του κόλπου της νησίδας Τριζόνια. Χαρακτηρίζεται από τα taxa: *Salsola soda*, *Beta vulgaris* subsp. *maritima*, *Atriplex portulacoides* και *Crithmum maritimum*.

Mesembryanthemum nodiflori s.l. Géhu et al. 1989 (*Mesembryanthemum crystallino* - *nodiflori* O. de Bolos 1957). Κηλίδες μονοετούς θερμοφιλης βλάστησης σε ασβεστολιθικά υποστρώματα, σε σχετικά επίπεδες θέσεις που είναι δυνατόν να δέχονται την επίδραση του ανέμου, εμπλουτισμένοι με σταγόνες θαλάσσιου νερού ιδίως τον χειμώνα. Απαντά κύρια στη νησίδα Πρασούδι, ενώ σποραδικά εμφανίζεται και στις νησίδες Ζαμπόνι, Παναγία. Χαρακτηρίζεται από τα είδη: *Mesembryanthemum nodiflorum*, *Parapholis incurva*, *Spergularia bocconeii*, *Silene sedoides*, *Frankenia hirsuta*, *Lotus edulis* και *Plantago coronopus*.

Κοινότητες με *Suaeda vera*. Λόχμες από θαμνώνες με *Suaeda vera*, σε ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή που καταλαμβάνουν τα υψηλότερα και ξηρότερα μέρη των παράκτιων ζωνών. Απαντά στις νησίδες Αγ. Αθανάσιος, Αγ. Κων/νος, Μολυσμένο, Αγ. Δημήτριος. Χαρακτηρίζεται από τα είδη: *Suaeda vera*, *Arthrocnemum fruticosum*, *Atriplex portulacoides*.

Κοινότητες με *Sarcocornia fruticosa*. Πολυετής βλάστηση που καταλαμβάνει τα χαμηλότερα μέρη των παράκτιων ζωνών. Απαντά στα βορειοδυτικά της νησίδας Δρίμνα, σε παράκτιο αλατούχο έλος. Χαρακτηρίζεται από τα είδη: *Arthrocnemum fruticosum*, *Inula crithmoides* και *Limonium narbonense*.

A₂. Χασμοφυτική βλάστηση απόκρημνων βραχωδών ακτών

Κοινότητες με *Cichorium spinosum*. Αραιή κοινότητα που εμφανίζεται σε απόκρημνες βραχώδεις ακτές, σε σχισμές ασβεστολιθικών βράχων και σε μικρά πεζούλια κάτω από την θαλάσσια επίδραση. Απαντά στα νοτιοδυτικά του νησιού Τριζόνια. Χαρακτηρίζεται από τα είδη: *Cichorium spinosum*, *Crithmum maritimum* και *Reichardia picroides*.

Κοινότητες με *Frankenia hirsuta*. Αυτή η κοινότητα είναι κυρίως αναπτυγμένη σε κοιλάτες σκληρού ασβεστόλιθου με αμμοχαλικώδες υπόστρωμα σε θέσεις που δέχονται έντονα την επίδραση του ανέμου εμπλουτισμένου με σταγόνες θαλάσσιου νερού ή μπορεί να κατακλύζονται από τη θάλασσα κατά τις θύελλες. Απαντά κυρίως στη νησίδα Γλαρονήσι και σποραδικά στις νησίδες Μολυσμένο και Αγ. Κων/νος. Χαρακτηρίζεται από τα είδη: *Frankenia hirsuta*, *Silene sedoides*, *Allium ampeloprasum* και *Suaeda vera*.

Κοινότητες με *Limonium virgatum*. Κοινότητα με αραιή φυτοκάλυψη σε απόκρημνες βραχώδεις ακτές με ασβεστολιθικά ή κροκαλοπαγή υποστρώματα. Απαντά στις νησίδες Δρίμνα, Αψηθιά, Αγ. Γεώργιος και Παναγία. Χαρακτηρίζεται από είδη ανθεκτικά στην αλατότητα, όπως τα: *Limonium virgatum*, *L. vulgare*, *Crithmum maritimum* και *Silene sedoides*.

A₃. Βλάστηση με Φρύγανα

Sarcopoterio spinosi-Coridothymetum capitati Knapp 1965, em. O. Bolos et al. 1996. Ξηρόφιλη φυτοκοινότητα σε ασβεστολιθικά πετρώδη κοκκινωπά εδάφη (terra rossa) με μέτριες κλίσεις. Απαντά σε διάσπαρτες θέσεις στο νησί Τριζόνια. Χαρακτηρίζεται από τα είδη: *Sarcopoterium spinosum*, *Coridothymus capitatus*, *Calicotome villosa*, *Teucrium divaricatum* και *Fumana thymifolia*.

Cistetum salviifolio-cretici O. Bolos et al. 1996. Εμφανίζεται κυρίως στα νοτιοδυτικά του νησιού Τριζόνια, σε ασβεστολιθικά εδάφη μέτριου βάθους, σε επίπεδες θέσεις με υγρασία. Χαρακτηρίζεται από τα είδη: *Cistus creticus*, *C. salviifolius*, *Erica manipuliflora* και *Pulicaria odora*.

A₄. Παραλιακή και υποπαραλιακή προδασική βλάστηση δενδρωδών θαμνώνων

Plomido fruticosae-Euphorbietum dendroidis Theocharopoulos et al. 1998. Σχετικά ανοικτοί θαμνώνες ύψους 1-3 m, σε σκληρά ασβεστολιθικά πετρώματα με ποικίλες κλίσεις. Απαντά στις νησίδες Πρασούδι και Άγ. Νικόλαος. Χαρακτηρίζεται από είδη: *Euphorbia dendroides*, *Plomis fruticosa*, *Pistacia lentiscus* και *Ephedra foemina*.

Pistacio lentisci-Juniperetum phoeniceae (Zohary 1973) nom. inv. em. Theocharopoulos et al. 1998. Θαμνώνες περισσότερο ή λιγότερο κλειστοί, σε ασβεστολιθικά πετρώματα. Χαρακτηρίζεται από είδη: *Juniperus phoenicea*, *Pistacia*

lentiscus και *Prasium majus*. Απαντά στις νησίδες Τριζόνια, Δρίμνα, Λαγονήσι, Γλαρονήσι.

Pistacio-Juniperetum pinetosum halepensis (Barbero & Quezel 1976) em. Theocharopoulos et al. 1998. Η παραπάνω υποφυτοκοινότητα απαντά κυρίως στη νησίδα Δρίμνα και σποραδικά στα Τριζόνια.

Pistacio-Juniperetum quercetosum cocciferae (Barbero & Quezel 1976) comb. nov. Η παραπάνω υποφυτοκοινότητα απαντά κυρίως στα βορειοδυτικά της νησίδας Τριζόνια.

A₅. Μεσογειακές πυκνοφυτείες υγρών κοιλοτήτων με λυγαριές (Vitex agnus-castus)

Κοινότητες με *Vitex agnus-castus*. Ξυλώδεις σχηματισμοί έκτασης μερικών στρεμμάτων από λυγαριές (*Vitex agnus-castus*) σε υγρές κοιλότητες στο κέντρο της νησίδας Τριζόνια. Απαντάται σε λεπτόκοκκα αργιλοπηλώδη υποστρώματα μηδενικής ή μικρής κλίσης. Χαρακτηρίζεται από είδη: *Vitex agnus-castus*, *Rubus ulmifolius* και *Rumex conglomeratus*.

B. Συνανθρωπική βλάστηση

B₁. Αλονιτρόφιλη βλάστηση

Plantagini coronopodis-Spergularietum bocconeii ass. Chronopoulos 2002. Χαμηλή ποώδη βλάστηση σε ισχυρά συμπιεσμένα εδάφη από τη διέλευση αγροτικών οχημάτων στον κόλπο των Τριζονίων. Χαρακτηρίζεται από τα είδη: *Plantago coronopus*, *Spergularia bocconeii*, *Parapholis incurva* και *Lolium rigidum*.

B₂. Υπονιτρόφιλη βλάστηση

Dittrichio viscosae-Piptatheretum miliaceae O. Bolos 1957 nom. mut. Απαντάται σποραδικά σε επίπεδες, χέρσες εκτάσεις και με υγρασία, στο κεντρικό τμήμα της νησίδας Τριζόνια. Χαρακτηρίζεται από τα είδη: *Dittrichia viscosa*, *Piptatherum miliaceum* και *Aster squamatus*.

B₃. Νιτρόφιλη βλάστηση

Rapistro rugosi-Hirschfeldietum incanae Chronopoulos, Theocharopoulos & Christodoulakis 2005. Απαντάται στη νησίδα Τριζόνια, σε εγκαταλειμμένες καλλιέργειες ή χέρσες εκτάσεις με μέτρια ένταση ανθρωπογενών επιδράσεων. Χαρακτηρίζεται από τα είδη: *Rapistrum rugosum*, *Hirschfeldia incana*, *Medicago orbicularis* και *Medicago minima*.

Μονάδες βλάστησης που δεν εντάσσονται σε ιεραρχικό σύστημα ταξινόμησης

1. Κοινότητες με *Asphodelus aestivus*. Η βλάστηση του κεντρικού τμήματος των νησίδων Άγιος Γεώργιος και Αψηθιά, είναι έντονα υποβαθμισμένη λόγω των ανθρωπογενών επιδράσεων και χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία του είδους *Asphodelus aestivus*. Άλλα είδη που συμμετέχουν: *Hypericum perforatum*, *Capparis spinosa*, *Palenias spinosa*, *Arisarum vulgare* και *Narcissus tazetta*. Το τελευταίο είδος εμφανίζεται τη φθινοπωρινή περίοδο. Η νησίδα Άγιος Γεώργιος διακρίθηκε μια όψη με *Vincetoxicum hirundinaria*.

2. Κοινότητες με *Opuntia ficus-barbarica*. Η βλάστηση του κεντρικού τμήματος της νησίδας Παναγία χαρακτηρίζεται από την επικράτηση του *Opuntia ficus-barbarica*, ενώ σποραδικά απαντούν τα taxa: *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea*, *Asparagus aphyllus* και *Capparis spinosa*.

Πίνακας 1. Πίνακας συνταξινόμησης.

Cakiletea maritimae coll. Tüxen & Preising in Tüxen 1950
Atriplicetalia littoralis Sissingh in Westhoff, van Dijk, Passchier & Sissingh 1946
Suaedion splendentis (Braun-Blanquet 1931) Julve 1992 ex 1993
Salsotum sodae Pignatti 1953 in 1954

Saginetea maritimae Westh. et al. 1961 em. Géhu et Biondi 1986
Frankenietalia pulverulentae Riv.-Mart. 1976
Mesembryanthemion nodiflori Géhu et al. 1990
Mesembryanthemetum nodiflori s.l. Géhu et al. 1989

Sarcocornietea fruticosae Tüxen & Oberdorfer 1958
Sarcocornietalia fruticosae (Braun-Blanquet 1931) Tüxen & Oberdorfer 1958
Atriplici halimi - Suaedion verae Julve 1992 ex 1993
Suaeda vera community
Sarcocornion fruticosae Braun-Blanquet 1931
Sarcocornia fruticosa community

Crithmo-Staticetea Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952
Crithmo-Staticetalia Molinier 1934
Crithmo-Staticion Molinier 1934
Cichorium spinosum community
Frankenia hirsuta community
Limonium virgatum community

Cisto-Micromerietea Oberd. 1954
Cisto-Micromerietalia Oberd. 1954
Coridothymion capitati Oberd. 1954
Sarcopoterio spinosi-Coridothymetum capitati Knapp 1965, em. O. Bolos et al. 1996
Cistion cretici Oberd. 1954 em, nom. O. Bolos et al. 1996
Cistetum salviifolio-cretici O. Bolos et al. 1996

Quercetea ilicis Br.-Bl. ex A. & O. Bolos 1950
Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni Rivas-Martinez 1975
Ceratonia-Rhamnion oleoidis Barbero & Quezel 1979
Plomido fruticosae-Euphorbietum dendroidis Theocharopoulos et al. 1998
Pistacio lentisci-Juniperetum phoeniceae (Zohary 1973) nom. inv. em. Theocharopoulos et al. 1998
Pinetosum halepensis (Barbero & Quezel 1976) em. Theocharopoulos et al. 1998
Quercetosum cocciferae (Barbero & Quezel 1976) comb. nov.

Nerio oleandri-Tamaricetea gallicae Braun-Blanquet & de Bolos 1958
Tamaricetalia africanae Braun-Blanquet & de Bolos 1958
Rubo ulmifolii-Nerion oleandri O. Bolos 1985
Vitex agnus-castus community

Polygono-Poetea annuae Rivas-Martinez 1975

Polygono arenastri-Poetalia annuae Tuxen in Gehu, Richard & R. Tuxen 1972 corr. Rivas-Martinez, Bascones, T.E. Diaz, Fernandez-Gonzalez & Loidi 1991

Polycarpion tetraphylli Rivas-Martinez 1975

Plantagini coronopodis-Spergularietum bocconeii Χρονόπουλος 2002

Lygeo-Stipetea Rivas-Martinez 1978 nom. conserv.

Hyparrhenietalia hirtae Rivas-Martinez

Bromo-Oryzopsis miliaceae O. Bolos 1970

Dittrichio viscosae-Piptatheretum miliaceae O. Bolos 1957 nom. mut.

Stellarietea mediae Tuxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951

Sisymbrietalia officinalis J. Tuxen in Lohmeyer et al. 1962 em. Rivas-Martinez et al. 1991

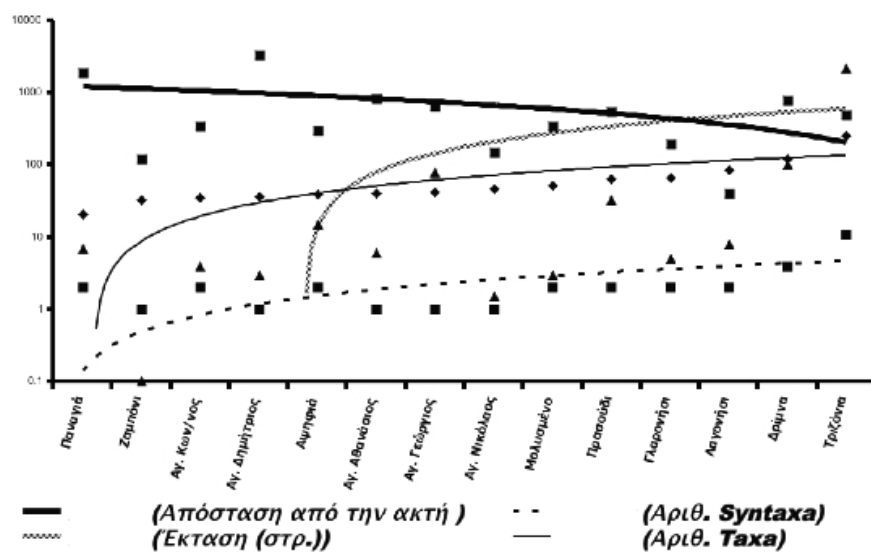
Hordeion leporini Br.-Bl. in Br.-Bl., Gajewski, Wraber & Walas 1936 corr. O. Bolos 1962

Rapistro rugosi-Hirschfeldietum incanae Chronopoulos, Theocharopoulos & Christodoulakis 2005

Μονάδες βλάστησης που δεν εντάσσονται σε ιεραρχικό σύστημα ταξινόμησης

Κοινότητες με *Asphodelus aestivus*

Κοινότητα με *Opuntia ficus-barbarica*



Εικόνα 3. Λογαριθμική γραμμική συσχέτιση των 14 νησιών ανάμεσα στις μεταβλητές αριθμός taxa, έκταση, αριθμός syntaxa και απόσταση από την ακτή.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από τη μέχρι σήμερα έρευνα της χλωρίδας και της βλάστησης των νησίδων του δυτικού Κορινθιακού κόλπου προέκυψαν τα παρακάτω:

Καταγράφηκαν 346 taxa, 17 syntaxa (9 φυτοκοινωνίες, 2 υποφυτοκοινωνίες και 6 κοινότητες) και 2 κοινότητες που δεν εντάχθηκαν σε κάποιο ιεραρχικό σύστημα ταξινόμησης που αποτελούν νέες αναφορές για την περιοχή μελέτης.

Η δυναμική της βλάστησης από την ακτή προς το εσωτερικό των νησίδων εξαρτάται από την έκταση τους, το ύψος τους που επιτρέπει η όχι την κατάκλιση τους από τη θάλασσα, τη δρόση των πτηνών, την απόσταση από την ακτή και τις ανθρώπινες επιδράσεις. Από τη λογαριθμική γραμμική συσχέτιση για τα 14 νησιά ανάμεσα στις μεταβλητές αριθμός taxa, έκταση, αριθμός syntaxa και απόσταση από την ακτή (Εικ. 3) φαίνεται ότι:

- με τη μείωση της απόστασης από την ακτή και την αύξηση της έκτασης των νησίδων αυξάνεται ο αριθμός των taxa και syntaxa
- με την αύξηση του αριθμού των taxa παρατηρείται αύξηση του αριθμού των syntaxa.

Η καταγραφή των ειδών της χλωρίδας και της βλάστησης αποσκοπεί στη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων απαραίτητης για την διαχρονική παρακολούθηση. Η έρευνα συνεχίζεται και στις υπόλοιπες νησίδες του Κορινθιακού κόλπου.

Βιβλιογραφία

- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie 3 Aufl. Wien & New York.
- Chronopoulos M., Theocharopoulos M. & Christodoulakis, D. 2005. Phytosociological study of *Hirschfeldia incana* (L.) Lagr.-Foss. (*Cruciferae*) communities in mainland Greece. Acta Botanica Croatica 64(1): 75-114.
- De Bolos O., Masalles R.M., Ninot J.M. & Vigo J. 1996. A survey on the vegetation of Cephalonia (Ionian Islands). Phytoecologia 26(1): 81-123.
- Géhu J.M., Apostolides N., Géhu-Frenck J. & Arnold K. 1989. Premières données sur la végétation littorale des Iles de Rhodos et de Karpathos (Grèce). Colloques Phytosociologiques Cagliari XIX: 545-582.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984-1989. Med-Checklist 1, 3, 4. Genève.
- Hill M.O. 1979. Twinspan - a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and the attributes. Cornell University, Department of Ecology and Systematics, Ithaca.
- IGME 1977. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας 1:50.000. Φύλλα Λιδορίκι, Αμφισσα.
- Pignatti S. 1982. Flora d' Italia 1-3. Bologna.
- Quézel P. & Barbero M. 1985. Carte de la végétation potentielle de la région Méditerranéenne. Feuille no 1: Méditerranée orientale. C.N.R.S., Paris.
- Roux M. 1997. Le statoscope. Méthodes statistiques pour la Biologie (Version 1.6). Faculté des Sciences de St. Jérôme, Marseille.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Theocharopoulos M., Dimitrelos G., Assimakopoulos I. & Georgiadis T. 1998. Recherche phytosociologique des communautés à *Juniperus phoenicea* et *Euphorbia dendroides* en Grèce: Zone littorale et sub-littorale au nord du golfe de Corinthe (Stereia hellas Grèce centrale). Colloques Phytosociologiques XXVIII Camerino 1998: 1197-1213.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. &

- Webb D.A. (eds) 1968-1980. *Flora Europaea* 1-5. Cambridge University Press, Cambridge.
- Weber H.E., Moravec J. & Theurillat J.-P. 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature (3rd ed.). *J. Veg. Sci.* 11: 739-768.
- Χρονόπουλος Γ. 2002. Χλωρίδα, βλάστηση, οικολογική αξιολόγηση και προτάσεις διαχείρισης του αστικού και προαστικού περιβάλλοντος της Πάτρας. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Επίπτωση του μειωμένου μεσοδιαστήματος φωτιάς στην αναγέννηση φυτικών βιοκοινοτήτων Χαλέπιου πεύκης - Διαχρονική και συγχρονική προσέγγιση

Καζάνης Δ. & Αριανούτσου Μ.

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής,
Τμήμα Βιολογίας, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Τα μεσογειακά πευκοδάση έχουν την ικανότητα επανισορόπησης μετά τη φωτιά, εφόσον το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών περιστατικών φωτιάς επιτρέπει στα είδη να αναγεννηθούν επιτυχώς. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η απόκριση των φυτοκοινοτήτων αυτών σε μεσοδιαστήματα μικρότερα της δεκαετίας με μια διαχρονική και μια συγχρονική προσέγγιση. Από το σύνολο των ειδών, τα υποχρεωτικώς σπερμιοαναγεννώμενα είναι εκείνα που επηρεάζονται περισσότερο από το βραχύ μεσοδιάστημα. Η Χαλέπιος πεύκη παρουσιάζει μηδενική αναγέννηση, ενώ τα είδη με σκληροπεριβληματικά σπέρματα (μέλη των οικογενειών Cistaceae και Leguminosae) υποεκπροσωπούνται. Αντιθέτως, παρατηρήθηκε υπερεκπροσώπηση ειδών με ικανότητα μακρόχρονης διασποράς των σπερμάτων τους (κυρίως μελών των οικογενειών Gramineae και Compositae), τα οποία εκμεταλλεύονται την αυξημένη διαθεσιμότητα χώρου για να εγκατασταθούν. Συνολικά, το μειωμένο μεσοδιάστημα φωτιάς οδηγεί σε αλλαγή της φυσιογνωμίας της βλάστησης, με επικράτηση ανοιχτής θαμνώδους βλάστησης στη θέση των πευκοδασών, ενώ παράλληλα μεταβάλλεται η βιοποικιλότητα σε επίπεδο φυτικών λειτουργικών ομάδων.

Effect of reduced fire interval on the regeneration of *P. halepensis* plant communities. A diachronic and a synchronic approach

Kazanis D. & Arianoutsou M.

University of Athens, Department of Ecology and Systematics,
Faculty of Biology, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

Mediterranean pine forests are resilient to fire given that there is an adequate fire interval for species to be able to regenerate. In the present study, the response of plant communities burned at a fire interval shorter than a decade is been examined. Species more affected by the reduced fire interval are the obligate seeders. The dominant *Pinus halepensis* doesn't succeed to regenerate while species with hard-coated seeds (such as

members of the Cistaceae and Leguminosae families) are underrepresented after fire. On the contrary, species characterized by long distance dispersal (primarily, members of the Gramineae and Compositae families) are over-represented by taking advantage of the increased space availability. Overall, the tendency seems to be towards the formation of shrublands instead of woodlands, with alterations to the functional group diversity of the communities in question.

Εισαγωγή

Ο οικολογικός ρόλος της φωτιάς ως προς την διατήρηση της δομής και της βιοποικιλότητας των μεσογειακών πευκοδασών είναι, πλέον, ευρύτατα αποδεκτός και κατανοητός (Naveh 1994, Arianoutsou & Ne'eman 2000). Στα δάση *Pinus halepensis*, ειδικότερα, το μακροπρόθεσμο πρότυπο μεταπυρικής δυναμικής της βλάστησης έχει καταγραφεί, αποδεικνύοντας την ικανότητα επανισορόπησης που χαρακτηρίζει τα οικοσυστήματα αυτά (π.χ., Kazanis & Arianoutsou 1996, 2002, 2004, Schiller et al. 1997, Trabaud 2000). Εντούτοις, υπό ορισμένες συνθήκες, η ικανότητα αυτή χάνεται ή περιορίζεται, με αποτέλεσμα η φωτιά να σχετίζεται με τον κίνδυνο μεταβολών στη φυσιολογία και την σύνθεση της βλάστησης, αλλά και με τον κίνδυνο διάβρωσης και υποβάθμισης των εδαφών (Arianoutsou et al. 2002, Lloret & Vila 2003, Pausas et al. 2002, Αριανούτσου κ.ά. 2005). Ο συχνότερος παράγοντας απώλειας της ικανότητας επανισορόπησης των μεσογειακών πευκοδασών στην Ελλάδα είναι η μεταβολή του καθεστώτος φωτιάς, και ειδικότερα η μείωση του χρονικού διαστήματος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών περιστατικών φωτιάς (Arianoutsou 2001, Arianoutsou et al. 2002).

Τα φυτικά είδη των μεσογειακών πευκοδασών αναγεννώνται μετά τη φωτιά με δύο κυρίως τρόπους (Kazanis & Arianoutsou 1996), είτε με παραγωγή αναβλαστημάτων από υπόγειες δομές που δεν καταστράφηκαν από τη δράση της φωτιάς, είτε με φύτευση σπερμάτων, τα οποία διατηρούνταν σε υπόγειες ή υπέργειες (κόνους) τράπεζες σπερμάτων. Τόσο στην πρώτη περίπτωση, όσο και στη δεύτερη, τα είδη χρειάζονται ένα ελάχιστο χρονικό μεσοδιάστημα ώστε, στην περίπτωση των αναβλαστανόντων να αποταμιεύσουν την απαραίτητη ποσότητα υδατανθράκων για την μεταπυρική τους αναγέννηση, στην δε περίπτωση των σπέρμοαναγεννώμενων για να παραχθεί ένας ικανοποιητικός αριθμός σπερμάτων που θα εξασφαλίσει την αναγέννηση του πληθυσμού τους.

Αντίστοιχα με ότι έχει αναφερθεί και από άλλες περιοχές του πλανήτη (Gill & Williams 1996, Davis 1998), οι μεταβολές στις κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες και, κατ' επέκταση, στη χρήση γης, αποτελούν την κύρια αιτία της μεταβολής αυτής (Trabaud & Galtie 1996, Pausas et al. 1999, Arianoutsou 2001). Η τάση αυτή μπορεί να γίνει εντονότερη στο μέλλον, υπό το πρίσμα της πλανητικής αλλαγής (Lavorel et al. 1998). Είναι, λοιπόν, κατανοητή η ανάγκη αναγνώρισης των παραμέτρων εκείνων της βλάστησης, καθώς και εκείνων των φυτικών ομάδων που επηρεάζονται περισσότερο από το διαμορφούμενο καθεστώς φωτιάς, τόσο ως προς την πρόβλεψη της μελλοντικής τάσης των καμένων οικοσυστημάτων όσο και ως προς την καθοδήγηση των αρμόδιων αρχών για την αποκατάσταση των οικοσυστημάτων αυτών. Έχει υποστηριχθεί πως η ομαδοποίηση των ειδών σε λειτουργικές ομάδες συμβάλλει προς την αξιολόγηση της επανισορροπητικής ικανότητας των μεσογειακών πευκοδασών, μέσω της αξιοποίησης

κάποιων εξ' αυτών ως κατάλληλων δεικτών (Keeley 1986, Pausas 1999). Στα οικοσυστήματα αυτά, με κριτήριο το μακροπρόθεσμο πρότυπο της μεταπυρικής τους δυναμικής, έχουν διακριθεί 27 λειτουργικές ομάδες φυτικών ειδών (Kazanis & Arianoutsou 2004). Για την εξακρίβωση, λοιπόν, των πλέον κατάλληλων λειτουργικών ομάδων για να αξιοποιηθούν ως δείκτες επανισορροπητικής ικανότητας εφαρμόσαμε μια διαχρονική και μια συγχρονική προσέγγιση.

Περιοχή μελέτης

Το καλοκαίρι του 1998 ξέσπασαν στην περιοχή της Αττικής δύο μεγάλες πυρκαγιές, οι οποίες αποτέφρωσαν, σε μεγάλο ποσοστό, εκτάσεις που είχαν ξανακαεί μέσα στη δεκαετία του '90. Μέσα στα όρια των «διπλοκαμένων» αυτών εκτάσεων εγκαταστήσαμε πειραματικές επιφάνειες, για την καταγραφή της αναγέννησης των φυτικών βιοκοινοτήτων. Σε δύο περιπτώσεις, υπήρχε δυνατότητα άμεσης εκτίμησης του ρόλου του μειωμένου μεσοδιαστήματος της φωτιάς. Στη μία περίπτωση, η φωτιά αποτέφρωσε φυτοκοινότητα ηλικίας 3 ετών, στην οποία είχαμε εγκαταστήσει πειραματικές επιφάνειες και γνωρίζαμε τα χαρακτηριστικά της βλάστησης πριν από τη φωτιά του 1998, με αποτέλεσμα να μπορούμε να συγκρίνουμε την κατάσταση αυτή με αυτή που διαμορφώθηκε μετά τη δεύτερη φωτιά (διαχρονική προσέγγιση). Στην άλλη περίπτωση, η διπλοκαμένη έκταση γειτόνευε με έκταση που κάλυπτε ώριμο πευκοδάσος πριν από τη φωτιά του 1998, και κατά συνέπεια μπορούμε να συγκρίνουμε το αποτέλεσμα του διαφορετικού μεσοδιαστήματος φωτιάς σε γειτονικές θέσεις (συγχρονική προσέγγιση). Η διαχρονική προσέγγιση εφαρμόστηκε εντός των ορίων της καμένης έκτασης του όρους Πεντέλης, στη θέση Μικρή Μαυρηγόρα, και η δεύτερη στην καμένη έκταση του όρους Πάρνηθα, κοντά στο χωριό του Αυλώνα.

Μεθοδολογία

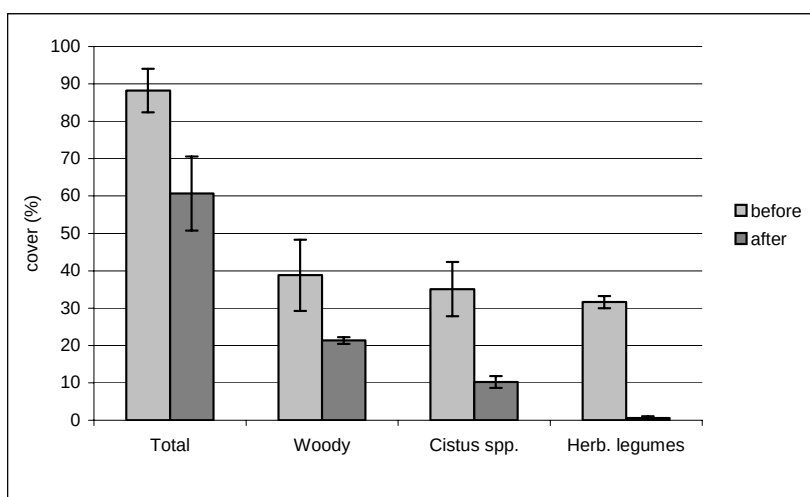
Σε κάθε θέση έγινε καταγραφή της σύνθεσης της βλάστησης με την μέθοδο των διατομών. Εγκαταστήσαμε τρεις διατομές των 50 μέτρων και καταγράψαμε το σύνολο των φυτικών ειδών που συναντούσαμε κατά μήκος της διατομής. Για τον προσδιορισμό της κάλυψης της βλάστησης, αλλά και της κάλυψης διαφορετικών φυτικών ομάδων, καταγράψαμε τα φυτικά είδη που συναντούσαμε ανά διάστημα μισού μέτρου, κατά μήκος της διατομής. Η εργασία πεδίου πραγματοποιήθηκε την άνοιξη του 2002, όταν δηλαδή, οι φυτοκοινότητες διένυναν το τέταρτο έτος μετά τη φωτιά.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Ένα πρώτο αποτέλεσμα αποτελεί η μειωμένη κάλυψη του εδάφους από βλάστηση στις διπλοκαμένες θέσεις (Εικ. 1 και 2), συνέπεια της μειωμένης αναγέννησης κάποιων σημαντικών φυτικών ομάδων. Η μειωμένη κάλυψη, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να μην ξεπερνάει το 30% (Arianoutsou et al. 2005) είναι ένας παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη σε σχέση με τον κίνδυνο διάβρωσης και υποβάθμισης των εδαφών (Thornes 1990).

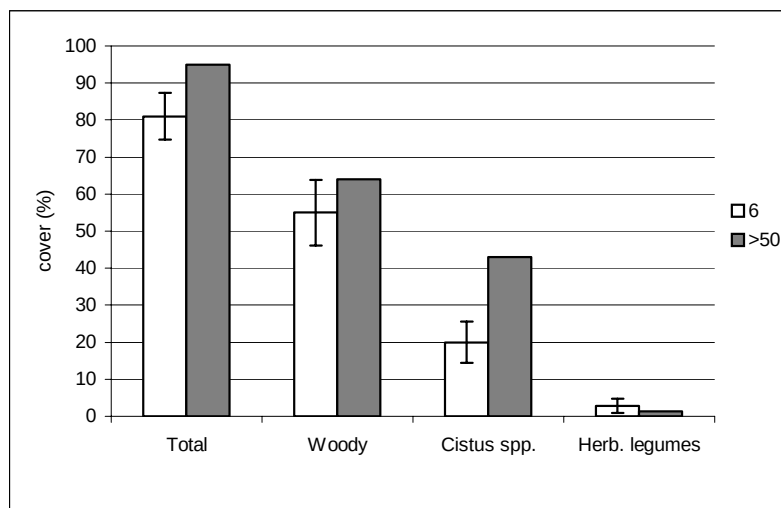
Από το σύνολο των 27 λειτουργικών ομάδων, αυτές που παρουσίασαν την μεγαλύτερη απόκλιση από το αναμενόμενο, λόγω μειωμένου μεσοδιαστήματος φωτιάς, και άρα μπορούν να λειτουργήσουν ως δείκτες μειωμένης επανισορροπητικής ικανότητας των οικοσυστημάτων, ήταν οι εξής:

- Η ομάδα των υποχρεωτικώς σπερμοαναγεννώμενων ξυλωδών ειδών (ομάδα *Cistus creticus*), η οποία περιλαμβάνει είδη (κυρίως *Cistus* spp.) που αναμένεται να παρουσιάζουν υψηλές πυκνότητες και κάλυψη μετά τη φωτιά (Σκούρου 2003, Kazanis & Arianoutsou 2004) και η οποία παρουσίασε υποεκπροσώπηση (Εικ. 1 και 2).

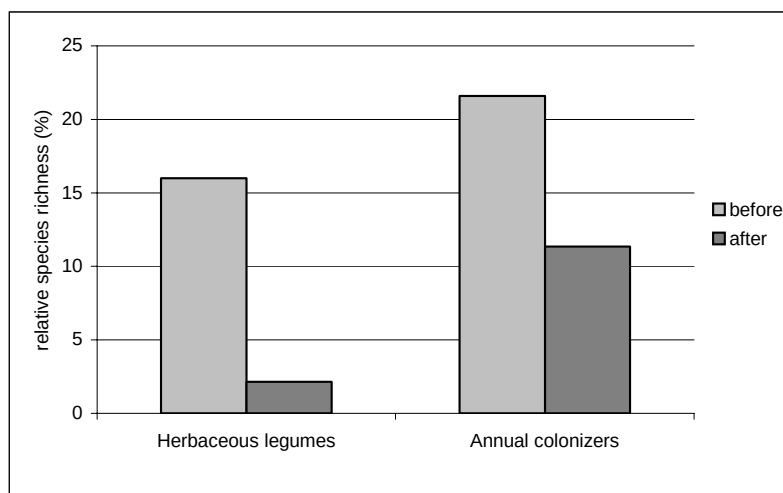


Εικόνα 1. Σύγκριση της μέσης ολικής κάλυψης της βλάστησης, όπως και της κάλυψης των ξυλωδών φυτών, των ειδών *Cistus* spp. και των ποωδών ψυχανθών πριν (3^{ος} μεταπυρικός χρόνος) και μετά (4^{ος} μεταπυρικός χρόνος) τη φωτιά του 1998 στη θέση Μικρή Μαυρηγόρα του Πεντελικού όρους (διαχρονική προσέγγιση).

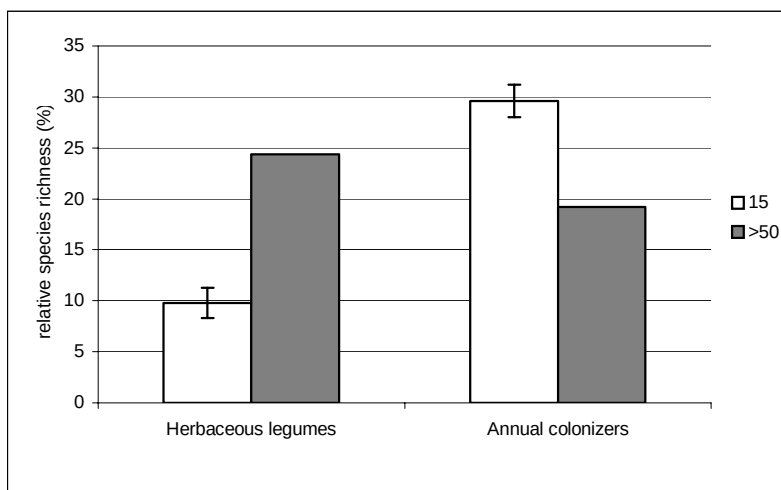
- Οι ομάδες των υποχρεωτικώς σπερμοαναγεννώμενων μονοετών και πολυετών ψυχανθών (ομάδες *Lathyrus cicera* και *Bituminaria bituminosa*, αντιστοίχως), οι οποίες αναμένεται να αποτελούν τις πλουσιότερες σε είδη αλλά και τις αφθονότερες ομάδες στη διάρκεια των πρώτων μετωπικών ετών (Παπαβασιλείου 2001, Kazanis & Arianoutsou 2004) και οι οποίες, επίσης, υποεκπροσωπούνταν τόσο ως προς την αφθονία (Εικ. 1) όσο και ως προς τον χλωριδικό τους πλούτο (Εικ. 3 και 4).
- Τέλος, η ομάδα των μονοετών εποικιστών (ομάδα *Aira elegantissima*), δηλαδή ειδών που, λόγω μακρόχρονης διασποράς, εγκαθίστανται σε θέσεις όπου υπάρχει διαθεσιμότητα χώρου, γεγονός που εξηγεί την αυξημένη τους παρουσία στις διπλοκαμένες θέσεις (Εικ. 3 και 4). Τα είδη της ομάδας αυτής καταγράφονται και σε περιπτώσεις ικανοποιητικώς αναγεννώμενων πευκοδασών, αλλά σε μικρότερη αναλογία ως προς το σύνολο των ειδών (Kazanis & Arianoutsou 2004).



Εικόνα 2. Ολική κάλυψη της βλάστησης και κάλυψη των ξυλωδών φυτών, των ειδών *Cistus* spp. και των ποωδών ψυχανθών σε τέσσερις θέσεις στον Αυλώνα (όρος Πάρνηθα) καμένες σε μεσοδιάστημα 4 ετών (δίνεται μέσος όρος και τυπική απόκλιση) και σε μια γειτονική θέση όπου το μεσοδιάστημα φωτιάς ξεπερνούσε τα 50 χρόνια. Οι μετρήσεις αφορούν τον 4^ο μεταπυρικό χρόνο (συγχρονική προσέγγιση).



Εικόνα 3. Σύγκριση της συμμετοχής των ποωδών ψυχανθών και των μονοετών εποίκιστών στο συνολικό χλωριδικό πλούτο της φυτοκοινότητας πριν (3^{ος} μεταπυρικός χρόνος) και μετά (4^{ος} μεταπυρικός χρόνος) την φωτιά του 1998 στη θέση Μικρή Μαυρηγόρα του Πεντελικού όρους (διαχρονική προσέγγιση).



Εικόνα 4. Η συμμετοχή των ποωδών ψυχανθών και των μονοετών εποικιστών στον συνολικό χλωριδικό πλούτο των φυτοκοινοτήτων σε τέσσερις θέσεις στον Αυλώνα (όρος Πάρνηθα) καμένες σε μεσοδιάστημα 4 ετών (δίνεται μέσος όρος και τυπική απόκλιση) και σε μια γειτονική θέση όπου το μεσοδιάστημα φωτιάς ξεπερνούσε τα 50 χρόνια. Οι μετρήσεις αφορούν τον 4^ο μεταπυρικό χρόνο (συγχρονική προσέγγιση).

Συμπερασματικά, το μεσοδιάστημα φωτιάς αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιτυχούς ή μη αναγέννησης και επανάκαμψης των μεσογειακών πευκοδασών, με διαφαινόμενη την υποκατάσταση της δασικής από ανοιχτή, θαμνώδη βλάστηση. Οι συνέπειες της μεταβολής αυτής σε επίπεδο βιοποικιλότητας αλλά και λειτουργίας οικοσυστημάτων και τοπίων είναι δύσκολο να προβλεφθεί. Εντούτοις, δεδομένης της τάσης αύξησης της συχνότητας των δασικών πυρκαγιών και του υψηλού κόστους διαχείρισης των καμένων εκτάσεων, η εργασία εντάσσεται σε μια γενικότερη προσπάθεια δημιουργίας ενός ορθολογικού πλαισίου λήψης αποφάσεων για την εφαρμογή των κατάλληλων διαχειριστικών πρακτικών και με την σωστή προτεραιότητα στις θέσεις εκείνες όπου απαιτείται.

Βιβλιογραφία

- Arianoutsou M. 2001. Landscape changes in Mediterranean ecosystems of Greece: implication for fire and biodiversity. *Journal of Mediterranean Ecology* 2(3-4): 165-178.
- Arianoutsou M. & Ne'eman G. 2000. Post-fire regeneration of natural *Pinus halepensis* forests in the East Mediterranean basin. Pp. 269-290. In: Ne'eman G. & Trabaud L. (eds), *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*, Leiden.
- Arianoutsou M., Kazanis D., Kokkoris Y. & Skourou P. 2002. Land-use interactions with fire in Mediterranean *Pinus halepensis* landscapes of Greece: patterns of

- biodiversity. In: Viegas, D.X. (ed.), Proceedings of the 4th International Conference of Forest Fire Research, Luso, Portugal. Millpress, Rotterdam (electronic edition).
- Arianoutsou M., Kazanis D., Gimeno T., Pausas J.G. & Vallejo V.R. 2005. Indicators of fire sensitive ecosystems, including ecosystem vulnerability map of a pilot area. Deliverable D333 of SPREAD project EVGT-CT2001-0043.
- Davis G.W. 1998. Landscapes and biodiversity in Mediterranean-type ecosystems: the role of changing fire regimes. Pp. 109-131. In: Moreno J.M. (ed.), Large forest fires, Leiden.
- Gill A.M. & Williams J.E. 1996. Fire regimes and biodiversity: the effects of fragmentation of southeastern Australian forests by urbanization, agriculture and pine plantations. *Forest Ecology and Management* 85: 261-278.
- Kazanis D. & Arianoutsou M. 1996. Vegetation composition in a post-fire successional gradient of *Pinus halepensis* forests in Attica, Greece. *Int. J. Wildland Fire* 6: 83-91.
- Kazanis D. & Arianoutsou M. 2002. Long-term post-fire dynamics of *Pinus halepensis* forests of Central Greece: plant community patterns. In: D.X. Viegas (ed.), Proceedings of the IV International Conference on Forest Fire Research, Luso, Portugal. Millpress, Rotterdam (electronic edition).
- Kazanis D. & Arianoutsou M. 2004. Long-term post-fire dynamics of *Pinus halepensis* forests of Central Greece: a functional group approach. *Plant Ecology* 171: 101-121.
- Keeley J.E. 1986. Resilience of mediterranean shrub communities to fire. Pp. 95-112. In: Dell B., Hopkins A.J.M. & Lamont B.B. (eds), Resilience in Mediterranean-type Ecosystems, Dordrecht.
- Lavorel S., Canadell J., Rambal S. & Terradas J. 1998. Mediterranean terrestrial ecosystems: research priorities to global change effects. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 157-166.
- Lloret F. & Vila M. 2003. Diversity patterns of plant functional types in relation to fire regime and previous land use in Mediterranean woodlands. *Journal of Vegetation Science* 14(3): 387-398.
- Naveh Z. 1994. The role of fire and its management in the conservation of mediterranean ecosystems and landscapes. Pp 163-185. In: Moreno J.M. & Oechel W.C. (eds), The role of fire in Mediterranean-type ecosystems. *Ecological Studies* 107. New York.
- Παπαβασιλείου Σ. 2001. Η σημασία των ψυχανθών στην μεταπυρική αναγέννηση Μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Pausas J.G. 1999. Response of plant functional types to changes in the fire regime in Mediterranean ecosystems: A simulation approach. *J. Veg. Sci.* 10: 717-722.
- Pausas J.G., Carbó E., Caturla R.N., Gil J.M. & Vallejo R. 1999. Post-fire regeneration patterns in the eastern Iberian Peninsula. *Acta Oecologica* 20(5): 499-508.
- Pausas J.G., Gimeno T. & Vallejo R. 2002. Fire severity and pine regeneration in the eastern Iberian Peninsula. In: Viegas D.X. (ed.), Proceedings of the 4th International Conference of Forest Fire Research, Luso, Portugal, Millpress, Rotterdam (electronic edition).
- Schiller G., Ne'eman G. & Korol L. 1997. Post-fire vegetation dynamics in a native *Pinus halepensis* forest on Mt. Carmel Israel. *Israel J. of Plant Sciences* 45: 297-308.

- Σκούρου Π. 2003. Μελέτη της δυναμικής πληθυσμών εκπροσώπων του γένους *Cistus* σε μεταπυρικά στάδια διαδοχής δασών *Pinus halepensis* της Αττικής. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Thornes J.B. 1990. The interaction of erosion and vegetation dynamics in land degradation: spatial outcomes. Pp. 41-54. In: Thornes J.B. (ed.), *Vegetation and Erosion*, New York.
- Trabaud L. 2000. Post-fire regeneration in *Pinus halepensis* forests in the West Mediterranean. Pp. 244-267. In: Ne'eman G. & Trabaud L. (eds), *Ecology, biogeography and management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* forest ecosystems in the Mediterranean Basin*, Leiden.
- Trabaud L. & Galtie J.F. 1996. Effects of fire frequency on plant communities and landscape pattern in the Massif des Aspres (southern France). *Landscape Ecology* 4: 215-224.

Δομή φακιδίων στο βλαστό των φυτών *Olea europaea* και *Cercis siliquastrum*

Καλαχάνης Δ. & Ψαράς Γ.Κ.

Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Η δομή των φακιδίων των φυτών *Olea europaea* και *Cercis siliquastrum* μελετήθηκε σε νεαρούς και ώριμους βλαστούς με τη χρήση οπτικού μικροσκοπίου φθορισμού, ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (Scanning Electron Microscope - SEM) καθώς και με ιστοχημικές τεχνικές. Τα φακίδια των δύο φυτών διαφέρουν ως προς τη δομή τους. Επιπλέον, από τις έως τώρα παρατηρήσεις μας, στα φακίδια του *Cercis siliquastrum* συμβαίνουν μεταβολές κατά τη διάρκεια του έτους ενώ δεν φαίνεται να συμβαίνει το ίδιο στην *Olea europaea*. Τέλος, κατά τη χειμερινή περίοδο, σε περιοχές εσωτερικά των φακιδίων του *Cercis siliquastrum* παρατηρήθηκε έντονος φθορισμός της χλωροφύλλης.

Structure of the lenticels of *Olea europaea* and *Cercis siliquastrum* stems

Kalachanis D. & Psaras G.K.

Section of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras, 265 00 Patras, Greece.

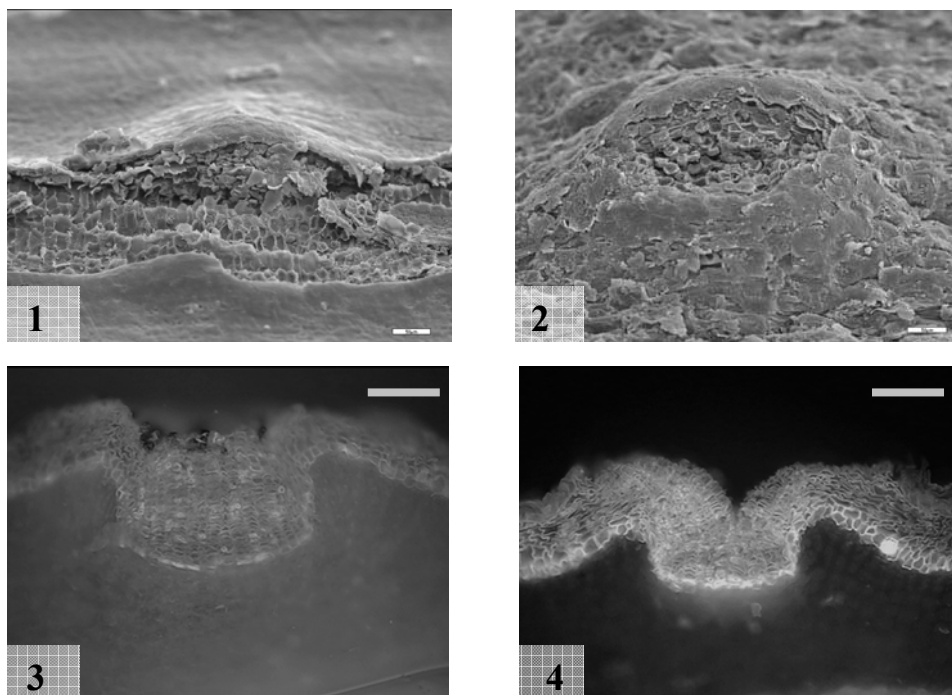
Abstract

The structure of *Olea europaea* and *Cercis siliquastrum* lenticels has been studied in young and mature stems using epi-fluorescence microscopy, Scanning Electron Microscopy and histochemical techniques. The lenticels of the two species differ in their structure. Lenticels of *C. siliquastrum* undergo structural modifications during the year, whereas this does not occur to those of *O. europaea*. During the winter period, intense auto-fluorescence in the inner tissues of the lenticels has been observed.

Εισαγωγή

Τα φακίδια είναι σχηματισμοί κυρίως των βλαστών αλλά σπανιότερα και των καρπών, των ριζών και των φύλλων. Αποτελούν ειδικές διαφοροποιημένες δομές του περιδέρματος και χαρακτηρίζονται από χαλαρά διευθετημένα κύτταρα, τα γεμιστικά. Η δομή τους έχει περιγραφεί για αρκετά είδη (Wutz 1955, Graça & Pereira 2004), ενώ έχουν μελετηθεί και οι κατά τη διάρκεια του έτους μεταβολές που υφίστανται (Rosner &

Kartusch 2003). Στα φακίδια έχει κατά το παρελθόν αποδοθεί ο ρόλος της ανταλλαγής αερίων στο βλαστό. Κατά τα τελευταία χρόνια προτάθηκε μια διαφορετική λειτουργία για τους σχηματισμούς αυτούς. Έχει άλλωστε υποστηριχθεί (Mancuso & Marras 2003) ότι η μεταφορά του οξυγόνου στους ιστούς του βλαστού πραγματοποιείται μέσω του διαπνευστικού ρεύματος και όχι μέσω διάχυσης. Έτσι, σε έρευνες σχετικές με τη φωτοσύνθεση του βλαστού (Pfanzen et al. 2002, Aschan & Pfanzen 2003), τα φακίδια θεωρήθηκαν ως οι δομές εκείνες μέσω των οποίων το φως διέρχεται στο εσωτερικό του βλαστού ώστε να επιτευχθεί η μέσω της φωτοσύνθεσης απορρόφηση του CO₂. Πιο πρόσφατα δεδομένα (Manetas & Pfanzen 2004), ωστόσο, δεν συμφωνούν με αυτή την υπόθεση. Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι η λειτουργία των φακιδίων αποτελεί ακόμα ένα ζήτημα προς μελέτη και διευκρίνιση. Αντικείμενο της μελέτης αυτής αποτελεί η δομή των φακιδίων του βλαστού των φυτών *Olea europaea* και *Cercis siliquastrum*, καθώς και το κατά πόσο είναι αυτή συνάρτηση της εποχής και των κλιματικών συνθηκών. Απώτερος σκοπός είναι να δοθούν απαντήσεις σχετικά με τη φυσιολογία των σχηματισμών αυτών.

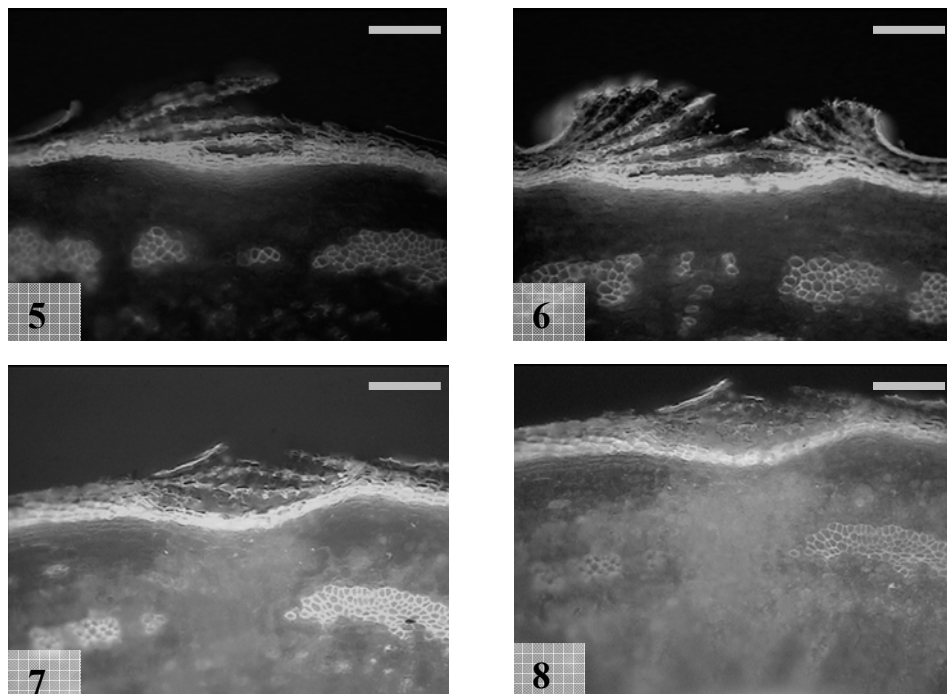


Εικόνες 1-4. 1, Φακίδιο του φυτού *Cercis siliquastrum* (SEM). 2, Φακίδιο του φυτού *Olea europaea* (SEM), 3, Φακίδιο σε εγκάρσια τομή βλαστού *O. europaea* (Sudan III, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 02) το μήνα Νοέμβριο. 4, Φακίδιο σε εγκάρσια τομή βλαστού *O. europaea* (Fluorol yellow, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 02) το μήνα Μάρτιο. Κλίμακες 1-2 = 50μm, Κλίμακες = 0,1 mm.

Υλικά και μέθοδοι

Το προς μελέτη υλικό συνελέγη από φυτά που βρίσκονται στο χώρο του Πανεπιστημίου Πατρών.

Για την παρατήρηση σε οπτικό μικροσκόπιο, λεπτές τομές των βλαστών (από τρία διαφορετικά στάδια ωριμότητας) ελήφθησαν με τη βοήθεια λεπίδας. Ακολούθησε χρώση των τομών αυτών με τρεις διαφορετικές χρωστικές. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν οι χρωστικές Toluidine blue O, Sudan III και fluorol yellow 088. Η πρώτη είναι μη ειδική χρωστική ενώ οι δύο άλλες είναι ειδικές για τον εντοπισμό της φελλίνης (Brundrett et al. 1991). Η παρατήρηση έγινε σε μικροσκόπιο AxioPlan της εταιρείας Zeiss εφοδιασμένο με λάμπα φθορισμού (HBO 50W), ενώ δύο σειρές φίλτρων



Εικόνα 5-8. 5, Φακίδιο σε εγκάρσια τομή βλαστού *Cercis siliquastrum* (Fluorol yellow, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 02) το μήνα Μάρτιο πριν την ανθοφορία. 6, Φακίδιο σε εγκάρσια τομή βλαστού *C. siliquastrum* (Fluorol yellow, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 02) το μήνα Μάρτιο μετά την ανθοφορία. 7, Φακίδιο σε εγκάρσια τομή βλαστού *C. siliquastrum* (Toluidine blue O, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 02) το μήνα Φεβρουάριο. 8, Το ίδιο παρασκεύασμα με διαφορετική σειρά φίλτρων για τον εντοπισμό του φθορισμού της χλωροφύλλης (Toluidine blue O, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 09). Κλίμακες = 0,1 mm.

χρησιμοποιήθηκαν κατά περίπτωση (ΟΜΦ, σειρά 02 της Zeiss: G365, FT395, LP420 για τον εντοπισμό της φελλίνης και σειρά 09 της Zeiss: 450-490, FT510, LP520 για τον εντοπισμό της χλωροφύλλης). Οι φωτογραφίες ελήφθησαν με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή.

Για την παρατήρηση σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (Scanning Electron Microscope-SEM) βλαστοί μονιμοποιήθηκαν σε διαλύματα γλουταρικής αλδεϋδης (σε ρυθμιστικό διάλυμα 3:2 Na₂HPO₄ και NaH₂PO₄) και τετροξειδίου του οσμίου (1% στο ίδιο ρυθμιστικό), αφυδατώθηκαν σε διαλύματα αυξανόμενης συγκέντρωσης ακετόνης, ξηράθηκαν σε συσκευή Critical Point Drier, επιχρυσώθηκαν και παρατηρήθηκαν σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης JSM 6300.

Συμπεράσματα

Από τα έως τώρα δεδομένα μας μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι:

- Η δομή των φακιδίων μεταξύ των δύο φυτών διαφέρει σημαντικά (Εικ. 1, 2).
- Κατά τη διάρκεια του έτους δεν φαίνεται να συμβαίνει κάποια σημαντική αλλαγή στην δομή των φακιδίων της *O. europaea* (Εικ. 3, 4), ενώ στα φακίδια του *C. siliquastrum* (Εικ. 5, 6) ένα νέο επιφανειακό στρώμα κυττάρων, στα τοιχώματα των οποίων έχει εναποτεθεί φελλίνη, αντικαθιστά το παλαιό που σπάζει στην αρχή της βλαστητικής περιόδου.
- Κατά τη χειμερινή κυρίως αλλά και κατά την εαρινή περίοδο εντοπίζεται έντονος φθορισμός της χλωροφύλλης σε περιοχές εσωτερικά των φακιδίων του *C. siliquastrum* (Εικ. 7, 8).
- Περαιτέρω μελέτες είναι απαραίτητες με σκοπό την διασαφήνιση της δομής και ενδεχομένως της λειτουργίας των φακιδίων.

Βιβλιογραφία

- Aschan G. & Pfanz H. 2002. Non-foliar photosynthesis – a strategy of additional carbon acquisition. *Flora* 198: 81-97.
- Brundrett M.C., Kendrick B. & Peterson C.A. 1991. Efficient lipid staining in plant material with Sudan red 7B or fluorol yellow 088 in polyethylene glycol-glycerol. *Biotechnic and Histochemistry* 66: 111-116.
- Graça J. & Pereira H. 2004. The periderm development in *Quercus suber*. *IAWA Journal* 25: 325-335.
- Mancuso S. & Marras A.M. 2003. Different pathways of the oxygen supply in the sapwood of young *Olea europaea* trees. *Planta* 216: 1028-1033.
- Manetas Y. & Pfanz H. 2004. Spatial heterogeneity of light penetration through periderm and lenticels and concomitant patchy acclimation of corticular photosynthesis. *Trees Structure and Function* DOI: 10.1007/s00468-004-0399-7.
- Pfanz H., Aschan G., Langefeld-Heyser R., Wittmann C. & Loose M. 2002. Ecology and ecophysiology of tree stems: corticular and wood photosynthesis. *Naturwissenschaften* 89: 147-162.
- Rosner S. & Kartusch B. 2003. Structural changes in primary lenticels of Norway spruce over the seasons. *IAWA Journal* 24: 105-116.
- Wutz A. 1955. Anatomische Untersuchungen über System und periodische Veränderungen der Lenticellen. *Botanische Studien* 4: 43-72.

Επίπτωση του μειωμένου μεσοδιαστήματος φωτιάς στην αναγέννηση φυτικών βιοκοινοτήτων Χαλέπιου πεύκης - Διαχρονική και συγχρονική προσέγγιση

Καζάνης Δ. & Αριανούτσου Μ.

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής,
Τμήμα Βιολογίας, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Τα μεσογειακά πευκοδάση έχουν την ικανότητα επανισορόπησης μετά τη φωτιά, εφόσον το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών περιστατικών φωτιάς επιτρέπει στα είδη να αναγεννηθούν επιτυχώς. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η απόκριση των φυτοκοινοτήτων αυτών σε μεσοδιαστήματα μικρότερα της δεκαετίας με μια διαχρονική και μια συγχρονική προσέγγιση. Από το σύνολο των ειδών, τα υποχρεωτικώς σπερμοαναγεννώμενα είναι εκείνα που επηρεάζονται περισσότερο από το βραχύ μεσοδιάστημα. Η Χαλέπιος πεύκη παρουσιάζει μηδενική αναγέννηση, ενώ τα είδη με σκληροπεριβληματικά σπέρματα (μέλη των οικογενειών Cistaceae και Leguminosae) υποεκπροσωπούνται. Αντιθέτως, παρατηρήθηκε υπερεκπροσώπηση ειδών με ικανότητα μακρόχρονης διασποράς των σπερμάτων τους (κυρίως μελών των οικογενειών Gramineae και Compositae), τα οποία εκμεταλλεύονται την αυξημένη διαθεσιμότητα χώρου για να εγκατασταθούν. Συνολικά, το μειωμένο μεσοδιάστημα φωτιάς οδηγεί σε αλλαγή της φυσιογνωμίας της βλάστησης, με επικράτηση ανοιχτής θαμνώδους βλάστησης στη θέση των πευκοδασών, ενώ παράλληλα μεταβάλλεται η βιοποικιλότητα σε επίπεδο φυτικών λειτουργικών ομάδων.

Effect of reduced fire interval on the regeneration of *P. halepensis* plant communities. A diachronic and a synchronic approach

Kazanis D. & Arianoutsou M.

University of Athens, Department of Ecology and Systematics,
Faculty of Biology, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

Mediterranean pine forests are resilient to fire given that there is an adequate fire interval for species to be able to regenerate. In the present study, the response of plant communities burned at a fire interval shorter than a decade is been examined. Species more affected by the reduced fire interval are the obligate seeders. The dominant *Pinus halepensis* doesn't succeed to regenerate while species with hard-coated seeds (such as

members of the Cistaceae and Leguminosae families) are underrepresented after fire. On the contrary, species characterized by long distance dispersal (primarily, members of the Gramineae and Compositae families) are over-represented by taking advantage of the increased space availability. Overall, the tendency seems to be towards the formation of shrublands instead of woodlands, with alterations to the functional group diversity of the communities in question.

Εισαγωγή

Ο οικολογικός ρόλος της φωτιάς ως προς την διατήρηση της δομής και της βιοποικιλότητας των μεσογειακών πευκοδασών είναι, πλέον, ευρύτατα αποδεκτός και κατανοητός (Naveh 1994, Arianoutsou & Ne'eman 2000). Στα δάση *Pinus halepensis*, ειδικότερα, το μακροπρόθεσμο πρότυπο μεταπυρικής δυναμικής της βλάστησης έχει καταγραφεί, αποδεικνύοντας την ικανότητα επανισορόπησης που χαρακτηρίζει τα οικοσυστήματα αυτά (π.χ., Kazanis & Arianoutsou 1996, 2002, 2004, Schiller et al. 1997, Trabaud 2000). Εντούτοις, υπό ορισμένες συνθήκες, η ικανότητα αυτή χάνεται ή περιορίζεται, με αποτέλεσμα η φωτιά να σχετίζεται με τον κίνδυνο μεταβολών στη φυσιολογία και την σύνθεση της βλάστησης, αλλά και με τον κίνδυνο διάβρωσης και υποβάθμισης των εδαφών (Arianoutsou et al. 2002, Lloret & Vila 2003, Pausas et al. 2002, Αριανούτσου κ.ά. 2005). Ο συχνότερος παράγοντας απώλειας της ικανότητας επανισορόπησης των μεσογειακών πευκοδασών στην Ελλάδα είναι η μεταβολή του καθεστώτος φωτιάς, και ειδικότερα η μείωση του χρονικού διαστήματος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών περιστατικών φωτιάς (Arianoutsou 2001, Arianoutsou et al. 2002).

Τα φυτικά είδη των μεσογειακών πευκοδασών αναγεννώνται μετά τη φωτιά με δύο κυρίως τρόπους (Kazanis & Arianoutsou 1996), είτε με παραγωγή αναβλαστημάτων από υπόγειες δομές που δεν καταστράφηκαν από τη δράση της φωτιάς, είτε με φύτευση σπερμάτων, τα οποία διατηρούνταν σε υπόγειες ή υπέργειες (κόνους) τράπεζες σπερμάτων. Τόσο στην πρώτη περίπτωση, όσο και στη δεύτερη, τα είδη χρειάζονται ένα ελάχιστο χρονικό μεσοδιάστημα ώστε, στην περίπτωση των αναβλαστανόντων να αποταμιεύσουν την απαραίτητη ποσότητα υδατανθράκων για την μεταπυρική τους αναγέννηση, στην δε περίπτωση των σπέρμοαναγεννώμενων για να παραχθεί ένας ικανοποιητικός αριθμός σπερμάτων που θα εξασφαλίσει την αναγέννηση του πληθυσμού τους.

Αντίστοιχα με ότι έχει αναφερθεί και από άλλες περιοχές του πλανήτη (Gill & Williams 1996, Davis 1998), οι μεταβολές στις κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες και, κατ' επέκταση, στη χρήση γης, αποτελούν την κύρια αιτία της μεταβολής αυτής (Trabaud & Galtie 1996, Pausas et al. 1999, Arianoutsou 2001). Η τάση αυτή μπορεί να γίνει εντονότερη στο μέλλον, υπό το πρίσμα της πλανητικής αλλαγής (Lavorel et al. 1998). Είναι, λοιπόν, κατανοητή η ανάγκη αναγνώρισης των παραμέτρων εκείνων της βλάστησης, καθώς και εκείνων των φυτικών ομάδων που επηρεάζονται περισσότερο από το διαμορφούμενο καθεστώς φωτιάς, τόσο ως προς την πρόβλεψη της μελλοντικής τάσης των καμένων οικοσυστημάτων όσο και ως προς την καθοδήγηση των αρμόδιων αρχών για την αποκατάσταση των οικοσυστημάτων αυτών. Έχει υποστηριχθεί πως η ομαδοποίηση των ειδών σε λειτουργικές ομάδες συμβάλλει προς την αξιολόγηση της επανισορροπητικής ικανότητας των μεσογειακών πευκοδασών, μέσω της αξιοποίησης

κάποιων εξ' αυτών ως κατάλληλων δεικτών (Keeley 1986, Pausas 1999). Στα οικοσυστήματα αυτά, με κριτήριο το μακροπρόθεσμο πρότυπο της μεταπυρικής τους δυναμικής, έχουν διακριθεί 27 λειτουργικές ομάδες φυτικών ειδών (Kazanis & Arianoutsou 2004). Για την εξακρίβωση, λοιπόν, των πλέον κατάλληλων λειτουργικών ομάδων για να αξιοποιηθούν ως δείκτες επανισορροπητικής ικανότητας εφαρμόσαμε μια διαχρονική και μια συγχρονική προσέγγιση.

Περιοχή μελέτης

Το καλοκαίρι του 1998 ξέσπασαν στην περιοχή της Αττικής δύο μεγάλες πυρκαγιές, οι οποίες αποτέφρωσαν, σε μεγάλο ποσοστό, εκτάσεις που είχαν ξανακαεί μέσα στη δεκαετία του '90. Μέσα στα όρια των «διπλοκαμένων» αυτών εκτάσεων εγκαταστήσαμε πειραματικές επιφάνειες, για την καταγραφή της αναγέννησης των φυτικών βιοκοινοτήτων. Σε δύο περιπτώσεις, υπήρχε δυνατότητα άμεσης εκτίμησης του ρόλου του μειωμένου μεσοδιαστήματος της φωτιάς. Στη μία περίπτωση, η φωτιά αποτέφρωσε φυτοκοινότητα ηλικίας 3 ετών, στην οποία είχαμε εγκαταστήσει πειραματικές επιφάνειες και γνωρίζαμε τα χαρακτηριστικά της βλάστησης πριν από τη φωτιά του 1998, με αποτέλεσμα να μπορούμε να συγκρίνουμε την κατάσταση αυτή με αυτή που διαμορφώθηκε μετά τη δεύτερη φωτιά (διαχρονική προσέγγιση). Στην άλλη περίπτωση, η διπλοκαμένη έκταση γειτόνευε με έκταση που κάλυπτε ώριμο πευκοδάσος πριν από τη φωτιά του 1998, και κατά συνέπεια μπορούμε να συγκρίνουμε το αποτέλεσμα του διαφορετικού μεσοδιαστήματος φωτιάς σε γειτονικές θέσεις (συγχρονική προσέγγιση). Η διαχρονική προσέγγιση εφαρμόστηκε εντός των ορίων της καμένης έκτασης του όρους Πεντέλης, στη θέση Μικρή Μαυρηγόρα, και η δεύτερη στην καμένη έκταση του όρους Πάρνηθα, κοντά στο χωριό του Αυλώνα.

Μεθοδολογία

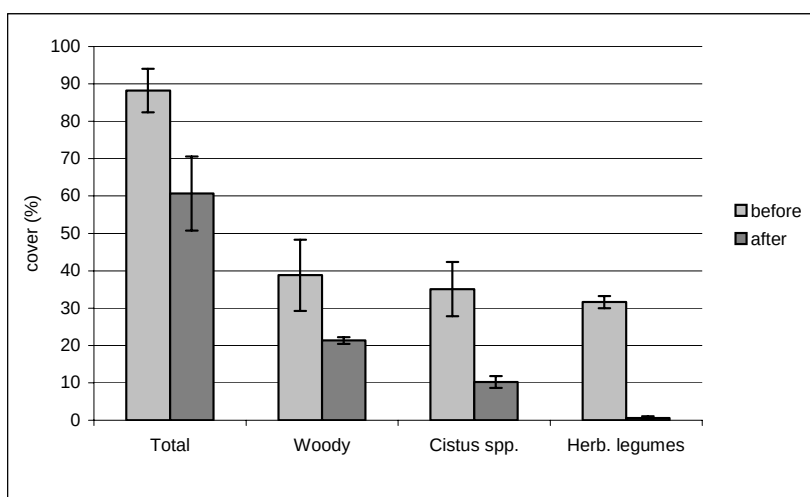
Σε κάθε θέση έγινε καταγραφή της σύνθεσης της βλάστησης με την μέθοδο των διατομών. Εγκαταστήσαμε τρεις διατομές των 50 μέτρων και καταγράψαμε το σύνολο των φυτικών ειδών που συναντούσαμε κατά μήκος της διατομής. Για τον προσδιορισμό της κάλυψης της βλάστησης, αλλά και της κάλυψης διαφορετικών φυτικών ομάδων, καταγράψαμε τα φυτικά είδη που συναντούσαμε ανά διάστημα μισού μέτρου, κατά μήκος της διατομής. Η εργασία πεδίου πραγματοποιήθηκε την άνοιξη του 2002, όταν δηλαδή, οι φυτοκοινότητες διένυναν το τέταρτο έτος μετά τη φωτιά.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Ένα πρώτο αποτέλεσμα αποτελεί η μειωμένη κάλυψη του εδάφους από βλάστηση στις διπλοκαμένες θέσεις (Εικ. 1 και 2), συνέπεια της μειωμένης αναγέννησης κάποιων σημαντικών φυτικών ομάδων. Η μειωμένη κάλυψη, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να μην ξεπερνάει το 30% (Arianoutsou et al. 2005) είναι ένας παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη σε σχέση με τον κίνδυνο διάβρωσης και υποβάθμισης των εδαφών (Thornes 1990).

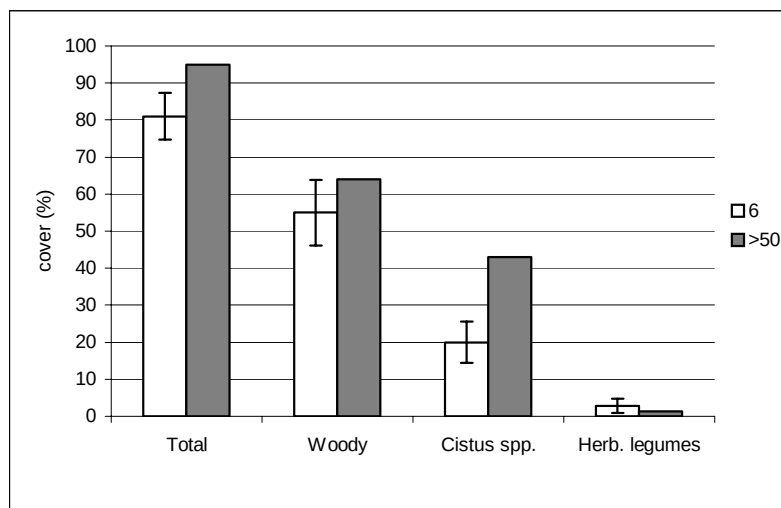
Από το σύνολο των 27 λειτουργικών ομάδων, αυτές που παρουσίασαν την μεγαλύτερη απόκλιση από το αναμενόμενο, λόγω μειωμένου μεσοδιαστήματος φωτιάς, και άρα μπορούν να λειτουργήσουν ως δείκτες μειωμένης επανισορροπητικής ικανότητας των οικοσυστημάτων, ήταν οι εξής:

- Η ομάδα των υποχρεωτικώς σπερμοαναγεννώμενων ξυλωδών ειδών (ομάδα *Cistus creticus*), η οποία περιλαμβάνει είδη (κυρίως *Cistus* spp.) που αναμένεται να παρουσιάζουν υψηλές πυκνότητες και κάλυψη μετά τη φωτιά (Σκούρου 2003, Kazanis & Arianoutsou 2004) και η οποία παρουσίασε υποεκπροσώπηση (Εικ. 1 και 2).

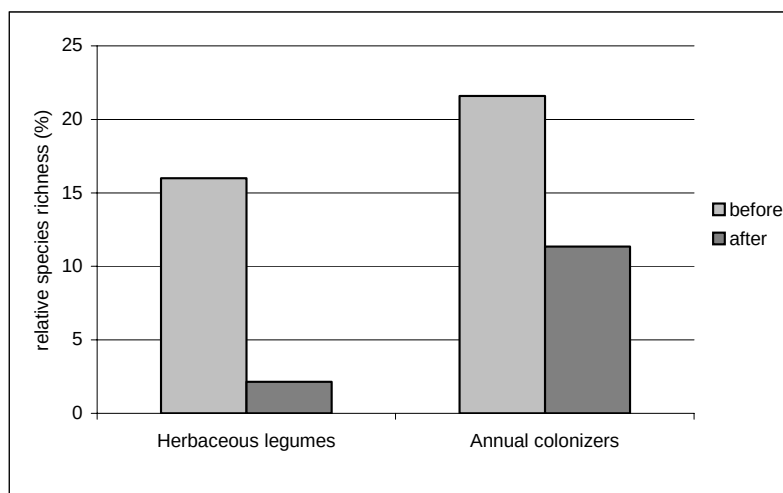


Εικόνα 1. Σύγκριση της μέσης ολικής κάλυψης της βλάστησης, όπως και της κάλυψης των ξυλωδών φυτών, των ειδών *Cistus* spp. και των ποωδών ψυχανθών πριν (3^{ος} μεταπυρικός χρόνος) και μετά (4^{ος} μεταπυρικός χρόνος) τη φωτιά του 1998 στη θέση Μικρή Μαυρηγόρα του Πεντελικού όρους (διαχρονική προσέγγιση).

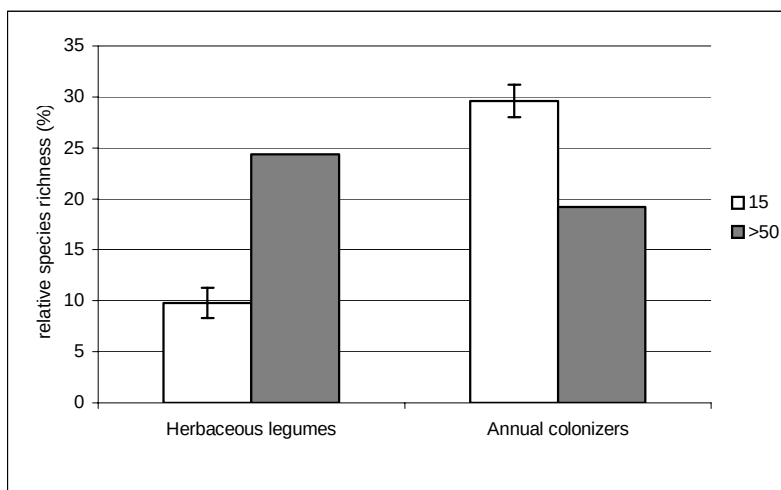
- Οι ομάδες των υποχρεωτικώς σπερμοαναγεννώμενων μονοετών και πολυετών ψυχανθών (ομάδες *Lathyrus cicera* και *Bituminaria bituminosa*, αντιστοίχως), οι οποίες αναμένεται να αποτελούν τις πλουσιότερες σε είδη αλλά και τις αφθονότερες ομάδες στη διάρκεια των πρώτων μετωπικών ετών (Παπαβασιλείου 2001, Kazanis & Arianoutsou 2004) και οι οποίες, επίσης, υποεκπροσωπούνταν τόσο ως προς την αφθονία (Εικ. 1) όσο και ως προς τον χλωριδικό τους πλούτο (Εικ. 3 και 4).
- Τέλος, η ομάδα των μονοετών εποικιστών (ομάδα *Aira elegantissima*), δηλαδή ειδών που, λόγω μακρόχρονης διασποράς, εγκαθίστανται σε θέσεις όπου υπάρχει διαθεσιμότητα χώρου, γεγονός που εξηγεί την αυξημένη τους παρουσία στις διπλοκαμένες θέσεις (Εικ. 3 και 4). Τα είδη της ομάδας αυτής καταγράφονται και σε περιπτώσεις ικανοποιητικώς αναγεννώμενων πευκοδασών, αλλά σε μικρότερη αναλογία ως προς το σύνολο των ειδών (Kazanis & Arianoutsou 2004).



Εικόνα 2. Ολική κάλυψη της βλάστησης και κάλυψη των ξυλωδών φυτών, των ειδών *Cistus* spp. και των ποωδών ψυχανθών σε τέσσερις θέσεις στον Αυλώνα (όρος Πάρνηθα) καμένες σε μεσοδιάστημα 4 ετών (δίνεται μέσος όρος και τυπική απόκλιση) και σε μια γειτονική θέση όπου το μεσοδιάστημα φωτιάς ξεπερνούσε τα 50 χρόνια. Οι μετρήσεις αφορούν τον 4^ο μεταπυρικό χρόνο (συγχρονική προσέγγιση).



Εικόνα 3. Σύγκριση της συμμετοχής των ποωδών ψυχανθών και των μονοετών εποίκιστών στο συνολικό χλωριδικό πλούτο της φυτοκοινότητας πριν (3^{ος} μεταπυρικός χρόνος) και μετά (4^{ος} μεταπυρικός χρόνος) την φωτιά του 1998 στη θέση Μικρή Μαυρηγόρα του Πεντελικού όρους (διαχρονική προσέγγιση).



Εικόνα 4. Η συμμετοχή των ποωδών ψυχανθών και των μονοετών εποικιστών στον συνολικό χλωριδικό πλούτο των φυτοκοινοτήτων σε τέσσερις θέσεις στον Αυλώνα (όρος Πάρνηθα) καμένες σε μεσοδιάστημα 4 ετών (δίνεται μέσος όρος και τυπική απόκλιση) και σε μια γειτονική θέση όπου το μεσοδιάστημα φωτιάς ξεπερνούσε τα 50 χρόνια. Οι μετρήσεις αφορούν τον 4^ο μεταπυρικό χρόνο (συγχρονική προσέγγιση).

Συμπερασματικά, το μεσοδιάστημα φωτιάς αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιτυχούς ή μη αναγέννησης και επανάκαμψης των μεσογειακών πευκοδασών, με διαφαινόμενη την υποκατάσταση της δασικής από ανοιχτή, θαμνώδη βλάστηση. Οι συνέπειες της μεταβολής αυτής σε επίπεδο βιοποικιλότητας αλλά και λειτουργίας οικοσυστημάτων και τοπίων είναι δύσκολο να προβλεφθεί. Εντούτοις, δεδομένης της τάσης αύξησης της συχνότητας των δασικών πυρκαγιών και του υψηλού κόστους διαχείρισης των καμένων εκτάσεων, η εργασία εντάσσεται σε μια γενικότερη προσπάθεια δημιουργίας ενός ορθολογικού πλαισίου λήψης αποφάσεων για την εφαρμογή των κατάλληλων διαχειριστικών πρακτικών και με την σωστή προτεραιότητα στις θέσεις εκείνες όπου απαιτείται.

Βιβλιογραφία

- Arianoutsou M. 2001. Landscape changes in Mediterranean ecosystems of Greece: implication for fire and biodiversity. *Journal of Mediterranean Ecology* 2(3-4): 165-178.
- Arianoutsou M. & Ne'eman G. 2000. Post-fire regeneration of natural *Pinus halepensis* forests in the East Mediterranean basin. Pp. 269-290. In: Ne'eman G. & Trabaud L. (eds), *Ecology, Biogeography and Management of Pinus halepensis and P. brutia forest Ecosystems in the Mediterranean Basin*, Leiden.
- Arianoutsou M., Kazanis D., Kokkoris Y. & Skourou P. 2002. Land-use interactions with fire in Mediterranean *Pinus halepensis* landscapes of Greece: patterns of

- biodiversity. In: Viegas, D.X. (ed.), Proceedings of the 4th International Conference of Forest Fire Research, Luso, Portugal. Millpress, Rotterdam (electronic edition).
- Arianoutsou M., Kazanis D., Gimeno T., Pausas J.G. & Vallejo V.R. 2005. Indicators of fire sensitive ecosystems, including ecosystem vulnerability map of a pilot area. Deliverable D333 of SPREAD project EVGT-CT2001-0043.
- Davis G.W. 1998. Landscapes and biodiversity in Mediterranean-type ecosystems: the role of changing fire regimes. Pp. 109-131. In: Moreno J.M. (ed.), Large forest fires, Leiden.
- Gill A.M. & Williams J.E. 1996. Fire regimes and biodiversity: the effects of fragmentation of southeastern Australian forests by urbanization, agriculture and pine plantations. *Forest Ecology and Management* 85: 261-278.
- Kazanis D. & Arianoutsou M. 1996. Vegetation composition in a post-fire successional gradient of *Pinus halepensis* forests in Attica, Greece. *Int. J. Wildland Fire* 6: 83-91.
- Kazanis D. & Arianoutsou M. 2002. Long-term post-fire dynamics of *Pinus halepensis* forests of Central Greece: plant community patterns. In: D.X. Viegas (ed.), Proceedings of the IV International Conference on Forest Fire Research, Luso, Portugal. Millpress, Rotterdam (electronic edition).
- Kazanis D. & Arianoutsou M. 2004. Long-term post-fire dynamics of *Pinus halepensis* forests of Central Greece: a functional group approach. *Plant Ecology* 171: 101-121.
- Keeley J.E. 1986. Resilience of mediterranean shrub communities to fire. Pp. 95-112. In: Dell B., Hopkins A.J.M. & Lamont B.B. (eds), Resilience in Mediterranean-type Ecosystems, Dordrecht.
- Lavorel S., Canadell J., Rambal S. & Terradas J. 1998. Mediterranean terrestrial ecosystems: research priorities to global change effects. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 157-166.
- Lloret F. & Vila M. 2003. Diversity patterns of plant functional types in relation to fire regime and previous land use in Mediterranean woodlands. *Journal of Vegetation Science* 14(3): 387-398.
- Naveh Z. 1994. The role of fire and its management in the conservation of mediterranean ecosystems and landscapes. Pp 163-185. In: Moreno J.M. & Oechel W.C. (eds), The role of fire in Mediterranean-type ecosystems. *Ecological Studies* 107. New York.
- Παπαβασιλείου Σ. 2001. Η σημασία των ψυχανθών στην μεταπυρική αναγέννηση Μεσογειακών δασικών οικοσυστημάτων. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Pausas J.G. 1999. Response of plant functional types to changes in the fire regime in Mediterranean ecosystems: A simulation approach. *J. Veg. Sci.* 10: 717-722.
- Pausas J.G., Carbó E., Caturla R.N., Gil J.M. & Vallejo R. 1999. Post-fire regeneration patterns in the eastern Iberian Peninsula. *Acta Oecologica* 20(5): 499-508.
- Pausas J.G., Gimeno T. & Vallejo R. 2002. Fire severity and pine regeneration in the eastern Iberian Peninsula. In: Viegas D.X. (ed.), Proceedings of the 4th International Conference of Forest Fire Research, Luso, Portugal, Millpress, Rotterdam (electronic edition).
- Schiller G., Ne'eman G. & Korol L. 1997. Post-fire vegetation dynamics in a native *Pinus halepensis* forest on Mt. Carmel Israel. *Israel J. of Plant Sciences* 45: 297-308.

- Σκούρου Π. 2003. Μελέτη της δυναμικής πληθυσμών εκπροσώπων του γένους *Cistus* σε μεταπυρικά στάδια διαδοχής δασών *Pinus halepensis* της Αττικής. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Thornes J.B. 1990. The interaction of erosion and vegetation dynamics in land degradation: spatial outcomes. Pp. 41-54. In: Thornes J.B. (ed.), *Vegetation and Erosion*, New York.
- Trabaud L. 2000. Post-fire regeneration in *Pinus halepensis* forests in the West Mediterranean. Pp. 244-267. In: Ne'eman G. & Trabaud L. (eds), *Ecology, biogeography and management of *Pinus halepensis* and *P. brutia* forest ecosystems in the Mediterranean Basin*, Leiden.
- Trabaud L. & Galtie J.F. 1996. Effects of fire frequency on plant communities and landscape pattern in the Massif des Aspres (southern France). *Landscape Ecology* 4: 215-224.

Δομή φακιδίων στο βλαστό των φυτών *Olea europaea* και *Cercis siliquastrum*

Καλαχάνης Δ. & Ψαράς Γ.Κ.

Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Η δομή των φακιδίων των φυτών *Olea europaea* και *Cercis siliquastrum* μελετήθηκε σε νεαρούς και ώριμους βλαστούς με τη χρήση οπτικού μικροσκοπίου φθορισμού, ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (Scanning Electron Microscope - SEM) καθώς και με ιστοχημικές τεχνικές. Τα φακίδια των δύο φυτών διαφέρουν ως προς τη δομή τους. Επιπλέον, από τις έως τώρα παρατηρήσεις μας, στα φακίδια του *Cercis siliquastrum* συμβαίνουν μεταβολές κατά τη διάρκεια του έτους ενώ δεν φαίνεται να συμβαίνει το ίδιο στην *Olea europaea*. Τέλος, κατά τη χειμερινή περίοδο, σε περιοχές εσωτερικά των φακιδίων του *Cercis siliquastrum* παρατηρήθηκε έντονος φθορισμός της χλωροφύλλης.

Structure of the lenticels of *Olea europaea* and *Cercis siliquastrum* stems

Kalachanis D. & Psaras G.K.

Section of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras, 265 00 Patras, Greece.

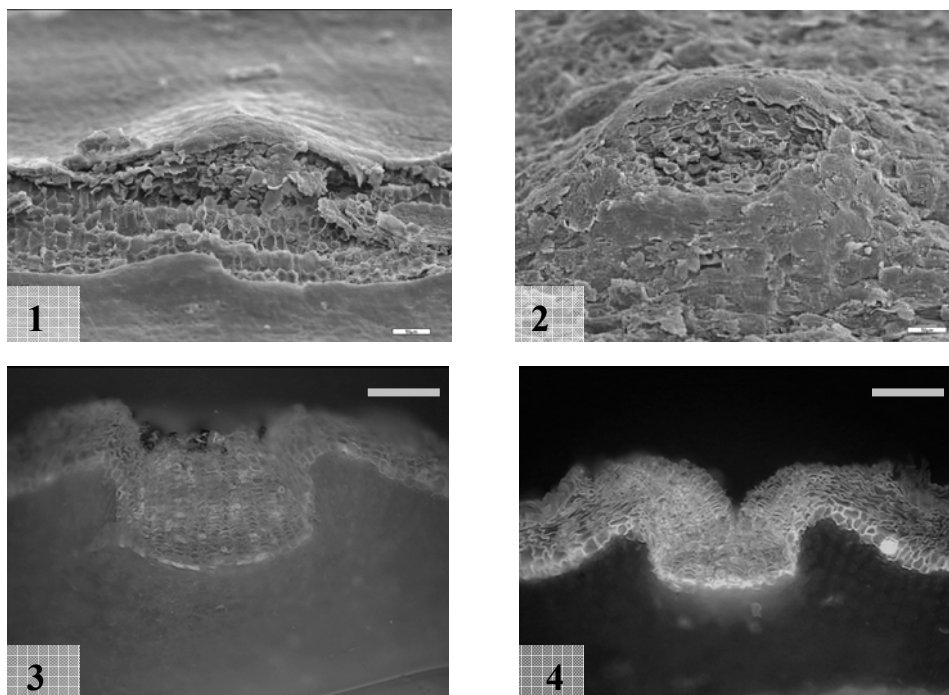
Abstract

The structure of *Olea europaea* and *Cercis siliquastrum* lenticels has been studied in young and mature stems using epi-fluorescence microscopy, Scanning Electron Microscopy and histochemical techniques. The lenticels of the two species differ in their structure. Lenticels of *C. siliquastrum* undergo structural modifications during the year, whereas this does not occur to those of *O. europaea*. During the winter period, intense auto-fluorescence in the inner tissues of the lenticels has been observed.

Εισαγωγή

Τα φακίδια είναι σχηματισμοί κυρίως των βλαστών αλλά σπανιότερα και των καρπών, των ριζών και των φύλλων. Αποτελούν ειδικές διαφοροποιημένες δομές του περιδέρματος και χαρακτηρίζονται από χαλαρά διευθετημένα κύτταρα, τα γεμιστικά. Η δομή τους έχει περιγραφεί για αρκετά είδη (Wutz 1955, Graça & Pereira 2004), ενώ έχουν μελετηθεί και οι κατά τη διάρκεια του έτους μεταβολές που υφίστανται (Rosner &

Kartusch 2003). Στα φακίδια έχει κατά το παρελθόν αποδοθεί ο ρόλος της ανταλλαγής αερίων στο βλαστό. Κατά τα τελευταία χρόνια προτάθηκε μια διαφορετική λειτουργία για τους σχηματισμούς αυτούς. Έχει άλλωστε υποστηριχθεί (Mancuso & Marras 2003) ότι η μεταφορά του οξυγόνου στους ιστούς του βλαστού πραγματοποιείται μέσω του διαπνευστικού ρεύματος και όχι μέσω διάχυσης. Έτσι, σε έρευνες σχετικές με τη φωτοσύνθεση του βλαστού (Pfanzen et al. 2002, Aschan & Pfanzen 2003), τα φακίδια θεωρήθηκαν ως οι δομές εκείνες μέσω των οποίων το φως διέρχεται στο εσωτερικό του βλαστού ώστε να επιτευχθεί η μέσω της φωτοσύνθεσης απορρόφηση του CO₂. Πιο πρόσφατα δεδομένα (Manetas & Pfanzen 2004), ωστόσο, δεν συμφωνούν με αυτή την υπόθεση. Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι η λειτουργία των φακιδίων αποτελεί ακόμα ένα ζήτημα προς μελέτη και διευκρίνιση. Αντικείμενο της μελέτης αυτής αποτελεί η δομή των φακιδίων του βλαστού των φυτών *Olea europaea* και *Cercis siliquastrum*, καθώς και το κατά πόσο είναι αυτή συνάρτηση της εποχής και των κλιματικών συνθηκών. Απώτερος σκοπός είναι να δοθούν απαντήσεις σχετικά με τη φυσιολογία των σχηματισμών αυτών.

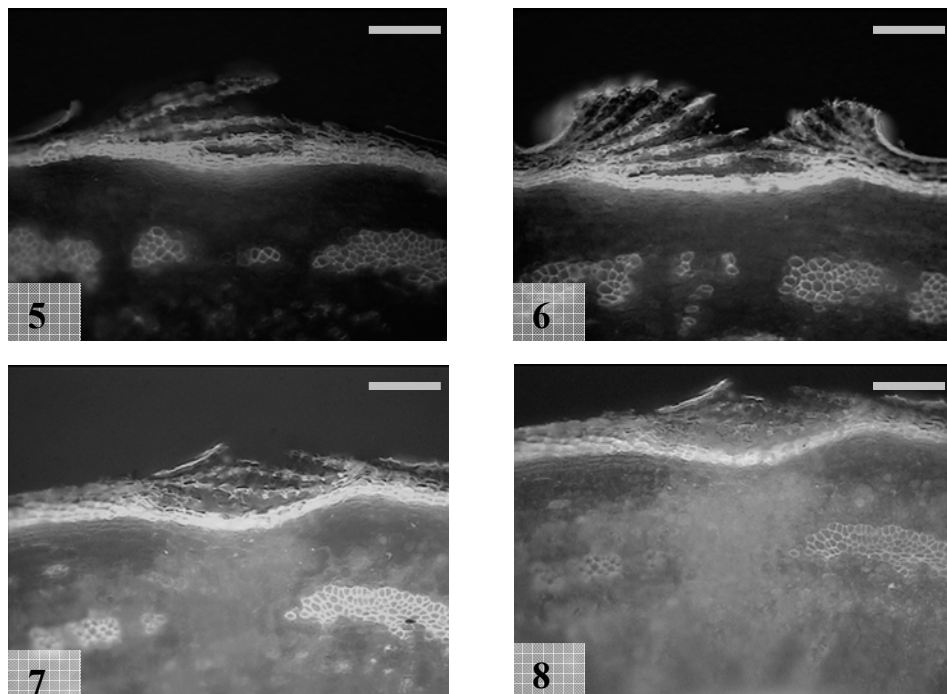


Εικόνες 1-4. 1, Φακίδιο του φυτού *Cercis siliquastrum* (SEM). 2, Φακίδιο του φυτού *Olea europaea* (SEM), 3, Φακίδιο σε εγκάρσια τομή βλαστού *O. europaea* (Sudan III, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 02) το μήνα Νοέμβριο. 4, Φακίδιο σε εγκάρσια τομή βλαστού *O. europaea* (Fluorol yellow, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 02) το μήνα Μάρτιο. Κλίμακες 1-2 = 50μm, Κλίμακες = 0,1 mm.

Υλικά και μέθοδοι

Το προς μελέτη υλικό συνελέγη από φυτά που βρίσκονται στο χώρο του Πανεπιστημίου Πατρών.

Για την παρατήρηση σε οπτικό μικροσκόπιο, λεπτές τομές των βλαστών (από τρία διαφορετικά στάδια ωριμότητας) ελήφθησαν με τη βοήθεια λεπίδας. Ακολούθησε χρώση των τομών αυτών με τρεις διαφορετικές χρωστικές. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν οι χρωστικές Toluidine blue O, Sudan III και fluorol yellow 088. Η πρώτη είναι μη ειδική χρωστική ενώ οι δύο άλλες είναι ειδικές για τον εντοπισμό της φελλίνης (Brundrett et al. 1991). Η παρατήρηση έγινε σε μικροσκόπιο AxioPlan της εταιρείας Zeiss εφοδιασμένο με λάμπα φθορισμού (HBO 50W), ενώ δύο σειρές φίλτρων



Εικόνα 5-8. 5, Φακίδιο σε εγκάρσια τομή βλαστού *Cercis siliquastrum* (Fluorol yellow, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 02) το μήνα Μάρτιο πριν την ανθοφορία. 6, Φακίδιο σε εγκάρσια τομή βλαστού *C. siliquastrum* (Fluorol yellow, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 02) το μήνα Μάρτιο μετά την ανθοφορία. 7, Φακίδιο σε εγκάρσια τομή βλαστού *C. siliquastrum* (Toluidine blue O, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 02) το μήνα Φεβρουάριο. 8, Το ίδιο παρασκεύασμα με διαφορετική σειρά φίλτρων για τον εντοπισμό του φθορισμού της χλωροφύλλης (Toluidine blue O, ΟΜΦ, σειρά φίλτρων 09). Κλίμακες = 0,1 mm.

χρησιμοποιήθηκαν κατά περίπτωση (ΟΜΦ, σειρά 02 της Zeiss: G365, FT395, LP420 για τον εντοπισμό της φελλίνης και σειρά 09 της Zeiss: 450-490, FT510, LP520 για τον εντοπισμό της χλωροφύλλης). Οι φωτογραφίες ελήφθησαν με ψηφιακή φωτογραφική μηχανή.

Για την παρατήρηση σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (Scanning Electron Microscope-SEM) βλαστοί μονιμοποιήθηκαν σε διαλύματα γλουταρικής αλδεϋδης (σε ρυθμιστικό διάλυμα 3:2 Na₂HPO₄ και NaH₂PO₄) και τετροξειδίου του οσμίου (1% στο ίδιο ρυθμιστικό), αφυδατώθηκαν σε διαλύματα αυξανόμενης συγκέντρωσης ακετόνης, ξηράθηκαν σε συσκευή Critical Point Drier, επιχρυσώθηκαν και παρατηρήθηκαν σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης JSM 6300.

Συμπεράσματα

Από τα έως τώρα δεδομένα μας μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι:

- Η δομή των φακιδίων μεταξύ των δύο φυτών διαφέρει σημαντικά (Εικ. 1, 2).
- Κατά τη διάρκεια του έτους δεν φαίνεται να συμβαίνει κάποια σημαντική αλλαγή στην δομή των φακιδίων της *O. europaea* (Εικ. 3, 4), ενώ στα φακίδια του *C. siliquastrum* (Εικ. 5, 6) ένα νέο επιφανειακό στρώμα κυττάρων, στα τοιχώματα των οποίων έχει εναποτεθεί φελλίνη, αντικαθιστά το παλαιό που σπάζει στην αρχή της βλαστητικής περιόδου.
- Κατά τη χειμερινή κυρίως αλλά και κατά την εαρινή περίοδο εντοπίζεται έντονος φθορισμός της χλωροφύλλης σε περιοχές εσωτερικά των φακιδίων του *C. siliquastrum* (Εικ. 7, 8).
- Περαιτέρω μελέτες είναι απαραίτητες με σκοπό την διασαφήνιση της δομής και ενδεχομένως της λειτουργίας των φακιδίων.

Βιβλιογραφία

- Aschan G. & Pfanz H. 2002. Non-foliar photosynthesis – a strategy of additional carbon acquisition. *Flora* 198: 81-97.
- Brundrett M.C., Kendrick B. & Peterson C.A. 1991. Efficient lipid staining in plant material with Sudan red 7B or fluorol yellow 088 in polyethylene glycol-glycerol. *Biotechnic and Histochemistry* 66: 111-116.
- Graça J. & Pereira H. 2004. The periderm development in *Quercus suber*. *IAWA Journal* 25: 325-335.
- Mancuso S. & Marras A.M. 2003. Different pathways of the oxygen supply in the sapwood of young *Olea europaea* trees. *Planta* 216: 1028-1033.
- Manetas Y. & Pfanz H. 2004. Spatial heterogeneity of light penetration through periderm and lenticels and concomitant patchy acclimation of corticular photosynthesis. *Trees Structure and Function* DOI: 10.1007/s00468-004-0399-7.
- Pfanz H., Aschan G., Langefeld-Heyser R., Wittmann C. & Loose M. 2002. Ecology and ecophysiology of tree stems: corticular and wood photosynthesis. *Naturwissenschaften* 89: 147-162.
- Rosner S. & Kartusch B. 2003. Structural changes in primary lenticels of Norway spruce over the seasons. *IAWA Journal* 24: 105-116.
- Wutz A. 1955. Anatomische Untersuchungen über System und periodische Veränderungen der Lenticellen. *Botanische Studien* 4: 43-72.

Η αυτοφυής χλωρίδα των δενδροδόχων στους δρόμους της Ρώμης

¹Καντσά Α., ²Iezzi A., ²Celesti Grapow L., ¹Κρίγκας Ν. & ¹Κοκκίνη Σ.

¹Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24, Θεσσαλονίκη.

²Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo
Moro 5, 00185 Roma, Italia.

Περίληψη

Καταγράφηκε η αυτοφυής χλωρίδα των δενδροδόχων στην πόλη της Ρώμης σε δύο εποχές του έτους, την άνοιξη και το φθινόπωρο του 2003. Ταυτόχρονα μελετήθηκε η κατανομή της στους τρεις τομείς αστικής ανάπτυξης της πόλης. Κατά μήκος δεκατεσσάρων χιλιομέτρων οδικών αξόνων βρέθηκαν 136 αυτοφυή taxa (είδη και υποείδη) στις δύο εποχές, αριθμός που αντιστοιχεί στο 10,58% της γνωστής χλωρίδας της πόλης. Επιπρόσθετα αναγνωρίστηκαν δύο taxa, τα οποία δεν αναφέρονται στη χλωρίδα της Ρώμης (*Amaranthus muricatus* και *Cymbalaria pilosa*). Η ανάλυση του βιοτικού φάσματος φανερώνει κυριαρχία των θερόφυτων (55,14%), ενώ η συμμετοχή των αλλοχθόνων taxa είναι σχεδόν 28%. Παρατηρείται διαφοροποίηση της αυτοφυούς χλωρίδας των δενδροδόχων μεταξύ των δύο εποχών συλλογής και κατά τη μετάβαση από το κέντρο προς την περιφέρεια του αστικού συγκροτήματος. Ο μέγιστος αριθμός taxa που βρέθηκαν να φύονται σε μία μόνο δενδροδόχο ήταν 11.

The spontaneous flora of the tree-bases along the streets of Rome

¹Kantsa A., ²Iezzi A., ²Celesti Grapow L., ¹Krigas N. & ¹Kokkini S.

¹Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, School of Biology, Aristotle
University of Thessaloniki, 541 24, Thessaloniki, Greece.

²Dipartimento di Biologia Vegetale, Università di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo
Moro 5, 00185 Roma, Italia.

Abstract

The spontaneous flora of the tree-bases in the city of Rome has been recorded in two seasons, spring and autumn, and its distribution among the three urban development sectors of the city is studied. Along fourteen kilometers of streets 136 taxa (species and subspecies) were found during the two seasons, which corresponds to a 10.58% of the known flora of the city. In addition, two taxa that are not mentioned to the flora of Rome were found (*Amaranthus muricatus* and *Cymbalaria pilosa*). The analysis of the life-form spectrum demonstrates the dominance of therophytes (55.14%), whereas the participation of allochthonous taxa is almost 28%. The spontaneous flora of the tree-

bases differs in the two seasons studied as well as from the centre to the skirts of the urban complex. The maximum number of taxa found in a single tree-base was 11.

Εισαγωγή

Οι άκρες των δρόμων και τα πεζοδρόμια αποτελούν έναν ιδιαίτερο βιότοπο, όπου οι οικολογικές συνθήκες που επικρατούν σχετίζονται με αυξημένη θερμοκρασία, χαμηλή υγρασία, σκόνη, ρύπανση, έντονη όχληση από πεζούς και οχήματα, ενώ παρατηρείται ακόμη συμπίεση του εδάφους, ελαττωμένη κατακράτηση νερού και ανταλλαγή αερίων ή ακόμη διείσδυση στο έδαφος βαρέων μετάλλων προερχόμενα από τα καυσαέρια των οχημάτων και διαταραχή του εδαφικού pH (Sukopp & Werner 1983, Sukopp 2004).

Οι δενδροδόχοι είναι σημειακά, ασύνδετα τμήματα εδάφους (περίπου 1m²) σε ασφαλτόστρωτα ή πλακόστρωτα πεζοδρόμια με δενδροστοιχίες που φέρουν καλλωπιστικά δέντρα ή θάμνους (Εικ. 1). Πρόκειται για έναν τυπικό ανθρωπογενή βιότοπο του αστικού συγκροτήματος, που προκύπτει ως αποτέλεσμα της δραστηριότητας του ανθρώπου (οδοποιία, κατασκευή πεζοδρομίων, δενδροφύτευση) και συνεχίζει να επηρεάζεται άμεσα από την παρουσία του (καθαρισμός, λίπανση, ράντισμα, όχληση).



Εικόνα 1: (α) Δενδροστοιχία με *Prunus* sp. επί της Via Molanzana (τομέας C). (β) Δενδροδόχος επί της Via N. Dandolo (τομέας Α).

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε με σκοπό να καταγραφεί η αυτοφυής χλωρίδα των δενδροδόχων στην πόλη της Ρώμης σε δύο εποχές του έτους, την άνοιξη και το φθινόπωρο και να διερευνηθεί η κατανομή των taxa στα διάφορα τμήματα της πόλης (Εικ. 1).

Μεθοδολογία προσέγγισης

Επιλέχθηκαν 14 τμήματα μήκους 1 km (άξονες συλλογής) από ισάριθμες οδικές αρτηρίες. Για την επιλογή των αξόνων συλλογής τέθηκαν συγκεκριμένα κριτήρια, έτσι ώστε κάθε άξονας α) να ανήκει σε έναν από τους 3 τομείς αστικής ανάπτυξης κάθε πόλης, β) να έχει δενδροστοιχίες με δενδροδόχους και στις δύο πλευρές του και γ) τα πεζοδρόμιά του να είχαν κατασκευαστεί τουλάχιστον ένα χρόνο πριν από τις συλλογές.

Όσον αφορά στον διαχωρισμό της πόλης σε τομείς αστικής ανάπτυξης, οι ακόλουθοι τομείς διακρίθηκαν:

Τομέας Α: Το Ιστορικό Κέντρο (Centro Storico). Ορίζεται από τα Ιστορικά Τείχη της πόλης. Στους τέσσερις άξονες που μελετήθηκαν σε αυτόν εντοπίστηκαν 318 δενδροδόχοι.

Τομέας Β: Αντιπροσωπεύει την περίοδο αστικής ανάπτυξης των δεκαετιών 1920-1930. Περιλαμβάνει πέντε οδικούς άξονες των περιοχών Parioli και Salaria (771 δενδροδόχοι).

Τομέας Γ: Αντιπροσωπεύει την περίοδο αστικής ανάπτυξης των δεκαετιών 1950-1960. Περιλαμβάνει πέντε οδικούς άξονες των περιοχών Monte Sacro και Prati Fiscali (805 δενδροδόχοι).

Σε κάθε άξονα πραγματοποιήθηκε μία συλλογή κατά την περίοδο της άνοιξης και άλλη μία το φθινόπωρο του 2003. Η καταγραφή των αυτοφυών taxa από κάθε μία δενδροδόχο έγινε και στις δύο πλευρές του δρόμου για το προκαθορισμένο τμήμα του ενός χιλιομέτρου.

Από τις 1894 δενδροδόχους που μελετήθηκαν συνολικά στους άξονες συλλογής, συγκεντρώθηκαν 366 φυτικά δείγματα, τα οποία μετά την αποξήρανση και τον ταξινομικό προσδιορισμό κατατέθηκαν στο Herbarium του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας του Τμήματος Βιολογίας του Α.Π.Θ. (TAU). Η ταξινόμηση και η ονοματολογία είναι σύμφωνα με τους Tutin et al. (1968-1980, 1993) και Pignatti (1982).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Ο ταξινομικός προσδιορισμός των φυτικών δειγμάτων έδειξε την παρουσία 136 taxa (ειδών και υποειδών), αριθμός που αντιστοιχεί στο 10,58% της γνωστής χλωρίδας της πόλης (Celesti Grapow 1995). Σε αυτά δε συμπεριλαμβάνονται τα αποκλειστικά καλλιεργούμενα, δηλαδή τα καλλωπιστικά δέντρα και οι θάμνοι των δενδροστοιχιών. Επιπλέον αναγνωρίστηκαν δύο taxa τα οποία δεν αναφέρονται στη χλωρίδα της Ρώμης (Celesti Grapow 1995). Πρόκειται για τα *Amaranthus muricatus* (Moq.) Hieron (αμερικανικής προέλευσης) και *Cymbalaria pilosa* (Jacq.) Bailey (ενδημικό της Ιταλίας).

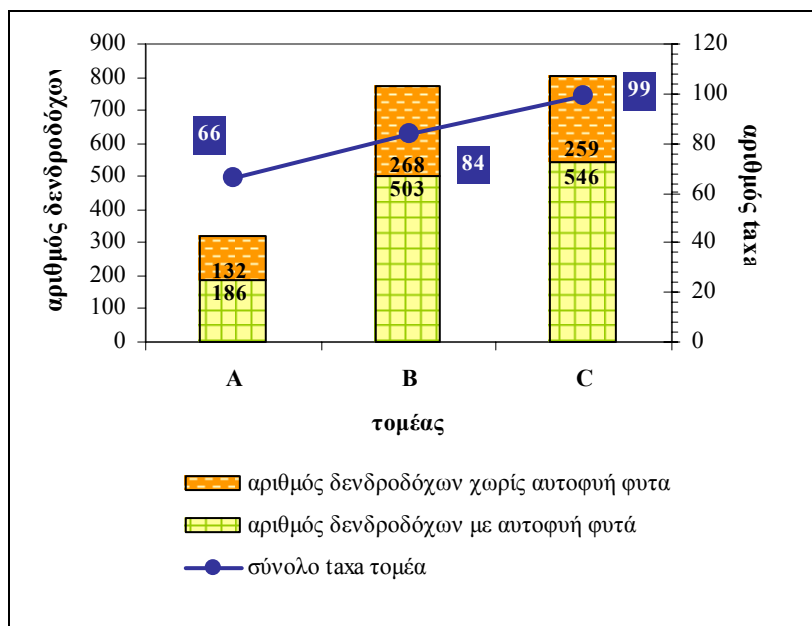
Τα αυτοφυή taxa που καταγράφηκαν στις δενδροδόχους στη Ρώμη ανήκουν σε 46 οικογένειες και 97 γένη φυτών των Spermatophyta. Σημειώνεται ότι δε βρέθηκαν αντιπρόσωποι των Pteridophyta.

Οι δύο κατά σειρά πλουσιότερες σε αριθμό taxa οικογένειες στις δενδροδόχους είναι οι Compositae (22 taxa) και Graminae (17). Αντίστοιχα, στη συνολική χλωρίδα της Ρώμης κυριαρχούν ακριβώς οι ίδιες οικογένειες. Τα δύο πλουσιότερα σε αριθμό taxa γένη στις δενδροδόχους είναι τα *Amaranthus* (8 taxa) και *Chenopodium* (4), σε αντίθεση με τη χλωρίδα της Ρώμης όπου κυριαρχεί το γένος *Trifolium* (Celesti Grapow 1995).

Στο βιοτικό φάσμα κυριαρχούν τα θερόφυτα (55,14%), ακολουθούμενα από τα ημικρυπτόφυτα (26,47%). Τα θερόφυτα και τα ημικρυπτόφυτα κυριαρχούν επίσης στη συνολική χλωρίδα της Ρώμης. Ωστόσο τα πρώτα καταλαμβάνουν αρκετά υψηλότερο ποσοστό στις δενδροδόχους σε σχέση με τη συνολική χλωρίδα της πόλης (41,01%) (Celesti Grapow 1995).

Στη χλωρίδα των δενδροδόχων καταγράφηκαν 98 αυτόχθονα taxa (72,06%) και 38 αλλόχθονα taxa (27,94%). Αντίστοιχα στη συνολική χλωρίδα της Ρώμης, η αυτόχθον

χλωρίδα καταλαμβάνει συγκριτικά υψηλότερο ποσοστό (80,31%), ενώ η αλλόχθων χλωρίδα καταλαμβάνει συγκριτικά χαμηλότερο ποσοστό (19,69%) (Celesti Grapow 1995).



Εικόνα 2: Ο αριθμός taxa και ο αριθμός δένδρων κάθε τομέα.

Η χλωρίδα των δένδρων στις δύο εποχές συλλογής

Τα 136 taxa που καταγράφηκαν συνολικά στις δένδρονόχους της Ρώμης δεν κατανέμονται ομοιόμορφα στις δύο εποχές συλλογής. Συνολικά την άνοιξη εντοπίστηκαν 114 taxa, από τα οποία 66 taxa δεν εντοπίστηκαν στις φθινοπωρινές συλλογές, όπως τα *Lamium amplexicaule* L., *Veronica persica* Poir. και *Diploaxis tenuifolia* (L.) DC. Το φθινόπωρο βρέθηκαν 70 taxa από τα οποία τα 22 δε βρέθηκαν στις ανοιξιάτικες συλλογές, όπως τα *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Amaranthus viridis* L. και *Ipomoea purpurea* Roth). Τέλος 48 taxa βρέθηκαν και στις δύο εποχές συλλογής.

Η χλωρίδα των δένδρων στους τομείς αστικής ανάπτυξης

Η κατανομή των 136 taxa δεν είναι ομοιόμορφη στους τρεις τομείς αστικής ανάπτυξης της πόλης της Ρώμης. Ο πλουσιότερος χλωριδικά τομέας αστικής ανάπτυξης είναι ο τομέας C (99 taxa) και ακολουθεί ο τομέας B (84), ενώ ο τομέας A εμφανίζεται συγκριτικά φτωχότερος (66) (Εικ. 2). Το αποτέλεσμα αυτό συνάδει με τη γενική θεώρηση ότι συνήθως σε μια ευρωπαϊκή πόλη ο ελάχιστος αριθμός taxa καταγράφεται στην πιο κεντρική της περιοχή και διαπιστώνεται σταδιακή αύξηση του αριθμού taxa προς την περιφερειακή περιοχή (Κρίγκας 2004 και οι εκεί σχετικές αναφορές).

Στον τομέα A καταγράφηκε μικρότερος αριθμός δένδρων σε σχέση με τους

τομείς B και C. Εξάλλου, στον τομέα αυτόν το ποσοστό των δενδροδόχων στις οποίες δε βρέθηκαν αυτοφυή φυτά, είναι το υψηλότερο σε όλη την περιοχή έρευνας (Εικ. 2). Συνεπώς ο τομέας A παρουσιάζεται ενδεέστερος χλωριδικά σε σχέση με τους B και C.

Η χλωρίδα των δενδροδόχων στους οδικούς άξονες συλλογής:

Ο αριθμός taxa ανά άξονα συλλογής κυμαίνεται από 15 taxa (Via Po, τομέας B) έως 63 (Via B. Buozzi, τομέας B).

Ο μέγιστος αριθμός που καταγράφηκε σε μία μόνο δενδροδόχο φθάνει τα 11 taxa και βρέθηκε σε δενδροδόχο της Via Monte Massico (τομέας C).

Βιβλιογραφία

- Celesti Grapow L. 1995. Atlante della flora di Roma. Comune di Roma, Roma.
- Κρίγκας Ν. 2004. Αυτοφυής χλωρίδα και ανθρώπινες δραστηριότητες στην αστική και περιαστική Θεσσαλονίκη: βιολογικές ιδιαιτερότητες και ιστορική σύνδεση. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Pignatti S. 1982. Flora d' Italia 1-3. Bologna.
- Sukopp H. 2004. Human-caused impact on preserved vegetation. *Landscape and Urban Planning* 68: 347-355.
- Sukopp H. & Werner P. 1983. Urban environment and vegetation. Pp. 247-260. In: Holzner W., Werger M.J.A. & Ikusima I. (eds), *Man's impact on vegetation*. The Hague.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. *Flora Europaea* 1 (2 ed.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968, 1972, 1976, 1980. *Flora Europaea* 2-5. Cambridge University Press, Cambridge.

Συμβολή στην παρόχθια βλάστηση των ποταμών της Δυτικής Ελλάδας

Καράγιαννη Π., Τηνιακού Α. & Γεωργιάδης Θ.

Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν εννέα συνολικά ποτάμια της Δ Ελλάδας (ΒΔ. Ελλάδα, Πελοπόννησος). Έγινε καταγραφή των τύπων οικοτόπων κατά μήκος των ποταμών και περιγραφή της χλωριδικής σύνθεσης των φυτοκοινοτήτων τους. Μετά από σύγκριση, συνδυασμό και επεξεργασία των δεδομένων προέκυψε ένα θεωρητικό πρότυπο ποταμού. Στο πρότυπο αυτό παρουσιάζεται η κατά μήκος διάταξη των παρόχθιων τύπων οικοτόπων στις τρεις γεωμορφολογικές ενότητες ενός ποταμού (άνω ρους, μέσος ρους, κάτω ρους) όπως αυτή αναμένεται να παρατηρηθεί σε ένα αδιατάρακτο ποτάμιο οικοσύστημα.

Contribution to the riparian vegetation of the rivers of West Greece

Karagianni P., Tiniakou A. & Georgiadis Th.

Section of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras,
265 00 Patras, Greece.

Abstract

In the present research nine rivers of W. Greece (North-West Greece, Peloponnesos) were studied. Habitat types along rivers and description of their floristic composition were recorded. After comparison, combination and processing of data we resulted in a theoretical model of a river. In this model the sequence of riparian habitat types along the three geomorphological units (upper, middle and lower watercourse) is presented as this is expected to be observed in an undisturbed fluvial ecosystem.

Εισαγωγή

Τα παρόχθια οικοσυστήματα παρουσιάζουν ιδιαίτερο οικολογικό ενδιαφέρον. Αποτελούν σημαντική δεξαμενή γενετικής ποικιλότητας, λόγω της ανάπτυξης των φυτικών ειδών σε βιότοπους που εμφανίζουν μεγάλη διακύμανση αβιοτικών παραγόντων. Ακόμα, πρόκειται για φυσικούς σχηματισμούς υψηλής παραγωγικότητας. Τα δένδρα των παραποτάμιων δασών είναι όλα είδη ταχείας ανάπτυξης και έχουν άφθονο φύλλωμα το οποίο αποσυντίθεται γρήγορα με την πτώση τους, σχηματίζοντας έτσι εύφορα εδάφη. Οι παρόχθιες δασικές συστάδες εξασφαλίζουν τη σταθερότητα της όχθης των ποταμών, περιορίζοντας την επιφανειακή απορροή και τη διάβρωση του

εδάφους. Η παρόχθια βλάστηση δρα επίσης σαν φίλτρο που αναχαιτίζει τη ρύπανση των νερών από νιτρικά, φωσφορικά, οργανικά υπολείμματα καθώς και από συνθετικούς ρύπους που προέρχονται από την απόπλυση των εδαφών. Τέλος, η αισθητική αξία των αλλουβιακών παραποτάμιων δασών είναι αναμφισβήτητη. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως, η επέκταση των γεωργικών καλλιεργειών, η ανεξέλεγκτη βόσκηση, οι παράνομες υλοτομίες και οι εκχερσώσεις έχουν περιορίσει τη φυσική βλάστηση που συνόδευε τους ποταμούς, σε στενές γραμμικές λωρίδες στις όχθες τους (Yon & Tendron 1981, Γεωργιάδης et al. 1994).

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη σωστή διαχείριση και προστασία της παρόχθιας βλάστησης ενός ποταμού είναι αρχικά η αξιολόγηση της κατάστασης στην οποία βρίσκονται οι επί μέρους οικοτόποι που αποτελούν τα δομικά και λειτουργικά στοιχεία του τοπίου. Ακόμα, χρήσιμη είναι η σύγκριση της υπάρχουσας κατάστασης με ένα θεωρητικό πρότυπο ποταμού στο οποίο θα αντικατοπτρίζεται η ιδανική σύνθεση και κατά μήκος διάταξη των μονάδων βλάστησης όπως αυτή αναμένεται να παρατηρηθεί υπό φυσικές συνθήκες. Δεν μπορεί όμως να κατασκευαστεί το πρότυπο ενός τυπικού ποταμού με τη μελέτη ενός μόνο παραδείγματος. Επειδή όλα τα σημερινά παρόχθια οικοσυστήματα έχουν λιγότερο ή περισσότερο διαταραχθεί στη μορφή και τη λειτουργία τους, μόνο συνθετικά, μελετώντας περισσότερα του ενός ποτάμια και δημιουργώντας ένα ψηφιδωτό από τα επί μέρους δομικά στοιχεία, είναι δυνατόν να συντεθεί το πρότυπο ενός ποταμού.

Παρά το σημαντικό οικολογικό ρόλο τους, τα παρόχθια οικοσυστήματα των ποταμών της Ελλάδας δεν έχουν ερευνηθεί στο βαθμό που θα έπρεπε. Σημαντική είναι η μελέτη της παρόχθιας βλάστησης που έγινε στα πλαίσια του Προγράμματος Natura 2000 (Ντάφης et al. 1997, 2001) με έμφαση όμως κυρίως στα δέλτα των ποταμών, και λιγότερο στις άλλες γεωμορφολογικές ενότητες τους. Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια να συμπληρωθεί η παραπάνω έρευνα, ώστε να δημιουργηθεί τελικά ένα θεωρητικό πρότυπο ποταμού.

Υλικά και μέθοδοι

Μελετήθηκαν εννέα συνολικά ποτάμια, πέντε της ΒΔ Ελλάδας (Αχελώος, Καλαμάς, Αχέροντας, Λούρος, Άραχθος) και τέσσερα της Δυτικής Πελοποννήσου (Αλφειός, Πηνειός, Ευρώτας, Πάμισος). Για κάθε ποτάμι συγκεντρώθηκαν δεδομένα σχετικά με τους τύπους οικοτόπων του, τη χλωριδική σύνθεση των φυτοκοινοτήτων του, τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν (σύσταση εδάφους και νερού, υψόμετρο, τοπογραφική διαμόρφωση κ.α.), πληροφορίες σχετικά με το βαθμό αλλοίωσης του από διάφορες ανθρωπογενείς επιδράσεις. Τα παραπάνω στοιχεία προέρχονται από το Πρόγραμμα Natura 2000 (Ντάφης et al. 1997, 2001), από βιβλιογραφικές αναφορές και επιτόπιες δικές μας παρατηρήσεις. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης οι χάρτες βλάστησης των περιοχών μελέτης. Για κάθε ποτάμι μελετήθηκαν ξεχωριστά οι τρεις γεωμορφολογικές ενότητές του - άνω ρους, μέσος ρους, κάτω ρους -, ώστε να γίνει εμφανής η όποια εναλλαγή των μονάδων βλάστησης σε αυτές και να είναι δυνατή η αιτιολόγηση της απουσίας ή παρουσίας ενός τύπου οικοτόπου με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε ενότητας.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Οι τύποι οικοτόπων και οι φυτοκοινωνίες που απαντούν σε κάθε μια από τις γεωμορφολογικές ενότητες των ποταμών της Δυτικής Ελλάδας, παρουσιάζονται στην Εικόνα 1 και τον Πίνακα 1. Η διάταξη τους περιγράφεται αναλυτικά κατωτέρω:

Κατά μήκος διάταξη των παρόχθιων τύπων οικοτόπων - χλωριδική σύνθεση

1. Κάτω ρους (Δέλτα)

Στον κάτω ρου απαντώνται οι ακόλουθοι τύποι οικοτόπων: 72A0, 92D0, 1410, 6420, 92A0, 92C0, οι οποίοι εναλλάσσονται κατά μήκος του. Ο τρόπος διαδοχής τους σχετίζεται με τη διαβάθμιση της αλατότητας και το βαθμό κορεσμού των εδαφών σε νερό. Διαφορετικές φυτοκοινωνίες του ίδιου τύπου οικοτόπου μπορεί να απαντώνται σε διαφορετικές θέσεις του κάτω ρου. Ακόμα, μια φυτοκοινωνία είναι δυνατόν να επαναλαμβάνεται σε περισσότερες της μίας θέσεις με διαφορετική σύνθεση των συνοδών φυτών κάθε φορά. Αναλυτικότερα:

A) Καλαμώνες: 72A0

Οι καλαμώνες είναι σχηματισμοί από ψηλά ελόφυτα που αναπτύσσονται σε στάσιμα ή αργά ρέοντα νερά με διακύμανση της στάθμης και μερικές φορές σε κορεσμένα με νερό εδάφη. Εμφανίζονται σε όχθες με μικρή κλίση και σε ιλυοαργιλώδες υπόστρωμα. Καταλαμβάνουν την ανώτερη υποπαράκτια ζώνη και τη ζώνη των αναδυόμενων μακροφύτων, η οποία συνήθως εξαπλώνεται από την όχθη μέχρι βάθος νερού περίπου ενός μέτρου. Οι καλαμώνες είναι συνήθως φτωχοί σε είδη, συχνά κυριαρχούμενοι από ένα είδος και ανήκουν στη φυτοκοινωνιολογική κλάση Phragmitetea. Μπορούν να ταξινομηθούν σύμφωνα με το κυρίαρχο είδος, το οποίο τους δίνει μια διακριτή εμφάνιση (Ντάφης et al. 2001).

Η συνηθέστερη φυτοκοινότητα των καλαμώνων, που απαντά σε όλα τα ποτάμια, είναι η 72A011 (*Phragmites australis* comm.) η οποία ανήκει στη συνένωση Phragmition και χαρακτηρίζεται από το είδος *Phragmites australis*. Το είδος *Phragmites australis* εξασκεί απόλυτη ανταγωνιστικότητα και τις περισσότερες φορές δημιουργεί αμιγείς φυτοκοινότητες στις οποίες μπορούν να εισχωρήσουν πολύ λίγα είδη. Σχηματίζει όμως και συμπαγείς μικτές φυτοκοινωνότητες με *Scirpus* sp. ή *Typha* sp. (Ντάφης et al. 2001). Αλλά χαρακτηριστικά είδη της 72A011 είναι: *Schoenoplectus lacustris*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *T. domingensis*, *Apium nodiflorum*, *Arundo donax*, *Carex distachya*, *Rumex conglomeratus*, *Epilobium hirsutum*, *Lythrum salicaria*, *Iris pseudacorus*, *Juncus acutus*. Συχνή είναι και η παρουσία διαφόρων υδρόβιων ειδών όπως τα *Nymphaea alba*, *Lemna minor* καθώς και αναρριχητικών ειδών π.χ. *Calystegia sepium*. Η 72A011 εντοπίζεται στις εκβολές και σε υψηλότερες θέσεις του κάτω ρου όπου συνήθως εναλλάσσεται με θαμνώνες με *Tamarix* sp. και με φυτοκοινωνίες των *Salix* sp. Στις εκβολές, λόγω της ανάμειξης του γλυκού με το αλμυρό νερό, στη σύνθεση της φυτοκοινότητας 72A011 συμμετέχουν είδη όπως: *Bolboschoenus maritimus*, *Juncus maritimus*, *Atriplex portulacoides*, *Aster tripolium*, καθώς και διάφορα αλόφυτα και ημιαλόφυτα όπως: *Arthrocnemum macrostachyum*, *Limonium narbonense*, *Inula crithmoides*, *Cotula coronopifolia*. Επίσης, ορισμένα είδη των υγρών λιβαδιών, όπως τα: *Avena sterilis*, *Cyperus longus*, *Dittrichia viscosa*, *Oenanthe fistulosa*, *Orchis palustris*, *Plantago lanceolata*, *Saccharum ravennae*, *Sparganium erectum*, συμμετέχουν στη

σύνθεση της φυτοκοινότητας 72A011 στις εκβολές, σε θέσεις όμως όπου εγκλωβίζεται γλυκό νερό και η αλατότητα είναι μικρότερη.

Στις εκβολές ο τύπος οικοτόπου 72A0 αντιπροσωπεύεται από τη φυτοκοινότητα 72A030 (*Bolboschoenetum maritimi*). Η 72A030 ανήκει στη συνένωση *Scirpion maritimi* και χαρακτηρίζεται από το κυρίαρχο είδος *Bolboschoenus maritimus* (*Scirpus maritimus*). Άλλα χαρακτηριστικά φυτά είναι τα *Juncus maritimus*, *Juncus acutus*, *Phragmites australis*, *Tamarix parviflora* κ.ά. Η παραπάνω φυτοκοινότητα αποτελεί δείκτη υφάλμυρων νερών και γι' αυτό χαρακτηρίζει τις εκβολικές θέσεις που δέχονται την άμεση επίδραση του θαλασσινού νερού, ενώ απουσιάζει από υψηλότερες θέσεις.

Σε θέσεις που είναι γειτονικές με τους βιότοπους της φυτοκοινότητας *Phragmitetum* και επικρατούν περισσότερο υφάλμυρες συνθήκες, εμφανίζεται η φυτοκοινότητα 72A034 (*Scirpetum litoralis*) με κυρίαρχο είδος το *Scirpus litoralis* και ως διαφοριστικά- συνοδά είδη τα *Cyperus laevigatus*, *Typha latifolia* και *Juncus subulatus*.

Σε μικρές και κυρίως κλειστές υδάτινες λεκάνες με ρηχά νερά αναπτύσσεται (Καλαμάς, Αχέροντας) η φυτοκοινότητα 72A016 (*Scirpetum lacustris*) με κυρίαρχο είδος το *Schoenoplectus lacustris* subsp. *tabernaemontani*. Άλλα χαρακτηριστικά φυτά είναι: *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Alisma plantago aquatica*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Veronica beccabunga*, *Lythrum salicaria*, *Butomus umbellatus* (Γεωργιάδης et al. 1994).

B) Μεσογειακά αλίπεδα: 1410

Τα αλίπεδα είναι μεσογειακές κοινωνίες παράκτιων αλατούχων λιβαδιών της τάξης *Juncetalia maritimi*. Ο συγκεκριμένος λοιπόν τύπος οικοτόπου χαρακτηρίζει αλμυρά-υφάλμυρα νερά, εμφανίζεται σε διάφορες θέσεις στις εκβολές και κατά κανόνα σε αλλουβιακά, πηλώδη, αργιλοπηλώδη ή αμμοπηλώδη εδάφη. Οι φυτοκοινωνίες διαμορφώνονται κυρίως ανάλογα με το βαθμό αλατότητας και το βάθος του νερού και ενίοτε βρίσκονται στη ζώνη μετάβασης (γεγονός που αντανακλάται στη χλωριδική τους σύνθεση) προς άλλους οικοτόπους-οικοσυστήματα, όπως των αλοφυτικών κοινωνιών, των καλλιεργειών, των αμμοθινών, των υδροφύτων (Ντάφης et al. 2001). Στον κάτω ρου τα Μεσογειακά αλίπεδα αντιπροσωπεύονται από τρεις φυτοκοινωνίες: 141012, 141013, 141014 που ανήκουν στη συνένωση *Juncion maritimi*. Η 141012 (*Juncetum acuti*) χαρακτηρίζεται από το είδος *Juncus acutus*. Άλλα είδη που συνυπάρχουν είναι τα: *Juncus maritimus*, *J. subulatus*, *J. effusus*, *J. bufonius*, *Aeluropus litoralis*, *Puccinellia distans*, *Artiplex portulacoides*, *Aster tripolium*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Limonium narbonense*, *L. graecum*, *Inula crithmoides*, *Cotula coronopifolia*, *Sarcocornia perennis*, *Sarcocornia fruticosa*, *Artiplex hastata*, *Hordeum marinum*. Επίσης συμμετέχουν είδη των υγρών λιβαδιών και των καλαμώνων: *Plantago lanceolata*, *Rumex conglomeratus*, *Oenanthe silaifolia*, *Phragmites australis*, *Lolium perenne*, *Mentha pulegium*, *Lythrum junceum*, *Cirsium arvense* και αναρριχητικά φυτά: *Calystegia sepium*, *Rubus ulmifolius* κ.ά.

Η φυτοκοινότητα 141013 (*Juncetum maritimi*) οπτικά διακρίνεται από τις υψηλές σκουροπράσινες τούφες του κυρίαρχου είδους *Juncus maritimus*. Άλλα χαρακτηριστικά είδη είναι τα: *Juncus acutus*, *J. subulatus*, *Aster tripolium*, *Artiplex portulacoides*, *Inula crithmoides*, *Limonium narbonense*, *Saccharum ravennae*.

Τέλος, η φυτοκοινότητα 141014 (Ass. *Juncus subulatus*) εμφανίζεται σε βιότοπους που κατακλύζονται μέχρι το τέλος της άνοιξης από υφάλμυρα νερά. Τα κυρίαρχα είδη

της είναι: *Juncus subulatus*, *J. acutus*, *Scirpus maritimus*, *Aeluropus littoralis*, *Sarcocornia fruticosa*, *Tamarix* sp. Άλλα είδη που συμμετέχουν στη χλωριδική δομή της φυτοκοινωνίας είναι τα: *Lythrum hyssopifolia*, *Eleocharis palustris*, *Cressa cretica*, *Cynodon dactylon* κ.ά. (Γεωργιάδης et al. 1994).

Γ) Μεσογειακοί λειμώνες υψηλών χόρτων και βούρλων: 6420

Οι Μεσογειακή υγροί λειμώνες υψηλών χόρτων και βούρλων εκτείνονται κατά μήκος των παραθαλάσσιων ακτών, όπου υπάρχουν καλά αναπτυγμένα αμμοθινικά συστήματα με ενδιάμεσες κοιλότητες γλυκού νερού. Αυτός ο τύπος οικοτόπου βρίσκεται σε άμεση γειτνίαση με τους ελοφυτικούς σχηματισμούς του *Phragmites australis* προς τη μεριά της χέρσου καθώς και με κοινότητες της *Imperata cylindrica* προς τη μεριά της ακτής. Αναπτύσσεται σε υπόστρωμα που σχηματίστηκε από αλλουβιακές ποτάμιες αποθέσεις, με πηλώδες ή αμμοπηλώδες έδαφος. Κατά κανόνα το ανάγλυφο είναι επίπεδο, με κλίσεις <15% και ποικίλη έκθεση (Ντάφης et al. 2001). Οι φυτοκοινότητες που σχηματίζονται ανήκουν στην τάξη *Holoschoenetalia* και στην συνένωση *Molinio-Holoschoenion*. Οι διάφορες φυτοκοινότητες χαρακτηρίζονται από τα κυρίαρχα-επικρατή κάθε φορά είδη. Στα κυρίαρχα είδη ανήκουν τα *Scirpoides holoschoenus*, *Juncus effusus*, *Plantago lanceolata*, *Dittrichia viscosa*, *Lathyrus neurolobus*, *Equisetum ramosissimum* και ειδικά σε υφάλμυρα νερά τα *Saccharum ravennae*, *Imperata cylindrica*, *Juncus acutus*, *Juncus heldreichianus*, *Elymus elongatus*.

Δ) Θερμό-Μεσογειακές παραποτάμιες στοές: 92D0

Ο τύπος οικοτόπου 92D0 περιλαμβάνει παρόχθιες στοές και πυκνοφυτείες από ξυλώδεις σχηματισμούς όπως είναι τα αλμυρίκια (*Tamarix* sp.), οι λυγαριές (*Vitex agnus-castus*) και οι πικροδάφνες (*Nerium* sp.), σε υγρότοπους της θερμομεσογειακής ζώνης. Το υπόστρωμα είναι αμμοπηλώδες ή αργιλοαμμώδες συχνά αλατούχο και προέρχεται από αλλουβιακές ποτάμιες ή λιμναίες αποθέσεις. Οι φυτοκοινότητες που σχηματίζονται δεν εξαρτώνται από τη μόνιμη παρουσία του νερού και έχουν την δυνατότητα να αναπτύσσονται σε θέσεις ξηρότερες από ότι οι οικοτόποι με *Salix* sp., *Populus* sp., *Platanus* sp. Πρόκειται για φυτοκοινότητες των Θερμο-μεσογειακών παρόχθιων στοών που ανήκουν στη τάξη *Tamaricetalia* και χαρακτηρίζονται από το κυρίαρχο κάθε φορά είδος.

Στον κάτω ρου ο παραπάνω τύπος οικοτόπου αντιπροσωπεύεται από τη φυτοκοινωνία 92D012 (*Tamaricetum parviflora*), η οποία ανήκει στην κλάση *Nerio-Tamaricetea*, και στη συνένωση *Nerion oleandri*. Χαρακτηρίζεται από το είδος *Tamarix parviflora* (αλμυρίκι). Τα αλμυρίκια παρουσιάζουν μεγάλο οικολογικό εύρος ανάπτυξης, δηλαδή αναπτύσσονται τόσο σε κατακλυζόμενα από αλμυρά, υφάλμυρα ή και γλυκά νερά εδάφη, όσο και σε μη κατακλυζόμενα εδάφη. Στον κάτω ρου απαντώνται στις εκβολές και σε ψηλότερες θέσεις όπου εναλλάσσονται με στοές από *Salix* sp. Άλλα χαρακτηριστικά είδη που συμμετέχουν στη σύνθεση της φυτοκοινωνίας είναι τα *Tamarix hampeana*, *Phragmites australis*, *Dittrichia viscosa*, *Epilobium hirsutum*, *Orchis laxiflora*, *Rumex conglomeratus*, *Juncus acutus*, *Carex flacca*, *Carex otrubae*. Στις εκβολικές θέσεις, στη χλωριδική σύνθεση της φυτοκοινωνίας προστίθενται διάφορα αλοφυτικά και αλοανθεκτικά είδη, όπως: *Juncus maritimus*, *J. bufonius*, *Limonium narbonense*, *Salicornia europaea*, *Artiplex hastata*, *Bolboschoenus maritimus*, *Aster tripolium*, *Inula crithmoides* κ.ά. Ακόμα, πρέπει αναφερθεί η εμφάνιση των ειδών

Nerium oleander, *Fraxinus angustifolia*, *Salix alba*, *Salix fragilis* και *Ulmus minor* στη φυτοκοινωνία των *Tamarix parviflora* σε ψηλότερες θέσεις.

Ε) Στοές με *Salix alba* και *Populus alba*: 92A0

Πρόκειται για τυπικά παρόχθια δάση της λεκάνης της Μεσογείου που εξαπλώνονται σε περιοχές με βαθιά, υγρά έως νωπά, γόνιμα εδάφη. Τα εδάφη αυτά είναι συνήθως αμμοαργιλώδη και έχουν προκύψει από αλλουβιακές αποθέσεις φερτών υλικών. Ο τρόπος σχηματισμού των συγκεκριμένων εδαφών τα καθιστά πλούσια σε θρεπτικά συστατικά και σε συνδυασμό με την αυξημένη υγρασία δημιουργούν τις κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη ταχυνζών, δενδρωδών ειδών. Το υπόστρωμα συνήθως αποτελείται από αλλουβιακές αποθέσεις και είναι πηλώδες, αμμώδες ή αμμοπηλώδες. Οι φυτοκοινωνίες του τύπου οικοτόπου αυτού ανήκουν στην κλάση *Salicetea purpureae* (Ντάφης et al. 2001).

Η φυτοκοινωνία 92A011 (*Salicetum albae*) που εμφανίζεται στον κάτω ρου ανήκει στην τάξη *Salicetalia albae*, στη συνένωση *Salicion albae* και χαρακτηρίζεται από το είδος *Salix alba*. Άλλα χαρακτηριστικά είδη είναι τα: *Salix fragilis*, *S. trianda*, *S. amplexicaulis*, *Alnus glutinosa*, *Ulmus minor*, *Populus alba*, *P. tremula*, *Platanus orientalis*, *Fraxinus angustifolia*. Στον υπόροφο των δασών αυτών αναπτύσσονται διάφορα αναρριχώμενα φυτά, που καθιστούν πολλές φορές το δάσος αδιαπέραστο. Τέτοια είδη είναι τα ακόλουθα: *Hedera helix*, *Vitis vinifera*, *Calystegia sepium*, *Clematis flammula*, *C. vitalba*, *Humulus lupulus*, *Periploca graeca*, *Tamus communis*, *Smilax aspera*. Τέλος, σημαντική είναι και συμμετοχή άλλων υγρόφυλων ειδών όπως: *Phragmites australis*, *Equisetum arvense*, *Epilobium hirsutum*, *Oenanthe fistulosa*, *Equisetum ramosissimum*, *Lolium perenne*, *Rumex conglomeratus*, *Arum italicum*, *Angelica sylvestris*, *Brachypodium sylvaticum*.

ΣΤ) Μεσογειακά δάση Φράξου: 92A0

Τα Μεσογειακά δάση Φράξου αντιπροσωπεύονται από την φυτοκοινότητα 92A022 (*Fraxinus angustifolia* comm.) που ανήκει στην κλάση *Salicetea purpureae*, στην τάξη *Populetalia albae* και στη συνένωση *Populion albae*. Η φυτοκοινότητα 92A022 χαρακτηρίζονται από το είδος *Fraxinus angustifolia* ενώ άλλα χαρακτηριστικά είδη είναι τα: *Ulmus minor*, *Crataegus monogyna*, *Arum italicum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Phragmites australis*, *Juncus effusus*, *Carex flacca*, *Brachypodium sylvaticum*, *Apium nodiflorum*, *Epilobium hirsutum*, *Myrtus communis*, *Lythrum hyssopifolia*.

Ζ) Θερμόφιλα δάση Φράξου: 91B010

Τα Θερμόφιλα δάση Φράξου αντιπροσωπεύονται από τη φυτοκοινωνία *Ass. Fraxinus angustifolia*, η οποία ανήκει στην κλάση *Quercetea pubescentis*, στην τάξη *Quercetalia pubescentis* και στη συνένωση *Quercion frainetto*. Το είδος *Fraxinus angustifolia* επικρατεί και στα Θερμόφιλα δάση Φράξου. Συνεπικρατή είδη είναι τα: *Ulmus minor* και *Laurus nobilis*. Άλλα χαρακτηριστικά είδη είναι τα: *Salix alba*, *Crataegus monogyna*, *Vitex agnus castus*, *Hedera helix*, *Clematis flammula*, *Rosa sempervirens*, *Smilax aspera* και *Tamus communis*.

Η) Δάση ανατολικής πλατάνου: 92C0

Τα δάση ανατολικής πλατάνου συνοδεύουν κυρίως μόνιμα ρέοντα ποτάμια ή μικρούς ορεινούς χείμαρρους και η παρουσία τους εξαρτάται από το υπεδάφιο νερό. Αναπτύσσονται σε μεγαλύτερο εύρος οικολογικών συνθηκών από τα δάση με *Salix* sp. και *Populus* sp., αλλά χρειάζονται θέσεις με μεγαλύτερη υγρασία από ότι οι κοινότητες

της Nerio-Tamaricetea. Αποικίζουν ελαφρώς σταθεροποιημένες αποθέσεις ποταμών, χαλικώνες, πηγές, καθώς και τη βάση βαθιών απότομων σκιερών φαραγγιών, με τη δημιουργία πλούσιων σε είδη φυτοκοινωνιών (Ντάφης et al. 2001).

Στον κάτω ρου, σε θέσεις με χαλικώδες υπόστρωμα εμφανίζεται η φυτοκοινωνία 92C011 (Platanetum orientalis- balkanicum), η οποία ανήκει στην κλάση Salicetea purpureae, στην τάξη Populetalia albae και στη συνένωση Platanion orientalis. Το επικρατές είδος είναι το *Platanus orientalis*, ενώ άλλα χαρακτηριστικά φυτά είναι τα: *Salix alba*, *S. fragilis*, *S. amplexicaulis*, *Alnus glutinosa*. Σημαντικό ρόλο στη φυσιογνωμία και τη δομή παίζουν τα υγρόφιλα είδη *Arum italicum*, *Apium nodiflorum*, *Dipsacus fullonum*, *Carex distans*, *Epilobium angustifolium*, *Rumex conglomeratus*, *Juncus articulatus*, *Scirpoides holoschoenus*, διάφορα είδη αγρωστωδών όπως το: *Brachypodium sylvatica* και το περιδόφυτο *Pteridium aquilinum*.

2) Μέσος ρους

Στο μέσο ρου κυριαρχούν τα δάση ανατολικής πλατάνου (92C011) και οι στοές με *Salix alba* και *Populus alba* (92A011). Η φυτοκοινωνία 92A011 (Salicetum albae) παρουσιάζει πολύ λίγες διαφορές ως προς τη σύνθεση της σε σχέση με τον κάτω ρου. Αξιοσημείωτη είναι η προσθήκη στη 92A011 των ειδών: *Carex pendula*, *Tamarix smyrnensis*, *Vitex agnus-castus*, *Nerium oleander*. Αντίθετα, στη φυτοκοινωνία 92C011 (Platanetum orientalis) προστίθενται πολλά νέα είδη, μερικά από τα οποία είναι τα: *Fraxinus ornus*, *Crataegus monogyna*, *Juncus inflexus*, *Equisetum ramosissimum*, *E. arvense*, *Cyperus longus*, *Cynosurus echinatus*, *Oenanthe fistulosa*, *Veronica chamaedrys* κ.ά.

Η κοινότητα 92D011 (*Nerium oleander* comm.) είναι μια ακόμα φυτοκοινότητα που εμφανίζεται στο μέσο ρου. Ανήκει στην συνένωση Nerion oleandri και πρόκειται για ζώνες και λωρίδες από *Nerium oleander*. Συνοδά είδη είναι τα: *Vitex agnus-castus*, *Equisetum telmateia*, *E. ramosissimum*, *Agrostis stolonifera* κ.ά.

3) Άνω ρους

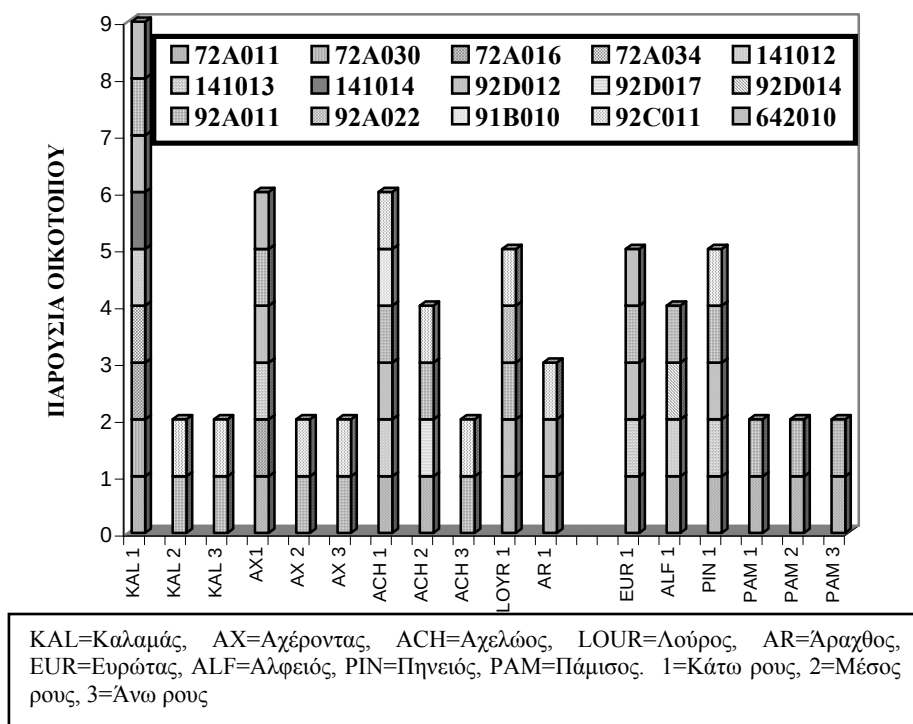
Στον άνω ρου επικρατούν τα δάση ανατολικής πλατάνου (92C011), των οποίων ευνοείται η ανάπτυξη λόγω της μεταφοράς και εναπόθεσης χονδρόκοκκων φερτών υλικών (χαλικώνες) και της διαμόρφωσης καλά αεριζόμενων εδαφών. Η φυτοκοινωνία δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες αλλαγές στη χλωριδική της σύνθεση. Λίγα νέα είδη εμφανίζονται με σημαντικότερα τα: *Salix elaeagnos*, *Arundo donax*, *Epilobium lanceolatum*, *Lolium perenne*.

Σε μικρότερη έκταση και σε εδάφη αποτελούμενα από πιο λεπτόκοκκο υλικό (αμμώδη), εμφανίζονται στοές με *Salix alba* (92A011). Εδώ, στη φυτοκοινωνία Salicetum albae παρατηρείται μια σημαντική μείωση των ειδών που την αποτελούν σε σχέση με τις προηγούμενες ενότητες. Τα επικρατέστερα είδη είναι: *Salix alba*, *S. fragilis*, *S. elaeagnos*, *Platanus orientalis*, *Vitex agnus-castus*, *Tamarix smyrnensis*.

Συμπεράσματα

Μεταξύ των ποταμών που μελετήθηκαν, υπάρχουν αρκετές ομοιότητες ως προς το είδος των τύπων οικοτόπων και των φυτοκοινωνιών που απαντούν σε κάθε γεωμορφολογική ενότητα, εμφανίζονται όμως διαφορές ως προς το συνολικό αριθμό

τους (Εικ. 1, Πίνακας 1). Στη ΒΔ Ελλάδα, οι περισσότεροι τύποι οικοτόπων έχουν καταγραφεί στον Καλαμά και ακολουθούν ο Αχελώος, ο Αχέροντας και ο Λούρος. Ο Άραχθος παρουσιάζει τους λιγότερους τύπους οικοτόπων. Το παραπάνω γεγονός πιθανολογείται ότι αποτελεί συνέπεια της έντονης εκμετάλλευσης των παρόχθιων περιοχών του ποταμού και κυρίως της δελταϊκής πεδιάδας, για την επέκταση γεωργικών καλλιεργειών και οικισμών. Από τα ποτάμια της Πελοποννήσου, οι περισσότεροι τύποι οικοτόπων παρατηρούνται στον κάτω ρου του Ευρώτα και του Πηνειού.



Εικόνα 1. Αριθμός και είδος των τύπων οικοτόπων στις τρεις γεωμορφολογικές ενότητες των ποταμών που μελετήθηκαν.

Από τη σύγκριση των ποταμών μεταξύ τους, προέκυψε η κατά μήκος διάταξη των μονάδων βλάστησης. Ένας τύπος οικοτόπου μπορεί να απαντάει σε περισσότερες από μία γεωμορφολογικές ενότητες σε ένα ποτάμι. Επιπλέον, από τις διάφορες δειγματοληψίες αποδεικνύεται και η διαφορετική χλωριδική σύνθεση ενός τύπου οικοτόπου ανάλογα με την ενότητα που αυτός εμφανίζεται. Η διαφορά στη σύνθεση των φυτών αντικατοπτρίζει διαφορές στο έδαφος (κοκκομετρική σύσταση, αλατότητα, βαθμός κορεσμού με νερό κ.α.), στην τοπογραφική διαμόρφωση (υψόμετρο, κλίσεις κ.α.), στο κλίμα και σε άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Πίνακας 1. Οι τύποι οικοτόπων που εμφανίζονται στα ποτάμια που μελετήθηκαν και τα κυρίαρχα είδη τους.

ΚΩΔΙΚΟΣ NATURA 2000	ΤΥΠΟΣ ΟΙΚΟΤΟΠΟΥ	ΚΥΡΙΑΡΧΟ ΕΙΔΟΣ	ΒΔ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	ΝΔ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ (ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ)
72Α011	Καλαμώνες	<i>Phragmites australis</i>	ΚΑΛΑΜΑΣ, ΑΧΕΡΟΝΤΑΣ, ΑΧΕΛΩΟΣ, ΛΟΥΡΟΣ, ΑΡΑΧΘΟΣ	ΕΥΡΩΤΑΣ, ΑΛΦΕΙΟΣ, ΠΗΝΕΙΟΣ, ΠΑΜΙΣΟΣ
72Α016	Καλαμώνες	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	ΚΑΛΑΜΑΣ, ΑΧΕΡΟΝΤΑΣ	
72Α030	Καλαμώνες	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	ΚΑΛΑΜΑΣ	
72Α034	Καλαμώνες	<i>Scirpus litoralis</i>	ΚΑΛΑΜΑΣ	
141012	Μεσογειακά αλίπεδα	<i>Juncus acutus</i>	ΚΑΛΑΜΑΣ, ΑΧΕΛΩΟΣ	ΑΛΦΕΙΟΣ
141013	Μεσογειακά αλίπεδα	<i>Juncus maritimi</i>	ΑΧΕΡΟΝΤΑΣ	ΕΥΡΩΤΑΣ, ΠΗΝΕΙΟΣ
141014	Μεσογειακά αλίπεδα	<i>Juncus subulatus</i>	ΚΑΛΑΜΑΣ	
642010	Μεσογειακοί λειμώνες υψηλών χόρτων και βούρλων	<i>Saccharum ravennae</i>	ΚΑΛΑΜΑΣ, ΑΧΕΡΟΝΤΑΣ	ΕΥΡΩΤΑΣ
92D012	Θερμο- Μεσογειακές παραποτάμιες στοές	<i>Tamarix parviflora</i>	ΚΑΛΑΜΑΣ, ΑΧΕΡΟΝΤΑΣ, ΑΧΕΛΩΟΣ, ΛΟΥΡΟΣ, ΑΡΑΧΘΟΣ	ΕΥΡΩΤΑΣ, ΠΗΝΕΙΟΣ
92D014	Θερμο- Μεσογειακές παραποτάμιες στοές	<i>Tamarix hampeana</i>		ΑΛΦΕΙΟΣ
92D017	Θερμο- Μεσογειακές παραποτάμιες στοές	<i>Nerium oleander</i>	ΑΧΕΛΩΟΣ	
92Α011	Στοές με <i>Salix alba</i> και <i>Populus alba</i>	<i>Salix alba</i>	ΚΑΛΑΜΑΣ, ΑΧΕΡΟΝΤΑΣ, ΑΧΕΛΩΟΣ, ΛΟΥΡΟΣ	ΕΥΡΩΤΑΣ, ΑΛΦΕΙΟΣ, ΠΗΝΕΙΟΣ, ΠΑΜΙΣΟΣ
92Α022		<i>Fraxinus angustifolia</i>	ΛΟΥΡΟΣ	
92Β010	Θερμόφιλα δάση Φράξου	<i>Fraxinus angustifolia</i> , <i>Laurus nobilis</i>	ΑΧΕΛΩΟΣ	
92C011	Δάση ανατολικής πλατάνου	<i>Platanus orientalis</i>	ΚΑΛΑΜΑΣ, ΑΧΕΡΟΝΤΑΣ, ΑΧΕΛΩΟΣ, ΛΟΥΡΟΣ, ΑΡΑΧΘΟΣ	ΠΗΝΕΙΟΣ

Στον κάτω ρου των ποταμών παρουσιάζονται περισσότεροι τύποι οικοτόπων και κατά επέκταση φυτοκοινωνίες απ' ότι στις άλλες γεωμορφολογικές ενότητες. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς οι εκβολές των ποταμών, λόγω της έντονης ιζηματογενούς απόθεσης φερτών υλικών και της διαβάθμισης της αλατότητας στο έδαφος και στο νερό, παρουσιάζουν μια ποικιλία βιοτόπων. Στο μέσω ρου επικρατούν συστάδες με *Salix* sp. Αντίθετα, στον άνω ρου κυριαρχούν τα δάση πλατάνου καθώς ευνοείται η ανάπτυξη τους λόγω της μεταφοράς και εναπόθεσης χονδρόκοκκων φερτών υλικών.

Βιβλιογραφία

- Γεωργιάδης Θ., Δημόπουλος Π., Δημητρέλλος Γ., Χονδρόπουλος Β., Φραγγελδάκη Σ., Βασιλάκης Κ., Βαρνάβας Σ., Ηλιοπούλου Ι., Αλεξόπουλος Α., Παπαμίχος Ν., Αλιφραγκής Δ., Σεϊλόπουλος Δ., Αλαχιώτης Σ., Παπασωτηρόπουλος Β. 1994. Οικολογικές επιπτώσεις και διαχείριση στους υγροτόπους Καλαμά- Αχέροντα – Καλοδικίου. Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Ντάφης Σ., Παπαστεργιάδου Ε, Γεωργίου Κ., Μπαμπαλώνας Δ., Γεωργιάδης Θ., Παπαγεωργίου Μ., Λαζαρίδου Θ. & Τσιαούση Β. 1997. Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Το Έργο Οικοτόπων στην Ελλάδα: Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000. Συμβόλαιο αριθμός Β4-3200/84/756, Γεν. Διεύθυνση ΧΙ Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων - Υγροτόπων. Θεσσαλονίκη.
- Ντάφης Σ., Παπαστεργιάδου Ε. & Λαζαρίδου Θ. 2001. Νέος Τεχνικός Οδηγός Χαρτογράφησης (Δίκτυο Natura 2000). Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων. Θεσσαλονίκη.
- Yon D. & Tendron G. 1981. Alluvial forests of Europe. Nature Conservation Service. National Museum of Natural History, Paris.

Φωτοσυνθετικά χαρακτηριστικά των νεαρών κόκκινων και πράσινων φύλλων του είδους *Quercus coccifera* L.: μορφολογικές και φυσιολογικές διαφορές κατά την πορεία ανάπτυξής τους

Καραντζιά Δ. & Πετροπούλου Γ.

Εργαστήριο Φυσιολογίας Φυτών, Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας,
Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Ο αείφυλλος, σκληρόφυλλος θάμνος *Quercus coccifera* L. εμφανίζει ποικιλομορφία μεταξύ των ατόμων ως προς το χρώμα των νεαρών του φύλλων (σκούρα κόκκινα έως πράσινα), ενώ τα ώριμα φύλλα είναι πράσινα και στους δύο φαινοτύπους. Το κόκκινο χρώμα οφείλεται στην παρουσία ανθοκυανινών, που συσσωρεύονται στα χυμοτόπια των φυτικών κυττάρων και απορροφούν στην υπεριώδη αλλά και στην πράσινη περιοχή του ορατού φάσματος. Σε προηγούμενη εργασία μας είχε διαπιστωθεί ότι τα νεαρά κόκκινα και πράσινα φύλλα του *Q. coccifera* παρουσιάζουν μορφολογικές και φυσιολογικές διαφορές, ιδιαίτερα όσον αφορά στα φωτοσυνθετικά χαρακτηριστικά τους. Ειδικότερα, η παρουσία των ανθοκυανινών σχετίζεται με τον σκιάφιλο χαρακτήρα της φωτοσυνθετικής συσκευής των κόκκινων φύλλων, ενώ λειτουργεί προστατευτικά έναντι του κινδύνου φωτοαναστολής. Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να παρακολουθήσουμε την εξέλιξη αυτών των διαφορών κατά την πορεία της ανάπτυξης των νεαρών φύλλων.

Photosynthetic characteristics of young, exposed red and green leaves of *Quercus coccifera* L.: morphological and physiological differences during leaf development

Karantzia D. & Petropoulou Y.

Laboratory of Plant Physiology, Section of Plant Biology, Department of Biology,
University of Patras, 265 00 Patras, Greece.

Abstract

The evergreen sclerophyll *Quercus coccifera* L. displays an intra-species variation in the colour of young, exposed leaves (dark red to green), while mature leaves are invariably green. This transient redness is due to the presence of anthocyanins accumulating in the vacuole of plant cells and absorbing in the UV and the green part of the visible spectrum. In a previous study of our laboratory it was shown that young red

and green leaves of *Q. coccifera* have morphological and physiological differences, especially on their photosynthetic parameters. The presence of anthocyanins in young exposed leaves is correlated with the display of some shade characteristics of the photosynthetic machinery and alleviates the risk of photoinhibition. In the present study we proceeded in the comparative monitoring of these differences during leaf development.

Εισαγωγή

Σε μερικά φυτά, τα νεαρά φύλλα είναι παροδικά κόκκινα, λόγω συσσώρευσης ανθοκυανινών (υδατοδιαλυτές, φλαβονοειδείς ενώσεις, που απορροφούν στην υπεριώδη αλλά και στην πράσινη περιοχή του ορατού φάσματος). Η παρουσία τους στα φύλλα έχει συσχετιστεί με την προστασία απέναντι σε διάφορους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, μεταξύ των οποίων και οι υψηλές εντάσεις ορατής ακτινοβολίας. Είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία ότι οι υψηλές εντάσεις φωτός, ιδιαίτερα όταν συνδυάζονται και με άλλες καταπονητικές συνθήκες (χαμηλές θερμοκρασίες, ξηρασία ή έλλειψη θρεπτικών), αποτελούν εν δυνάμει φωτοανασταλτικό παράγοντα. Οι ανθοκυανίνες θεωρείται ότι προστατεύουν από τη φωτοαναστολή, μειώνοντας το ποσό της εισερχόμενης στο μεσόφυλλο ακτινοβολίας (λειτουργούν ως “αντηλιακό”).

Σε προηγούμενη μελέτη του εργαστηρίου μας είχε διαπιστωθεί ότι ο αείφυλλος, σκληρόφυλλος θάμνος *Quercus coccifera* L. εμφανίζει ποικιλομορφία μεταξύ των ατόμων ως προς το χρώμα των νεαρών του φύλλων (σκούρα κόκκινα έως πράσινα), ενώ τα ώριμα είναι πράσινα και στους δύο φαινοτύπους. Λόγω της ακροπεταλικής τους ανάπτυξης, τα φύλλα είναι πλήρως εκτεθειμένα στην ηλιακή ακτινοβολία. Ωστόσο, τα κόκκινα φύλλα εμφανίζουν σκιοφιλά χαρακτηριστικά (μικρότερο πάχος, χαμηλότερη αναλογία Chl *a/b*, υψηλότερες τιμές φθορισμού) συγκρινόμενα με πράσινα της ίδιας ηλικίας, ως αποτέλεσμα του σκιερού μικροπεριβάλλοντος που διαμορφώνεται στο μεσόφυλλο από την παρουσία ανθοκυανινών. Οι μορφολογικές και φυσιολογικές αυτές διαφορές μεταξύ των δύο φαινοτύπων εξαλείφονται κατά την ωριμότητα.

Η εξέλιξη των παραπάνω διαφορών κατά την πορεία της ανάπτυξης των νεαρών φύλλων είναι το αντικείμενο της παρούσας μελέτης.

Υλικά και μέθοδοι

Η μελέτη ξεκίνησε την προηγούμενη άνοιξη (Απρίλιο - Μάιο 2004, περίοδο έκπτυξης των νέων φύλλων) και συνεχίζεται και φέτος. Καθ’ όλη τη διάρκεια της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν 8 αυτοφυή άτομα (4 “κόκκινα” και 4 “πράσινα”) της περιοχής Πλατάνι Αχαΐας. Σε κάθε δειγματοληψία, χρησιμοποιήθηκε ένας κλάδος (νέας έκπτυξης) από κάθε άτομο και η συλλογή γινόταν αργά το απόγευμα. Οι κλάδοι παρέμεναν στο σκοτάδι όλο το βράδυ, αεροστεγώς κλεισμένοι σε σακκουλάκια με υγρό διηθητικό χαρτί και τα φύλλα αναλύονταν την επόμενη μέρα. Η ηλικία κάθε φύλλου καθορίστηκε από τη θέση του πάνω στον κλάδο, ξεκινώντας την αρίθμηση από το φύλλο που βρίσκεται στην κορυφή. Το κάθε φύλλο, αφού μετρήθηκε ο φθορισμός της χλωροφύλλης *in vivo* και η επιφάνειά του, χωρίστηκε σε δύο τμήματα εκατέρωθεν του κεντρικού αγγείου. Στη συνέχεια, τα δύο τμήματα χρησιμοποιήθηκαν για εκτίμηση φωτοσυνθετικών χρωστικών και ανθοκυανινών.

Συγκέντρωση φωτοσυνθετικών χρωστικών: προσδιορίστηκε φασματοφωτομετρικά

(με φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμης, Shimadzu UV-160A,) σε εκχυλίσματα φύλλων σε DMSO (dimethylsulfoxide), με βάση τις εξισώσεις του Wellburn (1994).

Συγκέντρωση ανθοκυανινών: φάσματα απορρόφησης (400-700 nm) σε οξινισμένα μεθανολικά εκχυλίσματα, όπου η μέγιστη τιμή απορρόφησης των ανθοκυανινών (A530) διορθώθηκε ως προς την παρεμβολή των χλωροφυλλών στο ίδιο μήκος κύματος (Lindoo & Caldwell 1978).

Μέγιστη φωτοχημική απόδοση του PS II: με φορητό φθορισμόμετρο PEA (Hansatech, time resolving system) σε φύλλα προσαρμοσμένα στο σκοτάδι.

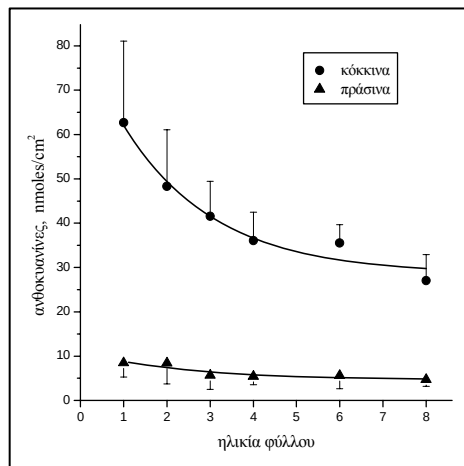
Τα δεδομένα στις αντίστοιχες εικόνες αποτελούν μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση από 6 ανεξάρτητες δειγματοληψίες.

Μικροσκοπικές παρατηρήσεις: το πάχος του φύλλου και του μεσοφύλλου μετρήθηκε σε εγκάρσιες τομές φύλλων σε οπτικό μικροσκόπιο τύπου Zeiss Axiolpan, με τη βοήθεια του προγράμματος Image Tool (UTHSCSA Image Tool 1.25). Για τον εντοπισμό των χλωροφυλλών με βάση το φθορισμό τους στην ερυθρή περιοχή του φάσματος, χρησιμοποιήθηκε σύστημα επιφθορισμού (epifluorescence, filter set UV-G 365).

Τα δεδομένα στην αντίστοιχη εικόνα αποτελούν μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση από 5 ανεξάρτητες δειγματοληψίες.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

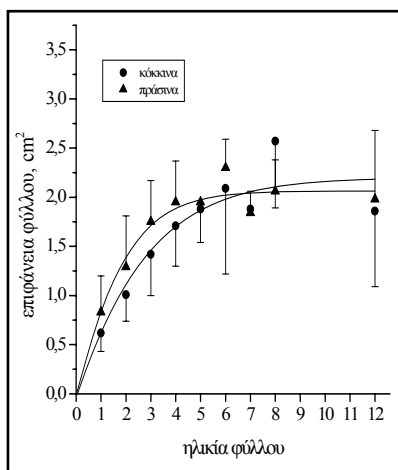
Από τη μικροσκοπική παρατήρηση εγκάρσιων τομών φύλλων επιβεβαιώθηκε το εύρημα προηγούμενης μελέτης μας, ότι δηλαδή στα νεαρά κόκκινα φύλλα οι ανθοκυανίνες εντοπίζονται κάτω από την επιδερμίδα, σε δύο στοιβάδες δρυφακτοειδούς (άνω) και μία στοιβάδα σπογγώδους μεσοφύλλου (κάτω επιφάνεια). Τόσο στα νεαρά



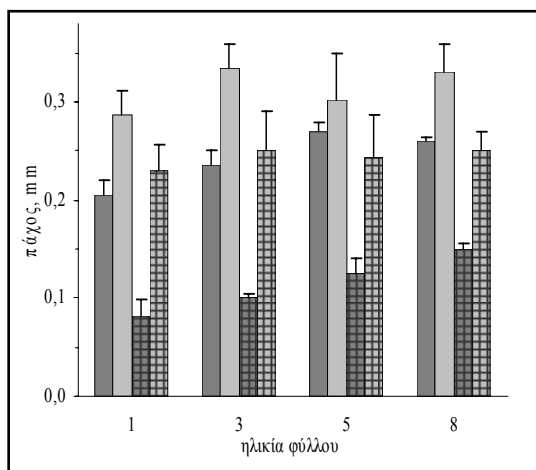
Εικόνα 1. Συγκέντρωση ανθοκυανινών σε νεαρά κόκκινα και πράσινα φύλλα σε σχέση με την ηλικία τους. Οι διαφορές μεταξύ των δύο φαινοτύπων είναι στατιστικώς σημαντικές ($p < 0.001$) για όλες τις ηλικίες που μετρήθηκαν.

πράσινα όσο και στα ώριμα φύλλα των δύο φαινοτύπων δεν παρατηρείται μικροσκοπικά παρουσία ανθοκυανινών. Τα νεαρά κόκκινα φύλλα, όπως αναμενόταν, περιέχουν ανθοκυανίνες σε πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε σχέση με τα αντίστοιχης ηλικίας πράσινα, καθώς όμως ωριμάζουν η συγκέντρωσή τους σταδιακά μειώνεται (Εικ. 1). Στα νεαρά πράσινα αντίθετα, η συγκέντρωση των ανθοκυανινών είναι σταθερά πολύ χαμηλή καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξης.

Όπως φαίνεται στην Εικ. 2, τα νεαρά πράσινα φύλλα αναπτύσσονται με ταχύτερο ρυθμό με αποτέλεσμα η μέση επιφάνειά τους να είναι στατιστικά μεγαλύτερη κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης σε σχέση με τα κόκκινα ίδιας ηλικίας. Από τις μορφολογικές και μικροσκοπικές μετρήσεις επιβεβαιώνεται η

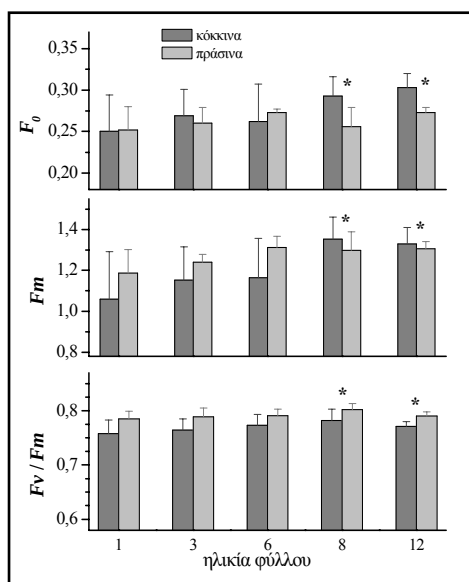


Εικόνα 2. Επιφάνεια νεαρών κόκκινων και πράσινων φύλλων σε σχέση με την ηλικία τους. Οι διαφορές μεταξύ των δύο φαινοτύπων είναι στατιστικώς σημαντικές ($p < 0.05$) για τα 4 πρώτα φύλλα.



Εικόνα 3. Συνολικό πάχος φύλλου και φωτοσυνθετικά λειτουργικού μεσοφύλλου νεαρών κόκκινων και πράσινων φύλλων σε σχέση με την ηλικία τους. Οι διαφορές μεταξύ των δύο φαινοτύπων είναι στατιστικώς σημαντικές ($p < 0.05$) σε όλες τις περιπτώσεις.

■ : πάχος κόκκινων □ : πάχος πράσινων
 ▨ : μεσόφυλλο κόκκινων ▤ : μεσόφυλλο πράσινων



Εικόνα 4. Παράμετροι του φθορισμού της χλωροφύλλης *in vivo* σε νεαρά κόκκινα και πράσινα φύλλα σε σχέση με την ηλικία τους. Με αστερίσκο υποδεικνύονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές για $p < 0.05$.

άποψη μας ότι τα νεαρά κόκκινα φύλλα όπως μικρότερο συνολικό πάχος σε σχέση με τα αντίστοιχα πράσινα. Δεδομένου ότι στα πράσινα φύλλα οι χλωροφύλλες κατανέμονται σε όλο το μεσόφυλλο ενώ στα κόκκινα μόνο στις μη- ανθοκυανιούχες στοιβάδες, προκύπτει μία σημαντική διαφορά στο πάχος του “φωτοσυνθετικά λειτουργικού” μεσοφύλλου μεταξύ των δύο φαινοτύπων καθώς και στην αναλογία “λειτουργικού” μεσοφύλλου προς το συνολικό πάχος φύλλου (Εικ. 3). Στα νεαρά πράσινα φύλλα, η αναλογία αυτή είναι σταθερή και συγκρίσιμη με εκείνη των ώριμων φύλλων ενώ στα κόκκινα είναι σαφώς χαμηλότερη και παρουσιάζει σταδιακή αύξηση καθώς υποχωρούν οι ανθοκυανιούχες στοιβάδες κυττάρων.

Σε ότι αφορά τη συνολική συγκέντρωση χλωροφυλλών και καρωτενοειδών δεν παρατηρείται στατιστική σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φαινοτύπων. Η αναλογία χλωροφύλλης *a/b* όμως είναι χαμηλότερη στα νεαρά κόκκινα φύλλα και αυτό αποτελεί επίσης ένα σκιοφίλο χαρακτηριστικό, αφού υποδεικνύει μεγαλύτερη αναλογία φωτοσυλλεκτικών συμπλόκων προς φωτοχημικά κέντρα. Η διαφορά αυτή, ωστόσο, εξαλείφεται καθώς αυξάνει η ηλικία των φύλλων.

Τέλος, τα νεαρά κόκκινα φύλλα εμφανίζουν ελαφρώς χαμηλότερη μέγιστη φωτοχημική απόδοση του PS II για όλα τα ηλικιακά στάδια που μετρήθηκαν, παρ’ ότι σταδιακά διαμορφώνουν υψηλότερες τιμές αρχικού (F_0) και μέγιστου (F_m) φθορισμού (Εικ. 4).

Βιβλιογραφία

- Anderson J.M. 1986. Photoregulation of the composition, function, and structure of thylakoid membranes. *Annual Review of Plant Physiology* 37: 93-136.
- Chalker-Scott L. 1999. Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochemistry and Photobiology* 70: 1-9.
- Gould K.S., Kuhn D.N., Lee D.W. & Oberbauer S.F. 1995. Why leaves are sometimes red. *Nature* 378: 241-242.
- Lindoo S.J. & Caldwell M.M. 1978. Ultraviolet-B radiation-induced inhibition of leaf expansion and promotion of anthocyanin production. *Plant Physiology* 61: 278-272.
- Long S.P., Humphries S. & Falkowski V. 1994. Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Annual Review of Plant Physiology -Plant Molecular Biology* 45: 633-662.
- Manetas Y., Drinia A. & Petropoulou Y. 2002. High contents of anthocyanins in young leaves are correlated with low pools of xanthophyll cycle components and low risk of photoinhibition. *Photosynthetica* 40: 349-354.
- Manetas Y., Petropoulou Y., Psaras G.K. & Drinia A. 2003. Exposed red (anthocyanic) leaves of *Quercus coccifera* display shade characteristics. *Functional Plant Biology* 30: 265-270.
- Miranda V., Baker N.R. & Long S.P. 1981. Limitations of photosynthesis in different regions of the *Zea mays* leaf. *New Phytologist* 89: 179-190.
- Sestak Z. 1985. Photosynthesis during leaf development. Dr. W. Junk Publishers: Dordrecht.
- Steyn W.J., Wand S.J.E., Holcroft D.M. & Jacobs G. 2002. Anthocyanins in vegetative tissues: a proposed unified function in photoprotection. *New Phytologist* 155: 349-361.

- Wellburn A.R. 1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology* 144: 307-313.

Η κινητοποίηση των αποθεμάτων βορίου από τα ανεπτυγμένα προς τα αναπτυσσόμενα φύλλα της ελιάς (*Olea europaea* L.) ρυθμίζεται αποκρινόμενη στην έλλειψη του στοιχείου

Καρβώνης Ε., Βέκκος Κ., Ρέστα Ε., Σταυριανάκου Σ., Λιακόπουλος Γ. & Καραμπουρνιώτης Γ.

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, 118 55, Βοτανικός, Αθήνα.

Περίληψη

Είναι γενικά αποδεκτό πως το βόριο (B) εμφανίζει περιορισμένη κινητικότητα στην πλειονότητα των φυτικών ειδών. Ωστόσο, η ύπαρξη συμπλόκων σακχαροακτοολών-B προσφέρει σημαντική ικανότητα επανεκκίνησης του στοιχείου σε είδη τα οποία εξάγουν σακχαροακτοόλες μέσω του ηθμού. Στην παρούσα εργασία μελετώνται παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την εξαγωγή B στο φυτό *Olea europaea* κάτω από διαφορετικά καθεστώτα διατροφής με B. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η συγκέντρωση B στον κυτταρικό χυμό φύλλων-παραγωγών ήταν ο κύριος παράγοντας ο οποίος επηρέασε την ποσότητα B η οποία διακινήθηκε στο χυμό του ηθμού προς τα αναπτυσσόμενα φύλλα. Ωστόσο, παρά τα υψηλότερα ποσά B τα οποία επανεκκινήθηκαν υπό καθεστώ επάρκειας, η τροφοπενία B είχε ως αποτέλεσμα την δραματική αύξηση των σχετικών ποσών B τα οποία επανεκκινήθηκαν από τα φύλλα-παραγωγούς. Στα φύλλα αυτά, η συγκέντρωση της μαννιτόλης στο χυμό του ηθμού ήταν διπλάσια συγκριτικά με αυτή των φύλλων-παραγωγών κάτω από συνθήκες επάρκειας B. Συνεπώς, η μαννιτόλη είναι πιθανό να εμπλέκεται στη ρύθμιση της επανεκκίνησης B ως απόκριση στο εκάστοτε καθεστώς διατροφής.

Remobilization of mature leaves boron reserves towards developing leaves of olive (*Olea europaea* L.) is regulated responding to deprivation of the element

Karvonis E., Vekkos C., Resta E., Stavrianakou S., Liakopoulos G. & Karabourniotis G.

Agricultural University of Athens, Department of Agricultural Biotechnology, Laboratory of Plant Physiology, Iera Odos 75, 118 55, Botanikos, Athens, Greece.

Abstract

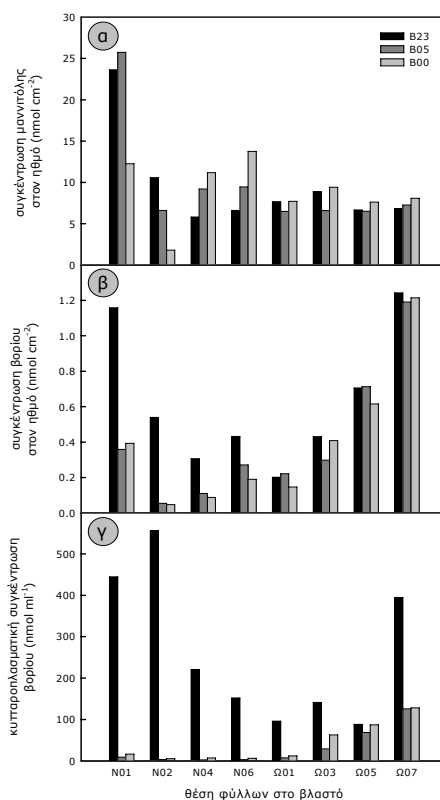
It is generally accepted that boron (B) shows limited mobility in the majority of plant species. However, sugar-alcohol-B complexes offer considerable remobilization capacity of the element in species that export sugar-alcohols through the phloem. Here we study

factors that affect B export in *Olea europaea* under different regimes of B nutrition. According to the results, B in the cell sap of source leaves was the main factor affecting the amount of B loaded in the phloem sap towards developing leaves. However, despite that higher amounts of B were remobilized under adequate supply, B deficiency dramatically increased the relative amount of B that was remobilized from source leaves. In B-deficient source leaves, phloem sap mannitol concentration was 2-fold higher compared to phloem sap mannitol exported from source leaves under adequate B nutrition. Therefore, mannitol may be involved in the regulation of B remobilization as a response to existing nutrition regime.

Εισαγωγή

Σε ορισμένα φυτά όπως η ελιά (*Olea europaea* L.) παρατηρείται το φαινόμενο της επαναδιανομής βορίου (B). Ένα ποσοστό των αποθεμάτων B από τα ώριμα φύλλα μπορεί να μετακινηθεί προς τα νεαρά - αναπτυσσόμενα όργανα υπό μορφή συμπλόκου με τη σακχαροαλκοόλη μαννιτόλη (Brown & Shelp 1997). Υπό συνθήκες έλλειψης του στοιχείου, το φαινόμενο της επαναδιανομής λαμβάνει ιδιαίτερη σπουδαιότητα καθώς μέσω αυτού μπορεί να συντηρηθεί, έως ένα βαθμό, η ανάπτυξη της νέας βλάστησης (Liakopoulos et al. 2005). Ωστόσο, δεν είναι έως τώρα γνωστό εάν υπάρχει μηχανισμός μέσω του οποίου τα φυτά να ρυθμίζουν την ένταση του φαινομένου αποκρινόμενα στην εξωτερική διαθεσιμότητα B. Στην παρούσα ανακοίνωση εξετάστηκε η υπόθεση της ύπαρξης ενός τέτοιου μηχανισμού εγκλιματισμού στο φυτό της ελιάς. Για το σκοπό αυτό μελετήθηκαν οι βασικές φυσιολογικές παράμετροι οι οποίες σχετίζονται με την επανεκκίνηση B, όπως

είναι η συγκέντρωση του διαλυτού βορικού οξέος στα φύλλα και το χυμό του ηθμού, μέσω του οποίου όπως είναι γνωστό πραγματοποιείται η επανεκκίνηση του στοιχείου. Δεδομένου ότι η μαννιτόλη σχετίζεται άμεσα με την κινητικότητα του βορίου στον ηθμό (Perica et al. 2001), εξετάστηκε περαιτέρω εάν ο διακινήσιμος



Εικόνα 1. Συγκέντρωση μαννιτόλης (α) και διαλυτού βορίου στον ηθμό (β) και διαλυτού βορίου στον κυτταρικό χυμό (γ) στα φυτά των τριών μεταχειρίσεων, για φύλλα διαφόρων ηλικιακών σταδίων. Οι τιμές αποτελούν μετρήσεις δειγμάτων από 24 (α,β) ή 8 (γ) φύλλα.

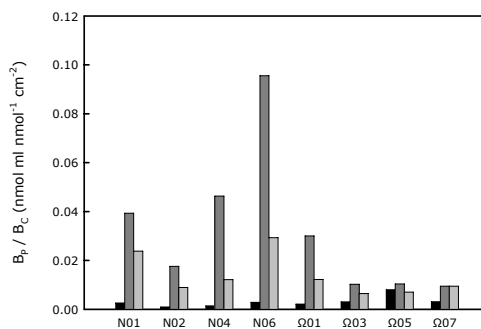
αυτός υδατάνθρακας εμπλέκεται στη λειτουργία ενός τέτοιου μηχανισμού.

Υλικά και Μέθοδοι

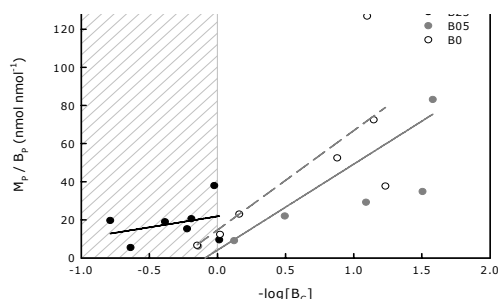
Εμβολιασμένα φυτάρια ελιάς καλλιεργήθηκαν σε υδροπονία για 20 ημέρες. Διακρίθηκαν τρεις πειραματικοί χειρισμοί ανάλογα με τη συγκέντρωση B. Ο πρώτος χειρισμός (B23, 23 μM B) χορηγήθηκε στα φυτά-μάρτυρες ενώ οι άλλοι δύο (B05, 0,5 μM B και B00, 0,0 μM B) είχαν ως αποτέλεσμα την επιβολή τροφопενίας βορίου. Για την συλλογή του χυμού του ηθμού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των King and Zeenaart (1974) όπως τροποποιήθηκε από τους Flora and Madore (1993). Για τη συλλογή του κυτταρικού χυμού κυττάρων φύλλων ή ριζών ορισμένη ποσότητα νερού ιστού πιέστηκε μέσω κατάλληλου εργαλείου και συλλέχθηκαν 100–400 μl χυμού. Μετά την ολοκλήρωση της συλλογής τα δείγματα αποθηκεύτηκαν στους 4° C. Για το χρωματογραφικό προσδιορισμό του βορίου οξέος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των Matoh et al. (1997). Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης μαννιτόλης στο χυμό του ηθμού έγινε με υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης. Ο διαχωρισμός έγινε σε αναλυτική στήλη Nucleosil Carbohydrate 10 μm (250 $\times$ 4 mm; Macherey Magel) με κινητή φάση ακετονιτρίλιο 70% και ρυθμό ροής 2 ml min⁻¹.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Προηγούμενες εργασίες έχουν δείξει ότι υπό συνθήκες τροφопενίας βορίου αυξάνεται η συγκέντρωση μαννιτόλης στα φύλλα της ελιάς (Liakopoulos et al. 2005). Η συγκέντρωση της μαννιτόλης στο χυμό του ηθμού παρουσίασε μείωση στα νεαρά-αναπτυσσόμενα και αύξηση στα νεαρά-ανεπτυγμένα φύλλα στις μεταχειρίσεις B05 και B00 συγκριτικά με τη μεταχείριση B23. Στα φύλλα της



Εικόνα 2. Ο λόγος της συγκέντρωσης του βορίου στον χυμό του ηθμού προς αυτής του βορίου στον κυτταρικό χυμό στα φυτά των τριών μεταχειρίσεων, για φύλλα διαφόρων ηλικιακών σταδίων. Οι τιμές προέρχονται από φύλλα όλων των ηλικιακών σταδίων και αποτελούν μετρήσεις δειγμάτων από 8 (B_c) ή 24 φύλλα (B_p).



Εικόνα 3. Γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ του αρνητικού λογαρίθμου της συγκέντρωσης του βορίου στον κυτταρικό χυμό ($-\log[B_c]$) και του λόγου της συγκέντρωσης της μαννιτόλης προς τη συγκέντρωση του βορίου στον χυμό του ηθμού (M_p / B_p) στα φυτά των τριών μεταχειρίσεων. Οι τιμές προέρχονται από φύλλα όλων των ηλικιακών σταδίων, εκτός του N01, προέρχονται από φύλλα όλων των ηλικιακών σταδίων και αποτελούν μετρήσεις δειγμάτων από 8 (B_c) ή 24 φύλλα (M_p , B_p). Για την γραμμική παλινδρόμηση, B23 $R^2 = 0,112$, B05 $R^2 = 0,571$ και B00 $R^2 = 0,546$. Με τη σκίαση σημειώνεται η περιοχή επάρκειας βορίου στον κυτταρικό χυμό.

ώριμης βλάστησης, δεν παρατηρήθηκε διαφορά (Εικ. 1α). Παρόλο που στα νεαρά ανεπτυγμένα φύλλα η συγκέντρωση βορίου στο χυμό του ηθμού μειώθηκε στις μεταχειρίσεις B05 και B00, σε επίπεδο φυτού η επανεκκίνηση βορίου υπό συνθήκες τροφοπενίας του στοιχείου παρέμεινε σε υψηλά επίπεδα (Εικ. 1β). Η συγκέντρωση βορίου στον κυτταρικό χυμό μειώθηκε δραματικά στις μεταχειρίσεις B05 και B00 (Εικ. 1γ). Το κλάσμα αυτό του βορίου επηρεάζεται άμεσα από την έλλειψη του στοιχείου. Ταυτόχρονα αποτελεί το δυνητικά επανεκκινήσιμο βόριο του φύλλου. Ο λόγος του επανεκκινήσιμου προς το κυτταροπλασματικό βόριο αυξήθηκε δραματικά στις μεταχειρίσεις B05 και B00 υποδηλώνοντας μια σημαντική ενίσχυση της επανεκκίνησης βορίου υπό συνθήκες έλλειψης (Εικ. 2). Από τα παραπάνω φαίνεται πως υπό συνθήκες έλλειψης, σημαντικό μέρος των διαλυτών αποθεμάτων βορίου των φύλλων αποδίδεται προς επανεκκίνηση. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει τη σημαντική ενίσχυση του μηχανισμού επανεκκίνησης του στοιχείου πιθανώς για την υποστήριξη της ανάπτυξης της νέας βλάστησης.

Από την άλλη μεριά, στην περιοχή ανεπάρκειας ($-\log[B_c] > 0$), η έλλειψη βορίου είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του λόγου μαννιτόλης/βορίου στον ηθμο, γεγονός το οποίο φαίνεται να επηρεάζει την ένταση της επανεκκίνησης βορίου (Εικ. 3). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η μαννιτόλη του χυμού του ηθμού εμπλέκεται στη ρύθμιση της έντασης της επανεκκίνησης βορίου, όταν η συγκέντρωση του τελευταίου στα κύτταρα είναι σε ανεπαρκή επίπεδα.

Βιβλιογραφία

- Brown P.H. & Shelp B.J. 1997. Boron mobility in higher plants. *Plant Soil* 193: 85-101.
- Liakopoulos G., Stavrianakou S., Filippou M., Fasseas C., Tsadilas C., Drossopoulos I. & Karabourniotis G. 2005. Boron remobilization at low boron supply in olive (*Olea europaea*) in relation to leaf and phloem mannitol concentrations. *Tree Physiol.* 25: 157-165.
- Flora L.L. & Madore M.A. 1993. Stachyose and mannitol transport in olive (*Olea europaea* L.). *Planta* 189: 484-490.
- King R.W. & Zeevaart J.A.D. 1974. Enhancement of phloem exudation from cut petioles by chelating agents. *Plant Physiol.* 53: 96-103.
- Matoh T., Akaike R. & Kobayashi M. 1997. A sensitive and convenient assay for boron in plant using chromotropic acid and HPLC. *Plant Soil* 192: 115-118.
- Perica S., Bellaloui N., Greve C., Hu H. & Brown P.H. 2001 Boron transport and soluble carbohydrate concentrations in olive. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 126: 291-296.

***Veronica oetaea* L.-Å. Gustavsson: η οικολογία και οι φυτοκοινωνιολογικές σχέσεις ενός στενά ενδημικού είδους – Απειλές και προτάσεις προστασίας**

¹Καρέτσος Γ. & ²Γεωργιάδης Θ.

¹ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε., Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Αθήνα.

²Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας Φυτών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Η *Veronica oetaea* αποτελεί το μοναδικό τοπικό ενδημικό φυτικό είδος της Οίτης, το οποίο περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Lars-Åke Gustavsson το 1978. Στην Οίτη εμφανίζεται σε δύο μικρές ορεινές εαρινές λίμνες έκτασης μόλις 100 m² περίπου και σε υψόμετρο 1850 μέτρων περίπου, στο κέντρο του πυρήνα του Εθνικού Δρυμού. Ο πληθυσμός της εκτιμάται κατά προσέγγιση σε 50.000 άτομα, την εποχή τουλάχιστο που έγινε η καταμέτρηση. Φυτοκοινωνιολογικά συμμετέχει στη χλωριδική σύνθεση της φυτοκοινωνίας *Myosuro-Ranunculetum lateriflori*. Η μικρή έκταση του ενδιαιτήματος και η μοναδικότητα του είδους επιβάλλουν τρόπους, άμεσης και αποτελεσματικής προστασίας. Οι κίνδυνοι που απειλούν την ύπαρξη του εν λόγω είδους, εντοπίζονται κυρίως στις ανθρώπινες δραστηριότητες που σχετίζονται με τη βοσκή, τη διάνοιξη δρόμων και την αλόγιστη χρήση του χώρου.

***Veronica oetaea* L.-Å. Gustavsson: the ecology and the phytosociology of an exclusive endemic species – Threats and protection suggestions**

¹Karetsos G. & ²Georgiadis Th.

¹N.A.G.R.E.F., Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology, Athens, Greece.

²Department of Biology, University of Patras, 265 00 Patras, Greece.

Abstract

Veronica oetaea the only exclusive endemic species of Iti Mountain was described by Lars-Åke Gustavsson in 1978. It appears on mount Iti, at the bottom of two small melt-water pools of 100 m², at about 1850 m altitude, in the center of the core area of the established National Park of Iti. Its population was approximately estimated to be 50,000 individuals, when the measurement (in 2000) took place. From a phytosociological point of view *Veronica oetaea* participates in the floristic structure of the association *Myosuro-Ranunculetum lateriflori*. Due to the restricted habitat area of the examined unique

species, it is a dire need for implementing efficient conservation measures. The main human activities threatening the species are related with the road construction, grazing and the irrational land uses in neighboring areas.

Εισαγωγή

Γενικώς μπορούμε να αποδεχτούμε, ότι τα περισσότερα ενδημικά είδη είναι και τα πλέον ευαίσθητα, κυρίως λόγω της περιορισμένης εξάπλωσης και του μικρού αριθμού των πληθυσμών τους. Επίσης, ισχύει γενικά ότι με την αύξηση του υψομέτρου ή του βαθμού απομόνωσης μιας περιοχής, αυξάνεται και ο αριθμός των ενδημικών αλλά και των σπάνιων ειδών (Strid & Tan 1992, Δημόπουλος 1993, Καρέτσος 2002). Συνεπώς, θα πρέπει να βρεθούν τρόποι αποτελεσματικής προστασίας περιοχών με τα παραπάνω χαρακτηριστικά.

Η Οίτη εμφανίζει 77 ελληνικά ενδημικά taxa, εκ των οποίων τα 41 εντάσσονται σε μία κατηγορία απειλής στους σχετικούς εθνικούς και διεθνείς καταλόγους (Π.Δ. 67/81, RDB, WCMC, UNEP, CITES). Τα περισσότερα των παραπάνω ειδών, βρίσκονται σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 1400 m. Η Οίτη επίσης, φιλοξενεί δύο περιοχές «NATURA», εκ των οποίων η μία ταυτίζεται με τον Εθνικό Δρυμό και η δεύτερη περιλαμβάνει το φαράγγι του Γοργοποτάμου.

Η *Veronica oetaea*, το μοναδικό αποκλειστικά ενδημικό της Οίτης, αναφέρθηκε για πρώτη φορά από τον Lars-Åke Gustavsson το 1978. Ανήκει στο subsection *Acinifolia* και παρουσιάζει στενή συγγένεια με τα είδη *V. glaberrima* και *V. nudicaulis*, και τα δύο με Ασιατική κατανομή. Περιλαμβάνεται, δικαίως, ως «Κινδυνεύον» στους καταλόγους RDB (Phitos et al. 1995), IUCN (1997) και UNEP (1991). Ενδημεί σε δύο σημεία λίγων μόνο τετραγωνικών μέτρων, ευτυχώς μέσα στον πυρήνα του Εθνικού Δρυμού.

Ο ίδιος ο Gustavsson (1978), αναφέρει ότι οι κίνδυνοι που απειλούν την ύπαρξή της, συνίστανται στη διάνοιξη δρόμων, οι οποίοι απέχουν ελάχιστα μέτρα από το βιότοπό της και στην εξόρυξη βωξίτη.

Δυστυχώς αν και υφίσταται ένα σημαντικό νομοθετικό πλαίσιο, η προστασία όχι μόνο του εν λόγω είδους, αλλά και των περιοχών που φιλοξενούν άλλα εξίσου σημαίνοντα είδη στην Οίτη, είναι προβληματική. Αυτό οφείλεται κυρίως στη δυσπραγία και τη συρρίκνωση της Δασικής Υπηρεσίας καθώς και στην προβληματική λειτουργία του Φορέα Διαχείρισης. Κατά την άποψή μας η απρόσκοπτη λειτουργία του Φορέα Διαχείρισης, η στελέχωσή του και η εφαρμογή μέτρων, που προτείνονται από το Σχέδιο Διαχείρισης (Καρέτσος κ.ά. 1996), το οποίο παραμένει ουσιαστικά επίκαιρο, εφόσον ουδέποτε εφαρμόστηκε, θα ήταν θετικά στοιχεία και θα λειτουργούσαν ευνοϊκά στην προστασία της περιοχής.

Υλικά και μέθοδοι

Κατά τη διάρκεια των επισκέψεών μας στην Οίτη το 1999 και το 2000 διενεργήθηκαν 43 δειγματοληψίες στα ορεινά λιβάδια με την μέθοδο του Braun-Blanquet (1964). Αναλύοντας τα δεδομένα με το πρόγραμμα ιεραρχικής ταξινόμησης της βλάστησης TWINSpan, διαπιστώθηκε ότι μία φυτοκοινωνική μονάδα, αν και φτωχή δειγματοληπτικά (Πίνακας 1), αυτοπροσδιορίζονταν με μια σαφώς ιδιαίτερη χλωριδική δομή. Ανασκοπώντας τη σχετική με τη βλάστηση των τελμάτων βιβλιογραφία, διαπιστώθηκε ότι η εν λόγω φυτοκοινωνική μονάδα, ταυτίζονταν με την

ένωση *Myosuro-Ranunculetum lateriflori*, όπως περιγράφηκε από τους Bergmeier & Raus, (1999). Συνταξονομικά εντάσσεται στην συνένωση *Radiolion linoidis* (RIVAS-GODAY 1961) PIETSCH 1973, και στην κλάση *Isoeto-Nanojuncetea* BR.-BL. et TX. 1943, των Μεσογειακών εποχικών τελμάτων. Παρουσιάζει επίσης χλωριδικές συγγένειες με την γειτονική φυτοκοινότητα *Eleocharis palustris-Polygonum aviculare* comm. nova (Καρέτσος 2002).

Πίνακας 1. Φυτοκοινωνιολογικός πίνακας των δειγματοληψιών των τελμάτων.

Αριθμός δειγματοληψίας	112221 22 9006773966 1048028242	2 222 9952545 8919290	22223312 756660007 656792321	2221221 6540553 5751894	11 67 60	221 5533 3450
Έκταση (τ.μ.)	222 2 1 11 0505050500	22 0025244	1 1111111 020000000	11 1 6600460	11 11	2222
Υψόμετρο (m)	1111111111 9898888999 0608105031 0000000000	11111111 8898999 6624252 00000000	1111111111 898888898 528815500 000000000	11111111 8998999 5006010 0000500	11 98 12 00	1111 9948 2254 0000
Κλίση (degrees)	0003330012 44 1 97	00 1 3 41	5 6333303 4	6230000 7 4001	00	0000
Συνολική κάλυψη (%)					36 00	11 0099 0000
Κάλυψη γράστων (%)					36 00	11 0099 0000
Αριθμός ειδών					67	4557
Διαγνωστικά taxa των <i>Isoeto-Nanojuncetea</i>, <i>Radiolion linoidis</i>						
<i>Myosuro-Ranunculetum lateriflori</i>						
<i>Myosurus minimus</i>					33	****
<i>Corrigiola litoralis</i>					36	****
<i>Veronica oetaea</i>					33	****
<i>Ranunculus lateriflorus</i>					36	63**
<i>Eleocharis palustris-Polygonum aviculare</i> comm. Nova						
<i>Eleocharis palustris</i>					*6	7786
<i>Polygonum aviculare</i>	*****2**				66	776*
<i>Limosella aquatica</i>					33	33**
Συνοδά είδη						
<i>Juncus effusus</i>	**6*33****		*****25			***7
<i>Convolvulus arvensis</i>						**2*
<i>Narcissus poeticus</i>		*2*****				***1
<i>Galium palustre</i>	***3*****	***3***				**2*
<i>Carex ovalis</i>						***6
<i>Veronica serpyll v. bal</i>						***3
<i>Juncus thomasii</i>						***3
<i>Juncus minutulus</i>			3*****			***3
<i>Potentilla reptans</i>						**7*
<i>Carex vulpina</i>			*6*****			*7**

Συζήτηση

Η φυτοκοινότητα *Myosuro-Ranunculetum lateriflori*, στην οποία συμμετέχει και η *Veronica oetaea*, περιγράφηκε για πρώτη φορά στην Ελλάδα, στα Πιέρια σε

σερπεντινικά υποστρώματα από τους Bergmeier & Raus (1999). Οι ίδιοι συγγραφείς θεωρούν, ότι αντίστοιχες φυτοκοινωνίες απαντούν και σε άλλες περιοχές της κεντρικής Ελλάδας, καθώς και στα υψηλά όρη της Κρήτης.

Η εν λόγω φυτοκοινωνία στην Οίτη, είναι εντοπισμένη μόνο σε τέσσερα σημεία. Οι βιότοποι που αναπτύσσεται είναι μικρές εαρινές λίμνες σε υψόμετρο 1500 έως 1900 m περίπου και έκτασης 200 m² περίπου συνολικά. Οι λίμνες αυτές είναι εξαιρετικά ρηχές μόλις 5 με 15 cm, βάθους, με ατρακτοειδές σχήμα. Πλημμυρίζουν εποχικά μόλις τα χιόνια λειώσουν και βαθμιαία με την εξάτμιση του νερού μεταβάλλονται σε τέλματα, έως την οριστική ξήρανσή τους στα μέσα ή στα τέλη Μαΐου, ανάλογα με τη διάρκεια του χειμώνα.

Την εποχή που ο πυθμένας μεταβάλλεται σε ιλύ, εμφανίζονται τα πρώτα φυτά στις ελαφρές μόλις ξηρότερες εξάρσεις. Το πρώτο είδος που εμφανίζεται είναι ο *Myosurus minimus* και στη συνέχεια η *Veronica oetaea*, ενώ η *Corrigiola litoralis* ακολουθεί αμέσως μετά. Τα δύο πρώτα ολοκληρώνουν τον βιολογικό τους κύκλο σε δύο εβδομάδες περίπου και στη συνέχεια νεκρώνονται και αφανίζονται.

Το επιφανειακό εδαφικό υλικό του πυθμένα, εμφανίζει ιλυοαργιλώδη υφή και μεταβάλλεται σταδιακά με την ξήρανση σε κρούστα πάχους ενός εκατοστού περίπου, η οποία ξηραίνεται με γωνιώδεις ρωγμές και κατά τη διάρκεια του θέρους κονιορτοποιείται. Το κονιορτοποιημένο πλέον εδαφικό υλικό επιτρέπει κατ' ακολουθία την εμφάνιση του *Polygonum aviculare* σε σχετικά πυκνό τάπητα. Η *Corrigiola litoralis* προτιμά τα προς την όχθη περιφερειακά τμήματα και συνήθως συνοδεύεται από τη *Limosella aquatica*, τη *Veronica serpyllifolia* var. *balcanica* και την *Eleocharis palustris*.

Η *Veronica oetaea*, δημιουργεί αποικίες εντός των υγρών ακόμη λιμνών με πολυάριθμα άτομα, τα οποία εκτιμούνται σε 50.000, λόγω του εξαιρετικά μικρού της μεγέθους, που δεν ξεπερνά τα 5 cm. Αντίθετα ο *Myosurus minimus*, αντιπροσωπεύεται από μικρότερο αριθμό και εμφανίζεται και αυτός εντός του πυθμένα αλλά αραιότερα.

Όταν τα νερά εξατμισθούν και νεκρωθούν τα προηγούμενα είδη, εμφανίζονται ως διάδοχη κατάσταση ο *Ranunculus lateriflorus* χωρίς όμως ιδιαίτερη συνοχή, αλλά με σημαντική παρουσία και το *Polygonum aviculare*, το οποίο δημιουργεί πυκνότερο τάπητα με τους έρποντες βλαστούς. Η *Limosella aquatica* παραμένει για ένα μικρό διάστημα ομού με τα προηγούμενα είδη αλλά μόνο στα προς την όχθη τμήματα και συνοδεύεται με πυκνή κάλυψη από την *Eleocharis palustris*. Αυτή η διάδοχη κατάσταση με τα εν λόγω είδη, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερη φυτοκοινότητα, *Eleocharis palustris*-*Polygonum aviculare* com., όπως προκύπτει και από τον φυτοκοινωνιολογικό πίνακα.

Επιπλέον, πρέπει να επισημάνουμε ότι η παρουσία των τριών ειδών *Ranunculus lateriflorus*, *Polygonum aviculare* και *Eleocharis palustris* είναι αισθητή και σε τέλματα μικρότερου υψομέτρου, όπως στην Καταβόθρα της Πυράς Ηρακλέως και στη θέση Λούκα Κομποτάδων στα 1500 m περίπου υψόμετρο. Τα υπόλοιπα είδη όμως δεν ανευρέθησαν, πράγμα που σημαίνει πρώτον και επικρατέστερο, ότι η παρουσία τους συνδέεται με το υψόμετρο και δεύτερο και λιγότερο πιθανό, χωρίς όμως να αποκλείεται, οι καταγραφές να μην συνέπεσαν με την εποχή της παρουσίας τους, λόγω του μικρού βιολογικού τους κύκλου. Θα μπορούσαν όμως να γίνουν λεπτομερέστερες έρευνες στο

μέλλον και να συνεκτιμηθεί και η παρουσία των *Juncus iflexus*, *J. alpinus*, *J. efusus*, *Carex ovalis* και άλλων, που συμμετέχουν στη σύνθεση των εν λόγω κοινοτήτων.

Απειλές

Οι κίνδυνοι που απειλούν τη διατήρηση του είδους και τα ενδιαιτήματά του θα μπορούσαν να συνοψισθούν σε δύο κατηγορίες, τους φυσικούς και τους ανθρωπογενείς.

Ο πρώτος φυσικός κίνδυνος αφορά τη βαθμιαία εξάπλωση των δασικών σχηματισμών της ελάτης, με την περιορισμένη έστω, άρση της βοσκής που εφαρμόστηκε από την κήρυξη της περιοχής το 1966 σε Εθνικό Δρυμό. Πράγματι, οι ανωδασικές λιβαδικές περιοχές της Οίτης, προέκυψαν μετά από επανειλημμένες πυρκαγιές στο παρελθόν, για την εξασφάλιση θερινών βοσκοτόπων, πρακτική που εφαρμόζονταν στην Ελλάδα από την αρχαιότητα. Με τον τρόπο αυτό πείστηκαν προς τα χαμηλότερα υψόμετρα οι δασικοί σχηματισμοί. Μετά την άρροδο όμως των τελευταίων 40 ετών, όπου η βοσκή είχε απαγορευτεί εντός του πυρήνα, η φυσική δασική βλάστηση επεκτείνεται βαθμιαία σε γειτονικούς σταθμούς εφόσον εγκατασταθεί μια πρόδρομη βλάστηση από *Juniperus communis* ssp. *alpina*.

Ο δεύτερος κίνδυνος σχετίζεται με τις διαβρώσεις των εδαφών στην ψηλότερη κυρίως θέση ενδημίας, στη βάση της κορυφής «Γρεβενό». Τα φλυσχογενή αυτά εδάφη όπου φιλοξενείται το εν λόγω είδος, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα, επειδή είναι υδροφοβα και παρουσιάζουν επιφανειακή υδροφορία με χαραδρωτική διάβρωση τύπου Υ (Νάκος 1977).

Ιεραρχώντας τους ανθρωπογενείς κινδύνους, θα πρέπει κατ' αρχή να σταθούμε στην άγνοια από πλευράς εμπλεκόμενων υπηρεσιών και στην εφαρμογή μέτρων ασυμβίβαστων με το καθεστώς προστασίας. Τέτοια μέτρα από πλευράς Δασικής Υπηρεσίας, πρέπει να χαρακτηρισθούν οι διανοίξεις οδών για την εξυπηρέτηση των ποιμνιοστασιών, των επισκεπτών της περιοχής για αναψυχή και ο λαθεμένος σχεδιασμός των θέσεων θέας.

Θα σταθούμε κατά δεύτερο λόγο στην παράνομη βοσκή, που ασκείται στην περιοχή, αν και δεν γνωρίζουμε ακριβώς τις συνέπειές της. Η βοσκή ασκείται κυρίως από βοοειδή που επανειλημμένα βρέθηκαν εντός του συγκεκριμένου βιοτόπου της *Veronica oetea*. Παρά το καθεστώς της απαγόρευσης, οι βοσκοί εξακολουθούν την παρανομία, λόγω των ευτελών ποινών και την αυξημένη κατά κεφαλήν επιδότηση, εκ μέρους των Διευθύνσεων Γεωργίας.

Ένας τρίτος λόγος, αρκετά σοβαρός τα τελευταία χρόνια, σχετίζεται με τις συλλογές των φυτών για «επιστημονικούς» και φαρμακευτικούς σκοπούς. Η επίσκεψη για το σκοπό αυτό απαγορεύεται, αλλά δεν έχουν ληφθεί μέτρα ελέγχου.

Τέλος, θα πρέπει να σχολιασθεί η μεταλλευτική δραστηριότητα για την εξόρυξη βωξίτη, που βρίσκεται σε σχετική αφθονία στην περιοχή και προς το παρόν ασκείται στα όρια του πυρήνα του Εθνικού Δρυμού. Θεωρούμε ότι θα ήταν πρόκληση να ασκηθεί μια τέτοια καταστρεπτική δραστηριότητα εντός του πυρήνα, αλλά δεν αποκλείεται, εφόσον όλα εξαρτώνται από το πώς αντιλαμβάνεται κανείς το «Εθνικό Συμφέρον», όπως επικαλείται το ισχύον θεσμικό πλαίσιο.

Συμπεράσματα - Προτάσεις

Ο βιότοπος της *Veronica oetaea* είναι εξαιρετικά περιορισμένος και εντοπισμένος μόνο σε δύο σημεία στην Οίτη. Δυστυχώς, ο μικρός βιολογικός της κύκλος και ο διαφορετικός χρόνος από έτος σε έτος εμφάνισής της, δεν μας επέτρεψε να τη δούμε σε ανθοφορία. Επίσης, δεν στάθηκε δυνατό, κατά το χρόνο των δειγματοληψιών, να γίνουν εδαφοτομές και να μελετηθεί χημικά το εδαφικό υλικό. Θα πρέπει να γίνουν εξάλλου διαδοχικές καταμετρήσεις του πληθυσμού της, ώστε να εκτιμηθεί η δυναμική του είδους. Υπάρχει ανάγκη επιπλέον, να διενεργηθούν περισσότερες δειγματοληψίες τόσο στα τέλματα όπου ενδημεί το είδος, όσο και στα αντίστοιχα χαμηλότερου υψομέτρου για μια πληρέστερη φυτοκοινωνιολογική μελέτη. Κατά συνέπεια απαιτείται λεπτομερέστερη μελέτη του βιολογικού κύκλου και της οικολογίας της.

Για τη διατήρησή της, απαιτείται όχι μόνο η προστασία των μικρών βιοτόπων της αλλά και η προστασία των ευρύτερων λιβαδικών σχηματισμών των ανωδασικών περιοχών, όπου φιλοξενείται. Ιδιαίτερη μέριμνα πρέπει να υπάρξει ώστε να διατηρηθεί η μορφή τους, εφόσον προσδίδουν ποικιλότητα στο τοπίο, αυξάνουν τη βιοποικιλότητα και φιλοξενούν σημαντικό αριθμό ενδημικών και σπάνιων ειδών. Πιθανώς χαλαρή βόσκηση και έλεγχος της φυσικής επέκτασης του δάσους, να ήταν τα ενδεδειγμένα μέτρα εφαρμογής για τη διατήρησή τους. Η επιφύλαξή μας έγκειται στην έλλειψη έρευνας σχετικά με το ρόλο της βοσκής στις περιοχές αυτές.

Το ορεινό οδικό δίκτυο, πρέπει να επαναπροσδιορισθεί, λαμβάνοντας υπόψη τα νεώτερα δεδομένα και να εφαρμοστούν μέτρα άμεσου ελέγχου της κυκλοφορίας στον πυρήνα του Δρυμού.

Η προστασία και διατήρηση *Veronica oetaea*, είναι συνυφασμένη με το μέλλον της ευρύτερης περιοχής και επιπλέον με το μέλλον των υπολοίπων περιοχών ειδικής προστασίας. Η χώρα μας βρίσκεται μπροστά σε μια πρόκληση και ελπίζουμε να βρεθεί στο ύψος των περιστάσεων, ώστε να καταφέρει να προστατέψει το μοναδικό περιβάλλον που διαθέτει.

Βιβλιογραφία

- Bergmeier E. & Raus Th. 1999. Verbreitung und Einnischung von Arten der Isoëto-Nanojuncetea in Griechenland. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz. N.E. 17(2): 463-479.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie 3 Auflage. Wien.
- Δημόπουλος Π. 1993. Χλωριδική και Φυτοκοινωνιολογική Έρευνα του Όρους Κυλλήνη. Οικολογική Προσέγγιση. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Gustavsson L.-Å. 1978. Floristic reports from the high mountains of Sterea Ellas, Greece 1. Bot. Notiser 131: 7-25.
- IUCN 1997. Greece. Conservation status listing of plants. Compiled from the World Conservation Monitoring Centre Plants Database. Status report as of 24 February, 1997.
- Καρέτσος Γ. 2002. Μελέτη της οικολογίας και της βλάστησης του όρους Οίτη. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Καρέτσος Γ., Λυριντζής Γ. & Αλμπάνης Κ. 1996. Σχέδιο Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Οίτης. Αυτοτελής Μελέτη ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. στα πλαίσια του προγράμματος LIFE, Αθήνα.

- Νάκος Γ. 1977. Συμβολή εις την μελέτη των δασικών εδαφών της Ελλάδος: Φυσικά, χημικά και βιολογικά ιδιότητες. No 85, σελ. 63. Αυτοτελείς εκδόσεις Υπουργείου Γεωργίας, Γενική Δ/νση Δασών & Φυσικού Περιβάλλοντος.
- Phitos D., Strid A., Snogerup S. & Greuter W. 1995. The Red Data Book of Rare and Threatened Plants of Greece. WWF-International, Athens.
- Strid A. & Tan K. 1992. Flora Hellenica and the threatened plants of Greece. Opera Botanica 113: 55-67.
- UNEP 1991. European Red List of Globally Threatened Animals and Plants. United Nations Environmental Programme (UNEP).

Χλωρίδα των παραδοσιακών οικισμών του Εθνικού Δρυμού Βίκου - Αώου

Κάτσαρος Ν., Κοκκίνη Σ. & Χανλίδου Ε.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της καταγραφής της αυτοφυούς χλωρίδας σε τρεις παραδοσιακούς οικισμούς, τους Κήπους, το Τσεπέλοβο και το Βραδέτο, οι οποίοι βρίσκονται περιμετρικά του Εθνικού Δρυμού Βίκου - Αώου. Συνολικά καταγράφηκαν 300 taxa. Τα θερόφυτα (43%) και τα ημικρυπτόφυτα (40%) είναι οι κυρίαρχες βιοτικές μορφές. Ανάμεσα στα taxa υπερτερούν τα μεσογειακά (38%). Στους Κήπους, το Βραδέτο και το Τσεπέλοβο καταγράφηκαν 183, 182 και 170 taxa αντίστοιχα. Ανάμεσα στους πέντε βιότοπους που διακρίθηκαν στους οικισμούς, συγκριτικά μεγαλύτερος αριθμός taxa καταγράφηκε στα πλακόστρωτα (202), τους ανοιχτούς χώρους (167) και τους τοίχους (116). Σχετικά μεγάλος αριθμός taxa καταγράφηκε αποκλειστικά και μόνο σε ένα τύπο βιοτόπου, κυρίως στα πλακόστρωτα (58), τους ανοιχτούς χώρους (46) και τους τοίχους (18).

Flora of the traditional villages of the National Park of Vikos - Aoos

Katsaros N., Kokkini S. & Hanlidou E.

Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, School of Biology, Aristotle
University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki.

Abstract

An inventory of 300 vascular wild growing taxa in three traditional villages (Kipoi, Tsepelovo and Vradeto) located in Vikos-Aoos National park (NW Greece) is presented. Most of the taxa are therophytes (43%) and hemicryptophytes (40%). Mediterranean is the prevailing chorological element (38%). In Kipoi, Vradeto and Tsepelovo were recorded 183, 182 and 170 taxa respectively. Among the five biotopes found in the villages, the richest are the flagstone paved streets (202 taxa), open spaces (167) and walls (116). A relatively great number of taxa were found only in one of the biotopes, mainly in the flagstone paved streets (58 taxa), open spaces (46) and walls (18).

Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία εντάσσεται σε ένα ευρύτερο πρόγραμμα μελέτης της χλωρίδας του Εθνικού Δρυμού Βίκου-Αώου, με στόχο την προστασία, αξιοποίηση και ανάδειξή της. Στα πλαίσια αυτά καταγράφηκε η αυτοφυής χλωρίδα παραδοσιακών οικισμών, οι οποίοι βρίσκονται περιμετρικά του Δρυμού. Οι οικισμοί, ενταγμένοι στο μοναδικό φυσικό περιβάλλον του Δρυμού, συμβάλλουν στη διαμόρφωση της ιδιαίτερης φυσιογνωμίας του. Ορεινοί και χτισμένοι εξ' ολοκλήρου με την αρχιτεκτονική της πελεκημένης πέτρας, δημιουργούν ένα ιδιαίτερο περιβάλλον για την ανάπτυξη των φυτών. Η καταγραφή πραγματοποιήθηκε σε τρεις παραδοσιακούς οικισμούς του Κεντρικού Ζαγορίου, στους Κήπους, το Τσεπέλοβο και το Βραδέτο (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των οικισμών που μελετήθηκαν.

	Κήποι	Τσεπέλοβο	Βραδέτο
Υψόμετρο (m)	800	1080	1340
Προσανατολισμός	NΔ	N	Δ
Κάτοικοι	187	304	32
Τουριστική ανάπτυξη	Μέτρια	μεγάλη	καμία
Δραστηριότητες	γεωργία, τουρισμός, κτηνοτροφία	τουρισμός, κτηνοτροφία	ελάχιστη οικόσιτη κτηνοτροφία

Υλικά και μέθοδοι

Η συλλογή των φυτών πραγματοποιήθηκε την άνοιξη, καλοκαίρι και φθινόπωρο του 2002. Τα δείγματα είναι κατατεθειμένα στο Herbarium του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήματος Βιολογίας, Α.Π.Θ. (TAU)

Στους τρεις οικισμούς διακρίθηκαν πέντε βιότοποι:

Πλακόστρωτα, κατασκευασμένα από πλάκες ασβεστόλιθου, στους δρόμους και τις πλατείες.

Παρτέρια, μικροί ελεύθεροι χώροι, περιφραγμένοι με πέτρινα τοιχεία, οι οποίοι φυτεύονται με καλλωπιστικά φυτά και φροντίζονται συστηματικά.

Τοίχοι κτιρίων και περίφραξης, κατασκευασμένοι από ασβεστολιθική πέτρα με τη χρήση ή όχι συνδετικού κονιάματος.

Ανοιχτοί χώροι, χωρίς κτίσματα, χρησιμοποιούμενοι συχνά για στάθμευση αυτοκινήτων.

Πλευρές δρόμων, του επαρχιακού οδικού δικτύου, ο οποίος διασχίζει το Τσεπέλοβο.

Η ταξινόμηση και η ονοματολογία των taxa είναι κατά σειρά προτεραιότητας σύμφωνα με τη Flora Hellenica (Strid & Tan 1997, 2002), τη Mountain Flora of Greece (Strid 1980, Strid & Tan 1991) και τη Flora Europaea (Tutin et al. 1968-1993). Η χωρολογία των taxa είναι σύμφωνα με τη Flora d'Italia (Pignatti 1982). Συμπληρωματικά χρησιμοποιήθηκαν όλα τα παραπάνω συγγράμματα καθώς και η Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Davis 1965-1985).

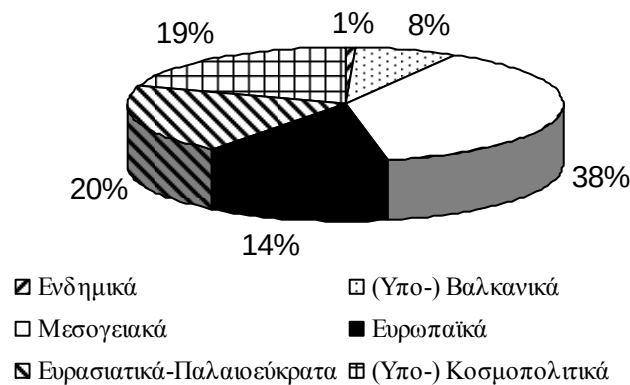
Αποτελέσματα - Συζήτηση

Συνολικά από τους τρεις οικισμούς συλλέχθηκαν 1614 δείγματα αγγειοφύτων, από τα οποία προσδιορίστηκαν 300 taxa (είδη και υποείδη), τα οποία ανήκουν σε δύο

οικογένειες Πτεριδοφύτων και 42 Σπερματοφύτων (τέσσερις Μονοκότυλων, εικοσιοκτώ Δικότυλων). Ως πολυπληθέστερες οικογένειες βρέθηκαν οι Compositae (39 taxa), Labiatae και Graminae (32), Leguminosae (30), Scrophulariaceae (17), Umbelliferae (15), Cruciferae (13) και Rosaceae (11). Πολυπληθέστερα γένη είναι Trifolium (10 taxa), Medicago (9), Lamium και Veronica (6), Verbascum, Sedum, Galium και Ranunculus (5).

Ανάμεσα στα taxa που καταγράφηκαν στους οικισμούς (Εικ. 1) υπερτερούν τα μεσογειακά taxa (38%), ακολουθούμενα από τα ευρασιατικά και (υπο-)κοσμοπολίτικα (20 και 19% αντίστοιχα). Τα (υπο-) βαλκανικά συνιστούν το 8% των taxa. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται και ορισμένα με πολύ μικρή περιοχή εξάπλωσης, τα οποία εκτός των ορίων της Ελλάδας επεκτείνουν την εξάπλωση τους στην Ν Αλβανία ή την Π.Γ. Δ.Μ., π.χ. τα *Anthyllis vulneraria* subsp. *pindicola* Gullen, *Arenaria conferta* subsp. *serpentinii* A.K. Jackson, *Cardamine amara* subsp. *barbareoides* (Halacsy) Maire & Petitm., *Galium intricatum* Margot & Reuter, *Linaria peloponnesiaca* Boiss. & Heldr., *Nepeta spruneri* Boiss., *Verbascum graecum* Boiss. Ακόμη βρέθηκαν δύο ελληνικά ενδημικά είδη, στο χωριό Κήποι, τα *Matricaria tempskyana* (Freyn & Sint.) Rauschert και *Galium monasterium* Krendl. Στους τρεις οικισμούς καταγράφηκαν επίσης τέσσερα επιγενή taxa, τα αμερικανικά *Amaranthus blitoides* S. Watson, *A. hybridus* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq. και *Xanthium spinosum* L.

Ανάμεσα στις βιοτικές μορφές, κυριαρχούν τα θερόφυτα (43%) και ακολουθούν τα ημικρυπτόφυτα (40%) (Εικ. 2). Οι υπόλοιπες βιοτικές μορφές απαντώνται με μικρότερα ποσοστά (<7%).

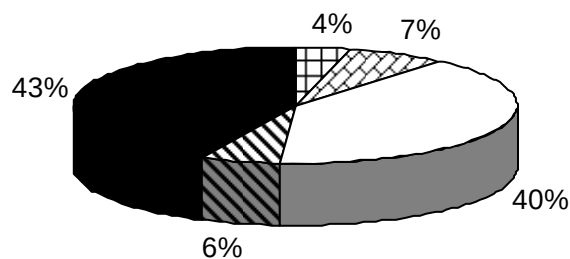


Εικόνα 1. Χωρολογικό φάσμα των taxa που καταγράφηκαν στους οικισμούς.

Στους Κήπους και το Βραδέτο καταγράφηκε μεγαλύτερος αριθμός taxa (183 και 182 αντίστοιχα) σε σύγκριση με το Τσεπέλοβο (170). Ταυτόχρονα στους τρεις οικισμούς βρέθηκαν 79 taxa. Αυτά είναι κυρίως ευρείας εξάπλωσης, συνανθρωπικά φυτά, τα οποία απαντώνται συχνά σε κατοικημένες περιοχές (cf. Κρίγκας 2004, Chronopoulos & Christodoulakis 1996), π.χ. τα *Amaranthus hybridus* L., *A. retroflexus* L., *Ballota nigra* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medicus, *Cichorium intybus* L., *Convolvulus arvensis*

L., *Echium italicum* L., *Hordeum murinum* L., *Lamium amplexicaule* L., *Malva sylvestris* L., *Senecio vulgaris* L., *Sonchus oleraceus* L. Σχετικά μεγάλος αριθμός taxa (144) βρέθηκε σε ένα μόνο από τους τρεις οικισμούς (στο Βραδέτο 55, στους Κήπους 49, στο Τσεπέλοβο 40). Πολλά από αυτά αποτελούν στοιχεία της αυτοφυούς χλωρίδας της ευρύτερης περιοχής του Δρυμού (cf. Hanlidou & Kokkini 1997), π.χ. τα *Acer monspessulanum* L. subsp. *monspessulanum*, *Anthyllis vulneraria* subsp. *pindicola* Gullen, *Asphodeline lutea* (L.) Reichenb., *Astragalus depressus* L., *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beuauv., *Carex echinata* Murray, *Dianthus sylvestris* Wulfen., *Heracleum sphondylium* subsp. *pyrenaicum* (Lam.) Bonnier & Layens, *Inula oculus-christi* L., *Linaria peloponnesiaca* Boiss. & Heldr. var. *parnassica* Halacsy, *Rumex kernerii* Bordas, *Saxifraga paniculata* Mill., *Scandix macrorhyncha* C.A. Mey., *Teucrium flavum* L.

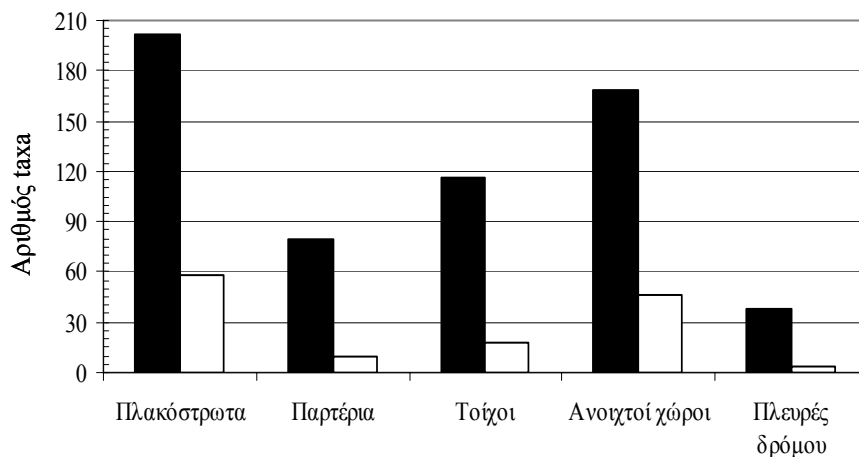
Συγκριτικά μεγαλύτερος αριθμός taxa (Εικ. 3) καταγράφηκε στους πλακόστρωτους δρόμους (202), τους ανοιχτούς χώρους (167) και τους τοίχους (116) των οικισμών. Σχετικά μεγάλος αριθμός taxa (135) καταγράφηκε αποκλειστικά και μόνο σε ένα τύπο βιοτόπου. Οι πλουσιότεροι βιότοποι σε «αποκλειστικά» taxa είναι τα πλακόστρωτα (58), οι ανοιχτοί χώροι (46) και οι τοίχοι (18).



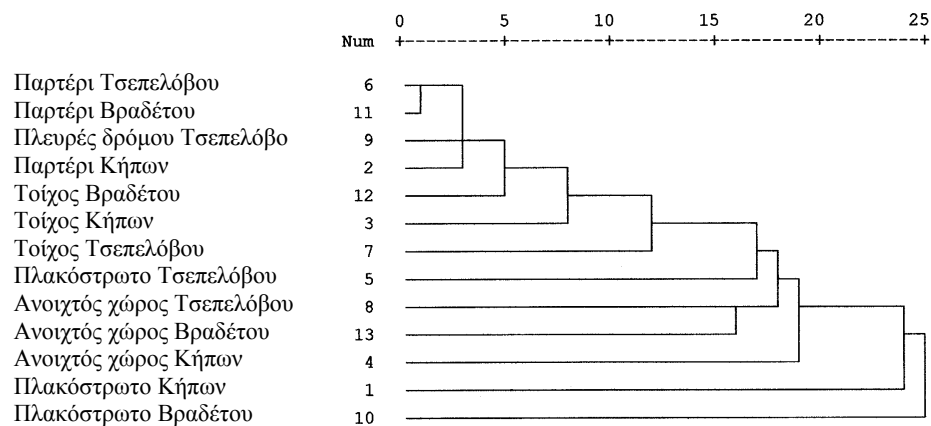
□ Φανερόφυτα ▨ Χαμαίφυτα □ Ημικρυπτόφυτα ▩ Γεώφυτα ■ Θερόφυτα

Εικόνα 2. Βιοτικό φάσμα των taxa που καταγράφηκαν στους οικισμούς.

Προκειμένου να διερευνηθούν οι ομοιότητες των βιοτόπων στους διαφορετικούς οικισμούς έγινε Ιεραρχική Ομαδοποιός Ανάλυση (Εικ. 4). Οι βιότοποι του ίδιου ομαδοποιήθηκαν (με εξαίρεση τα πλακόστρωτα του Τσεπέλοβου). Το αποτέλεσμα αυτό υποδεικνύει ότι κάθε τύπος βιοτόπου φιλοξενεί χαρακτηριστική χλωρίδα, ανεξάρτητα από τον οικισμό στον οποίο βρίσκεται. Συχνά στα πλακόστρωτα των τριών οικισμών είναι τα *Arenaria serpyllifolia* L., *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande, *Bromus hordeaceus* L., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medicus, *Chelidonium majus* L., *Cichorium intybus* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Fumaria officinalis* L., *Lolium perenne* L., *Malva sylvestris* L., *Plantago major* L., *Senecio squalidus* L. κ.ά. Αποκλειστικά σε πλακόστρωτα βρέθηκαν τα *Arenaria conferta* subsp. *serpentinii* A.K. Jackson, *Cerastium fontanum* Baumg., *Herniaria incana* Lam. κ.ά. Κοινά σε ανοιχτούς



Εικόνα 3. Συνολικός αριθμός taxa που καταγράφηκε στους διαφορετικούς βιότοπους (μαύρες ράβδοι) και αριθμός taxa που καταγράφηκε αποκλειστικά και μόνο σε κάθε βιότοπο (λευκές ράβδοι).



Εικόνα 4. Ιεραρχική ομαδοποιός ανάλυση των βιοτόπων με βάση την κοινή παρουσία ή απουσία των taxa. Μετρική απόσταση: Ευκλίδεια. Κανόνας σύνδεσης: Μέση σύνδεση μεταξύ ομάδων.

χώρους είναι τα *Artemisia vulgaris* L., *Ballota nigra* subsp. *sericea* (Vandas) Patzak, *Berteroa mutabilis* (Vent.) DC., *Clematis vitalba* L., *Crepis neglecta* L., *Dasypyrum villosum* (L.) P. Candargy, *Echium italicum* L., *Hypericum perforatum* L., *Leonurus cardiaca* L., *Mentha spicata* L., *Stellaria media* (L.) Vill. subsp. *media*, *Salvia sclarea* L., *Sonchus oleraceus* L. κ.ά. Αποκλειστικά σ' αυτόν τον τύπο βιοτόπου καταγράφηκαν

τα *Echium vulgare* L., *Arctium minus* Berhn, *Artemisia absinthium* L., *Marrubium vulgare* L. κ.ά. Οι τοίχοι των οικισμών συχνά φιλοξενούν τα *Ceterach officinarum* DC., *Clematis vitalba* L., *Geranium lucidum* L., *Saxifraga paniculata* Mill., *Sedum hispanicum* L., *S. urvillei* DC., *S. dasyphyllum* L., *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy, ενώ αποκλειστικά σ' αυτούς καταγράφηκαν *Asplenium tichomanes* L., *Dryopteris villarii* Schinz & Thell. κ.ά.

Βιβλιογραφία

- Chronopoulos G. & Christodoulakis D. 1996. Contribution to the urban ecology of Greece: The flora of the city of Patras and the surrounding area. Bot. Helv. 106: 159-176.
- Davis P.H. (ed.) 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands 1-9. Edinburgh.
- Hanlidou E. & Kokkini S. 1997. On the flora of Vikos-Aoos National Park. Willdenowia 27: 81-100.
- Κρίγκας Ν. 2004. Χλωρίδα και ανθρώπινες δραστηριότητες στην περιοχή Θεσσαλονίκης: Βιολογική προσέγγιση και ιστορική σύνδεση. Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Pignatti S. 1982. Flora d' Italia 1-3. Bologna.
- Strid A. (ed) 1986. Mountain Flora of Greece 1. Cambridge.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1991. Mountain Flora of Greece 2. Edinburgh.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. Flora Europaea 1 (2nd ed). Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968, 1972, 1976, 1980. Flora Europaea 2, 3, 4, 5. Cambridge.

Στρατηγικές φωτοπροστασίας των νεαρών φύλλων τριών ποικιλιών αμπελιού (*Vitis vinifera* L.) που διαφέρουν σε επιφανειακά χαρακτηριστικά του ελάσματος

¹Κλουβάτου Α.Δ., ¹Βέκκος Κ., ¹Λιακόπουλος Γ., ²Μανέτας Ι. & ¹Καραμπουρνιώτης Γ.

¹Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, 118 55, Βοτανικός, Αθήνα.

²Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Εργαστήριο Φυσιολογίας Φυτών, 26500 Πάτρα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η υπόθεση εάν τα ανθοκυανιούχα (Α, ποικ. 'Σιρίκι') ή τριχωτά (Τ, ποικ. 'Αθίρι') νεαρά φύλλα του αμπελιού εμφανίζουν πλεονεκτήματα όσον αφορά στο φωτοπροστατευτικό τους δυναμικό έναντι νεαρών λείων μη ανθοκυανιούχων φύλλων (Λ, ποικ. 'Σουλτανίνα'). Κρίνοντας από τη συγκέντρωση και τη σύσταση των χλωροφυλλών, φαίνεται πως τα φωτοσυνθετικά κύτταρα των νεαρών Α ή Τ φύλλων βρίσκονται σε καθεστώς μερικής σκίασης. Επιπρόσθετα, τα φύλλα Α και Τ εμφάνισαν υψηλότερους φωτοσυνθετικούς ρυθμούς και υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα συγκριτικά με τα φύλλα Λ. Οι τιμές της παραμέτρου F_v/F_m ήταν σε κάθε αναπτυξιακό στάδιο υψηλότερες για τα φύλλα Α και Τ συγκριτικά με τα φύλλα Λ. Στα τελευταία, τόσο ο συντελεστής αλληλομετατροπής των συστατικών του κύκλου των ξανθοφυλλών όσο και ο λόγος των ξανθοφυλλών προς χλωροφύλλες υποδηλώνει την αναγκαιότητα για μη φωτοχημική απόσβεση μεγαλύτερων ποσών πλεονάζουσας ενέργειας συγκριτικά με τα φύλλα τα οποία διαθέτουν ένα εκ των δύο επιφανειακών χαρακτηριστικών. Συμπερασματικά, η ύπαρξη τριχώματος ή ανθοκυανινών ενδεχομένως συμβάλει στη βελτίωση των φωτοσυνθετικών και φωτοπροστατευτικών χαρακτηριστικών των φύλλων του αμπελιού κατά τα ευαίσθητα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια.

Photoprotective strategies of young leaves of three grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars differing in surface characteristics of the lamina

¹Kloutatou A.D., ¹Vekkos C., ¹Liakopoulos G., ²Manetas Y. & ¹Karabourniotis G.

¹Agricultural University of Athens, Department of Agricultural Biotechnology, Laboratory of Plant Physiology, Iera Odos 75, 118 55, Botanikos, Athens, Greece.

²University of Patras, Department of Biology, Laboratory of Plant Physiology, 265 00 Patras, Greece.

Abstract

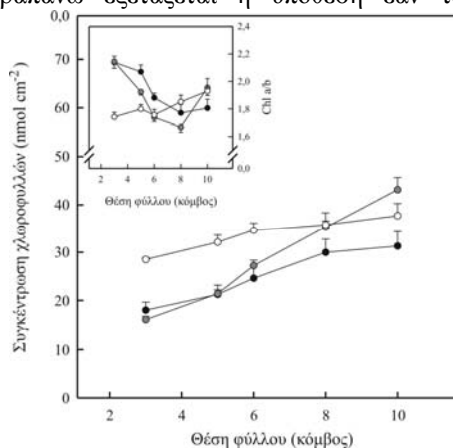
The present study addresses the hypothesis that anthocyanic (A, cv. 'Siriki') or pubescent (P, cv. 'Athiri') young leaves of grapevine show advantages concerning their photoprotective potential contrast to young glabrous and non-pigmented leaves (G, cv. 'Soultanina'). Judging from the concentration and composition of chlorophylls, it seems that the photosynthetic cells of young A and P leaves are under a partially shaded light regime. Moreover, A and P leaves showed higher photosynthetic and stomatal conductance rates compared to G leaves. The values of F_v/F_m were at all developmental stages higher for A or P leaves compared to G leaves. In the later, both the de-epoxidation state of the xanthophyll cycle components and the ratio of xanthophylls per chlorophyll suggest the necessity for higher rates of non-photochemical energy dissipation compared to the leaves in which either one of the above two surface characteristics exist. In conclusion, the existence of either pubescence or anthocyanic epidermises probably ameliorates the photosynthetic and photoprotective parameters of susceptible young leaves of grapevine.

Εισαγωγή

Τα νεαρά φύλλα ορισμένων ποικιλιών αμπελιού διαθέτουν επιφανειακά χαρακτηριστικά στο έλασμα όπως πυκνό στρώμα τριχώματος και ανθοκυανιούχες επιδερμίδες (Karabourniotis et al. 1999). Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι πρόσκαιρα και δεν εμφανίζονται στα πλήρως εκπτυγμένα φύλλα. Προηγούμενες εργασίες έχουν δείξει ότι η ύπαρξη τέτοιων χαρακτηριστικών στο έλασμα τροποποιεί το φωτεινό μικροπεριβάλλον στο εσωτερικό των φύλλων (Steyn et al., 2002) και συμβάλει στη μείωση της καταπόνησης λόγω υψηλών εντάσεων ακτινοβολίας (Gould et al., 1995; Manetas et al. 2002). Με βάση τα παραπάνω εξετάζεται η υπόθεση εάν τα ανθοκυανιούχα (Α, ποικ. 'Σιρίκι') ή τριχωτά (Τ, ποικ. 'Αθίρι') φύλλα του αμπελιού διαθέτουν στρατηγικές φωτοπροστασίας στις οποίες τα παραπάνω χαρακτηριστικά συμβάλουν με σκοπό τη μείωση της καταπόνησης από υπερβολικές εντάσεις φωτεινής ακτινοβολίας κατά τα νεαρά αναπτυξιακά στάδια. Για το σκοπό αυτό, τα φύλλα των παραπάνω ποικιλιών συγκρίθηκαν με νεαρά λεία και μη ανθοκυανιούχα φύλλα (Λ) της ποικιλίας 'Σουλτανίνα'.

Υλικά και μέθοδοι

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στον πειραματικό αμπελώνα του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών στο διάστημα από 13-21 Μαΐου 2003. Η φωτοσυνθετική ταχύτητα και η στοματική αγωγιμότητα πραγματοποιήθηκαν με τη

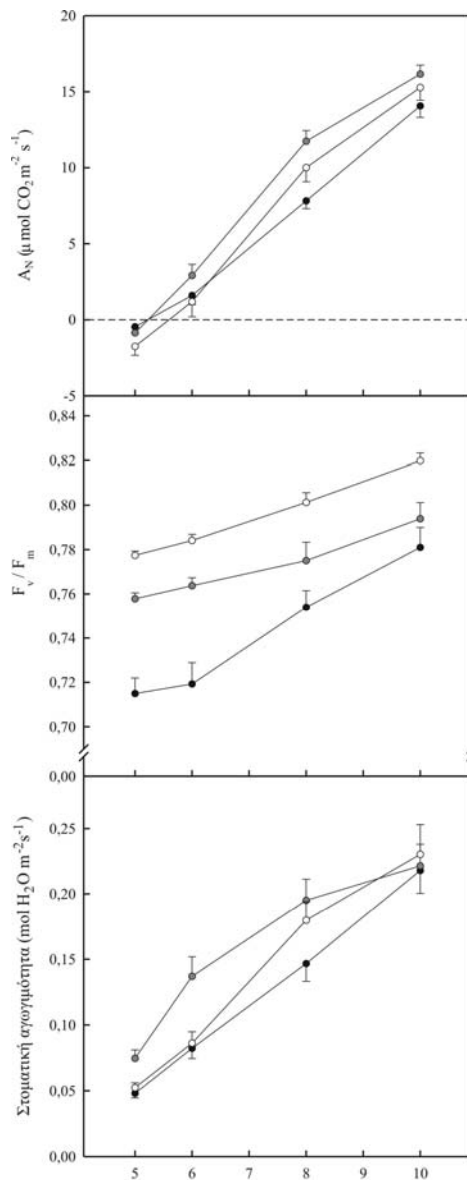


Εικόνα 1. Συγκέντρωση και σύσταση χλωροφυλλών στα φύλλα των τριών ποικιλιών κατά τα διάφορα αναπτυξιακά στάδια. Μαύρο: ποικ. 'Σουλτανίνα', γκρι: ποικ. 'Σιρίκι', λευκό: ποικ. 'Αθίρι'.

βοήθεια φορητού οργάνου μέτρησης φωτοσύνθεσης (LI-6400, LiCOR Inc. Lincoln, NE, USA) σε συνθήκες πεδίου. Η ανάλυση των φωτοσυνθετικών χρωστικών πραγματοποιήθηκε σε δείγματα τα οποία λήφθηκαν προ της ανατολής του ηλίου και κατά τη μεσημβρία, κατά τους Darko et al. (2000). Ο βαθμός αλληλομετατροπής των συστατικών του κύκλου των ξανθοφυλλών υπολογίστηκε ως $(0.5A+Z) / (V+A+Z)$. Η συγκέντρωση των ανθοκυανινών μετρήθηκε φασματοσκοπικά. Η βασική φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II εκτιμήθηκε μέσω της παραμέτρου F_v/F_m με τη βοήθεια φορητού οργάνου μέτρησης (FIM 1500, ADC Ltd, UK).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Στην Εικ. 1 παρουσιάζεται η συγκέντρωση και η σύσταση των χλωροφυλλών στα φύλλα των τριών ποικιλιών κατά τα διάφορα αναπτυξιακά στάδια. Σε όλα σχεδόν τα αναπτυξιακά στάδια, τα φύλλα Λ έδειξαν τη μικρότερη συγκέντρωση χλωροφυλλών και την υψηλότερη τιμή του λόγου Chla/b συγκριτικά με τα φύλλα Α και Τ. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι ενδεχομένως τα χλωροφυλλούχα κύτταρα των φύλλων Τ και Α βρίσκονται υπό καθεστώς μερικής σκίασης (Ehleringer, 1984, Manetas et al. 2003), πιθανότατα λόγω τριχώματος ή ανθοκυανινών στα επιδερμικά κύτταρα. Συνεπώς, τα δύο παραπάνω οπτικά φράγματα μειώνουν την ένταση της ακτινοβολίας η οποία διέρχεται στο εσωτερικό του φύλλου. Τα φύλλα Α και Τ έδειξαν, σχεδόν σε κάθε αναπτυξιακό στάδιο, υψηλότερους φωτοσυνθετικούς ρυθμούς και υψηλότερη στοματική αγωγιμότητα συγκριτικά με τα φύλλα Λ (Εικ. 2). Από το παραπάνω συμπεραίνεται πως παρά το γεγονός ότι η ύπαρξη ανθοκυανινών ή τριχώματος μειώνει την ένταση της ακτινοβολίας στο μεσόφυλλο και παρά το γεγονός ότι η παρουσία



Εικόνα 2. Φωτοσυνθετικός ρυθμός, φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II και στοματική αγωγιμότητα στα φύλλα των τριών ποικιλιών κατά τα διάφορα στάδια ανάπτυξης. Άλλες λεπτομέρειες όπως Εικ. 1.

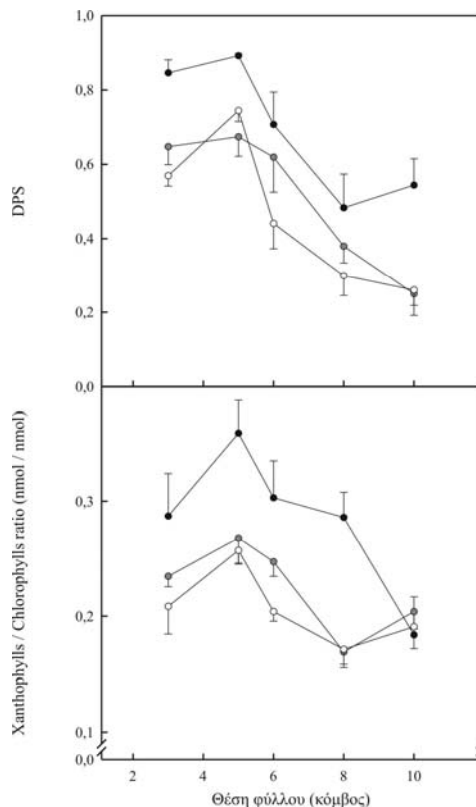
τριχώματος είναι συχνά υπεύθυνη για την αύξηση της αντίστασης διαχύσεως των υδρατμών (Choinsky & Wise 1999), η παρουσία τους στα φύλλα των δύο ποικιλιών δεν επηρέασε δυσμενώς το φωτοσυνθετικό ρυθμό. Επιπρόσθετα, τα φύλλα Α και Τ έδειξαν υψηλότερες τιμές του λόγου F_v/F_m (Ε 2) συγκριτικά με τα φύλλα Λ, γεγονός το οποίο είναι ενδεικτικό της απουσίας συσσώρευσης βλαβών από υπερβολικές εντάσεις φωτεινής ακτινοβολίας στο φωτοσύστημα II στα φύλλα τα οποία διαθέτουν ένα εκ των δύο οπτικών φραγμάτων (Kato et al. 2003). Στα τελευταία, τόσο ο συντελεστής αλληλομετατροπής των συστατικών του κύκλου των ξανθοφυλλών όσο και ο λόγος των ξανθοφυλλών προς χλωροφύλλες ήταν μικρότεροι φανερώνοντας την απουσία πίεσης λόγω συσσώρευσης ενέργειας διέγερσης των κέντρων αντίδρασης των φωτοσυστημάτων (Demmig-Adams & Adams, 1996). Συμπερασματικά, η ύπαρξη τριχώματος ή ανθοκυανινών ενδεχομένως συμβάλει στη βελτίωση των φωτοσυνθετικών και φωτοπροστατευτικών χαρακτηριστικών των φύλλων του αμπελιού κατά τα ευαίσθητα πρώιμα αναπτυξιακά στάδια.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τον Καθηγητή κ. Π. Κερκίδη για τη χρήση του οργάνου LI-6400 και τον Καθηγητή κ. Μ. Σταυρακάκη για την πρόσβαση στο πειραματικό υλικό. Επίσης τον Λέκτορα κ. Χ. Σιμινή για τη βοήθειά του κατά την επιλογή του πειραματικού υλικού.

Βιβλιογραφία

- Choinsky J.S. & Wise R.R. 1999. Leaf growth and development in relation to gas exchange in *Quercus marilandica* Muenchh. J. Plant Physiol. 154: 302-309.
- Darko E., Schoefs B. & Lemoine Y. 2000. Improved liquid chromatographic method for the analysis of photosynthetic pigments of higher plants. J. Chromatogr. A 876: 111-116.
- Demmig-Adams B. & Adams W.W. 1996. III. The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. Trends Plant Sci. 1: 21-26.



Εικόνα 3. Βαθμός αλληλομετατροπής των συστατικών του κύκλου των ξανθοφυλλών και λόγος ξανθοφυλλών προς χλωροφύλλες στα φύλλα των τριών ποικιλιών κατά τα διάφορα στάδια ανάπτυξης. Άλλες λεπτομέρειες όπως Εικ. 1.

- Ehleringer J. 1984. Ecology and ecophysiology of leaf pubescence in North American desert plants. Pp. 113-132. In: Rodriguez E., Healey P.L., Mehta I. (eds), Biology and Chemistry of Plant Trichomes. Plenum, New York, Gould K.S. et al. 1995. Nature 378: 241-242.
- Karabourniotis G., Bornman J.F. & Liakoura V. 1999. Different leaf surface characteristics of three grape cultivars affect leaf optical properties as measured with fibre optics: possible implication in stress tolerance. Aust. J. Plant Physiol. 26: 47-53.
- Kato M.C., Hikosaka K., Hirotsu N., Makino A. & Hirose T. 2003. The excess light energy that is neither utilized in photosynthesis nor dissipated by photoprotective mechanisms determines the rate of photoinactivation in photosystem II. Plant Cell Physiol. 44: 318-325.
- Manetas Y., Drinia A. & Petropoulou Y. 2002. High contents of anthocyanins in young leaves are correlated with low pools of xanthophyll cycle components and low risk of photoinhibition. Photosynthetica 40: 349-354.
- Manetas Y., Petropoulou Y., Psaras G.K. & Drinia A. 2003. Exposed red (anthocyanic) leaves of *Quercus coccifera* display shade characteristics. Funct. Plant Biol. 30: 265-270.
- Steyn W.J., Wand S.J.E., Holcroft D.M. & Jacobs G. 2002. Anthocyanins in vegetative tissues: a proposed unified function in photoprotection. New Phytol. 155: 349-361.

Τα φυτά του Όρους Στρατονικό (GR1270005) στα αριστοτελικά κείμενα

Κοκκίνη Π., Κουρέας Δ., Χανλίδου Ε., Καρούσου Ρ. & Κοκκίνη Σ.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Το όρος Στρατονικό είναι περιοχή του δικτύου NATURA 2000 (GR1270005) και περιλαμβάνει 11 τύπους οικοτόπων. Στα όριά της βρίσκονται τα Αρχαία Στάγειρα, γενέτειρα του Αριστοτέλη. Από το σύνολο των 370 taxa τα οποία έχουν μέχρι τώρα καταγραφεί στην περιοχή, 34 αναφέρονται στα Αριστοτελικά κείμενα. Από αυτά 24 taxa είναι αυτοφυή στην περιοχή, 10 συναντώνται ως καλλιεργούμενα, ενώ το *Ficus carica* (συκιά) υπάρχει και ως αυτοφύες και ως καλλιεργούμενο. Τα φυτά που αναφέρει ο Αριστοτέλης είναι στην πλειονότητά τους δένδρα και θάμνοι (27). Τα περισσότερα από τα αυτοφυή φυτά είναι μεσογειακά (11 είδη και υποείδη) και απαντώνται στα θερμόφιλα δρυοδάση (11) καθώς και στα δάση ανατολικής πλατάνου (10).

The plants of Mount Stratonikon (GR1270005) in Aristotle's writings

Kokkini P., Koureas D., Hanlidou E., Karousou R. & Kokkini S.

Laboratory of Systematic Biology and Phytogeography, School of Biology, Aristotle University, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

Mt. Statonikon is a protected area belonging to the Natura 2000 Network (GR 1270005), located in N Greece and composed of eleven habitat types. The area is of special interest in that it harbors ancient Stagira, the birthplace of the philosopher Aristotle. The analysis revealed that 34 out of the 370 taxa recorded in the area are found in Aristotle's writings. The majority (24) are native in Mt Stratonikon, whereas ten are cultivated. Most of the native taxa are trees and shrubs (27) and are mainly found in thermophilous oak forests (11) and in oriental plane forests (10).

Εισαγωγή

Το Όρος Στρατονικό είναι περιοχή του δικτύου NATURA 2000 (GR1270005). Η συνολική έκταση της περιοχής είναι 9100 ha. Ανήκει στο Νομό Χαλκιδικής και -η μεγαλύτερή του έκταση- στο Δήμο Σταγείρων-Ακάνθου. Στην περιοχή υπάρχουν 11 τύποι οικοτόπων. Η περιοχή είναι γνωστή από την αρχαιότητα για τις ιστορικές της πόλεις, μεταξύ των οποίων τα Αρχαία Στάγειρα, γενέτειρα του Αριστοτέλη. Η παρούσα

εργασία εντάσσεται σε ένα ευρύτερο πρόγραμμα μελέτης της χλωρίδας του Στρατονικού, με στόχο α) τη διατήρηση και προστασία της και β) την ανάδειξη της, στο πλαίσιο της προσπάθειας για βιώσιμη ανάπτυξη της περιοχής, στηριζόμενης στην προβολή της φυσικής και πολιτισμικής της κληρονομιάς. Έτσι αναζητήθηκαν οι αναφορές των φυτών που καταγράφηκαν στο Στρατονικό στα συγγράμματα του Αριστοτέλη.

Υλικά και μέθοδοι

Για τη συλλογή φυτικού και φωτογραφικού υλικού πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις στο Στρατονικό κατά τη θερινή και φθινοπωρινή περίοδο του έτους 2004. Τα φυτικά δείγματα κατατέθηκαν στο Herbarium του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας του Τμήματος Βιολογίας, Α.Π.Θ. (TAU). Η ταξινόμηση και η ονοματολογία είναι σύμφωνα με τη Flora Europaea (Tutin et al. 1968-1980, 1993), ενώ για το γένος *Origanum* είναι σύμφωνα με τους Kokkini et al. (1991). Η χωρολογία των taxa είναι σύμφωνα με τη Flora d'Italia (Pignatti 1982). Η κωδικοποίηση των τύπων οικοτόπων είναι σύμφωνα με τους Ντάφης κ. ά. (1999).

Οι αναφορές των φυτών προέρχονται από τα Αριστοτελικά κείμενα *Περί φυτών Α*, *Περί φυτών Β*, *Περί Θυμασίων ακουσμάτων* και *Περί χρωμάτων* (Εκδόσεις Κάκτος 1994). Για την αντιστοίχιση των ονομάτων των φυτών που αναφέρονται στα κείμενα με τα επιστημονικά ονόματα χρησιμοποιήθηκαν επιπρόσθετα πληροφορίες από τα *Περί Φυτών* έργα του Θεόφραστου καθώς και από τους Γεννάδιο (1959), Καββάδα (1956), Lenz (1966) και Liddell & Scott (1997).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Από τη μέχρι σήμερα έρευνά μας και τις βιβλιογραφικές αναφορές (Δρόσος 1977, Ντάφης 1966) προκύπτει ότι στην περιοχή υπάρχουν 370 taxa. Η αναζήτηση των φυτικών ονομάτων στα Αριστοτελικά κείμενα υπέδειξε ότι για 34 από αυτά υπάρχουν σχετικές αναφορές (Πίνακες 1 & 2). Η προσπάθεια συσχέτισης των «αριστοτελικών» ονομάτων των φυτών με τα taxa που απαντώνται στην περιοχή έδειξε τα εξής:

α) Ένα «αριστοτελικό» όνομα μπορεί να υποδηλώνει ένα (π.χ. άγνος - *Vitex agnus-castus*) ή περισσότερα taxa (π.χ. δρύς - φυλλοβόλα είδη του γένους *Quercus*).

β) Αυτοφυή και καλλιεργούμενα φυτά ενός είδους μπορεί να αναφέρονται με διαφορετικά ονόματα:

- «καλλιέλαιος» - «άγριέλαιος» για τα *Olea europaea* var. *sylvestris* - *O. europaea* var. *europaea* («... έστι δὲ καὶ ἄλλος ἐμφυλλισμὸς ἐν ἄλλοις διαφόροις γένεσιν, ὡς ...καλλιέλαιος εἰς ἀγριέλαιον... ». Π. Φυτ. Α6. 820b35-821a5)

- «κηπαία συκὴ» - «ἀγρία συκὴ» για τις άγριες και καλλιεργούμενες συκιές, *Ficus carica* («...συκαὶ ὡσαύτως ἄγριαι εἰς τὴν γῆν ἐξαπλωθεῖσαι συμβάλλονται τὰ πολλὰ ταῖς κηπαίαις συκαῖς...». Π. Φυτ. Α6. 821a20-25)

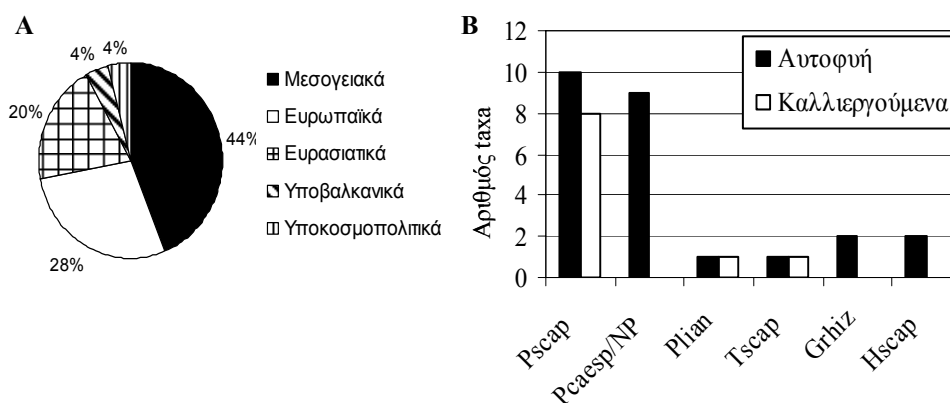
γ) Τα «αριστοτελικά» ονόματα «καλαμίνθη» και «ἡδύοσμος» χρησιμοποιούνται για τις διαφορετικές οσμές που συχνά έχουν τα φυτά ειδών του γένους *Mentha* (Kokkini et al.

Πίνακας 1. Αυτοφυή taxa του Όρους Στρατονικό, τα οποία μπορούν να συσχετισθούν με αναφορές στα Αριστοτελικά κείμενα [9340: Δάση Αριάς με *Quercus ilex*, 9280: Δάση με *Q. frainetto*, 92C0: Δάση ανατολικής πλατάνου (*Platanion orientalis*), 924A: Θερμόφιλα δρυοδάση της Αν. Μεσογείου και της Βαλκανικής, 9120: Δάση οξιάς με *Ilex* και *Taxus*, πλούσια σε επίφυτα (*Illici-Fagion*), 9180: Δάση φαραγγιών με *Tillio-Acerion*, 9130: Δάση οξιάς με *Asperulo-Fagetum*, 9260: Δάση καστανιάς].

Taxon	Βιοτική μορφή	Εξάπλωση	Τύπος οικοτόπου	«Αριστοτελικό» όνομα
<i>Centaureum umbellatum</i> subsp. <i>erythraea</i>	T scap	Paleotemp.	92C0	Κενταυρέα
<i>Ficus carica</i>	P scap	Medit.-Turan.	92C0	Συκῆ (Άγρία)
<i>Hedera helix</i>	P lian	Submedit.-subatl.	9280, 9130, 9260, 924A, 9180, 9120, 92C0	Κισσός
<i>Helleborus cyclophyllus</i>	G rhiz	Subalk.	9130, 9180, 9260, 9280, 924A	Ἑλλέβορος
<i>Juniperus oxycedrus</i>	P caesp	Euri-Medit.	9340, 924A	Κέδρος
<i>Laurus nobilis</i>	Pcaesp	Steno-Medit.	9340	Δάφνη
<i>Mentha longifolia</i>	H scap	Paleotemp.	9120, 9130, 9180, 92C0	Καλαμίνθη & Ἡδύοσμος
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>	P caesp	Steno-Medit.	9340	Ἑλαία (Άγριέλαιος)
<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i>	H scap	SE-Medit.	9130, 9180, 9260, 9280, 9340, 924A	Ὀρίγανον
<i>Phragmites australis</i>	G rhiz	Subcosmop.	92C0	Κάλαμος
<i>Pinus halepensis</i> subsp. <i>brutia</i>	P scap	NE-Medit.-Mont.	9340	Πεύκη
<i>Populus nigra</i>	Pscap	Paleotemp.	92C0	Αἰγείρος
<i>Pyrus amygdaliformis</i>	P scap	Steno-Medit.	9340	Ὀχνη
<i>Quercus dalechampii</i>	P scap	SE-Europ.	9130, 9180, 9260, 924A,	Δρυς
<i>Q. frainetto</i>	P scap	SE-Europ. (Pontica)	9180, 9280, 9260, 9340, 924A, 92C0	
<i>Q. petraea</i>	P scap	Europ.-Subatl.	9260	
<i>Q. pubescens</i>	P scap	SE-Europ.	9340, 924A	
<i>Rubus caesius</i>	NP	Eurasiat	92C0	Βάτος
<i>R. canescens</i>	NP	N-Medit.	9120, 9260, 9280, 924A	
<i>R. hirtus</i>	NP	Europ.	9130, 9180, 924A	
<i>R. ulmifolius</i>	NP	Euri-Medit.	9130, 9340	
<i>Salix alba</i>	Pscap	Paleotemp.	92C0	Ἴτεα
<i>Ulmus glabra</i>	P scap	Europeo-Caucas.	9120	Πτελέα
<i>U. minor</i>	P caesp	Europeo-Caucas.	9120, 92C0	
<i>Vitex agnus-castus</i>	P caesp	Steno-Medit.	92C0	Άγνος

Πίνακας 2. Καλλιεργούμενα φυτά στην περιοχή του όρους Στρατονικού, τα οποία μπορούν να συσχετιστούν με αναφορές στα Αριστοτελικά κείμενα.

<i>Juglans regia</i>	Καρύα	<i>Punica granatum</i>	Ροιά
<i>Ficus carica</i>	Συκῆ (κηπαῖα)	<i>Pyrus communis</i>	Ἄπιος
<i>Olea europaea</i> var. <i>europaea</i>	Ἑλαία (Καλλιέλαιος)	<i>Malus domestica</i>	Μηλέα
<i>Prunus avium</i>	Κέρασος	<i>Triticum aestivum</i>	Σῖτος
<i>Pr. dulcis</i>	Ἀμυγδαλῆ	<i>Vitis vinifera</i> subsp. <i>vinifera</i>	Ἄμπελος



Εικόνα 1. Α. Χωρολογικό φάσμα των «αριστοτελικών» αυτοφυών φυτών που απαντώνται στο Όρος Στρατονικό. **Β.** Βιοτικό φάσμα των «αριστοτελικών» φυτών που απαντώνται στο Όρος Στρατονικό.

2000) («...λέγουσι πάλιν ὡς ἡ καλαμίνθη μεταβάλλεται εἰς ἡδύοσμον...». *Π. Φυτ.* Α7. 821a25-30)

Φυτά αυτοφυή και καλλιεργούμενα: «...πολλὰ δὲ φυτὰ ἄγρια...γίνονται κηπαῖα...». *Π. φυτ.* Α7. 821a40-b5

Συνολικά στα Αριστοτελικά κείμενα εντοπίστηκαν 24 αυτοφυή φυτά (ἄγρια) του Στρατονικού, ενώ αναφέρονται ἀκόμη δέκα ἀπὸ τα καλλιεργούμενα (κηπαῖα), π.χ. τα *Juglans regia* (καρύα) και *Punica granatum* (ροιά). Τέλος, ἓνα, τὸ *Ficus carica* (κηπαῖα και ἀγρία συκῆ) βρίσκεται και ὡς αυτοφυές και ὡς καλλιεργούμενο (Πίν. 1, 2).

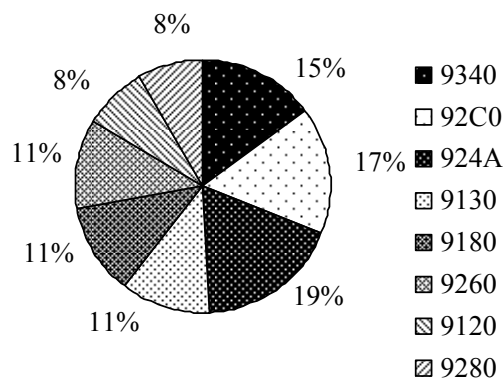
Τα περισσότερα αυτοφυή φυτά εἶναι Μεσογειακά (11 taxa), π.χ. τα *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (ὀρίανον) και *Laurus nobilis* (δάφνη), ἐνὼ αναφέρονται και φυτὰ που εξαπλώνονται στην Ευρώπη (7), π.χ. τα φυλλοβόλα εἶδη τοῦ γένους *Quercus* (δρῦς) (Εικ. 1Α).

Δένδρα, θάμνοι και πόες: «...καὶ πάλιν τῶν φυτῶν τινὰ μὲν εἰσι δένδρα, τινὰ δὲ μέσον δένδρων καὶ βοτανῶν· καὶ ταῦτα ὀνομάζονται θάμνοι [...] σχεδὸν μὲν οὖν πάντα

τὰ φυτὰ τοῖς τοιοῦτοις ὑποπίπτουσιν ὀνόμασι...». *Π. φυτ.* Α4. 819a40-b10.

Η πλειονότητα των φυτών της περιοχής Στρατονικού που αναφέρονται στα αριστοτελικά κείμενα είναι δένδρα ή θάμνοι (18 και 9 taxa αντίστοιχα). Οι πόες (βοτάναι), π.χ. το *Centaureum umbellatum* subsp. *erythraea* (κενταυρέα) αντιπροσωπεύονται με μικρό ποσοστό (Εικ. 1B).

Τα αριστοτελικά φυτά στους διαφορετικούς τύπους οικοτόπων: «...καὶ τινὰ μὲν τῶν φυτῶν γεννῶνται ἐν τόποις ξηροῖς, τινὰ δὲ ἐν θαλάσῃ [...] καὶ τινὰ μὲν γεννῶνται ἐν ὄχθαις ποταμῶν, τινὰ δὲ ἐν λίμναις. καὶ τῶν γεννωμένων ἐν τόποις ξηροῖς τινὰ μὲν γεννῶνται ἐν ὄρεσι, τινὰ δὲ ἐν πεδιάσι [...] καὶ τινὰ μὲν ζῶσιν ἐν τόποις ὑψηλοῖς, τινὰ δὲ ἐν χθαμαλοῖς. καὶ τινὰ μὲν ζῶσιν ἐν τόποις ὑγροῖς, τινὰ δὲ ἐν ξηροῖς, τινὰ δὲ ἐν ἐκατέροις [...] τὰ γοῦν φυτὰ κατὰ πολὺ ἐναλλάττονται τῇ διαφορᾷ τῶν τόπων, καὶ ἐντεῦθεν χρὴ κατανοεῖν καὶ τὰς διαφορὰς αὐτῶν...». *Π. φυτ.* Α4. 819b35-820a10

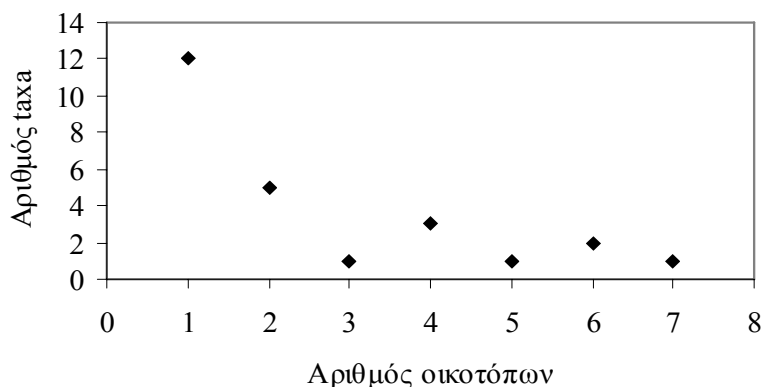


Εικόνα 3. Παρουσία των φυτών τα οποία αναφέρονται στα Αριστοτελικά κείμενα στους οικοτόπους του Όρους Στρατονικού.

Τα περισσότερα από τα «αριστοτελικά» φυτά βρίσκονται στα Θερμόφιλα δρυοδάση (19%) και τα Δάση ανατολικής πλατάνου (17%), ενώ το μικρότερο ποσοστό απαντάται σε Δάση οξυάς με *Ilex* και *Taxus* και σε Δάση φαραγγιών με *Tilio-Acerion* (Εικ. 3). Δεκαπέντε taxa απαντώνται μόνον σε έναν οικοτόπο, π.χ. τα *Salix alba* (ιτέα) και *Populus nigra* (αἴγειρος), ενώ τρία, τα *Hedera helix* (κισσός), *Quercus frainetto* (δρῦς) και *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (ὀρίγανον), είναι ιδιαίτερα κοινά και απαντώνται σε περισσότερους από έξι τύπους (Εικ. 4).

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία χρηματοδοτήθηκε από το Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ. – ΠΥΘΑΓΟΡΑΣ Ι «Ενίσχυση ερευνητικών ομάδων στα πανεπιστήμια».



Εικόνα 4. Αριθμός φυτών τα οποία αναφέρονται στα Αριστοτελικά κείμενα, σε σχέση με τον αριθμό των οικοτόπων στους οποίους απαντώνται.

Βιβλιογραφία

- Γεννάδιος Γ.Π. 1959. Λεξικόν Φυτολογικόν. Αθήνα.
- Δρόσος Ε. 1977. Συμβολή εις την γνώσιν της φυτοκοινωνίας *Atropetum belladonnae* εις τον Ελλαδικόν χώρον. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Καββάδας Δ. 1950. Εικονογραφημένον Βοτανικόν-Φυτολογικόν Λεξικόν 1-9. Αθήνα.
- Kokkini S., Vokou D. & Karousou R. 1991. Morphological and chemical variation of *Origanum vulgare* L. in Greece. Bot. Chron. 10: 337-346.
- Kokkini S., Hanlidou E. & Karousou R. 2000. Smell and essential oil variation in Labiatae: does it deserve a taxonomist's appreciation? Bot. Chron. 13: 187-199.
- Lenz H. O. 1966. Botanik der alten Griechen und Roemer. Wiesbaden.
- Liddell H.G. & Scott R., ανατύπωση 1997. Μέγα Λεξικόν της Ελληνικής Γλώσσης, μετάφραση Μόσχου Ξ. Π. Αθήνα.
- Ντάφης Σ.Α. 1966. Σταθμολογικά και δασοαποδοτικά έρευναι εις πρεμνοφυή δρυοδάση και καστανωτά της βορειοανατολικής Χαλκιδικής. Διατριβή επί Υψηγείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Ντάφης Σ., Παπαστεργιάδου Ε. & Λαζαρίδου Ε. 1999. Τεχνικός Οδηγός Αναγνώρισης, Περιγραφής και Χαρτογράφησης Τύπων Οικοτόπων της Ελλάδας. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων (ΕΚΒΥ), Θέρμη.
- Pignatelli S. 1982. Flora d'Italia 1-3. Bologna.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. Flora Europaea 1 (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.N., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968, 1972, 1976, 1980. Flora Europaea 2, 3, 4, 5. Cambridge.

Η φωσφολιπάση D συμμετέχει στον μηχανισμό ρύθμισης του όγκου του πρωτοπλάστη στα πλασμολυμένα κύτταρα του ακρόρριζου του φυτού *Triticum turgidum*

¹Κόμης Γ., ²Quader H., ¹Γαλάτης Β. & ¹Αποστολάκος Π.

¹Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας Τομέας Βοτανικής, 157 84, Αθήνα.

²University of Hamburg, Biocenter Klein Flottbek, D-22609 Hamburg, Germany.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε ο ρόλος του ενζύμου φωσφολιπάση D και του φωσφατιδικού οξέος, που παράγεται από αυτό, στη διαδικασία της πλασμόλυσης. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν οι επιπτώσεις της επίδρασης των ουσιών βουτανόλη-1, N-acylethanolamine (NAE) και φωσφατιδικού οξέος στην οργάνωση του κυτταροσκελετού της σωληνίνης και στη συμπεριφορά του πρωτοπλάστη σε πλασμολυμένα κύτταρα ακρόρριζου του φυτού *Triticum turgidum*. Τα πειραματικά δεδομένα υποστηρίζουν το συμπέρασμα ότι το φωσφατιδικό οξύ, το οποίο παράγεται λόγω της υπερωσμωτικής καταπόνησης από την φωσφολιπάση D, προκαλεί τη φωσφορυλίωση και ενεργοποίηση μιας πρωτεϊνικής κινάσης (p46 MAPK), η οποία ελέγχει τη δημιουργία μακροσωληνίσκων σωληνίνης. Με αυτό τον τρόπο η φωσφολιπάση D συμμετέχει στον μηχανισμό ρύθμισης του όγκου του πλασμολυμένου πρωτοπλάστη.

Phospholipase D activation is involved in the macrotubule-dependent protoplast volume regulatory mechanism in plasmolyzed root-tip cells of *Triticum turgidum*

¹Komis G., ²Quader H., ¹Galatis B. & ¹Apostolakis P.

¹University of Athens, Faculty of Biology, Department of Botany, Athens 157 84, Greece

²University of Hamburg, Biocenter Klein Flottbek, D-22609 Hamburg, Germany

Abstract

The involvement of phospholipase D (PLD)-produced phosphatidic acid (PA) in the macrotubule-dependent protoplast volume regulation was studied in plasmolyzed root-tip cells of *Triticum turgidum*. In these cells, the effects of butanol-1, N-acylethanolamine and PA were assessed on the hyperosmotic response and the tubulin macrotubule organization. The experimental data favor the conclusion that the PLD-stimulated PA production under hypertonicity, is an upstream regulator of the phosphorylation and activation of a protein kinase (p46 MAPK), which controls

macrotubule formation. In this way, the PLD participates in the volume regulatory mechanism of the plasmolyzed protoplast.

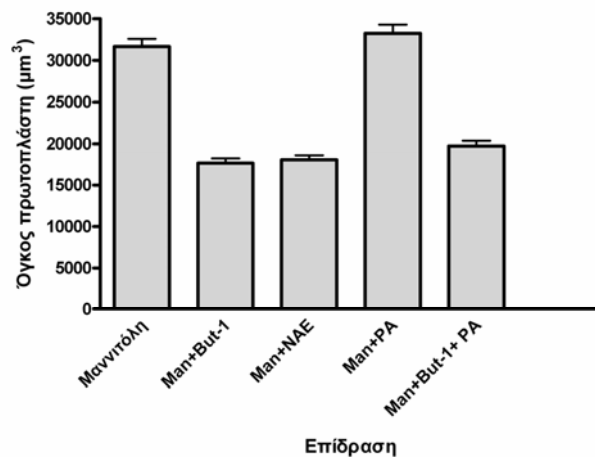
Εισαγωγή

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι οι υπερωσμωτικές συνθήκες επάγουν στα κύτταρα του ακρορρίζου του φυτού *Triticum turgidum* τη δημιουργία μακροσωληνίσκων σωληνίνης οι οποίοι, ελέγχοντας πιθανώς τη δραστηριότητα καναλιών μεταφοράς ιόντων, ρυθμίζουν τον όγκο του πλασμολυμένου πρωτοπλάστη (Komis et al. 2002). Στη διαδικασία δημιουργίας των μακροσωληνίσκων εμπλέκεται μια πρωτεϊνική κινάση με MB 46 kDa (p46 MAPK, Komis et al. 2004). Επιπλέον, είναι καλά θεμελιωμένο ότι η υδατική καταπόνηση επάγει τη σύνθεση φωσφατιδικού οξέος, το οποίο λειτουργώντας ως μοριακό δευτερογενές μήνυμα, πυροδοτεί πολλές κυτταρικές δραστηριότητες (Munnik 2001, Meijer & Munnik 2003, Wang 2004).

Στην εργασία αυτή διερευνάται εάν στα κύτταρα του ακρορρίζου του φυτού *Triticum turgidum*, τα οποία υφίστανται υπερωσμωτική καταπόνηση, το φωσφατιδικό οξύ το οποίο παράγεται μέσω της φωσφολιπάσης D, εμπλέκεται στον μηχανισμό ρύθμισης του όγκου του πλασμολυμένου πρωτοπλάστη. Για τον σκοπό αυτό μελετήθηκαν οι επιπτώσεις της επίδρασης των ουσιών βουτανόλης-1, N-acylethanolamine (NAE) και φωσφατιδικό οξύ στην πορεία της πλασμόλυσης, στην οργάνωση του κυτταροσκελετού της σωληνίνης, καθώς και στα επίπεδα συσσώρευσης της p46 MAPK στα πλασμολυμένα κύτταρα. Οι δύο πρώτες από τις παραπάνω ουσίες παρεμποδίζουν τη σύνθεση του φωσφατιδικού οξέος, που παράγεται μέσω της φωσφολιπάσης D (Munnik et al. 1995, Austin-Brown & Chapman 2002). Κατά τη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές οπτικής και ηλεκτρονικής μικροσκοπίας, μέθοδοι ανοσοσήμανσης της σωληνίνης, τεχνικές ανοσοαποτύπωσης πρωτεϊνών και η μέθοδος Hoeffler με την οποία υπολογίζεται ο όγκος του πλασμολυμένου πρωτοπλάστη (βλέπε Komis et al. 2002).

Αποτελέσματα

Τα κύτταρα του ακρόρριζου αρτιβλάστων του φυτού *Triticum turgidum*, ηλικίας δύο ημερών, πλασμολύνονται ταχύτατα όταν υφίστανται την επίδραση υδατικού διαλύματος 1 M μαννιτόλης. Η μέση τιμή του όγκου του πλασμολυμένου πρωτοπλάστη των ριζοδερμικών κυττάρων της ζώνης επιμήκυνσης της ρίζας φαίνεται στην Εικ. 1. Όταν τα ακρόρριζα εμβαπτίζονται σε διάλυμα 1 M μαννιτόλης που περιέχει 55 mM βουτανόλης-1 ή 50 μM NAE, η πλασμόλυση είναι εντονότερη και οι πλασμολυμένοι πρωτοπλάστες πολύ συρρικνωμένοι. Στην περίπτωση αυτή, η μέση τιμή του όγκου του πλασμολυμένου πρωτοπλάστη είναι κατά 44% και 43% μικρότερη από την αντίστοιχη μέση τιμή αυτού, όταν η πλασμόλυση πραγματοποιείται σε διάλυμα 1M μαννιτόλης (Εικ. 1). Η προσθήκη στο πλασμολυτικό μέσο 100 μM φωσφατιδικού οξέος έχει ως αποτέλεσμα τη σταθεροποίηση του όγκου του πλασμολυμένου πρωτοπλάστη σε λίγο πιο υψηλά επίπεδα από εκείνα των κυττάρων που πλασμολύνονται σε 1 M μαννιτόλη (Εικ. 1). Επιπλέον, η παρουσία φωσφατιδικού οξέος στο πλασμολυτικό μέσο, αποκαθιστά εν μέρει τις επιπτώσεις της βουτανόλης-1 στην πορεία της πλασμόλυσης. Όταν τα κύτταρα εμβαπτίζονται σε διάλυμα 1 M μαννιτόλης, που περιέχει 55 mM βουτανόλης-1 και 100 μM φωσφατιδικού οξέος, η μέση τιμή του όγκου του πλασμολυμένου πρωτοπλάστη

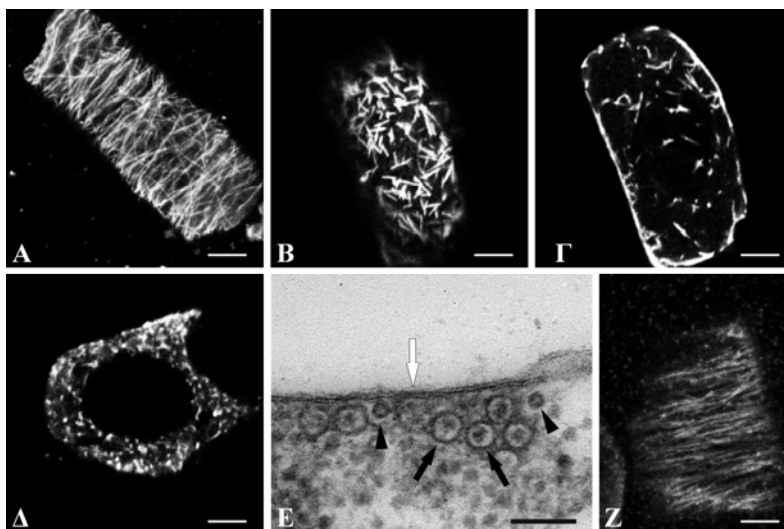


Εικόνα 1: Ιστογράμματα που δείχνουν τη μέση τιμή του όγκου του πλασμολυμένου πρωτοπλάστη ριζοδερμικών κυττάρων της ζώνης επιμήκυνσης της ρίζας, από ακρόρριζα που έχουν πλασμολυθεί για 30 min με 1 M μαννιτόλη (Man) ή με 1 M μαννιτόλη που περιέχει 55 mM βουτανόλη-1 (But-1), ή 50 μM N-acylethanolamine (NAE) ή 100 μM φωσφατιδικό οξύ (PA) ή 55 mM βουτανόλη-1 και 100 μM φωσφατιδικό οξύ. Για τον υπολογισμό της μέσης τιμής του όγκου χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε περίπτωση 400 ριζοδερμικά κύτταρα.

είναι κατά 12% μεγαλύτερη από την αντίστοιχη τιμή κυττάρων που πλασμολύονται παρουσία μόνο βουτανόλης-1 (Εικ. 1).

Τα πλασμολυμένα σε 1 M μαννιτόλη κύτταρα διαθέτουν πολυάριθμους μακροσωληνίσκους σωληνίνης, οι οποίοι εντοπίζονται κυρίως κάτω από το πλασμαλήμμα, όπου σχηματίζουν ένα καλά οργανωμένο περιφερειακό δίκτυο. Το τελευταίο, μετά από ανοσοσήμανση της σωληνίνης, φαίνεται ότι αποτελείται από έντονα φθορίζουσες δεσμίδες πολυμερών σωληνίνης (Εικ. 2Α). Όταν η πλασμόλυση γίνεται σε διάλυμα 1 M μαννιτόλης που περιέχει 55 mM βουτανόλης-1 ή 50 μM NAE, τα κύτταρα στερούνται δεσμίδων πολυμερών σωληνίνης. Αυτά φέρουν πολυάριθμους κοκκιώδεις ή ραβδοειδείς σχηματισμούς σωληνίνης, οι οποίοι κατανέμονται τυχαία σε ολόκληρο το κυτόπλασμα (Εικ. 2Β-Δ, σύγκρινε με Εικ. 2Α). Μελέτη με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο αποκάλυψε ότι οι παραπάνω σχηματισμοί αντιστοιχούν σε σωληνοειδή πολυμερή σωληνίνης με διάμετρο πολύ μεγαλύτερη από εκείνη των μακροσωληνίσκων (Εικ. 2Ε). Τα άτυπα αυτά πολυμερή σωληνίνης παρατηρήθηκαν για πρώτη φορά στην εργασία αυτή. Επομένως, η διατάραξη της δραστηριότητας της φωσφολιπάσης D και η ανασχεση παραγωγής φωσφατιδικού οξέος συνοδεύονται από την αδυναμία δημιουργίας μακροσωληνίσκων. Αντίθετα, όταν η πλασμόλυση πραγματοποιείται παρουσία 100 μM φωσφατιδικού οξέος, τα κύτταρα διαθέτουν πολυάριθμους μακροσωληνίσκους, οι οποίοι διαμορφώνουν ένα πολύ καλά οργανωμένο περιφερειακό δίκτυο (Εικ. 2Ζ σύγκρινε με Εικ. 2Α).

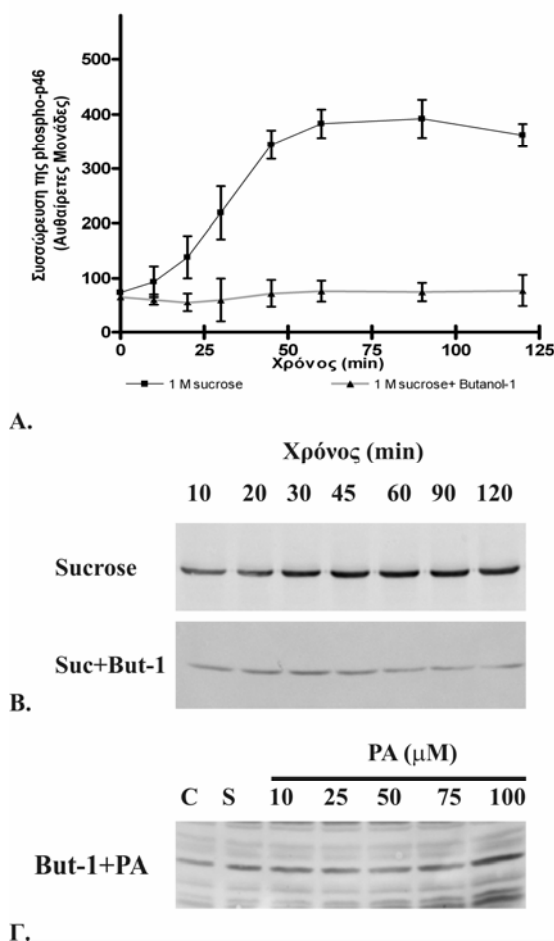
Η μελέτη ανοσοαποτυπωμάτων πρωτεϊνών απεκάλυψε τα εξής. Τα ακρόρριζα που έχουν πλασμολυθεί σε διάλυμα 1 M σακχαρόζης, συσσωρεύουν σε υψηλά επίπεδα τη φωσφορυλιωμένη μορφή της p46 MAPK (phospho-p46). Η συσσώρευση της πρωτεΐνης



Εικόνα 2: Πλασμολυμένα κύτταρα ακρορρίζου όπως φαίνονται στο συνεστιακό μικροσκόπιο μετά από ανοσοσήμανση της σωληνίνης (Α-Δ, Ζ) και στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (Ε). **Α.** Κύτταρο που έχει πλασμολυθεί σε διάλυμα 1 M μαννιτόλης για 30 min. Στο περιφερειακό κυτόπλασμα εντοπίζεται ένα καλά οργανωμένο δίκτυο μακροσωληνίσκων. **Β, Γ.** Οπτικές τομές που διέρχονται από την περιφέρεια (Β) και το κέντρο (Γ) κυττάρου που έχει πλασμολυθεί για 30 min σε διάλυμα 1 M μαννιτόλης που περιέχει 55 mM βουτανόλη-1. Άτυποι ραβδοειδείς σχηματισμοί σωληνίνης εντοπίζονται σε διάφορες κυτταρικές θέσεις (σύγκρινε με Α). **Δ.** Κύτταρο που έχει πλασμολυθεί για 30 min σε διάλυμα 1 M μαννιτόλης που περιέχει 50 μM ΝΑΕ. Πολύαριθμοι κοκκιώδεις σχηματισμοί σωληνίνης υπάρχουν διάσπαρτοι στο κυτόπλασμα (σύγκρινε με Α). Κλίμακα = 5 μm. **Ε.** Περιοχή κυττάρου που έχει πλασμολυθεί για 30 min σε διάλυμα 1 M μαννιτόλης που περιέχει 55 mM βουτανόλη-1. Τα βέλη δείχνουν άτυπους σωληνοειδείς σχηματισμούς σωληνίνης ενώ οι κεφαλές βελών δείχνουν μακροσωληνίσκους. Το λευκό βέλος δείχνει το πλασμαλήμμα. Κλίμακα = 100 nm. **Ζ.** Οπτική τομή που διέρχεται από την περιφέρεια κυττάρου που έχει πλασμολυθεί για 30 min σε διάλυμα 1 M μαννιτόλης που περιέχει 100 μM φωσφατιδικό οξύ. Στο περιφερειακό κυτόπλασμα υπάρχει ένα καλά οργανωμένο σύστημα μακροσωληνίσκων (σύγκρινε με Α). Κλίμακα = 5 μm.

αυτής φθάνει στο μέγιστο, μετά από 90 έως 120 min παραμονής των ακρορρίζων στο πλασμολυτικό μέσο (Εικ. 3Α, Β). Σε ακρόρριζα που πλασμολύνονται παρουσία 55 mM βουτανόλης-1, τα επίπεδα συσσώρευσης της phospho-p46 δεν αυξάνουν, αλλά διατηρούνται σταθερά στη βασική τους τιμή (Εικ. 3Α, Β). Τέλος, σε ακρόρριζα που πλασμολύνονται παρουσία 55 mM βουτανόλης-1 και αυξανόμενων συγκεντρώσεων

φωσφατιδικού οξέος, τα επίπεδα συσσώρευσης της phospho-p46 αυξάνουν συναρτήσει της συγκέντρωσης του τελευταίου (Εικ. 3Γ). Συνεπώς, το εξωγενώς παρεχόμενο φωσφατιδικό οξύ περιορίζει εν μέρει την ανασταλτική δράση της βουτανόλης-1 στη συσσώρευση της phospho-p46 MAPK στα πλασμολυμένα ακρόρριζα.



Εικόνα 3: A, B. Οι μεταβολές της συσσώρευσης της phospho-p46 πρωτεΐνης σε σχέση με το χρόνο παραμονής των ακρόρριζων σε διάλυμα 1 M σουκρόζης ή σε διάλυμα 1 M σουκρόζης που περιέχει 55 mM βουτανόλη-1. **Γ.** Ανοσοαποτύπωση της phospho-p46 πρωτεΐνης σε φυσιολογικά ακρόρριζα (C), σε ακρόρριζα που έχουν πλασμολυθεί για 30 min σε διάλυμα 1 M σουκρόζης (S) και σε ακρόρριζα που έχουν πλασμολυθεί για 30 min σε διάλυμα 1 M σουκρόζης που περιέχει αυξανόμενες συγκεντρώσεις φωσφατιδικού οξέος (PA).

Συμπεράσματα

Τα δεδομένα της εργασίας αυτής υποστηρίζουν τα εξής πρωτότυπα γενικά συμπεράσματα:

- 1) Το φωσφατιδικό οξύ εμπλέκεται στους μηχανισμούς πολυμερισμού της σωληνίνης, ελέγχοντας την ενεργοποίηση πρωτεϊνικών κινασών.
- 2) Το φωσφατιδικό οξύ, που παράγεται λόγω της υπερωσμωτικής καταπόνησης, εκτός των άλλων, συμμετέχει και στον μηχανισμό ρύθμισης του όγκου του πλασμολυμένου πρωτοπλάστη.
- 3) Η συμμετοχή του φωσφατιδικού οξέος που παράγεται από τη φωσφολιπάση D στον ογκορυθμιστικό μηχανισμό του πρωτοπλάστη, πραγματοποιείται μέσω του ελέγχου που αυτό ασκεί στη δημιουργία μακροσωληνίσκων σωληνίνης.

Ευχαριστίες

Το έργο αυτό χρηματοδοτήθηκε από το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών και τη DAAD (πρόγραμμα IKYDA-2002), το Υπουργείο Παιδείας και την Ευρωπαϊκή Ένωση (πρόγραμμα Πυθαγόρας) και το Πανεπιστήμιο Αθηνών (πρόγραμμα Καποδίστριας).

Βιβλιογραφία

- Austin-Brown S.L. & Chapman K.D. 2002. Inhibition of phospholipase D alpha by N-acylethanolamines. *Plant Physiol.* 129: 1892-1898.
- Komis G., Apostolakis P. & Galatis B. 2002. Hyperosmotic stress induces formation of tubulin macrotubules in root-tip cells of *Triticum turgidum*: their probable involvement in protoplast volume control. *Plant Cell Physiol.* 43: 911-922.
- Komis G., Apostolakis P., Gaitanaki C. & Galatis B. 2004. Hyperosmotically induced accumulation of a phosphorylated p38-like MAPK involved in protoplast volume regulation of plasmolyzed wheat root cells. *FEBS Lett.* 573: 168-174.
- Meijer H.J. & Munnik T. 2003. Phospholipid-based signaling in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 54: 265-306.
- Munnik T. 2001. Phosphatidic acid: an emerging plant lipid second messenger. *Trends Plant Sci.* 6: 227-233.
- Munnik T., Arisz S.A., De Vrije T. & Musgrave A. 1995. G-protein activation stimulates phospholipase D signaling in plants. *Plant Cell* 7: 2197-2210.
- Wang X. 2004. Lipid signaling. *Curr Opin Plant Biol.* 7: 329-336.

Αιθέρια έλαια φυτών Lamiaceae από το όρος Πήλιο

¹Κουκ Κ.Μ., ²Τσικούρη Μ., ²Λαναράς Θ. & ²Κοκκίνη Σ.

¹Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ), Κέντρο Αγροτικής Έρευνας
Μακεδονίας-Θράκης, Τ.Θ. 60458, Θέρμη, 570 01 Θεσσαλονίκη.

²Τομέας Βοτανικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Θ. 109,
541 24, Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Αναγνωρίστηκαν 24 taxa Lamiaceae από το όρος Πήλιο. Είναι η πρώτη φορά που αναφέρεται το *Satureja montana* group τόσο νότια στην Ελλάδα. Η περιεκτικότητα σε ΑΕ (mL ΑΕ ανά 100 g ξηρού βάρους φυτικού ιστού) 13 taxa ήταν από <0.1-3.4 και είχε σχέση με το taxon και την εποχή. Το καλοκαίρι γενικά, υπήρχε αύξηση της περιεκτικότητας σε ΑΕ. Στις περισσότερες περιπτώσεις η περιεκτικότητα σε ΑΕ των ταξιανθιών (<0.1-11.0) ήταν μεγαλύτερη από αυτή των φύλλων(<0.1-4.2). Η περιεκτικότητα σε ΑΕ των βλαστών ήταν πολύ μικρή (<0.1-0.5).

Plants of the Lamiaceae Family from the Pilion mount range and their essential oil content

¹Cook C.M., ²Tsikouri M., ²Lanaras T. & ²Kokkini S.

¹National Agricultural Research Foundation (NAGREF), Agricultural Research
Centre of Macedonia-Thrace, P.O. Box 60458, GR-570 01 Themi, Greece.

²Department of Botany, Aristotle University of Thessaloniki, P.O. Box 109, GR-
541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

A preliminary study of the occurrence and distribution of some Lamiaceae species on the Pilion mountain range has been carried out. A total of 24 species were identified. *Satureja montana* group was found in its most southerly distribution in Greece to date. The essential oil content (mL essential oil per 100 g DW plant tissue) of 13 taxa was determined and ranged from <0.1-3.4 depending on taxa and season. In general, essential oil content increased in the summer. The essential oil content of the plant parts indicated that in most cases the essential oil content of the inflorescences (<0.1-11.0) was higher than the leaves (<0.1-4.2) and that the content of stems was negligible (<0.1-0.5).

Εισαγωγή

Πολλά από τα φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* περιέχουν αιθέρια έλαια (ΑΕ) και για το λόγο αυτό διακινούνται εμπορικά. Τόσο τα φυτά της οικογένειας αυτής στην Ελλάδα όσο και τα ΑΕ που περιέχουν δεν είναι ακόμα πλήρως μελετημένα. Ελάχιστα είναι γνωστά για τα φυτά της οικογένειας *Lamiaceae* και για τα ΑΕ τους στην περιοχή του όρους Πηλίου.

Το όρος Πήλιο (έκταση 305 km² και μέγιστο υψόμετρο 1.624 m) είναι ένα από τα «αρχαία» βουνά της Ελλάδας. Το όνομά του ετυμολογικά προέρχεται από τον *πηλό* ή από το ιλλυρικό *pil* που σημαίνει «δάσος». Προστατεύεται από το Natura 2000 (GR1430001).

Αυτοφυείς θάμνοι (κουμαριές, ρείκια, μυρτιές, λαδανιές, παλιούρια, δάφνες κ.λπ.) κυριαρχούν σε χαμηλότερα υψόμετρα. Σε μεγαλύτερα υψόμετρα υπάρχουν πυκνά δάση οξιάς (*Fagus moesiaca*) που αποτελούν την επικρατούσα βλάστηση ενώ υπάρχουν επίσης σχηματισμοί με λεύκες (*Populus tremula*) και ιτιές (*Salix caprea*). Πιο ψηλά υπάρχουν εκτεταμένα δάση βελανιδιάς (*Quercus frainetto*), καστανιάς (*Castanea sativa*) και οξιάς (*Fagus moesiaca*) ενώ τα κωνοφόρα είναι ελάχιστα. Υπάρχει έντονη κλιματική διαφοροποίηση μεταξύ του βορείου και του νοτίου τμήματος του Πηλίου.

Το Πήλιο είναι γνωστό για την πλούσια χλωρίδα και από την αρχαιότητα, για το μεγάλο πλούτο του σε βότανα και φαρμακευτικά φυτά. Μεταξύ αυτών και είδη της οικογένειας *Lamiaceae*, οικογένειας με το μεγαλύτερο αριθμό αρωματικών φυτών.

Στην εργασία αυτή περιγράφεται η εξάπλωση φυτών της οικογένειας *Lamiaceae* και η περιεκτικότητά τους σε ΑΕ.

Υλικά και μέθοδοι

Η συλλογή των φυτών της οικογένειας *Lamiaceae* έγινε την Άνοιξη (Απρίλιος-Μάιος) και το Καλοκαίρι (Ιούνιος-Αύγουστος) του 2004. Συλλεγόταν το υπέργειο τμήμα των φυτών. Η αποξήρανση γινόταν σε θερμοκρασία δωματίου υπό σκιά. Αποξηραμένα δείγματα των φυτών που συλλέχθηκαν υπάρχουν κατατεθειμένα στο *herbarium* του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (TAU). Ο προσδιορισμός των δειγμάτων έγινε σύμφωνα με τους Tutin et al. (1972).

Ο διαχωρισμός των αιθέριων ελαίων από τους φυτικούς ιστούς έγινε με υδρο-ατμο-απόσταξη-εκχύλιση σε συσκευή τύπου Clevenger. Η διάρκεια της απόσταξης ήταν 2 h. Η περιεκτικότητα σε ΑΕ είναι τα mL αιθερίου ελαίου (ΑΕ) ανά 100 g ξηρού βάρους φυτικού ιστού.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Είδη της οικογένειας Lamiaceae που καταγράφηκαν και η εξάπλωσή τους.

Αναγνωρίστηκαν 24 taxa της οικογένειας *Lamiaceae* (Πίνακας 1). Τα taxa με ευρύτερη εξάπλωση ήταν τα *O. vulgare* subsp. *hirtum* και *C. nepeta* subsp. *glandulosa*. Τα δύο αυτά taxa είχαν παρόμοια εξάπλωση και βρέθηκαν στο κεντρικό και βορειοανατολικό τμήμα του όρους Πηλίου, σε υψόμετρο 0-1300 m (Χάρτης 1). Δε βρέθηκαν πληθυσμοί αυτών των ειδών στο νότιο τμήμα του όρους Πηλίου.

Τα είδη της οικογένειας Lamiaceae που βρέθηκαν στο νότιο Πήλιο είναι τα *Coridothymus capitatus*, *Salvia fruticosa*, *Phlomis fruticosa*, *Ballota acetabulosa* και *Micromeria juliana*.

Πίνακας 1. Τα taxa της οικογένειας Lamiaceae που αναγνωρίστηκαν και η περιεκτικότητά τους σε ΑΕ. (*: δεν εξετάστηκε).

Taxon	Περιεκτικότητα σε ΑΕ
<i>Acinos suaveolens</i> (Sm.) G. Don fil.	0.04-0.73
<i>Ajuga genevensis</i> L.	*
<i>Ballota acetabulosa</i> (L.) Benth	*
<i>Ballota nigra</i> L.	*
<i>Calamintha nepeta</i> (L.) Savi subsp. <i>glandulosa</i> (Req.)	0.08-1.31
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	*
<i>Coridothymus capitatus</i> (L.) Reichenb. fil.	0.38-2.27
<i>Marrubium peregrinum</i> L.	*
<i>Marrubium vulgare</i> L.	*
<i>Melissa officinalis</i> L. subsp. <i>altissima</i> (Sm.) Arcangeli	0.09
<i>Mentha longifolia</i> L.	1.19
<i>Mentha spicata</i> L.	0.12-0.71
<i>Micromeria juliana</i> (L.) Reichenb.	0.03
<i>Origanum vulgare</i> L. subsp. <i>hirtum</i> (Link) Ietswaart	0.62-3.28
<i>Phlomis fruticosa</i> L.	*
<i>Salvia fruticosa</i> Miller	0.59-1.79
<i>Satureja montana</i> group	0.19-1.4
<i>Satureja thymbra</i> L.	0.41
<i>Scutellaria rubicunda</i> Hornem.	*
<i>Stachys germanica</i> group	*
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	*
<i>Teucrium flavum</i> L.	*
<i>Thymus longicaulis</i> C.	0.7
<i>Thymus stojanovii</i> Degen	0.16

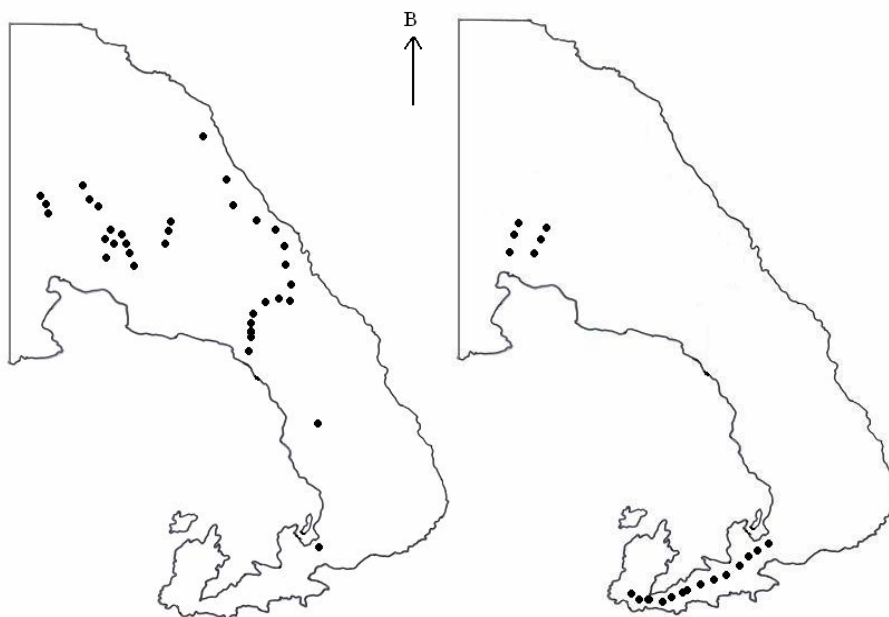
Στο νότιο τμήμα του όρους Πηλίου, όπου το *C. capitatus* κυριαρχεί, δεν υπάρχουν πληθυσμοί του *O. vulgare* subsp. *hirtum* (Εικ. 1). Το κλίμα του νότιου τμήματος του όρους Πηλίου είναι ξηρότερο και θερμότερο από αυτό του βόρειου τμήματος.

Φυτά του *S. montana* group βρέθηκαν πρώτη φορά νοτιότερα από το όρος Όσσα. Το *M. spicata* βρέθηκε σε υψόμετρο 300-1300 m κατά μήκος της διαδρομής Πορταριά-Μακρινίτσα-Χάνια.

Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο

Εξετάστηκε η περιεκτικότητα σε ΑΕ σε 13 taxa (Πίνακας 1). Η περιεκτικότητα σε 6 από τα 13 taxa, την άνοιξη και το καλοκαίρι φαίνεται στον Πίνακα 2. Η περιεκτικότητα σε ΑΕ ήταν υψηλότερη το καλοκαίρι σε σχέση με την άνοιξη στα *O. vulgare* subsp.

hirtum, *C. nepeta* subsp. *glandulosa* και *S. fruticosa*, ενώ υπήρχε τάση αύξησης στο *C. capitatus* και *M. spicata*. Αντίθετα η περιεκτικότητα σε ΑΕ ήταν υψηλότερη την άνοιξη



στο *S. montana* group.

Εικόνα 1. Σημεία που βρέθηκαν τα *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (αριστερά) και *Coridothymus capitatus* (δεξιά).

Πίνακας 2. Περιεκτικότητα σε ΑΕ την Άνοιξη και το Καλοκαίρι, μερικών taxa που φύονται στο όρος Πήλιο.

Taxon	Περιεκτικότητα σε ΑΕ	
	Άνοιξη	Καλοκαίρι
<i>Coridothymus capitatus</i>	0.38-0.94	0.6-2.27
<i>Satureja montana</i> group	0.9-1.4	0.19
<i>Origanum vulgare</i> subsp. <i>hirtum</i>	0.62-2.39	2.57-3.28
<i>Mentha spicata</i>	0.2-0.42	0.12-0.71
<i>Calamintha nepeta</i> subsp. <i>glandulosa</i>	0.08-0.51	0.86-1.31
<i>Salvia fruticosa</i>	0.59-0.81	1.6-1.79

Εποχιακές και γεωγραφικές μεταβολές στην περιεκτικότητα των ΑΕ ειδών της οικογένειας Lamiaceae έχουν βρεθεί κατά τις κλιματικές διαβαθμίσεις στην Ελλάδα. Για

παράδειγμα είναι γνωστό ότι τα *S. fruticosa*, *O. vulgare*, *M. pulegium* και *M. spicata* έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ΑΕ στις χρονικές περιόδους που επικρατούν θερμότερες και ξηρότερες κλιματικές συνθήκες. Η περιεκτικότητα σε ΑΕ του *S. fruticosa* στην Ελλάδα κυμαίνεται από 1.0-5.5 και η μέση περιεκτικότητα για το *S. fruticosa* στη μεταβατική Μεσογειακή κλιματική ζώνη είναι 1.9 (Karousou et al. 2000). Η περιεκτικότητα του *O. vulgare* subsp. *hirtum* στην Ελλάδα κυμαίνεται από 1.1-8.2 ενώ στη Θεσσαλία κυμαίνεται από 2.5-5.5 (Kokkini et al. 1994).

Περιεκτικότητα σε ΑΕ ανά φυτικό τμήμα

Παρατηρήθηκε ότι η περιεκτικότητα σε ΑΕ των ταξιανθιών (0.08-11.0) στις περισσότερες περιπτώσεις ήταν μεγαλύτερη από αυτή των φύλλων (0.03-4.2). Οι βλαστοί είχαν πολύ χαμηλότερη περιεκτικότητα (0-0.5).

Η περιεκτικότητα σε ΑΕ στις ταξιανθίες του *O. vulgare* subsp. *hirtum* ήταν 2.4, του *C. capitatus* 1.6 και του *S. fruticosa* 1.5 φορές μεγαλύτερη από αυτή των φύλλων. Αντίθετα η περιεκτικότητα σε ΑΕ στα φύλλα του *C. nepeta* subsp. *glandulosa* ήταν 2.4 φορές μεγαλύτερη από αυτή των ταξιανθιών.

Συμπεράσματα

Αναγνωρίστηκαν 24 taxa της οικογένειας Lamiaceae στο όρος Πήλιο. Διαπιστώθηκαν μεταβολές στην περιεκτικότητα σε ΑΕ σε σχέση με την εποχή του έτους, τη γεωγραφική θέση και το τμήμα του φυτού.

Αναγνώριση - Παραδοχή

Μέρος της εργασίας βασίζεται στην Προπτυχιακή Διπλωματική Εργασία της Μ. Τσικούρη, φοιτήτριας του Τμήματος Βιολογίας, Α.Π.Θ.

Βιβλιογραφία

- Kokkini S., Karousou R. & Vokou D. 1994. Pattern of geographic variation of *Origanum vulgare* trichomes and essential oil content in Greece. *Biochemical Systematics and Ecology* 22: 517-529.
- Kokkini S., Vokou D. & Karousou R. 1989. Essential oil yield of Lamiaceae plants in Greece. Pp. 5-12. In: Bhattacharyya S.C., Sen N., & Sethi K.L. (eds), *Proceedings of the 11th International Congress of Essential Oils, Fragrances and Flavours* 3. Oxford & IBH Publishing, New Delhi.
- Kokkini S., Karagiannakidou V., Hanlidou E. & Vokou D. 1988. Geographical and altitudinal distribution of the family Lamiaceae in Greece. *Phyton* 28: 215-228.
- Karousou R., Hanlidou E. & Kokkini S. 2000. The Sage plants of Greece: Distribution and infraspecific variation. Pp. 27-46. In: Kintzios S.E. (ed.), *Sage, The genus Salvia. Medicinal and aromatic plants, industrial profiles* 14. Harwood Academic Publications, Amsterdam.

Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο φυτών Lamiaceae από τη νήσο Ζάκυνθο

¹Κουκ Κ.Μ., ²Κοκκίνη Σ. & ²Λαναράς Θ.

¹Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ), Κέντρο Αγροτικής Έρευνας Μακεδονίας-Θράκης, Τ.Θ. 60458, Θέρμη, 570 01 Θεσσαλονίκη.

²Τομέας Βοτανικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Θ. 109, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Καταγράφηκαν δέκα (10) είδη αρωματικών φυτών της οικογένειας Lamiaceae στη χερσαία περιοχή του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Ζακύνθου. Προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (ΑΕ) των φυτών (6) με οικονομικό ενδιαφέρον για ολόκληρο το υπέργειο φυτικό τμήμα και για τα επιμέρους φυτικά τμήματα. Διαπιστώθηκε διαφορετική περιεκτικότητα σε ΑΕ μεταξύ 1) εποχών: καλοκαίρι>άνοιξη, 2) ειδών: *Mentha pulegium*>*Corydthymus capitatus*, *Satureja thymbra*, *S. fruticosa*>*Calamintha glandulosa*, *M. spicata*, 3) τοποθεσιών και 4) τμημάτων των φυτών: ταξιανθίες>φύλλα>βλαστούς. Όλα τα είδη είχαν υψηλή περιεκτικότητα σε ΑΕ σε σύγκριση με τα ίδια είδη από άλλες περιοχές της Ελλάδας και θα μπορούσε να γίνει οικονομική εκμετάλλευσή τους είτε με εμπορική καλλιέργεια είτε με ελεγχόμενη συλλογή από τη φύση.

Essential oil yield of plants of the Lamiaceae family from the island of Zakynthos

¹Cook C.M., ²Kokkini S. & ²Lanaras T.

¹National Agricultural Research Foundation (NAGREF), Agricultural Research Centre of Macedonia-Thrace, P.O. Box 60458, GR-570 01 Thermi, Greece.

²Department of Botany, Aristotle University of Thessaloniki, P.O. Box 109, GR-541 24 Thessaloniki, Greece

Abstract

A total of 10 species of aromatic plants of the Lamiaceae family were recorded within the mainland limits of the National Marine Park of Zakynthos. The essential oil (EO) yields of plants of economical interest (6 species) were determined for the whole plant and by plant part. Variations in EO yield were observed between 1) seasons: summer>spring, 2) species: *Mentha pulegium*>*Corydthymus capitatus*, *Satureja thymbra*, *S. fruticosa*>*Calamintha glandulosa*, *M. spicata*, 3) location and 4) plant parts: inflorescences>leaves>stems. All species had high yields compared to the same species from other areas of Greece and could be exploited either by commercial cultivation or by the controlled harvesting of wild populations.

Εισαγωγή

Υπάρχει μια τάση στην σύγχρονη εποχή για την ολοένα και μεγαλύτερη χρησιμοποίηση φυσικών προϊόντων από τη μία πλευρά και από την άλλη, τη χρησιμοποίηση «παραδοσιακών» φυτών για την παραγωγή νέων προϊόντων με μεγάλη αξία που βασίζεται στην επιστημονική γνώση. Η καταγραφή του ανεξερεύνητου μεγάλου φυτικού πλούτου της χώρας θεωρείται αναγκαία και είναι ιδιαίτερα σημαντική σε προστατευόμενες περιοχές, όπως αυτή του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Ζακύνθου (ΕΘΠΖ) και του NATURA 2000 (GR2210002).

Στη Ζάκυνθο υπήρχαν καλλιέργειες εμπορικών φυτών (μπουγαρίνι, πεπόνι, «άγρια» φράουλα, νεροκρέμμυδο, κλπ) που σχετιζόταν με την ιστορία του νησιού και την πολιτιστική παράδοση του τόπου, αλλά σήμερα τείνουν να εγκαταλειφθούν πλήρως. Από τον επιχειρηματικό κόσμο της Ζακύνθου εξετάζεται η δυνατότητα αξιοποίησης της αυτοφυούς χλωρίδας του νησιού ή της εκτατικής καλλιέργειας αυτοφυών φυτών.

Στόχος

Η καταγραφή αυτοφυών αρωματικών φυτών της νήσου Ζακύνθου, με έμφαση την χερσαία περιοχή του ΕΘΠΖ και η μελέτη των αιθερίων ελαίων του για την πιθανή εκμετάλλευση του φυτικού πλούτου της περιοχής, ως εναλλακτική μορφή οικονομικής ενίσχυσης των κατοίκων.

Μέθοδοι

Ως περιεκτικότητα σε ΑΕ αναφέρεται η ποσότητα (mL) ΑΕ ανά 100 g αποξηραμένου φυτικού ιστού.

Αποτελέσματα

Είδη αρωματικών φυτών με οικονομικό ενδιαφέρον που καταγράφηκαν στη χερσαία περιοχή του Κόλπου Λαγανά, δίνονται στον Πίνακα 1. Επιπλέον βρέθηκαν τα taxa *Teucrium polium* (περιεκτικότητα σε ΑΕ 0.1%), *Teucrium scordium*, *Micromeria juliana* και *Stachys* sp. Υπήρχαν διαφορές στη περιεκτικότητα σε ΑΕ μεταξύ εποχών, ειδών, τοποθεσιών συλλογής και διαφορετικών τμημάτων των φυτών (ταξιανθίες, βλαστοί και φύλλα). Υψηλότερη περιεκτικότητα σε ΑΕ παρατηρήθηκε στα *C. glandulosa*, *C. capitatus* και *S. fruticosa* το καλοκαίρι, που επικρατούσαν θερμότερες και ξηρότερες κλιματικές συνθήκες. Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ΑΕ βρέθηκε στο *M. pulegium*. Τα είδη που είχαν μεγάλη περιεκτικότητα σε ΑΕ ήταν τα: *C. capitatus*, *S. thymbra* και *S. fruticosa*. Τα *C. glandulosa* και *M. spicata* είχαν ενδιάμεση περιεκτικότητα σε ΑΕ, ενώ το *T. polium* είχε τη χαμηλότερη περιεκτικότητα.

Η περιεκτικότητα των ταξιανθιών σε ΑΕ ήταν, τις περισσότερες φορές, μεγαλύτερη από αυτή των φύλλων. Η μεγαλύτερη διαφορά στην περιεκτικότητα σε ΑΕ μεταξύ των ταξιανθιών και των φύλλων βρέθηκε στο *C. capitatus*. Στο *S. fruticosa* την άνοιξη η περιεκτικότητα σε ΑΕ είναι μεγαλύτερη στις ταξιανθίες από τα φύλλα, ενώ το καλοκαίρι η περιεκτικότητα των φύλλων αυξάνει και γίνεται μεγαλύτερη από αυτή των ταξιανθιών την άνοιξη. Οι βλαστοί, γενικά, είχαν ίχνη αιθερίου ελαίου με εξαίρεση τους βλαστούς του *S. fruticosa*.

Διαφορές στην περιεκτικότητα σε ΑΕ μεταξύ του ίδιου είδους παρατηρούνται ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες και την γεωγραφική του κατανομή (Kokkini

and Vokou 1989, Kokkini et al. 1997,2002, Karousou et al. 2000). Η περιεκτικότητα σε ΑΕ των ειδών που εξετάστηκαν ήταν από τις μεγαλύτερες που έχουν αναφερθεί μέχρι σήμερα για τα είδη αυτά. Η μεγάλη περιεκτικότητα σε ΑΕ των ειδών που εξετάστηκαν από τη Ζάκυνθο είναι σημαντικό στοιχείο για την οικονομική τους εκμετάλλευση.

Πίνακας 1. Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο των αρωματικών φυτών Lamiaceae με οικονομικό ενδιαφέρον, την άνοιξη και το καλοκαίρι.

Είδος	Υπέργειο Τμήμα		Ταξιανθίες		Φύλλα		Βλαστοί	
	Απρίλιος	Ιούλιος	Απρίλιος	Ιούλιος	Απρίλιος	Ιούλιος	Απρίλιος	Ιούλιος
<i>Calamintha glandulosa</i>	0,2-0,7	0,6-1,7	0,6-1,2	2,3-4,6		1,5-4,5	<0,1	<0,1
<i>Mentha spicata</i>		0,5-1,1		0,4-2,2		0,9-1,9		<0,1-0,1
<i>Mentha pulegium</i>		2,4-3,9		3,1-5,0		3,1-4,0		<0,1-0,1
<i>Salvia fruticosa</i>	0,7-1,0	2,6	2,0-2,1		0,6-1,4	3,4	0,1-0,3	0,6
<i>Coridothymus capitatus</i>	0,9	2,0-3,1		5,0-5,8	1,8	2,4-3,2	<0,1	<0,1
<i>Satureja thymbra</i>		3,0		4,8		5,4		<0,1

Συμπεράσματα

Καταγράφηκαν έξι αυτοφυή είδη Lamiaceae με εμπορικό ενδιαφέρον.

Η περιεκτικότητα σε ΑΕ των ειδών που εξετάστηκαν ήταν από τις μεγαλύτερες που έχουν αναφερθεί μέχρι σήμερα για τα είδη αυτά.

Η μεγάλη περιεκτικότητα των ειδών που εξετάστηκαν είναι σημαντικό στοιχείο για την οικονομική τους εκμετάλλευση.

Ευχαριστίες

Μέρος της εργασίας πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια Ερευνητικού Έργου (2003) που χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα «Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη» του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.

Βιβλιογραφία

- Kokkini S., Karousou R. & Lanaras T. 1997. Essential oils with 1,2-epoxy-*p*-menthane derivatives from *Mentha spicata* plants growing across the island of Crete. *Botanica Acta* 110: 184-189.
- Karousou R., Hanlidou E. & Kokkini S. 2000. The Sage plants of Greece: Distribution and infraspecific variation. Pp. 27-46. In: Kintzios S.E. (ed.), Sage, The genus *Salvia*. Medicinal and aromatic plants, industrial profiles 14. Harwood Academic Publications, Amsterdam.
- Kokkini S., Hanlidou E., Karousou R. & Lanaras T. 2002. Variation of pulegone content in pennyroyal (*M. pulegium* L.) plants growing wild in Greece. *Journal of Essential Oil Research* 14: 224-227.
- Kokkini S. & Vokou D. 1989. Carvacrol-rich plants in Greece. *Flavour and Fragrance Journal* 4: 1-7.

Σύσταση αιθερίων ελαίων φυτών «ρίγανης» από τη νήσο Ζάκυνθο και το όρος Στρατονικό

¹Κουκ Κ.Μ., ¹Μαλούπα Ε., ²Κοκκίνη Σ. & ²Λαναράς Θ.

¹ Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας (ΕΘΙΑΓΕ), Κέντρο Αγροτικής Έρευνας Μακεδονίας-Θράκης, Τ.Θ. 60458, Θέρμη, 570 01 Θεσσαλονίκη.

² Τομέας Βοτανικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Θ. 109, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Τα είδη ρίγανης που βρέθηκαν στη νήσο Ζάκυνθο ήταν τα *Satureja thymbra* και *Coridothymus capitatus* ενώ στο όρος Στρατονικό βρέθηκε το *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* και το *Origanum vulgare* subsp. *vulgare*. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (mL ΑΕ ανά 100 g ξηρού βάρους φυτικού ιστού) του *S. thymbra* και *C. capitatus* είναι αρκετά υψηλή και σχετικά σταθερή (3,0 και 2,0-2,7, αντίστοιχα). Η περιεκτικότητα σε ΑΕ του *O. vulgare* subsp. *hirtum* βρέθηκε να κυμαίνεται σε μεγαλύτερο εύρος, από 1,7-4,2. Το *O. vulgare* subsp. *vulgare* περιείχε ίχνη ΑΕ. Τέσσερα ήταν τα κύρια συστατικά των ειδών ρίγανης που εξετάστηκαν (γ-τερπινένιο, π-κυμένιο, θυμόλη και καρβακρόλη) των οποίων η περιεκτικότητα (εκατοστιαία αναλογία της καρβακρόλης ως προς το συνολικό ποσό όλων των επιμέρους συστατικών του ΑΕ) στα ΑΕ κυμαινόταν σημαντικά. Τρία από τα ΑΕ που εξετάστηκαν είχαν περιεκτικότητα σε καρβακρόλη <3,0 (ένα σε ίχνη) ενώ πέντε είχαν περιεκτικότητα σε καρβακρόλη μεταξύ 50 και 80 και ένα >90.

The essential oil composition of «oregano» plants from the island of Zakynthos and the Stratoniko mountain range

¹Cook C.M., ¹Maloupa E., ²Kokkini S. & ²Lanaras T.

¹ National Agricultural Research Foundation (NAGREF), Agricultural Research Centre of Macedonia-Thrace, P.O. Box 60458, Themi, GR-570 01 Thessaloniki, Greece.

² Department of Botany, Aristotle University of Thessaloniki, P.O. Box 109, GR-541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

The oregano plants found on the island of Zakynthos were *Satureja thymbra* and *Coridothymus capitatus*, while *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* and *Origanum vulgare* subsp. *vulgare* were found on Mt. Stratoniko. The essential oil (EO) yield (mL EO per

100 g dry weight plant tissue) of *S. thymbra* and *C. capitatus* was quite high and fairly constant (3.0 and 2.0-2.7, respectively). The essential oil yield of *O. vulgare* subsp. *hirtum* was more variable and ranged from 1.7-4.2. *O. vulgare* subsp. *vulgare* had only traces of EO. The main essential oil components were γ -terpinene, p-cymene, thymol and carvacrol and their relative content (percentage of total EO) varied significantly in the oils examined. The carvacrol content, which characterizes oregano plants, was <3.0 in 3 oils, ranged from 50-80 in 5 and was >90 in 1.

Εισαγωγή

Διαφορετικά φυτικά είδη πωλούνται στην Ελλάδα και διεθνώς με το κοινό εμπορικό όνομα «ρίγανη (oregano)». Στην Ελλάδα υπάρχουν τα έξι αυτοφυή είδη *Coridothymus capitatus* (L.) Reichenb. Fil., *Origanum onites* L., *Origanum vulgare* L., *Satureja thymbra* L. και *Thymus* spp., που χρησιμοποιούνται ως ρίγανη. Τα τρία από αυτά είναι γνωστά διεθνώς με τα εμπορικά ονόματα «ισπανική» (*C. capitatus*), «τουρκική» (*O. onites*) ή «ελληνική» (*O. vulgare*) ρίγανη, γεγονός που δημιουργεί σύγχυση στο καταναλωτικό κοινό ως προς την χώρα προέλευσης της ρίγανης. Στην Ελλάδα υπάρχουν επίσης τρία υποείδη του *O. vulgare*, τα subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart, subsp. *viridulum* (Martin-Donos) Nyman και subsp. *vulgare* που διακινούνται εμπορικά όλα με το όνομα ρίγανη χωρίς να υπάρχει κανένας διαχωρισμός. Η ρίγανη έχει υψηλή περιεκτικότητα στο φαινολικό μονοτερπένιο καρβακρόλη που είναι το κύριο συστατικό στο οποίο η ρίγανη οφείλει την χαρακτηριστική οσμή της. Το εμπορικό ενδιαφέρον για τη ρίγανη και η οικονομική της σημασία έχει αποτελέσει σημαντικό κίνητρο για τη μελέτη της εξάπλωσης και της σύστασης του αιθερίου ελαίου (ΑΕ), με ειδικότερο ενδιαφέρον την περιεκτικότητα του ΑΕ σε καρβακρόλη, των ειδών που είναι γνωστά ως ρίγανη. Είναι γνωστό ότι υπάρχει δια-ειδική διακύμανση στην περιεκτικότητα τόσο σε ΑΕ όσο και σε καρβακρόλη (Kokkini & Vokou 1989).

Σκοπός αυτής της εργασίας μας είναι η εκτίμηση των αρωματικών φυτών της οικογένειας Lamiaceae που χρησιμοποιούνται ως ρίγανη από τη νήσο Ζάκυνθο και το όρος Στρατονικό, ως προς την περιεκτικότητά τους σε ΑΕ και την περιεκτικότητα του ΑΕ τους σε καρβακρόλη.

Υλικά και μέθοδοι

Δειγματοληψία

Περιοχή δειγματοληψιών: Η νήσος Ζάκυνθος (περιοχή Καλαμάκι, Κερί, Λούχα, Κανόνια) και το όρος Στρατονικό. Εποχή δειγματοληψιών: Περίοδος ανθοφορίας, Ιούλιος 2003. Υλικό δειγματοληψίας: Υπέργειο τμήμα ατόμων ή πληθυσμού. Επεξεργασία υλικού συλλογής: ξήρανση σε θερμοκρασία δωματίου υπό σκιά.

Προσδιορισμός Αιθερίου Ελαίου

Περιεκτικότητα σε ΑΕ: Ο διαχωρισμός των αιθερίων ελαίων από τους φυτικούς ιστούς έγινε με υδρο-ατμο-απόσταξη-εκχύλιση σε συσκευή τύπου Clevenger. Η διάρκεια της απόσταξης ήταν 2 h. Η περιεκτικότητα σε ΑΕ είναι τα mL αιθερίου ελαίου (ΑΕ) ανά 100 g ξηρού βάρους φυτικού ιστού.

Ανάλυση (ποιοτική και ποσοτική σύσταση) ΑΕ: Χρωματογραφία αερίων και φασματομετρία μαζών (GC-MS) για την ταυτοποίηση των επιμέρους συστατικών (χημικών ενώσεων) που διαχωρίζονται από τη χρωματογραφία αερίων (ποιοτική

σύσταση), σε συνδυασμό με χρωματογραφία αερίων και ανιχνευτή ιονισμού φλογός (GC-FID) για την εξέταση της ποσοτικής αναλογίας των επιμέρους συστατικών ως προς το σύνολο των συστατικών. Περιεκτικότητα του ΑΕ σε επιμέρους συστατικά είναι η (ποσοτική) εκατοστιαία (%) αναλογία του επιμέρους συστατικού ή συστατικών ως προς το συνολικό ποσό όλων των επιμέρους συστατικών του ΑΕ (ποσοτική σύσταση ΑΕ).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Τα είδη ρίγανης που βρέθηκαν στη νήσο Ζάκυνθο ήταν τα *S. thymbra* και *C. capitatus* ενώ δεν βρέθηκε το *O. vulgare*. Τα *S. thymbra* και *C. capitatus* απαντώνται σε μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα. Το *S. thymbra* είχε περιορισμένη εξάπλωση και βρέθηκε στην περιοχή Κανόνια, μεταξύ της περιοχής Βασιλικός και Καλαμάκι. Το *C. capitatus* είχε ευρύτερη εξάπλωση σε όλο το νησί.

Πίνακας 1. Περιεκτικότητα των φυτικών ιστών που συλλέχθηκαν από τη νήσο Ζάκυνθο και το όρος Στρατονικό, σε ΑΕ.

	Νήσος Ζάκυνθος					Όρος Στρατονικό			
	<i>S. thymbra</i>		<i>C. capitatus</i>			<i>O. vulgare</i>			
						subsp. <i>hirtum</i>		subsp. <i>vulgare</i>	
περιεκτικότητα σε ΑΕ	3,0		2,2	2,7	2,0	4,2	2,7	1,7	<0,1

Στο όρος Στρατονικό το *O. vulgare* subsp. *hirtum* είχε ευρεία εξάπλωση ειδικά στο επίπεδο της θάλασσας αλλά βρέθηκε επίσης σε μεγαλύτερα υψόμετρα στις πλευρές δρόμων όπου βρέθηκε και το *O. vulgare* subsp. *vulgare*.

Η περιεκτικότητα των φυτικών ιστών που εξετάστηκαν από τη νήσο Ζάκυνθο και το όρος Στρατονικό φαίνονται στον Πίνακα 1. Η περιεκτικότητα σε ΑΕ του *S. thymbra* και *C. capitatus* είναι αρκετά υψηλή και σχετικά σταθερή (3,0 και 2,0-2,7, αντίστοιχα). Αντίθετα, η περιεκτικότητα σε ΑΕ του *O. vulgare* subsp. *hirtum* βρέθηκε να κυμαίνεται σε μεγαλύτερο εύρος, από 1,7-4,2 ενώ σύμφωνα με την βιβλιογραφία μπορεί να κυμαίνεται από 1,8-8,2. Το *O. vulgare* subsp. *vulgare* περιείχε ίχνη ΑΕ.

Η ανάλυση των αιθερίων ελαίων έδειξε ότι στα ΑΕ που εξετάστηκαν υπάρχουν τέσσερα κύρια συστατικά (Εικόνα 1) τα οποία συνολικά αποτελούν από το 78,7-95,7 του ΑΕ (Πίνακας 2). Το γ-τερπινένιο και το π-κυμένιο είναι πρόδρομες ενώσεις της βιοσύνθεσης της θυμόλης και καρβακρόλης. Η θυμόλη και η καρβακρόλη βρέθηκαν σε όλα τα ΑΕ που εξετάστηκαν με εξαίρεση αυτά του *O. vulgare* subsp. *vulgare*. Το *S. thymbra* απαντάται στην κεντρική και νότια Ελλάδα και η περιεκτικότητά του σε ΑΕ κυμαίνεται από 3,0-21,0 (Kokkini & Vokou 1989). Το *C. capitatus* έχει ευρεία εξάπλωση στην Ελλάδα και η περιεκτικότητά του σε ΑΕ κυμαίνεται από 1,0-3,0. Η περιεκτικότητα του ΑΕ του σε καρβακρόλη κυμαίνεται από 44,6-81,0 (Kokkini & Vokou 1989). Δύο από τα δείγματα ΑΕ *C. capitatus* είχαν πολύ υψηλή περιεκτικότητα σε καρβακρόλη (72,9 και 78,6). Η περιεκτικότητα του ΑΕ του *O. vulgare* subsp. *hirtum* σε καρβακρόλη μπορεί να είναι από 2,4-95,0 (Kokkini and Vokou 1989). Η περιεκτικότητα των ΑΕ του *O. vulgare* subsp. *hirtum* σε καρβακρόλη, που εξετάστηκαν

κυμαίνεται από 2,0-95,7, υπερκαλύπτοντας το εύρος που είχε αναφερθεί στο παρελθόν. Το *O. vulgare* subsp. *vulgare* που εξετάστηκε είχε πολύ χαμηλή περιεκτικότητα (<0,1) σε ΑΕ ενώ το ΑΕ του είχε πολύ χαμηλή περιεκτικότητα (<0,1) σε καρβακρόλη, δεδομένα που είναι σύμφωνα με προηγούμενες εργασίες (Kokkini & Vokou 1989). Η μικρή παρουσία καρβακρόλης στο ΑΕ του *O. vulgare* subsp. *vulgare* αποκλείει τη χρήση του ως ρίγανη.

Πίνακας 2. Περιεκτικότητα του ΑΕ φυτικών ιστών που συλλέχθηκαν από τη νήσο Ζάκυνθο και το όρος Στρατονικό, σε επιμέρους συστατικά (χημικές ενώσεις).

	Νήσος Ζάκυνθος				Όρος Στρατονικό			
	<i>S. thymbra</i>		<i>C. capitatus</i>		<i>O. vulgare</i>			
					subsp. <i>hirtum</i>		subsp. <i>vulgare</i>	
Ένωση								
γ-τερπινένιο	29,5	6,7	5,4	3,8	19,5	11,9		
π-κυμένιο	8,7	6,8	5,5	5,1	5,9	6,0		
θυμόλη	37,8	19,8	0,3	0,3	59,0	19,7		
καρβακρόλη	2,7	52,2	72,9	78,6	2,0	53,8	95,7	<0,1
Σύνολο	78,7	85,5	84,1	87,8	86,4	91,4	95,7	

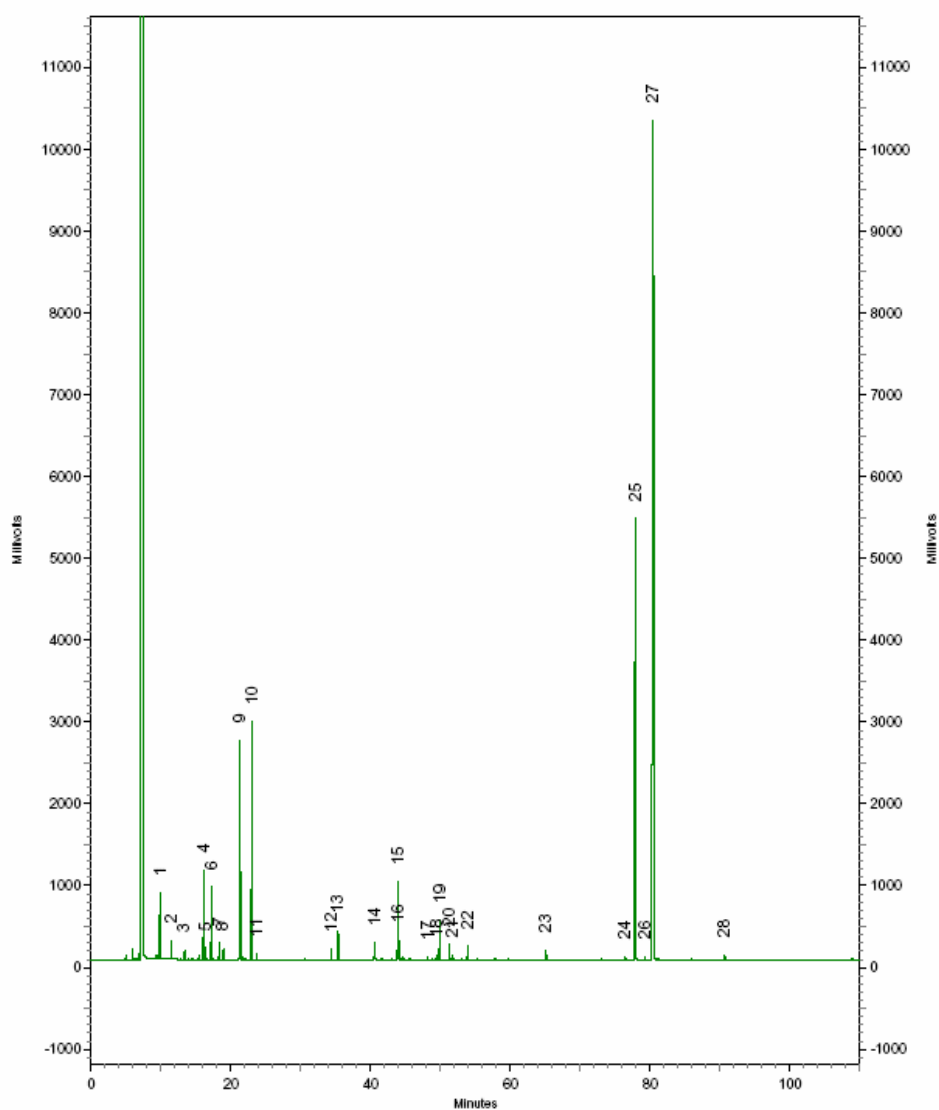
Τα ΑΕ ρίγανης μπορούν να ταξινομηθούν σε κατηγορίες ανάλογα με την περιεκτικότητα του ΑΕ σε καρβακρόλη, ως πλούσια μέτρια, φτωχά και χωρίς καρβακρόλη. Τρία από τα ΑΕ που εξετάστηκαν είχαν περιεκτικότητα σε καρβακρόλη <3.0 (ένα σε ίχνη) ενώ πέντε είχαν περιεκτικότητα σε καρβακρόλη μεταξύ 50 και 80 και ένα >90.

Συμπεράσματα

Τα είδη ρίγανης που βρέθηκαν στη νήσο Ζάκυνθο ήταν τα *S. thymbra* και *C. capitatus* ενώ στο όρος Στρατονικό βρέθηκε το *O. vulgare* subsp. *hirtum* και το *O. vulgare* subsp. *vulgare*. Τέσσερα ήταν τα κύρια συστατικά των ειδών ρίγανης που εξετάστηκαν (γ-τερπινένιο, π-κυμένιο, θυμόλη και καρβακρόλη) των οποίων η περιεκτικότητα στα ΑΕ κυμαινόταν σημαντικά. Στις περιπτώσεις που υπάρχει ενδιαφέρον για εμπορική εκμετάλλευση και παρατηρείται μεγάλη διακύμανση στην περιεκτικότητα σε ΑΕ ή στην ποιοτική ή ποσοτική σύσταση του ΑΕ πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά σε επίπεδο ατόμου η κάθε μια από τις παραπάνω παραμέτρους. Στις περιπτώσεις αυτές η προσέγγιση σε επίπεδο πληθυσμού δεν είναι αποδεκτή.

Sample ID: *Coridothymus capitatus*

Injection Volume: 1



Εικόνα 1. Τυπικό χρωματογράφημα στο οποίο φαίνονται τα κύρια συστατικά (κορυφές 9- γ-τερπινένιο, 10- π-κυμένιο, 25- θυμόλη, 27- καρβακρόλη) των ΑΕ που εξετάστηκαν.

Ευχαριστίες

Μέρος της εργασίας πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια δύο Ερευνητικών Έργων (2003) που χρηματοδοτήθηκαν από το πρόγραμμα «Προστασία Περιβάλλοντος και Βιώσιμη Ανάπτυξη» του Υπουργείου Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων.

Βιβλιογραφία

- Kokkini S. & Vokou D. 1989. Carvacrol-rich plants in Greece. Flavour and Fragrance Journal 4: 1-7.
- Kokkini S., Karousou R. & Vokou D. 1994. Pattern of geographic variation of *Origanum vulgare* trichomes and essential oil content in Greece. Biochemical Systematics and Ecology 22: 517-528.
- Kokkini S., Vokou D. & Karousou R. 1991. Morphological and chemical variation of *Origanum vulgare* L. in Greece. Botanika Chronika 10: 337-346.

Η χλωρίδα των ορυζώνων της περιοχής των εκβολών του Αχελώου ποταμού (Α. Ελλάδα)

Κουμπλή - Σοβαντζή Λ.

Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών,
Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Ως αποτέλεσμα της χλωριδικής έρευνας των ορυζώνων της περιοχής των εκβολών του Αχελώου ποταμού αναφέρονται 13 είδη αγγειοφύτων τα οποία συνιστούν νέες προσθήκες στη χλωρίδα της περιοχής. Ουσιαστικά τα είδη *Alisma lanceolatum*, *Scirpus maritimus* και *Lemna gibba* δεν είναι αυστηρώς περιορισμένα σε αυτό το ανθρωπογενές ενδιαίτημα. Τα είδη *Cyperus difformis*, *Echinochloa oryzoides*, *Ammannia coccinea* και *Lindernia dubia* είναι ιδιαίτερα κοινά στους ελληνικούς ορυζώνες, ενώ λιγότερο κοινά είναι τα είδη *Najas gracillima*, *Heteranthera limosa*, *H. reniformis* και *Bacopa rotundifolia*. Η *Lemna aequinoctialis* και *Ammannia auriculata* αναφέρονται εδώ ως νέες προσθήκες στην επιγενή χλωρίδα της Ελλάδας.

Ricefield flora in the area of of Acheloos river estuaries (W. Greece)

Koumpli-Sovantzi L.

Section of Ecology and Systematics, Department of Biology, University of Athens,
Panepistimiopolis, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

The floristic investigation of the ricefields in the area of Acheloos river estuaries lists 13 species of vascular plants which are new additions to the flora of this area. Actually, *Alisma lanceolatum*, *Scirpus maritimus* and *Lemna gibba* are not strongly confined to this anthropogenic habitat. *Cyperus difformis*, *Echinochloa oryzoides*, *Ammannia coccinea* and *Lindernia dubia* are highly frequent in the Greek paddies, much less so *Najas gracillima*, *Heteranthera limosa*, *H. reniformis* and *Bacopa rotundifolia*. As additions to the adventive flora of Greece, *Lemna aequinoctialis* και *Ammannia auriculata* are reported here for the first time from the investigated ricefields.

Εισαγωγή

Οι ορυζώνες, ως μη φυσικά οικοσυστήματα, έχουν παραμεληθεί από τους βιολόγους (οικολόγους, βοτανικούς, ζωολόγους). Εντούτοις, παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον επειδή συνιστούν σημαντικούς ταμιευτήρες ύδατος και παρέχουν ενδιαιτήματα για πολλά φυτά και ζώα. Είναι περιοχές όπου καλλιεργείται η όρυζα

(*Oryza sativa*) και εισβάλλουν διάφορα είδη ζιζανίων της ιθαγενούς ή επιγενούς χλωρίδας. Τα τελευταία έχουν προέλευση κυρίως τροπική ή υποτροπική. Τα ζιζάνια μπορεί να είναι αμφίβια ή υδρόβια φυτά, υφυδατικά, εφυδατικά ή υπερυδατικά. Οι πληθυσμοί μικροοργανισμών του εδάφους επίσης συνιστούν σημαντικές συνιστώσες των ορυζώνων και της βιοποικιλότητάς τους.

Οι έρευνες στους ορυζώνες διασφαλίζουν την προσφορά τους στο φυσικό, βιολογικό και κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην πολιτική διαχείριση της γης (Fasola & Ruiz 1996).

Οι χλωριδικές έρευνες των ορυζώνων της Ευρώπης άρχισαν στα μέσα του 20^{ου} αιώνα και έχουν προσθέσει αρκετά είδη Αγγειοσπέρμων στην επιγενή χλωρίδα της Ευρώπης. Τα περισσότερα από αυτά (περίπου 25) σύμφωνα με τους Raus & Raabe (2002) περιλαμβάνονται στη "Flora Europaea" 1-5 (Tutin et al. 1968-1980, 1993). Στους ορυζώνες της Ευρώπης εκτός από τα επιγενή είδη Αγγειοσπέρμων έχουν καταγραφεί και αρκετά ιθαγενή, καθώς επίσης και 2 είδη Χαροφύτων (*Chara braunii* και *Ch. fibrosa*).

Στην Ελλάδα η έρευνα της χλωρίδας των ορυζώνων αρχίζει με την πρωτοπόρο μελέτη του Λαυρεντιάδη (1973) στις εκβολές του ξηροποτάμου Γαλλικού, πλησίον του Καλοχωρίου και σε απόσταση περίπου 11 km από τη Θεσσαλονίκη. Ακολουθεί ένα κενό ως τις επόμενες έρευνες που άρχισε ο Raus το 1989 και έδωσαν νέα επιγενή είδη, ακόμη και γένη, καθώς και ιθαγενή είδη (Raus 1991, 1997, Raus & Raabe 2002, Greuter & Raus 2002). Η μέχρι τώρα γνωστή χλωρίδα των ορυζώνων της Ελλάδας από 10 νομούς (Ξάνθης, Καβάλας, Σερρών, Θεσσαλονίκης, Ημαθίας, Πιερίας, Φθιώτιδας, Ηλείας και Μεσσηνίας) περιλαμβάνει περισσότερα από 60 είδη, από τα οποία περίπου τα μισά είναι επιγενή, τροπικής ή υποτροπικής προέλευσης. Εκτός από τα Αγγειόσπερμα έχουν καταγραφεί και 2 είδη Χαροφύτων (*Chara braunii*, *Ch. vulgaris*). Η χλωρίδα των ορυζώνων της περιοχής των εκβολών του Αχελώου ποταμού (νομός Αιτωλίας και Ακαρνανίας) παρουσιάζεται για πρώτη φορά στην εργασία αυτή.

Η ζιζανιοχλωρίδα των ορυζώνων της περιοχής των εκβολών του Αχελώου ποταμού

Angiospermae – Monocotyledones

Alismataceae

Alisma lanceolatum With. – Εισαχθέν στους ορυζώνες, υπαγόμενο στην κατηγορία των φυτών που δεν είναι αυστηρώς περιορισμένα σε αυτό το ανθρωπογενές ενδιαίτημα. Εξαπλωμένο στο μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης, αλλά σπάνιο στο βορρά. Στην Ελλάδα αρκετά σύνηθες στις όχθες ποταμών, τάφρων, αρδευτικών αυλάκων, λιμνών και άλλων υγροτόπων, συμπεριλαμβανομένων και των ορυζώνων.

Cyperaceae

Cyperus difformis L. – Ευρέως εξαπλωμένο στα θερμότερα μέρη του Παλαιού Κόσμου και της Βόρειας Αμερικής. Στην Ευρώπη εξαπλώνεται στο νότιο τμήμα της, αλλά η κατανομή του ως ιθαγενές είναι αβέβαιη επειδή είναι ευρέως εξαπλωμένο σε ορυζώνες. Στην Ελλάδα είναι επίσης ευρέως εξαπλωμένο στους ορυζώνες και έχει αναφερθεί από τους νομούς Ξάνθης, Καβάλας, Σερρών, Θεσσαλονίκης, Ημαθίας, Πιερίας, Φθιώτιδας, Ηλείας και Μεσσηνίας (Raus & Raabe 2002).

Scirpus maritimus L. - Εισαχθέν στους ορυζώνες, υπαγόμενο στην κατηγορία των φυτών που δεν ανήκουν στην τυπική χλωρίδα των ορυζώνων. Είδος κοσμοπολιτικό (απουσιάζει από τις αρκτικές περιοχές). Εξαπλωμένο στο μεγαλύτερο μέρος της Ευρώπης. Στην Ελλάδα γνωστό από υγρές θέσεις και έλη, καθώς επίσης και ορυζώνες.

Gramineae

Echinochloa oryzoides (Ard.) Fritsch - Ζιζάνιο ορυζώνων, αβέβαιης προέλευσης. Στην Ευρώπη έχει εισαχθεί σε ορυζώνες στο νότιο και νότιο – κεντρικό τμήμα της. Στην Ελλάδα έχει επίσης εισαχθεί στους ορυζώνες και έχει αναφερθεί από τους νομούς Ξάνθης, Καβάλας, Σερρών, Θεσσαλονίκης, Ημαθίας, Πιερίας, Φθιώτιδας, Ηλείας και Μεσσηνίας (Raus & Raabe 2002).

Lemnaceae

Lemna aequinoctialis Welw. - Είδος θερμών εύκρατων και τροπικών περιοχών (Ασία, Βόρεια και Νότια Αμερική). Στην Ευρώπη έχει εγκλιματισθεί σε ορυζώνες της Β. Ιταλίας και Ν. Γαλλίας (Tutin et al. 1980). Συναντιέται σε κράσπεδα λιμνών, λιμνίσκους, κανάλια, ορυζώνες κ.ά. Αναφέρεται για πρώτη φορά από την Ελλάδα.

Lemna gibba L. - Εισαχθέν στους ορυζώνες και υπαγόμενο στην κατηγορία των φυτών που δεν είναι αυστηρώς περιορισμένα σε αυτό το ανθρωπογενές ενδιαίτημα. Στην Ευρώπη εξαπλώνεται στο μεγαλύτερο μέρος της, βόρεια μέχρι περίπου 63°.

Najadaceae

Najas gracillima (Engelm.) Magn. - Είδος προερχόμενο από την εύκρατη Ανατολική Ασία και Βόρεια Αμερική. Στην Ελλάδα είναι γνωστό μόνο από τους ορυζώνες του Καλοχωρίου, Νομός Θεσσαλονίκης (Raus & Raabe 2002), αλλά και από τη λίμνη Κερκίνη (Papastergiadou & Babalonas 1993).

Pontederiaceae

Heteranthera limosa (Sw.) Willd. - Είδος με προέλευση τροπική και υποτροπική Αμερικανική. Η πρώτη αναφορά για την παρουσία του στην Ευρώπη προέρχεται από την πρώην Γιουγκοσλαβία (Burklien 1980) και η δεύτερη από την Ελλάδα και συγκεκριμένα από ορυζώνες στο νομό Ηλείας (Raabe & Raus in Greuter & Raus 2001).

Heteranthera reniformis Ruiz & Pavón - Είδος Αμερικανικής προέλευσης. Στην Ευρώπη εγκλιματισμένο σε ορυζώνες της Ιταλίας, Πορτογαλίας και Ελλάδας. Περισσότερο συγκεκριμένα, στην Ελλάδα ήταν γνωστό μόνο από ορυζώνες των νομών Πιερίας και Ημαθίας (Raus, Ελευθεριάδου & Θεοδωρόπουλος in Greuter & Raus 2002).

Angiospermae - Dicotyledones

Lythraceae

Ammannia auriculata Willd. - Είδος ιθαγενές των Η.Π.Α., της τροπικής Αμερικής, Ασίας, Αφρικής και Αυστραλίας. Στη “Flora Europaea” (Tutin et al. 1968) αναφέρεται ότι έχει εγκλιματισθεί σε ορυζώνες της Β.Δ. Ιταλίας (πéριξ του Novara και Vercelli) και ότι το ευρωπαϊκό φυτό ανήκει στην var. *arenaria* (Kunth) Koehne και είναι μάλλον Αμερικανικής προέλευσης. Από την Ελλάδα αναφέρεται για πρώτη φορά.

Ammannia coccinea Rottb. - Είδος Αμερικανικής προέλευσης (από Η.Π.Α. έως

Βραζιλία). Στην Ευρώπη εγκλιματισμένο σε ορυζώνες της Ισπανίας, Πορτογαλίας και Ελλάδας. Στην Ελλάδα είχε βρεθεί και αναφερθεί από τους νομούς Ξάνθης, Καβάλας, Σερρών, Θεσσαλονίκης, Ημαθίας, Πιερίας, Φθιώτιδας, Ηλείας και Μεσσηνίας (Raus & Raabe 2002).

Scrophulariaceae

Bacopa rotundifolia (Michaux) Wettst. - Είδος Αμερικανικής προέλευσης (θερμή - εύκρατη Αμερική, από Η.Π.Α. έως Αργεντινή). Στην Ευρώπη γνωστό μόνο από Ισπανία (Perez Chiscano 2000) και Ελλάδα (Raus 2001, Raus & Raabe 2002). Στην Ελλάδα συγκεκριμένα είχε μέχρι τώρα βρεθεί σε ορυζώνες των νομών Ξάνθης και Σερρών.

Lindernia dubia (L.) Pennell - Αμερικανικής προέλευσης (Α. Βόρεια Αμερική), εγκλιματισμένο σε ιλυώδεις ή αμμώδεις όχθες ποταμών και σε ορυζώνες της Ν. Ευρώπης, εκτεινόμενο έως τη ΒΔ. Γαλλία, Β. Ιταλία και Ελλάδα. Στην Ελλάδα ευρέως εξαπλωμένο και γνωστό μέχρι τώρα από ορυζώνες των νομών Ξάνθης, Καβάλας, Σερρών, Θεσσαλονίκης, Ημαθίας, Φθιώτιδας, Ηλείας και Μεσσηνίας (Raus & Raabe 2002) καθώς και τοπικής εμφάνισης, αναφερόμενο από φυσικά οικοσυστήματα (Raus 1991).

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον Prof. Pertti Uotila (Helsinki University, Finland) για τον προσδιορισμό 2 ειδών (*Najas gracillima*, *Lemna aequinoctialis*) και την επιβεβαίωση του προσδιορισμού της *Ammannia auriculata*. Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από τον Ειδικό Λογαριασμό Κονδυλίων Έρευνας του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Βιβλιογραφία

- Burklev R. 1980. *Heteranthera limosa* Vahl - new adventive species for the flora of Yugoslavia and Europe. *Fragm. Balcan.* 11/3(254): 33-39.
- Fasola M. & Ruiz X. 1996. The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean region. *Colonial Waterbirds* 19 (Special Publication 1): 122-128.
- Greuter W. & Raus Th. (eds) 2001. Med-Checklist Notulae 20. *Willdenowia* 31: 319-328.
- Greuter W. & Raus Th. (eds) 2002. Med-Checklist Notulae 21. *Willdenowia* 32: 195-208.
- Λαυρεντιάδης Γ. 1973. Η χλωρίς και η βλάστησις των ορυζώνων του Καλοχωρίου. *Πρακτ. Ινστ. Ωκεαν. Αλιευτ. Ερευνών* 11: 145-165.
- Papastergiadou E. & Babalonas D. 1993. Aquatic flora of N Greece. I. Hydrophytes. *Willdenowia* 23: 137-142.
- Perez Chiscano J.L. 2000. *Bacopa rotundifolia* (Mich.) Wettst. (Scrophulariaceae), nueva para Europa. *Stud. Bot. (Salamanga)* 18: 137 (1999).
- Raus Th. 1991. Notes on rare vascular wetland plants of Greece. *Bot. Chron.* 10: 567-578.
- Raus Th. 1997. *Ammannia* (Lythraceae) in Greece and the Balkans. *Lagascalia* 19: 851-856.
- Raus Th. 2001. *Bacopa* (Scrophulariaceae) in Greece and adjacent countries. In:

- Abstracts of X OPTIMA Meeting, Palermo 13-19 September 2001. Palermo, p. 150.
- Raus Th. & Raabe U. 2002. Paddy weeds - a neglected subject of Greek floristics. Pp. 290-300. Proceedings of the 9th Scientific Congress of the Hellenic Botanical Society, Argostoli, Kefalonia, Greece.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. *Flora Europaea* 1 (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968-1980. *Flora Europaea* 2-5. Cambridge University Press, Cambridge.

Εξάπλωση και αιθέρια έλαια του γένους *Thymus* στις προστατευόμενες περιοχές Στρατονικό Όρος (GR1270005) και Εθνικός Δρυμός Βίκου - Αώου (GR2130001)

¹Κουρέας Δ., ¹Χανλίδου Ε., ¹Καρούσου Ρ., ²Λαναράς Θ. & ¹Κοκκίνη Σ.

¹Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής & Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

²Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Μελετάται η εξάπλωση των πληθυσμών του γένους *Thymus* και η περιεκτικότητά τους σε αιθέριο έλαιο (ΑΕ) στους τύπους οικοτόπων των περιοχών του δικτύου NATURA 2000 Στρατονικό Όρος και Εθνικός Δρυμός Βίκου - Αώου. Τα φυτά των δύο περιοχών ανήκουν σε τέσσερις Sectiones και απαντώνται σε 12 τύπους οικοτόπων. Η Sect. *Serpyllum* απαντάται σε 11 οικοτόπους, ενώ οι Sect. *Teucrioides*, *Pseudothymbra* και *Hyphodromi* μόνο σε έναν. Μεγαλύτερη περιεκτικότητα ΑΕ εμφανίζουν οι πληθυσμοί των Sect. *Teucrioides* (1,08% έως 1,97%) και *Serpyllum* (0,28% έως 1%) και μικρότερη των Sect. *Hyphodromi* (0,11% έως 0,3%) και *Pseudothymbra* (0,01% έως 0,12%). Η περιεκτικότητα σε ΑΕ της Sect. *Serpyllum* ποικίλλει στους διαφορετικούς οικοτόπους, από 0,58% (Μ.Ο.) στις «αναδασώσεις με ευρωπαϊκά είδη κωνοφόρων» έως 1% στα «δάση αριάς - *Quercus ilex*». Εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές στην περιεκτικότητα ΑΕ των φυτών των Sect. *Pseudothymbra*, *Hyphodromi* και *Serpyllum* στον ίδιο οικοτόπο. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η περιεκτικότητα μπορεί να χρησιμεύσει ως ένας πρόσθετος χαρακτήρας για τη διάκριση του γένους *Thymus* σε επιμέρους ταξινομικές μονάδες.

Distribution and essential oils of genus *Thymus* in the protected areas “Oros Stratonikon” (GR1270005) and “Ethnikos Drymos Vikou-Aoou”(GR2130001)

¹Koureas D., ¹Hanlidou E., ¹Karousou R., ²Lanaras T. & ¹Kokkini S.

¹Laboratory of Systematic Botany & Phytogeography, School of Biology, Aristotle University, 541 24 Thessaloniki, Greece.

²Laboratory of Botany, School of Biology, Aristotle University, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

The distribution of *Thymus* populations and their essential oil (EO) content in the different habitat types found in the sites of the NATURA 2000 Network “Oros Stratonikon” and “Ethnikos Drymos Vikou-Aoou” is studied. The plants found in the two sites belong in four sections and were found in 12 habitat types. Sect. *Serpyllum* was found in eleven habitats and Sect. *Teucrioides*, *Pseudothymbra* and *Hyphodromi* only in one. Higher EO content was recorded in Sect. *Teucrioides* (1.08% up to 1.97%) and *Serpyllum* (0.28% up to 0.98%) and lower in Sect. *Hyphodromi* (0.11% up to 0.3%) and *Pseudothymbra*. (0.01% up to 0.12%). The EO content in Sect. *Serpyllum* varies in the different habitat types, from 0.58% (mean) found in the “Reforestation with European species” to 1% found in “*Quercus ilex* forests”. Differences were found in respect to the EO content between the populations of Sect. *Pseudothymbra*, *Hyphodromi* και *Serpyllum* growing in the same habitat type. Thus it is suggested that EO content may be useful as an additional character for the distinction of *Thymus* taxa.

Εισαγωγή

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η καταγραφή της εξάπλωσης και η μελέτη της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο των μελών του γένους *Thymus* L. στους διαφορετικούς τύπους οικοτόπων δύο περιοχών του δικτύου NATURA 2000, το όρος Στρατονικό (GR1270005) και τον Εθνικό Δρυμό Βίκου - Αώου (GR2130001).

Το όρος Στρατονικό βρίσκεται στη ΝΑ Χαλκιδική (N 40° 33' - E 23° 47') και καταλαμβάνει έκταση 9100 ha, στην οποία εμφανίζονται 11 διαφορετικοί τύποι οικοτόπων. Ο Εθνικός Δρυμός Βίκου - Αώου βρίσκεται στο Νομό Ιωαννίνων, στην περιοχή του Ζαγορίου (N 40° 00' E 20° 49') και καταλαμβάνει έκταση 12600 ha στην οποία εμφανίζονται 17 διαφορετικοί τύποι οικοτόπων (Ντάφης 1999, ΥΠΕΧΩΔΕ 2005).

Υλικά και μέθοδοι

Φυτικό υλικό: Συλλογή των υπεργείων τμημάτων των φυτών έγινε την περίοδο πλήρους ανθοφορίας τους. Δείγματα είναι κατατεθειμένα στο Herbarium του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (TAU). Η ταξινόμηση και ονοματολογία των Sectionum στις οποίες ανήκουν τα φυτά είναι σύμφωνα με τον Jalas (1971a, 1971b, 1972).

Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο: Φυτικό υλικό από 36 πληθυσμούς αποξηράθηκε σε σκιερό και αεριζόμενο χώρο, σε θερμοκρασία δωματίου. Η παραλαβή των αιθερίων ελαίων έγινε με υδροαπόσταξη, διάρκειας 2h, σε συσκευή τύπου Clevenger. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο αναφέρεται σε mL ανά 100 g ξηρού φυτικού βάρους.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Εξάπλωση των πληθυσμών

Οι πληθυσμοί του γένους *Thymus* ανήκουν σε τέσσερις Sectiones, τις Sect. *Hyphodromi* (A. Kerner) Halásczy, *Pseudothymbra* Benthams, *Serpyllum* (Miller) Benthams και *Teucrioides* Jalas και εμφανίζονται σε 12 από τους συνολικά 27 διαφορετικούς τύπους οικοτόπων των δύο περιοχών (Πίνακας 1). Τα φυτά της Sect.

Serpyllum εμφανίζουν την ευρύτερη εξάπλωση και απαντώνται συνολικά σε 11 οικοτόπους (επτά στον Εθνικό Δρυμό Βίκου - Αώου και πέντε στο Όρος Στρατονικό). Αντίθετα μόνον σε έναν τύπο οικοτόπου απαντώνται τα φυτά των Sect. *Hyphodromi*, *Pseudothymbra* και *Teucrioides*.

Πίνακας 1. Παρουσία των τεσσάρων Sectionum του γένους *Thymus* στους τύπους οικοτόπων των περιοχών Εθνικός Δρυμός Βίκου - Αώου (GR2130001) και όρος Στρατονικό (GR1270005). 1031: αναδασώσεις με ευρωπαϊκά είδη κωνοφόρων, 924A: θερμόφιλα δρυοδάση της Αν. Μεσογείου και της Βαλκανικής, 9260: δάση καστανιάς, 9280: δάση με *Quercus frainetto*, 9340: δάση αριάς *Quercus ilex*, 4090: ενδημικοί όρο-μεσογειακοί ερεικώνες, 5350: ψευδομακκί, 8140: βαλκανικοί λιθώνες, 925A: δάση οστράς, ανατολικού γαύρου και μεικτά θερμόφιλα δάση, 9270: ελληνικά δάση οξιάς με *Abies borisii-regis*, 934A: ελληνικά δάση με *Quercus frainetto*, 9560: ελληνικά δάση της μεσογείου με άρκευθους (*Juniperus* spp.).

Sectiones	Τύποι Οικοτόπων											
	GR2130001								GR1270005			
	5350	934A	925A	9270	9560	4090	8140	1031	9340	924A	9280	9260
<i>Serpyllum</i>	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Teucrioides</i>							X					
<i>Pseudothymbra</i>						X						
<i>Hyphodromi</i>						X						

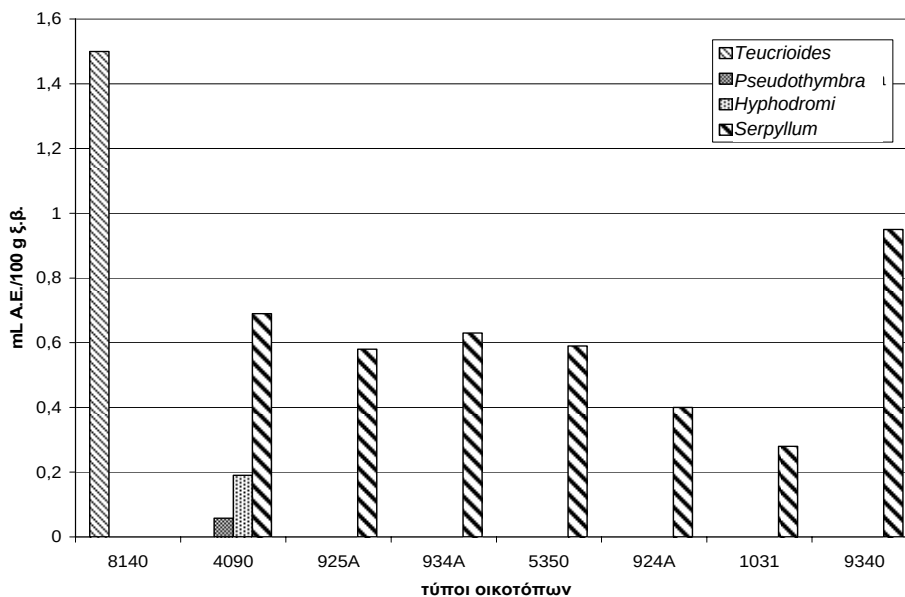
Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο

Οι μεγαλύτερες τιμές σε περιεκτικότητα αιθερίου ελαίου καταγράφηκαν στα φυτά των πληθυσμών που ανήκουν στις Sect. *Teucrioides* (1,08% έως 1,97%) και Sect. *Serpyllum* (0,28%-0,98%). Αντίθετα μικρότερες περιεκτικότητες έδειξαν τα φυτά των Sect. *Pseudothymbra* (0,01% έως 0,12%) και *Hyphodromi* (0,11% έως 0,3%).

Οι εκπρόσωποι της Sect. *Serpyllum*, εμφανίζουν ποικιλότητα στην περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο στους διαφορετικούς τύπους οικοτόπων (Εικ. 1). Οι μεγαλύτερες τιμές καταγράφηκαν σε οικοτόπους όπου κυριαρχεί ανοιχτού τύπου βλάστηση, με μεγαλύτερη (Μ.Ο. 1%) στα «δάση αριάς-*Quercus ilex*» (9340). Οι χαμηλότερες τιμές βρέθηκαν στις περιοχές όπου κυριαρχεί κλειστού τύπου βλάστηση, ειδικότερα στις «αναδασώσεις με ευρωπαϊκά είδη κωνοφόρων» (1031) (Μ.Ο. 0,25%) και τα «θερμόφιλα δρυοδάση» (924A) (Μ.Ο. 0,4%).

Τα φυτά που ανήκουν στις Sect. *Pseudothymbra*, *Hyphodromi* και *Serpyllum* και φύονται στον ίδιο οικοτόπο, στους «ενδημικούς όρο-μεσογειακούς ερεικώνες» (4090), εμφανίζουν διαφορές στην περιεκτικότητά τους σε αιθέριο έλαιο. Οι διαφορές αυτές υποδεικνύουν πως η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο μπορεί να χρησιμεύσει ως ένας πρόσθετος χαρακτήρας για τη διάκριση του γένους *Thymus* σε επιμέρους ταξινομικές μονάδες.

Διαφοροποίηση ατόμων *Thymus* Sect. *Serpyllum* παρουσιάζεται και ως προς τη μορφολογία τους σε σχέση με τους διαφορετικούς τύπους οικοτόπων στους οποίους φύονται (Koureas & Kokkini 2004).



Εικόνα 1. Μέση περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο (A.E) πληθυσμών των Sect. *Teucrioides*, *Pseudothymra*, *Hyphodromi* και *Serpyllum*, στους διαφορετικούς τύπους οικοτόπων των δύο προστατευόμενων περιοχών. 8140: βαλκανικοί λιθώνες, 4090: ενδημικοί όρο-μεσογειακοί ερεϊκώνες, 925A: δάση οστρύνας, ανατολικού γαύρου και μεικτά θερμόφιλα δάση, 5350: ψευδομακκί. 1031: αναδασώσεις με ευρωπαϊκά είδη κωνοφόρων, 9340: δάση αριάς *Quercus ilex*, 924A: θερμόφιλα δρυοδάση της Αν. Μεσογείου και της Βαλκανικής.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία έγινε στα πλαίσια του χρηματοδοτούμενου από το ΕΠΕΑΕΚ και την Ευρωπαϊκή Ένωση έργο του Πυθαγόρα Ι «Ενίσχυση Ερευνητικών Ομάδων στα Πανεπιστήμια».

Βιβλιογραφία

- Jalas J. 1971a. Notes on *Thymus* L. (Labiatae) in Europe. I. Supraspecific classification and nomenclature. Bot. J. Linn. Soc. 64: 199-215.
 Jalas J. 1971b. Notes on *Thymus* L. (Labiatae) in Europe. II. Comments on species and subspecies. Bot. J. Linn. Soc. 64: 247-275.
 Jalas J. 1972. *Thymus* L. Pp. 172-182. In: Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds), Flora Europaea 3,

- Cambridge University Press, Cambridge.
- Koureas D. & Kokkini S. 2004. Distribution and Essential Oils of *Thymus* Sect. *Serpyllum* in Mt. Stratonikon (NC Greece). XI OPTIMA Meeting, Book of Abstracts: 137, Beograd.
- Ντάφης Σ., Παπαστεργιάδου Ε. & Λαζαρίδου Ε. 1999. Τεχνικός οδηγός Αναγνώρισης, Περιγραφής και Χαρτογράφησης Τύπων Οικοτόπων της Ελλάδας. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). Θέρμη.
- ΥΠΕΧΩΔΕ - Γενική Διεύθυνση Περιβάλλοντος, Δ/ση Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού, Γρ. Εθνικού Περιβ/κού Δικτύου & Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος. 2005. Εθνικό Δίκτυο Πληροφοριών Περιβάλλοντος (ΕΔΠΠ), Γεωγραφική Απεικόνιση Δεδομένων Περιβάλλοντος, Περιβαλλοντικό αντικείμενο: Φύση. <http://hermes.edpp.gr/website/fysi>.

Η φύτευση των σπερμάτων της *Biebersteinia orphanidis* Boiss.

Κουτσοβούλου Κ.¹, Βασιλειάδης Δ.², Γιαννίτσaros Α.³ & Θάνος Κ.Α.¹

¹Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, 157 84 Αθήνα.

²Ησιόδου 24, 106 74 Αθήνα.

³Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Η *Biebersteinia orphanidis* είναι σπάνιο, κινδυνεύον και υπενδημικό είδος της Ελλάδας που έχει πρόσφατα συγκεντρώσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών διαφόρων ειδικοτήτων. Στην παρούσα εργασία μελετώνται για πρώτη φορά τα βιομετρικά χαρακτηριστικά καθώς και η φυτρωτική συμπεριφορά των σπερμάτων (μερικαρπίων) του είδους αυτού. Διαπιστώνεται ότι τα σπέρματα της *B. orphanidis* έχουν αδιάβροχο σπερματικό περίβλημα και συνεπώς η οικογένεια Biebersteiniaceae προστίθεται στον κατάλογο με τις ήδη γνωστές 17 οικογένειες, που μέλη τους παράγουν σκληροπεριβληματικά σπέρματα. Φύτευση επιτυγχάνεται μόνο με μηχανικά τραυματισμένα σπέρματα και μάλιστα σε χαμηλές θερμοκρασίες (κυρίως στους 5 και λιγότερο στους 10°C), στο σκοτάδι, και με ιδιαίτερα μικρό τάχος. Τόσο το τελικό ποσοστό όσο και το τάχος της φύτευσης ελαττώνονται σταδιακά κατά την αποθήκευση των σπερμάτων σε συνθήκες δωματίου.

Seed germination of *Biebersteinia orphanidis* Boiss.

Koutsovoulou K.¹, Vassiliades D.², Yannitsaros A.³ & Thanos C.A.¹

¹Department of Botany, Faculty of Biology, National and Kapodistrian University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens, Greece.

²Issiodou 24, 106 74 Athens, Greece.

³Department of Ecology and Systematics, Faculty of Biology, National and Kapodistrian University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

Biebersteinia orphanidis is a rare, endangered and subendemic plant of Greece, which has recently been the object of numerous studies by researchers of different disciplines. In the present work, the biometric characteristics and the germination behaviour of the seeds (mericarps) of *B. orphanidis* are investigated for the first time. It is concluded that the seeds develop a hard, water-impermeable fruit/seed coat, therefore the family Biebersteiniaceae is added to the list of the 17 families, known to include taxa

that produce hardcoated seeds. Germination is accomplished only with mechanically scarified seeds of *B. orphanidis* at low temperatures (5 and, to a lesser degree, 10°C) in darkness and at a very slow pace. Both final germinability and germination rate gradually decline during seed storage at room conditions.

Εισαγωγή

Το γένος *Biebersteinia* Stephan περιλαμβάνει πέντε σπάνια, πολυετή ποώδη είδη με εξάπλωση σε ορεινές, ημίξηρες περιοχές από την ανατολική Ασία μέχρι την Ελλάδα. Το είδος *B. orphanidis* θεωρούνταν εξαφανισμένο από την Ελλάδα (και την Ευρώπη) μετά την πρώτη συλλογή του το 1851 από το Θ. Ορφανίδη, στην Κυλλήνη. Το 1994 ανακαλύφθηκαν εκ νέου μικροί πληθυσμοί του είδους στο όρος Σαϊτάς της Β. Πελοποννήσου (Yannitsaros et al. 1996), ενώ ύστερα από συνεχείς έρευνες εντοπίστηκαν και άλλοι πληθυσμοί στα όρη Ολίγυρτος, Κυλλήνη και Τραχύ (Vassiliades & Yannitsaros 2000). Η *B. orphanidis* φύεται επίσης στην Τουρκία και αποτελεί (όπως ορισμένα ακόμη φυτικά είδη) ένα φυτογεωγραφικό σύνδεσμο μεταξύ Ελλάδας και Ανατολίας (Strid 1993).

Το είδος *B. orphanidis* περιλαμβάνεται ως 'Κινδυνεύον' στο 'The Red Data Book of Rare and Threatened Plants of Greece' (Phitos et al. 1995) και δεν φαίνεται να έχει προσαρμογές ενάντια στα φυτοφάγα ζώα (εκτός ίσως από τον καλοκαιρινό 'λήθαργο' του ριζώματος): δεν διαθέτει αγκάθια ούτε δηλητηριώδη ή 'πικρά' μέρη για τα ζώα-καταναλωτές και δεν φαίνεται να έχει αναπτύξει κάποια προσαρμογή επιβίωσης σε απόκρημνους, δυσπρόσιτους βράχους (Yannitsaros et al. 1996). Μία πρόσθετη πίεση που δέχεται είναι η συλλογή του ριζώματός του από τους βοσκούς ορισμένων περιοχών για φαρμακευτική χρήση (Vassiliades & Yannitsaros 2000).

Το γένος *Biebersteinia* παραδοσιακά τοποθετούνταν στην οικογένεια Geraniaceae (Tutin et al. 1968), ωστόσο όλες οι πρόσφατες εργασίες δικαιολογούν την κατάταξή του σε μία ξεχωριστή οικογένεια, την οικογένεια Biebersteiniaceae (Watson & Dallwitz 1992, Takhtajan 1997, Angiosperm Phylogeny Group 2003). Οι μελέτες αλληλουχίας γονιδίων (Bakker et al. 1998), λιπαρών οξέων (Tzakou et al. 2001), φλαβονοειδών (Greenham et al. 2001), καθώς και η πρόσφατη μοριακή φυλογενετική θεώρηση (Angiosperm Phylogeny Group 2003) υποστηρίζουν την τοποθέτηση της οικογένειας στην τάξη Sapindales. Τα δεδομένα εμβρυολογικής μελέτης (Kamelina & Konnova 1990) και καρνομορφολογίας (Liu et al. 2001) υπογραμμίζουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του γένους, που δικαιολογούν ακόμα και ξεχωριστή τάξη. Έτσι, ο Takhtajan (1997) τοποθετεί την οικογένεια Biebersteiniaceae σε μία νέα τάξη, την τάξη Biebersteiniales.

Στην παρούσα εργασία μελετώνται τα βιομετρικά χαρακτηριστικά των μερικαρπίων του καρπού (σχιζοκαρπίου) της *B. orphanidis* (που για λόγους απλοποίησης αναφέρονται ως σπέρματα στην εργασία αυτή), οι υδατικές σχέσεις και η διάβρεξή τους και, τέλος, η φυτρωτική τους συμπεριφορά.

Υλικά και μέθοδοι

Μελετήθηκαν τρεις συλλογές σπερμάτων της *B. orphanidis* από το όρος Κυλλήνη. Οι δύο πρώτες συλλογές πραγματοποιήθηκαν το 1998, σε υψόμετρο 1500 m (Α) και 1700 m (Β) και η τρίτη συλλογή (Γ) το 1999 σε υψόμετρο 1700 m.

Στα πειράματα φύτρωσης, διάβρεξης και προσδιορισμού της περιεχόμενης υγρασίας χρησιμοποιήθηκαν σπέρματα της συλλογής Γ. Για την επίτευξη της εισόδου του νερού, το καρπικό/σπερματικό περίβλημα 'τραυματίζεται' (με αφαίρεση μικρού τμήματος) σε σημείο αντιδιαμετρικό από την περιοχή εξόδου του ριζιδίου ή γίνεται θερμική κατεργασία των σπερμάτων με εμβάπτισή τους για 2 min σε νερό που βράζει (θερμοκρασίας 100°C). Ο έλεγχος της φύτρωσης έγινε σε γυάλινα τρυβλία Petri διαμέτρου 9 cm (5 δείγματα των 20 σπερμάτων), πάνω σε δύο φύλλα διηθητικό χαρτί και 5 mL απιονισμένο νερό. Στην περίπτωση του μάρτυρα, στα πειράματα φύτρωσης, χρησιμοποιήθηκε μόνο ένα δείγμα λόγω του περιορισμένου αριθμού διαθέσιμων σπερμάτων. Στα πειράματα με συνθήκες σκοταδιού, τα τρυβλία τοποθετούνταν σε φωτοστεγή μεταλλικά δοχεία και η διάβρεξη των σπερμάτων καθώς και όλοι οι υπόλοιποι χειρισμοί στα πειράματα αυτά γίνονταν στο σκοτεινό θάλαμο κάτω από πράσινο φως ασφαλείας. Ως κριτήριο της φύτρωσης θεωρείται η ορατή έξοδος του ριζιδίου.

Ο έλεγχος της θερμοκρασιακής εξάρτησης της φύτρωσης έγινε σε θαλάμους ελεγχόμενης θερμοκρασίας (Heraeus και Sanyo Medicoool). Για τη μέτρηση της υδατοπεριεκτικότητας ακολουθείται η τεχνική που υποδεικνύει η ISTA (1999): τα σπέρματα τοποθετούνται προς ξήρανση σε κλίβανο 103°C για 72 h. Το βάρος των σπερμάτων μετράται, πριν και μετά την ξήρανση, σε ηλεκτρονικό ζυγό (CHYO, Model JL-180) ακριβείας 0,1 mg. Για την ποσοτικοποίηση του τάχους φύτρωσης χρησιμοποιείται η παράμετρος T_{50} , που ορίζεται ως ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για τη φύτρωση του 50% του τελικού ποσοστού φύτρωσης των σπερμάτων.

Αποτελέσματα

Μελετήθηκαν τα βιομετρικά χαρακτηριστικά των σπερμάτων και για τις τρεις συλλογές σε δείγματα $n = 100$ για το βάρος και $n = 10$ για το μήκος, το πλάτος, το πάχος και το δείκτη σφαιρικότητας (Πίνακας 1).

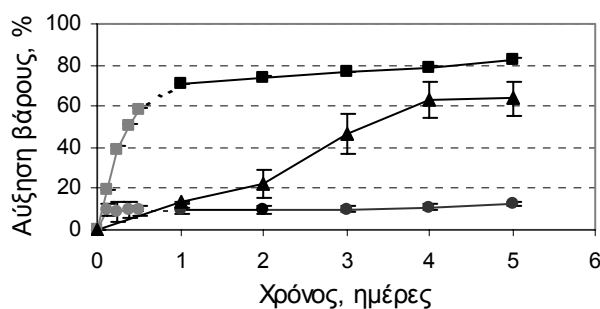
Πίνακας 1. Βιομετρικά χαρακτηριστικά των σπερμάτων *B. orphanidis* (μέσος όρος και τυπικό σφάλμα).

ΒΙΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	ΣΥΛΛΟΓΕΣ		
	A	B	Γ
βάρος (mg)	38,1 ± 0,9	43,6 ± 0,9	44,1 ± 0,8
μήκος (mm)	6,16 ± 0,05	6,12 ± 0,07	6,19 ± 0,18
πλάτος (mm)	4,54 ± 0,05	4,31 ± 0,12	4,43 ± 0,05
πάχος (mm)	3,53 ± 0,02	3,51 ± 0,04	3,58 ± 0,01
δείκτης σφαιρικότητας	0,031 ± 0,004	0,032 ± 0,004	0,031 ± 0,005

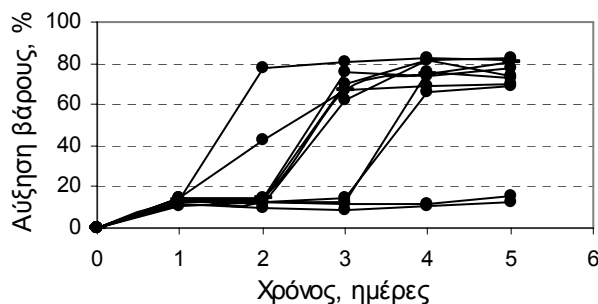
Σε 'ξηρά' (air-dried) σπέρματα, το έμβryo αποτελεί το 47,7 ± 0,6% του συνολικού βάρους του σπέρματος. Η υδατοπεριεκτικότητα του εμβρύου ($n = 10$) και του σπερματικού περιβλήματος ($n = 10$) υπολογίζεται ίση με 8,8 ± 0,9% και 10,5 ± 0,3% αντίστοιχα.

Για τη μελέτη της πρόσληψης νερού από τα σπέρματα της *B. orphanidis* τοποθετήθηκαν για διάβρεξη σπέρματα μηχανικά τραυματισμένα, θερμικά

κατεργασμένα και μάρτυρες ($n = 10$ για κάθε μία από τις τρεις ομάδες) και διερευνήθηκε η κινητική της αύξησης του νωπού βάρους των σπερμάτων (Εικ. 1 και 2).



Εικόνα 1. Χρονική πορεία της αύξησης του βάρους διαβρεχόμενων σπερμάτων *B. orphanidis* σε συνθήκες δωματίου (■: μηχανικά τραυματισμένα, ▲: θερμικά κατεργασμένα, ●: μάρτυρες). Τα ανοιχτόχρωμα σύμβολα παριστάνουν ένα συμπληρωματικό πείραμα για τη μελέτη της αύξησης του βάρους λίγες ώρες μετά τη διάβρεξη. Οι κατακόρυφες γραμμές αντιστοιχούν στο $\pm$ τυπικό σφάλμα.

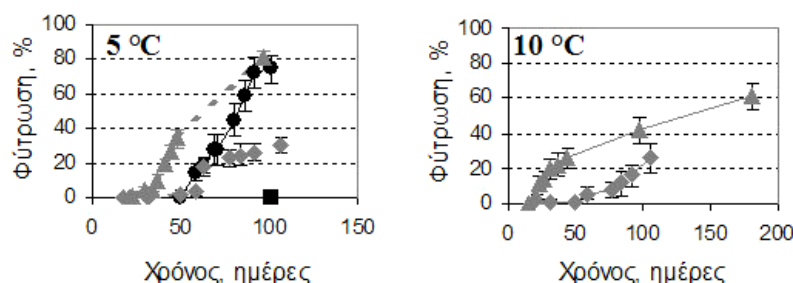


Εικόνα 2. Χρονική πορεία της αύξησης του βάρους θερμικά κατεργασμένων σπερμάτων *B. orphanidis* που διαβρέχονται σε συνθήκες δωματίου. Κάθε γραμμή παριστά την κινητική αύξησης του βάρους ενός μεμονωμένου σπέρματος.

Από την Εικ. 1 φαίνεται ότι το βάρος των μηχανικά τραυματισμένων και των θερμικά κατεργασμένων σπερμάτων αυξάνει σημαντικά (83,0% και 63,6%, αντίστοιχα), ενώ μία μικρή αύξηση βάρους της τάξης του 12,6% παρατηρείται και στους μάρτυρες. Στην Εικόνα 2 παρατηρείται ότι η πρόσληψη του νερού από τα θερμικά κατεργασμένα σπέρματα γίνεται μέσα σε περίπου 24 h αλλά όχι την ίδια χρονική στιγμή για κάθε σπέρμα, με αποτέλεσμα να παρατηρείται μία συνολική καθυστέρηση στην καμπύλη αύξησης των σπερμάτων της Εικ. 1. Επιπλέον, η μορφή της καμπύλης αποκλίνει σημαντικά από την τυπική παραβολική καμπύλη (όπως είναι αυτή των μηχανικά κατεργασμένων σπερμάτων, Εικ. 1). Τέλος, σχετικά με τη διάβρεξη των μη κατεργασμένων σπερμάτων, θεωρούμε ότι το νερό που προσλαμβάνεται από τους

μάρτυρες περιορίζεται στο καρπικό/σπερματικό περίβλημα. Για την επιβεβαίωση αυτής της υπόθεσης έγινε διάβρεξη σπερμάτων ($n = 5$) σε 0,1% υδατικό διάλυμα της χρωστικής fast green που βάφει ζωντανούς ιστούς. Μετά από ένα μήνα παραμονής των σπερμάτων στους 20°C δεν παρατηρήθηκε χρώση των εμβρύων σε αντίθεση με τις άλλες δύο ομάδες, στις οποίες παρατηρήθηκε έντονη χρώση σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Σε προπείραματικό επίπεδο, δεν σημειώθηκε φύτρωση μηχανικά κατεργασμένων σπερμάτων σε συνήθεις θερμοκρασίες, 15-25°C, όπου επιπλέον παρατηρήθηκε έντονη προσβολή από μικροοργανισμούς. Η μελέτη της φύτρωσης κατεργασμένων και μη σπερμάτων έγινε σε σταθερές θερμοκρασίες 5 και 10°C στο σκοτάδι.



Εικόνα 3. Χρονική πορεία της φύτρωσης σπερμάτων *B. orphanidis* στους 5 και 10 °C στο σκοτάδι. Οι διαφορετικές καμπύλες αντιστοιχούν σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα αποθήκευσης των σπερμάτων σε συνθήκες δωματίου, ▲: 1,5 έτος, ●: 4,5 έτη, ◆: 5,5 έτη για τα μηχανικά τραυματισμένα σπέρματα και ■: 4,5 έτη για τους μάρτυρες.

Τα τελικά ποσοστά φύτρωσης στους 5 και 10°C είναι ικανοποιητικά αν και υπάρχει μία καθυστέρηση στη φύτρωση. Στην Εικ. 3 παρατηρείται ότι 4,5 χρόνια μετά τη συλλογή το ποσοστό φύτρωσης στους 5° C παραμένει υψηλό (74%) αν και η έναρξη της φύτρωσης καθυστερεί ένα μήνα ($T_{50} = 76$ ημέρες), σε σύγκριση με τη φύτρωση ένα (1) χρόνο μετά τη συλλογή ($T_{50} = 54$ ημέρες). Πέντε και μισό (5,5) χρόνια μετά τη συλλογή, η φύτρωση ελαττώνεται και φτάνει σε ποσοστό 30%. Στους 10°C το ποσοστό της φύτρωσης είναι μικρότερο από ότι στους 5°C και είναι 61% 1,5 έτος και 26% 5,5 έτη μετά τη συλλογή. Επιπρόσθετα, το T_{50} στους 10°C, 1,5 έτος μετά τη συλλογή, είναι 88 ημέρες, δηλαδή αρκετά μεγαλύτερο σε σύγκριση με τους 5°C. Στους μάρτυρες η φύτρωση είναι μηδενική.

Τέλος διερευνήθηκε η πιθανή δράση της ψυχρής στρωμάτωσης: μηχανικά κατεργασμένα σπέρματα διαβράχθηκαν και τοποθετήθηκαν για ένα μήνα στους 5°C στο σκοτάδι και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν είτε στους 15 είτε στους 25°C. Τα τελικά ποσοστά φύτρωσης είναι 0 και 22% αντίστοιχα και συνεπώς σημαντικά μικρότερα από τα αντίστοιχα ποσοστά φύτρωσης στους 5 και 10°C.

Συμπεράσματα

Τα σπέρματα της *B. orphanidis* έχουν αδιάβροχο σπερματικό περίβλημα. Η είσοδος του νερού στο εσωτερικό του σπέρματος επιτυγχάνεται, στο εργαστήριο, με μηχανικό τραυματισμό ή θερμική κατεργασία (αν και δεν έχει παρατηρηθεί ακόμα φύτρωση σε προπειράματα, στα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί θερμικά κατεργασμένα σπέρματα). Παραμένει άγνωστος ο τρόπος με τον οποίο τα αδιάβροχα σπέρματα της *B. orphanidis* απορροφούν νερό υπό συνθήκες πεδίου. Επίσης άγνωστο είναι και το σημείο εισόδου του νερού στα σπέρματα που έχουν υποστεί θερμική κατεργασία. Πιθανολογείται ότι η περιοχή εισόδου του νερού είναι είτε στην περιοχή του ομφαλού είτε στην περιοχή της ραφής του σπερματικού/καρπικού περιβλήματος, ειδικά στην περιοχή εξόδου του ριζιδίου. Συνεπώς η οικογένεια Biebersteiniaceae προστίθεται στον κατάλογο με τις ήδη γνωστές 17 οικογένειες, που μέλη τους παράγουν σκληροπεριβληματικά σπέρματα (Baskin & Baskin 1998, Baskin et al. 2000, Baskin & Baskin προσωπική επικοινωνία). Στον κατάλογο αυτό συμπεριλαμβάνονται και οι οικογένειες Sapindaceae και Geraniaceae.

Η φύτρωση των κατεργασμένων σπερμάτων πραγματοποιείται σε χαμηλές θερμοκρασίες (κυρίως στους 5 και λιγότερο στους 10°C). Το τάχος της φύτρωσης είναι μικρό και ελαττώνεται κατά την αποθήκευση των σπερμάτων σε συνθήκες δωματίου. Το τελικό ποσοστό της φύτρωσης επίσης ελαττώνεται σταδιακά με την αποθήκευση, ωστόσο σημαντικό ποσοστό των σπερμάτων παραμένουν βιώσιμα 4,5 χρόνια μετά τη συλλογή. Ψυχρή στρωμάτωση και επακόλουθη μεταφορά των σπερμάτων σε υψηλές θερμοκρασίες δεν επάγει την προώθηση της φύτρωσης (αντίθετα παρατηρείται έντονη προσβολή των σπερμάτων από μικροοργανισμούς). Η 'προτίμηση' της φύτρωσης στις χαμηλές θερμοκρασίες και η καθυστέρηση που σημειώνεται στο φυτρωτικό τάχος, φαίνεται να συμβαδίζουν με την ορεινή κατανομή του φυτού και πιθανώς αποτελούν προσαρμογή αποτροπής της εμφάνισης αρτιβλάστων μέσα στο χειμώνα. Σε φυσικές συνθήκες, ο μηχανικός τραυματισμός των σπερμάτων (αναγκαία προϋπόθεση της φύτρωσης) ίσως προκαλείται από κάποιο φυτοφάγο ζώο ή/και από ακραίες κλιματικές συνθήκες.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε την κ. Α. Γραικιώτου και την κ. Ν. Γαζή για τη συμβολή τους στις εργαστηριακές μετρήσεις.

Βιβλιογραφία

- Angiosperm Phylogeny Group 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Bot. J. Linn. Soc. 141: 399-436.
- Bakker F.T., Vassiliades D.D., Morton C. & Savolainen V. 1998. Phylogenetic relationships of *Biebersteinia* Stephan (Geraniaceae) inferred from *rbcL* and *atpB* sequence comparisons. Bot. J. Linn. Soc. 127: 149-158.
- Baskin C.C. & Baskin J.M. 1998. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of seed dormancy and germination. San Diego.
- Baskin J. M., Baskin C.C. & Li X. 2000. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. Plant Sp. Biol. 15: 139-152.

- Greenham J., Vassiliades D.D., Harborne J.B., Williams C.A., Eagles J., Grayer R.J. & Veitch N.C. 2001. A distinctive flavonoid chemistry for the anomalous genus *Biebersteinia*. *Phytochemistry* 56: 87-91.
- ISTA 1999. International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. Technol.* 27 (supplement): 1-333.
- Kamelina O.P. & Konnova V.A. 1990. Embryological characters of the genus *Biebersteinia* Stephan in relation to its systematic position. *Doklady Akademii Nauk Tadzhikskoi SSR* 33: 193-195.
- Liu J., Ho T., Chen S. & Lu A. 2001. Karyomorphology of *Biebersteinia* Stephan (Geraniaceae) and its systematic and taxonomic significance. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 42: 61-66.
- Phitos D., Strid A., Snogerup S. & Greuter W. (eds) 1995. The Red Data Book of rare and threatened plants of Greece. WWF-International, Athens.
- Strid A. 1993. Phytogeographical aspects of the Greek mountain flora. *Fragm. Florist. Geobot., Suppl.* 2: 411-433.
- Takhtajan A. 1997. *Diversity and Classification of Flowering Plants*. New York.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968. *Flora Europaea* 2. Cambridge.
- Tzakou O., Vassiliades D. & Yannitsaros A. 2001. Investigation of the C 16:3/C 18:3 fatty acid balance in leaf tissue of *Biebersteinia orphanidis* Boiss. (Biebersteiniaceae). *Biochem. Syst. Ecol.* 29: 765-767.
- Vassiliades D. & Yannitsaros A. 2000. Orphanides's best discovery. *Bot. Chron.* 13: 241-248.
- Watson L. & Dallwitz M.J. 1992 onwards. The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification and information retrieval. Version: 14th December 2000. <http://biodiversity.uno.edu/delta/>
- Yannitsaros A.G., Constantinidis T.A. & Vassiliades D.D. 1996. The rediscovery of *Biebersteinia orphanidis* Boiss. (Geraniaceae) in Greece. *Bot. J. Linn. Soc.* 120: 239-242.

Αξιολόγηση της χλωρίδας του ορεινού όγκου των Τζουμέρκων (Ήπειρος) στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος: μία πρώτη προσέγγιση

¹Κωνσταντίνου Μ., ¹Φίλης Ε., ²Καραγιαννακίδου Β., ²Τσιριπίδης Ι. & ¹Γιώτης Δ.

¹Τμήμα Ανθοκομίας – Αρχιτεκτονικής Τοπίου, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου, Τ.Θ. 110, Κωστακιοί, 47 100 Άρτα.

²Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Παν/μιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Ο ορεινός όγκος των Τζουμέρκων (Ν. Άρτας, Ήπειρος) παρουσιάζει χλωριδικό πλούτο και ποικιλία οικοτόπων που δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς. Με σκοπό τη δημιουργία μιας όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένης εικόνας της χλωρίδας της περιοχής αυτής, επελέγη ο ορεινός όγκος των Τζουμέρκων για την υλοποίηση του προγράμματος με τίτλο: «Αξιολόγηση της χλωρίδας περιοχών της Ηπείρου» (ΕΠΕΑΕΚ II). Το πρόγραμμα περιλαμβάνει: α) συλλογή και ταξινόμηση των φυτικών taxa, β) καταγραφή των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων ειδών, γ) καταγραφή των οικολογικών τους χαρακτηριστικών, δ) συλλογή γενετικού υλικού (σπερμάτων) φυτικών ειδών για πιθανή ανθοκομική τους χρήση και ε) συλλογή φυτικών ειδών με καλλωπιστικό ενδιαφέρον για πιθανή τους χρήση ως αποξηραμένα.

Floristic evaluation of the Tzoumerka mountain range (Epirus): a project in progress

¹Konstantinou M., ¹Filis E., ²Karagiannakidou V., ²Tsiripidis I. & ¹Giotis D.

¹Department of Floriculture & Landscape Architecture, Faculty of Agricultural Technology, Technological Educational Institute of Epirus, P.O. Box 110, Kostakioi, 47 100 Arta, Greece.

²Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

The mountain range of Tzoumerka (Prefecture of Arta, Epirus) has a rich and interesting flora as well as various habitat types. However, the state of the floristic knowledge of the area cannot be considered as complete, as only few data are available. In order to contribute to a better knowledge of the flora of Epirus, the mountain range of Tzoumerka was selected as the study area of the project entitled: 'Evaluation of the flora

in areas of Epirus' (EPEAEK II). Among the objectives of the project are: a) the collection and identification of the plant taxa, b) the recording of the endemic, rare and threatened taxa, c) the recording of their ecological characteristics, d) the collection of genetic material (seeds) of plants for use as ornamentals, e) the collection of taxa with a horticultural potential that could be used as dry decorative plants.

Εισαγωγή

Η γεωγραφική θέση της Ελλάδας συμβάλλει στην ανάπτυξη μιας ιδιαίτερα πλούσιας χλωρίδας με μεγάλο αριθμό ενδημικών ειδών και υποειδών, ιδιαίτερος στα όρη και στα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου πελάγους. Ο μεγάλος αυτός αριθμός φυτικών ειδών και υποειδών σε σχέση με την μικρή έκταση της Ελλάδας προσδίδει ιδιαίτερη αξία στη χώρα από την άποψη της τράπεζας γενετικού υλικού, εκφράζοντας με αυτό τον τρόπο μία σημαντική βιοποικιλότητα. Αρκετά είδη της ελληνικής χλωρίδας θεωρούνται απειλούμενα και πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στην προστασία και διατήρησή τους (Strid & Tan 1992, Phitos et al. 1995, Georgiou et al. 1996).

Η Ήπειρος είναι γνωστό ότι αποτελεί μία περιοχή της Ελλάδας με σημαντικό χλωριδικό και γενικότερα φυσικό πλούτο, ιδιαίτερα αν ληφθεί υπόψη ο ορεινός της χαρακτήρας και η γεωγραφική της απομόνωση (Strid 1986, Strid & Tan 1991). Διαθέτει μία ποικιλία οικοσυστημάτων από τα οποία ένας μικρός αριθμός έχει μέχρι σήμερα μελετηθεί, ενώ για τα περισσότερα υπάρχει ελλιπής πληροφόρηση (Economidou 1998, Georgiadis et al. 1997, 1998, Σαρίκα-Χατζηνικολάου 1999). Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία αύξηση των ανθρωπίνων επεμβάσεων, ιδιαίτερα στα υδροτοπικά οικοσυστήματα της Ηπείρου (Psilovikos 1992).

Στα πλαίσια της μελέτης και αξιολόγησης της χλωρίδας της Ηπείρου, ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη προστασία και αποτελεσματικότερη διαχείριση του χλωριδικού πλούτου καθώς και των φυσικών οικοσυστημάτων της, διεξάγεται το ερευνητικό πρόγραμμα με τίτλο «Αξιολόγηση της χλωρίδας περιοχών της Ηπείρου: - Οικολογικά χαρακτηριστικά των ενδιαιτημάτων των σπανίων, ενδημικών, κινδυνευόντων φυτικών ειδών με σκοπό την προστασία τους - Ανεύρεση και αξιολόγηση φυτικών ειδών με ανθοκομικό και άλλο ενδιαφέρον», το οποίο έχει εγκριθεί από την Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης ΕΠΕΑΕΚ II του Υπ. Παιδείας, στα πλαίσια του προγράμματος «Περιβάλλον - Αρχιμήδης: Ενίσχυση ερευνητικών ομάδων στα ΤΕΙ (ΕΕΟΤ)» και συγχρηματοδοτείται κατά 75% από την Ευρωπαϊκή Ένωση και κατά 25% από Εθνικούς πόρους.

Η παρούσα ανακοίνωση αποτελεί μία πρώτη παρουσίαση των στόχων και των δράσεων που πρόκειται να υλοποιηθούν κατά τη διάρκεια του ερευνητικού αυτού προγράμματος. Ειδικότερα, η πορεία υλοποίησης του προγράμματος περιλαμβάνει τις παρακάτω ενέργειες: α) συλλογή και ταξινόμηση των φυτικών taxa που συνθέτουν τη χλωρίδα της περιοχής μελέτης με ιδιαίτερη έμφαση στην καταγραφή των ενδημικών, σπανίων και απειλούμενων taxa σε συνδυασμό με την καταγραφή των οικολογικών τους χαρακτηριστικών, β) συλλογή γενετικού υλικού (σπερμάτων) που θα χρησιμοποιηθεί ως βάση για τη διερεύνηση των χαρακτηριστικών πολλαπλασιασμού και ανάπτυξης επιλεγμένων ειδών και την αξιολόγησή τους για πιθανή χρήση στην ανθοκομία - κηποτεχνία και γ) συλλογή φυτικών ειδών που παρουσιάζουν καλλωπιστικό ενδιαφέρον, ώστε να δοκιμασθούν για πιθανή τους χρήση ως αποξηραμένα.

Επιδιωκόμενοι στόχοι είναι η απόκτηση βασικών γνώσεων για τη χλωρίδα της περιοχής μελέτης και την οικολογία της, καθώς και η ανάπτυξη τεχνογνωσίας και τεχνολογίας για τον πολλαπλασιασμό και την καλλιέργεια ειδών της χλωρίδας με σκοπό την προστασία τους, τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την αξιοποίηση ελληνικών φυτικών ειδών στην ανθοκομία - κηποτεχνία.

Περιοχή έρευνας

Η περιοχή, η οποία επελέγη για τη διεξαγωγή του προγράμματος, είναι ο ορεινός όγκος των Τζουμέρκων που βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα του νομού Άρτας και αποτελεί το φυσικό σύνορο μεταξύ της Ηπείρου και της Θεσσαλίας. Η υψηλότερη κορυφή είναι το Καταφίδι με υψόμετρο 2393 m. Η περιοχή περιλαμβάνεται στο δίκτυο «NATURA 2000» με το όνομα «Όρη Αθαμάνων (Τζουμέρκα)» και κωδικό GR110002 (Dafis et al. 1996). Η έλλειψη μιας ολοκληρωμένης εικόνας της χλωρίδας της απομακρυσμένης αυτής περιοχής της Ηπείρου σε συνδυασμό με την ποικιλία οικοτόπων που διαθέτει και το ενδιαφέρον που παρουσιάζει, συνετέλεσαν στην επιλογή της για τη διεξαγωγή του προγράμματος. Η σημαντικότερη βιβλιογραφική πηγή που περιλαμβάνει χλωριδικά στοιχεία σχετικά με τον ορεινό όγκο των Τζουμέρκων είναι η Mountain Flora of Greece (Strid 1986, Strid & Tan 1991), τα οποία αφορούν, κυρίως, περιοχές υψομέτρου μεγαλύτερου από 1800 m.

Μεταξύ των διαφόρων τύπων οικοτόπων που συναντώνται στον ορεινό όγκο των Τζουμέρκων, σύμφωνα με το NATURA 2000 (Dafis et al. 1996), είναι οι παρακάτω: Ενδημικοί ορομεσογειακοί ερεϊκώνες (4090), Ψευδομακί (5350), Χέρσες εκτάσεις με φτέρη (5150), Ελληνικά δάση οξιάς με *Abies borisii-regis* (9270), Δάση ανατολικής πλατάνου (*Platanion orientalis*) (92CO), Σχηματισμοί με αρκεύθους (5210, 5211), Θερμόφιλα δρυοδάση της Ανατολικής Μεσογείου και της Βαλκανικής (924A), Δάση οξιάς με *Asperulo - Fagetum* (9130), Ασβεστολιθικά βραχώδη πρανή με χασμοφυτική βλάστηση (8210), Βαλκανικοί λιθώνες (8140), Μεσογειακά δάση πεύκης με ενδημικά είδη (sic!) μαύρης πεύκης (9530), Ποταμοί της Μεσογείου με περιοδική ροή (3290), Ποταμοί της Μεσογείου με μόνιμη ροή (3280).

Υλικά και μέθοδοι

Την Άνοιξη του 2004 έγινε η αναγνώριση της περιοχής μελέτης με επιτόπιες επισκέψεις. Εντοπίστηκαν οι ευρύτερες περιοχές συλλογής, εντός των οποίων ξεκίνησε η συλλογή των φυτών σε συγκεκριμένους σταθμούς. Οι περιοχές αυτές βρίσκονται περιφερειακά των χωριών Μελισσουργοί (M1-M4), Καταρράκτης (K1 - K8), Βουργαρέλι (B1 - B6), Θεοδώριανα (Θ1 - Θ7) και της κορυφής Καταφίδι (B7, B8) στον ορεινό όγκο των Τζουμέρκων (Ν. Άρτας) (Πίνακας 1). Διαθέτουν ποικιλία οικοτόπων και καλύπτουν ποικιλία γεωλογικών σχηματισμών, υποστρωμάτων και προσανατολισμού. Εντός των περιοχών αυτών επιλέχθηκαν, κατ' αρχήν, 27 σταθμοί συλλογής, οι οποίοι βρίσκονται σε υψόμετρο που κυμαίνεται μεταξύ 400–2.000 m περίπου (Πίνακα 1). Στην πορεία της έρευνας, κατ' εκτίμηση της ερευνητικής ομάδας, ενδεχομένως να προστεθούν συμπληρωματικά και επιπλέον σταθμοί. Κατά τις επισκέψεις στο πεδίο, πραγματοποιείται επίσης συλλογή φυτών και σε άλλα μεμονωμένα σημεία που παρουσιάζουν ενδιαφέρον.

Πίνακας 1. Καταγραφή γεωμορφολογικών στοιχείων των σταθμών συλλογής στην περιοχή μελέτης. Για τις ευρύτερες περιοχές συλλογής βλέπε Υλικά και μέθοδοι.

α/α	Κωδικός Σταθμού	Μέσο Υψόμετρο (m)	Γεωγρ. Μήκος	Γεωγρ. Πλάτος	Έκθεση	Κλίση Εδάφους (%)
1	M1	1.250	39° 30,5'	21° 07,4'	B, BA	0-40
2	M2	850	39° 30,5'	21° 08,7'	A, BA	0-20
3	M3	900	39° 30,3'	21° 08,8'	A, BA	10-40
4	M4	940	39° 30,9'	21° 08,2'	B, NA	10-40
5	K1	520	39° 27,9'	21° 04,0'	BΔ	10-30
6	K2	770	39° 27,3'	21° 05,1'	N, NΔ	10-30
7	K3	400	39° 26,8'	21° 04,1'	Δ	10-30
8	K4	1.130	39° 27,5'	21° 07,3'	Δ	10-45
9	K5	610	39° 25,2'	21° 05,3'	N, NA	10-30
10	K6	760	39° 26,9'	21° 06,1'	B, BΔ	10-30
11	K7	900	39° 26,1'	21° 05,8'	B, BΔ	10-30
12	K8	650	39° 26,3'	21° 04,8'	B, BΔ	10-40
13	Θ1	1.300	39° 24,5'	21° 12,9'	NA	10-40
14	Θ2	1.150	39° 25,1'	21° 13,1'	B	10-30
15	Θ3	1.000	39° 25,7'	21° 13,1'	B	10-30
16	Θ4	980	39° 25,7'	21° 12,4'	Δ	10-30
17	Θ5	950	39° 26,0'	21° 12,7'	A, BA	10-30
18	Θ6	1.080	39° 26,4'	21° 12,5'	A, BA	10-30
19	Θ7	1.400	39° 25,9'	21° 11,4'	Δ	10-30
20	B1	820	39° 21,7'	21° 10,9'	Δ, NΔ	10-30
21	B2	950	39° 22,5'	21° 12,9'	N, NA	10-30
22	B3	880	39° 22,6'	21° 07,8'	B, BA	0-30
23	B4	470	39° 22,3'	21° 06,2'	Δ, NΔ	10-30
24	B5	810	39° 22,7'	21° 13,9'	B, BA	0-30
25	B6	900	39° 22,6'	21° 10,6'	N, NΔ	10-30
26	B7	1.800	39° 25,0'	21° 10,5'	N, NA	0-40
27	B8	2.000	39° 25,6'	21° 09,6'	B, BA	10-40

Παράλληλα, συντάχθηκαν:

- 1) έντυπο καταγραφής των στοιχείων του σταθμού συλλογής (γεωγραφικές συντεταγμένες, υψόμετρο, έκθεση, κλίση εδάφους, γεωλογικό υπόστρωμα, τύπος οικοτόπου κ.ά.)
- 2) έντυπο καταγραφής των χλωριδικών και άλλων στοιχείων που αφορούν την οικολογία των συλλεγομένων φυτικών taxa (ταξινομική θέση, χωρολογική προέλευση, βιοτική μορφή, μορφή ανάπτυξης, πληθυσμιακή κατάσταση, κατάσταση διατήρησης, καθεστώς προστασίας κ.ά.)

- 3) έντυπο καταγραφής των καλλωπιστικών χαρακτηριστικών, καθώς και συμπληρωματικών στοιχείων των φυτικών taxa με ανθοκομικό ενδιαφέρον (ύψος φυτού, μορφή κόμης, περίοδος ανθοφορίας, είδος ταξιανθίας, διάμετρος άνθους, συμμετρία άνθους, χρώμα άνθους, μορφή φύλλου, πυκνότητα φύλλων, μορφή καρπού, μορφή ριζικού συστήματος κ.ά.)

Η λήψη των γεωγραφικών συντεταγμένων, του υψομέτρου, της έκθεσης και των λοιπών οικολογικών στοιχείων των σταθμών συλλογής λαμβάνονται με τη βοήθεια συσκευών GPS τύπου Garmin Etrex Vista.

Η συλλογή της χλωρίδας στο πεδίο ξεκίνησε στο τέλος της άνοιξης του 2004 και συνεχίζεται μέχρι σήμερα. Τα φυτικά δείγματα φυλάσσονται στο εργαστήριο “Μορφολογίας Φυτών - Συστηματικής Βοτανικής” του τμήματος Ανθοκομίας - Αρχιτεκτονικής Τοπίου του Τ.Ε.Ι. Ηπείρου. Για τον προσδιορισμό των φυτικών ειδών και υποειδών χρησιμοποιείται η ακόλουθη βιβλιογραφία: Flora Europaea (Tutin et al. 1968–1980, 1993), Flora d’ Italia (Pignatti 1982), Mountain Flora of Greece (Strid 1986, Strid & Tan 1991), Flora Hellenica (Strid & Tan 1997). Όσον αφορά την ονοματολογία ακολουθούνται τα περισσότερα από τα έργα που έχουν προαναφερθεί. Η βάση δεδομένων δομείται στο πρόγραμμα MS Excel.

Παράλληλα με τη συλλογή της χλωρίδας, πραγματοποιείται συλλογή γενετικού υλικού (σπερμάτων) από φυτικά είδη που παρουσιάζουν ενδιαφέρον. Μέχρι τώρα έχουν συλλεχθεί σπέρματα από 57 φυτικά είδη.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Ο αριθμός των μέχρι τώρα συλλεχθέντων φυτικών δειγμάτων ανέρχεται σε 1209, τα οποία ανήκουν σε 65 οικογένειες. Οι πέντε (5) από αυτές ανήκουν στα Pteridophyta, οι δύο (2) στα Gymnospermae και οι 58 στα Angiospermae. Οι παραπάνω αριθμοί αναμένεται να αλλάξουν καθώς συνεχίζονται οι προσδιορισμοί. Επίσης, ακριβείς αριθμοί σχετικά με τον αριθμό των taxa δεν είναι δυνατόν να δοθούν προς το παρόν. Πλήρης χλωριδικός κατάλογος κατά οικογένειες, γένη, είδη και υποείδη με εντοπισμό των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων φυτικών taxa θα δοθεί με την ολοκλήρωση του προγράμματος.

Από την βιβλιογραφική έρευνα για την περιοχή των Τζουμέρκων (Strid 1986, Strid & Tan 1991, Theoharopoulos et al. 2002) έχουν καταγραφεί 242 taxa (188 είδη και 54 υποείδη), τα οποία κατανέμονται σε 144 γένη και 44 οικογένειες, εκ των οποίων 38 ανήκουν στα Angiospermae, 2 στα Gymnospermae και 4 στα Pteridophyta.

Τα αποτελέσματα της χλωριδικής έρευνας αναμένεται: 1) να αποτελέσουν χρήσιμο εργαλείο στην αειφορική διαχείριση για την προστασία των φυτικών ειδών και της βιοποικιλότητας του ορεινού όγκου των Τζουμέρκων, 2) να συμβάλλουν στην ανάπτυξη μιας καθαρά ελληνικής ανθοκομίας με έμφαση στην προστασία του περιβάλλοντος που θα δώσει νέα ώθηση στον κλάδο με θετικές επιπτώσεις στην οικονομία της χώρας και 3) να προσφέρουν νέες δυνατότητες απασχόλησης και ιδιαίτερα στους κατοίκους της ορεινής αυτής περιοχής. Παράλληλα, η γνώση της τοπικής χλωρίδας θα αποτελέσει άξονα περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης του πληθυσμού και πόλο έλξης για την ανάπτυξη του φυσιολατρικού τουρισμού.

Βιβλιογραφία

- Dafis S., Papastergiadou E., Georgiou K., Babalonas D., Georgiadis Th., Papageorgiou M., Lazaridou T. & Tsiaoussi V. (eds) 1996. Directive 92/43/EEC. The Greek Habitat Project Natura 2000: an overview. Thessaloniki.
- Economidou E. 1998. Flora, vegetation and ecological management of Kalamas river delta. Pp. 53-54. In: Tsekos I. & Moustakas M. (eds), Proceedings of the 1st Balkan Botanical Congress "Progress in Botanical Research". Dordrecht.
- Georgiou K., Delipetrou P., Kadis C.C., Bazos I. & Ioannidou E. 1996. A database for the endemic, rare and threatened plants of Greece. Proceedings of the 6th Botanical Scientific Conference of Hellenic Botanical Society & Biological Society of Cyprus, Paralimni, Cyprus: 232-235.
- Georgiadis Th., Dimopoulos P. & Dimitrellos G. 1997. The flora and vegetation of the Acheron Delta (W Greece) aiming at nature conservation. *Phyton* (Horn, Austria) 37(1): 31-60.
- Georgiadis Th., Dimitrellos G., Panitsa M., Theocharopoulos M. & Chochliouros S. 1998. Ecological evaluation and management of the ecosystems of Acheron river's estuaries and gorge (W. Greece). Pp. 301-303. In: Tsekos I. & Moustakas M. (eds), Proceedings of the 1st Balkan Botanical Congress "Progress in Botanical Research". Dordrecht.
- Phitos D., Strid A., Snogerup S. & Greuter W. 1995. The Red Data Book of Rare and Threatened Plants of Greece. WWF - International, Athens.
- Pignatti S. 1982. *Flora d' Italia* 1-3. Bologna.
- Psilovikos A. 1992. Changes in Greek wetlands during the twentieth century: the cases of the Macedonian inland waters and of the river deltas of the Aegean and Ionian coasts. Pp. 175-196. In: Gerakis P. A. (ed.), Conservation and management of Greek wetlands. Proceedings of a Greek Wetlands Workshop, Thessaloniki, Greece, 17-21 April 1989 - IUCN, Gland, Switzerland.
- Σαρίκα-Χατζηνικολάου Μ. 1999. Χλωριδική και φυτοκοινωνιολογική έρευνα υδάτινων οικοσυστημάτων της Ηπείρου. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό και Καποδιστριακό Παν/μιο Αθηνών, Αθήνα.
- Strid A. (ed.) 1986. Mountain flora of Greece 1. Cambridge.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1991. Mountain flora of Greece 2. Edinburg.
- Strid A. & Tan K. 1992. Flora Hellenica and the threatened plants of Greece. *Opera Bot.* 113: 55-67.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Koenigstein.
- Theocharopoulos M., Dimitrellos G., Chochliouros S., Maroulis G. & Georgiadis Th. 2002. A contribution to the study of limestone cliff plant communities in classes *Onosmetalia frutescentis* Quézel 1964 and *Potentilletalia speciosae* Quézel 1964 of continental Greece. Pp. 129-135. In: Kamari G., Psaras G., Kyparissis A. & Constantinidis Th. (eds), Proceedings of the 9th Scientific Congress of Hellenic Botanical Society, Kefalonia, May 2002.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. *Flora Europaea* 1 (2nd ed.). Cambridge, University Press, Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968-1980. *Flora Europaea* 2-5. Cambridge, University Press, Cambridge.

Φυτά δυόσμου και ρίγανης με οσμή λεβάντας από το Παγγαίο

¹Κωφίδης Γ., ¹Μποζαμπαλίδης Α.Μ. & ²Κοκκίνη Σ.

¹Εργαστήριο Βοτανικής, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

²Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Φυτά δυόσμου (*Mentha spicata*) και ρίγανης (*Origanum vulgare*) συλλέχθηκαν από αυτοφυείς πληθυσμούς του όρους Παγγαίο. Μελετήθηκε η χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων των φυτών με τη μέθοδο της αέριου χρωματογραφίας. Βρέθηκε πληθυσμός του *M. spicata* (600 m) με φυτά που είχαν έντονη οσμή λεβάντας και των οποίων το περιεχόμενο σε αιθέριο έλαιο ήταν αρκετά υψηλό (μέχρι 1,8%). Η χημική ανάλυση των ελαίων ανέδειξε ως κύριο συστατικό τη λιναλοόλη (υπεύθυνη για τη χαρακτηριστική οσμή), η οποία βρέθηκε σε πολύ υψηλό ποσοστό, μέχρι 95% του ελαίου. Η λιναλοόλη ήταν επίσης το κύριο συστατικό του αιθερίου ελαίου (72,8% του συνόλου) που προήλθε από πληθυσμό μεγάλου υψομέτρου (1760 m) του *O. vulgare*. Τα φυτά του πληθυσμού αυτού ανήκουν στο υποείδος *vulgare* και είχαν αμυδρή οσμή, λόγω του χαμηλού τους περιεχομένου σε αιθέρια έλαια (0,4%).

Spearmint and oregano plants with a lavender odour from Mt. Pangeon

¹Kofidis G., ¹Bosabalidis A.M. & ²Kokkini S.

¹Laboratory of Botany, Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

²Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

Spearmint (*Mentha spicata*) and oregano (*Origanum vulgare*) plants were collected from native populations of Mt. Pangeon. The chemical composition of their essential oils was studied by GC/MS. A population of *M. spicata* plants with a lavender odour was found at 600 m. Their essential oil content was high, up to 1.8%. The chemical analysis of the oils revealed the presence of linalool (responsible for the characteristic odour), which was the dominant constituent, with a very high percentage of up to 95% in the total oil. Linalool was also the major component of the essential oil of an upland (1760 m) population of *O. vulgare*, reaching 72.8% of the total oil. Plants of this population

belong to subsp. *vulgare* and had a faint odour, due to their low essential oil content (0.4%).

Εισαγωγή

Η λιναλοόλη είναι μια έντονα αρωματική ουσία, από τις πιο σημαντικές στην αρωματοβιομηχανία. Είναι το κύριο συστατικό στα αιθέρια έλαια των ειδών του γένους *Lavandula* και υπεύθυνη για την χαρακτηριστική οσμή λεβάντας αυτών των φυτών.

Η λιναλοόλη έχει θεωρηθεί ότι παίζει σπουδαίο ρόλο σε μεγάλο αριθμό βιολογικών διαδικασιών. Αιθέρια έλαια πλούσια σε λιναλοόλη έχει βρεθεί ότι εμφανίζουν ισχυρή αντιβακτηριακή και αντιμυκητιακή δράση (Pattnaik et al. 1997, Tzakou et al. 1998, Pitarokili et al. 2002).

Τα πλούσια σε λιναλοόλη αιθέρια έλαια έχει βρεθεί επίσης ότι λειτουργούν ως εντομοκτόνα ή παρεμποδιστές διατροφής σε σημαντικό αριθμό εχθρών των γεωργικών καλλιεργειών και των αποθηκευμένων προϊόντων (Koshier et al. 2002, Pascual-Villalobos & Ballesta-Acosta 2003).

Υλικά και μέθοδοι

Φυτά του *Mentha spicata* και *Origanum vulgare* συλλέχθηκαν από αυτοφυείς πληθυσμούς του όρους Παγγαίο. Το φυτικό υλικό αποξηράνθηκε σε σκιερό και καλά αεριζόμενο χώρο. Τα αιθέρια έλαια παραλήφθηκαν με υδροαπόσταξη για 2 ώρες σε συσκευή Clevenger. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο εκφράστηκε σε ml / 100 g ξηρού βάρους.

Για την ανίχνευση των αιθερίων ελαίων χρησιμοποιήθηκε αέριος χρωματογράφος Shimadzu GC-14A (FID ανιχνευτής), με τριχοειδή στήλη Supelcowax 10 (60 m x 0,25 mm i.d.). Η θερμοκρασία εισόδου ήταν 240°C. Η εισαγωγή του δείγματος (1ml) έγινε με χρήση splitter (αναλογία 40:1). Το φέρον αέριο ήταν ήλιο, με ταχύτητα ροής 0,6 ml / min. Η θερμοκρασία της στήλης διατηρήθηκε για 10 min στους 70°C και προγραμματίστηκε να αυξάνει ως εξής: από τους 70-180°C σε 2°C / min, παραμονή στους 180°C για 35 min, από τους 180-200°C σε 4°C / min και τέλος στους 200°C για 5 min. Τα δεδομένα καταγράφηκαν σε έναν ολοκληρωτή Shimadzu CR-4AX και αναλύθηκαν με χρήση λογισμικού CLASS-UniPac (Shimadzu).

Ο αέριος χρωματογράφος ήταν συνδεδεμένος με φασματογράφο μαζών Shimadzu GC-MS QP2000. Ο ανιχνευτής ήταν ένα τετραπολικό σύστημα με ενέργεια ιονισμού 70 eV. Η τριχοειδής στήλη και οι συνθήκες λειτουργίας που ακολουθήθηκαν ήταν παρόμοιες με εκείνες του αέριου χρωματογράφου.

Τα συστατικά των αιθερίων ελαίων ταυτοποιήθηκαν i) με σύγκριση του χρόνου κατακράτησης (RT) και των φασμάτων μαζών τους, με εκείνα πρότυπων δειγμάτων ii) με χρήση βάσης δεδομένων φασμάτων μαζών και iii) με χρήση βιβλιογραφικών δεδομένων.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Στον πληθυσμό του *Mentha spicata* που συλλέχθηκε στα 600 m η περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια βρέθηκε να κυμαίνεται από 0,1 μέχρι 1,8%. Οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται στο τέλος καλοκαιριού-αρχές φθινοπώρου, όταν τα φυτά είναι πλήρως ανθισμένα και εμφανίζουν έντονη οσμή λεβάντας. Το περιεχόμενο σε αιθέρια έλαια

ήταν ελάχιστο την άνοιξη (0,1%) και τα μέσα του φθινοπώρου (0,6%), οπότε τα φυτά είχαν αμυδρή οσμή λεβάντας (Kofidis et al. 2004).

Τα αιθέρια έλαια, που παραλήφθηκαν από τα φύλλα του συγκεκριμένου πληθυσμού, χαρακτηρίζονται από ένα ιδιαίτερα υψηλό περιεχόμενο σε λιναλοόλη (>85% του συνολικού ελαίου), καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών. Το μέγιστο περιεχόμενο σε λιναλοόλη (c. 94%) βρέθηκε στα μέσα του φθινοπώρου, όταν τα φυτά ήταν στο τελικό στάδιο ανάπτυξης. Εκτός της λιναλοόλης, άλλες ουσίες σε ποσοστό μεγαλύτερο του 1% στο συνολικό έλαιο ήταν το γερμακρένιο D (1,0-4,2%), το β-καρνοφυλλένιο (0-2,6%), η 1,8-κινεόλη (0,4-2,1%), το β-ελεμένιο (0,5-1,2%), η νεο-διυδροκαρβεόλη (0,4-1,2%) και το μυρκένιο (0,3-1,1%) (Πίνακας 1, Kofidis et al. 2004).

Πίνακας 1. Χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων από φυτά δυόσμου (*Mentha spicata*).

Χημική ένωση	Σύσταση (%)			
	Μάιος	Ιούνιος	Αύγουστος	Οκτώβριος
μυρκένιο	1.1	0.3	0.6	0.3
1,8-κινεόλη	0.9	0.5	2.1	0.4
γ-τερπινένιο	0.5	0.2	0.2	0.1
1-οκτεν-3-όλη	0.6	0.5	0.5	0.6
λιναλοόλη	86.7	85.0	89.9	93.9
β-ελεμένιο	0.5	1.2	0.5	0.7
β-καρνοφυλλένιο	1.8	2.6	1.4	
γερμακρένιο D	3.0	4.2	1.6	1.0
νεο-διυδροκαρβεόλη	1.1	1.2	0.4	0.4

t< 0.05%

Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν τις αναφορές για την παρουσία ενός χημειότυπου πλούσιου σε λιναλοόλη (65,2-75,3% του συνολικού ελαίου) σε αυτοφυή φυτά στη Β. Ελλάδα (Κοκκίνη-Γκουζκούνη 1983, Kokkini 1991). Το ποσοστό όμως της λιναλοόλης στο συνολικό αιθέριο έλαιο βρέθηκε να είναι αρκετά υψηλότερο στον συγκεκριμένο πληθυσμό του Παγγαίου, ανερχόμενο έως και c. 94% του συνολικού ελαίου (Εικ. 1). Λόγω της αρωματικής τους οσμής, τα φυτά αυτά αποκαλούνται τοπικά ως λεβάντα.

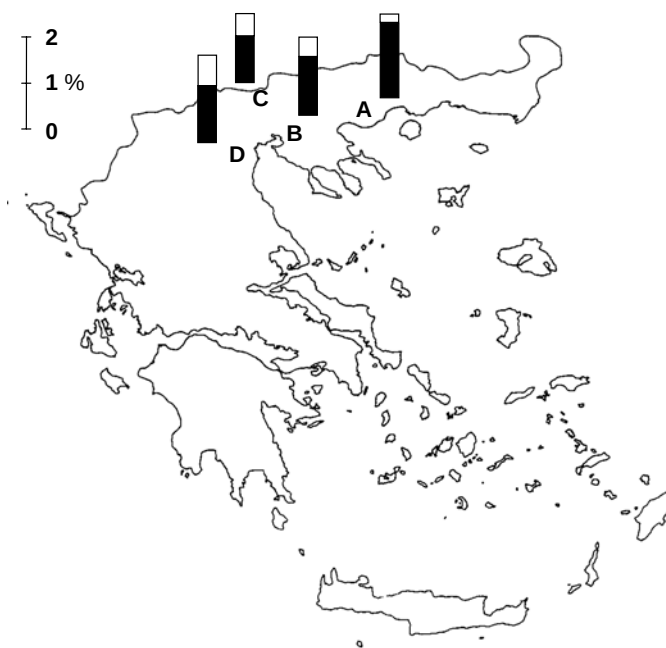
Μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας έδειξε ότι παράλληλα με τον χημειότυπο της λιναλοόλης στο *M. spicata* έχουν βρεθεί και άλλα είδη του γένους *Mentha* πλούσια σε λιναλοόλη. Τέτοια είναι τα *M. arvensis* (από τη Β. Αμερική και την Ευρώπη), *M. longifolia* (από την Πολωνία, την πρώην Ε.Σ.Σ.Δ. και την Τουρκία), *M. spicata* (από την Τουρκία), όπως επίσης και τα *M. viridis lavanduliodora* (sic!) και *M. citrata* (Maffei et al. 1986, Kokkini 1991, Ram et al. 1995, Baser et al. 1999). Επιπλέον, υπάρχουν δύο αναφορές για τέτοιους χημειότυπους στα *M. spicata* και *M.x gentilis*, χωρίς όμως να φαίνεται η προέλευση των φυτών (Miyazawa et al. 1998).

Παράλληλα με τον πληθυσμό του *Mentha spicata* που αναφέρθηκε, στο υψόμετρο των 1760 m βρέθηκαν φυτά του *O. vulgare* subsp. *vulgare* με αμυδρή οσμή λεβάντας, που είχαν ως κύριο συστατικό τη λιναλοόλη, και μάλιστα σε ιδιαίτερα μεγάλο ποσοστό (72,6%). Δεν έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία κανένα είδος του γένους *Origanum* με

τόσο μεγάλο ποσοστό λιναλοόλης στο αιθέριο έλαιο. Σε μικρότερα ποσοστά στο έλαιο αυτό βρέθηκαν το β-βισαβολένιο (πιθανό συστατικό, 12,8%), το γερμακρένιο D (2,6%) και η 1,8-κινεόλη (1,8%) (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων από φυτά ρίγανης (*Origanum vulgare*) του όρους Παγγαίο.

Χημική ένωση	Σύσταση (%)
	Αύγουστος
1,8-κινεόλη	1.8
λιναλοόλη	72.8
β-καρνοφυλλένιο	1.1
γερμακρένιο D	2.6
β-βισαβολένιο (?)	12.8



Εικόνα 1. Χάρτης της Ελλάδας που δείχνει την παρουσία του χημειότυπου λιναλοόλης της *Mentha spicata*. Α. Όρος Παγγαίο, 600 m υψόμετρο, φυτά συλλεγμένα τον Αύγουστο. Β. Όρος Χορτιάτης, 450 m υψόμετρο, φυτά συλλεγμένα τον Αύγουστο. Γ. Λίμνη Δοϊράνη, 150 m υψόμετρο, φυτά συλλεγμένα τον Ιούλιο. Δ. Χωριό Μεγάλη Γέφυρα, 50 m υψόμετρο, φυτά συλλεγμένα τον Αύγουστο. Οι στήλες παρουσιάζουν τα περιεχόμενα σε αιθέρια έλαια των φυτών (ml / 100 g ξ.β.). Τα μαύρα τμήματα δείχνουν το περιεχόμενο σε λιναλοόλη ως ποσοστό του συνολικού αιθερίου ελαίου. Τα δεδομένα των Β, Γ και Δ είναι από την Κοκκίνη-Γκουζκούνη (1983).

Το χημικό προφίλ του αιθέριου ελαίου του *O. vulgare* subsp. *vulgare* που βρέθηκε στο Παγγαίο είναι διαφορετικό από αυτά που έχουν αναφερθεί για το συγκεκριμένο υποείδος στη βιβλιογραφία, όπου η λιναλοόλη βρίσκεται σε πολύ μικρά ποσοστά (Maarse & van Os 1973, Sezik et al. 1993, Chalchat & Pasquier 1998, Pande & Mathela 2000, Mockute et al. 2001).

Η λιναλοόλη έχει βρεθεί σε μεγαλύτερες ποσότητες στα αιθέρια έλαια φυτών του *O. vulgare* (χωρίς χαρακτηρισμό υποείδους) από την Πορτογαλία (36,85%), την Ιταλία (18,39-43,06%), την Ινδία (23,8%) και το Ισραήλ (15,5-19,0%) (Werker et al. 1985, Carmo et al. 1989, Kaul et al. 1996, D' Antuono et al. 2000). Από τα 6 υποείδη του *O. vulgare*, η λιναλοόλη έχει συχνά αναφερθεί ως συστατικό στα αιθέρια έλαια του subsp. *virens*, τυπικού της Δ. Ευρώπης (De Mastro 1997, Garcia & Sanz 2001).

Χημειότυποι λιναλοόλης έχουν επιπλέον αναφερθεί σε άλλα είδη *Origanum*, όπως το *O. onites* από την Τουρκία, το *O. dubium* από την Κύπρο και το *O. microphyllum* από την Κρήτη (Arnold et al. 1992, Baser et al. 1993, Skoula et al. 1999).

Ο συγκεκριμένος πληθυσμός του Παγγαίου στα 1760 m εμφάνισε ένα ιδιαίτερα μεγάλο ποσοστό σε λιναλοόλη (72,6%) στο αιθέριο έλαιο του. Ένα τέτοιο ποσοστό λιναλοόλης στο αιθέριο έλαιο του subsp. *vulgare* δικαιολογεί τη χρήση των φυτών αυτών από χωρικούς στη Β. Ελλάδα ως γιατροσόφι (καταπραϊντικό, για στομαχόπονους κ.λπ.) και ως αφέψημα.

Βιβλιογραφία

- Arnold N., Bellomaria B. & Valentini G. 1992. Comparative study of the essential oils from three species of *Origanum* growing wild in the Eastern Mediterranean region. J. Essent. Oil Res. 5: 71-77.
- Baser K.H. C., Kurkcuglu M., Tarimcilar G. & Kaynak G. 1999. Essential oils of *Mentha* species from Northern Turkey. J. Essent. Oil Res. 11: 579-588.
- Baser K.H.C., Özek T., Tümen G. & Sesik E. 1993. Composition of the essential oils of Turkish *Origanum* species with commercial importance. J. Essent. Oil Res. 5: 619-623.
- Carmo M.M., Frazão S. & Venancio F. 1989. The chemical composition of Portuguese *Origanum vulgare* oils. J. Essent. Oil Res. 2: 69-71.
- Chalchat J.C. & Pasquier B. 1998. Morphological and chemical studies of *Origanum* clones: *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare*. J. Essent. Oil Res. 10: 119-125.
- D' Antuono L.F., Galletti G.C. & Bocchini P. 2000. Variability of essential oil content and composition of *Origanum vulgare* L. populations from a North Mediterranean area (Liguria region, Northern Italy). Ann. Bot. 86: 471-478.
- De Mastro G. 1997. Crop domestication and variability within accessions of *Origanum* genus. Pp. 142-146. In: Padulosi S. (ed.), Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, Rome.
- García M.A. & Sanz J. 2001. Analysis of *Origanum vulgare* volatiles by direct thermal desorption coupled to gas chromatography-mass spectrometry. J. Chromat. A. 918: 189-194.
- Kaul V.K., Singh B. & Sood R.P. 1996. Essential oil of *Origanum vulgare* L. from North India. J. Essent. Oil Res. 8: 101-103.
- Kofidis G., Bosabalidis A.M. & Kokkini S. 2004. Seasonal variation of essential oils in a

- linalool-rich chemotype of *Mentha spicata* grown wild in Greece. J. Essent. Oil Res. 16: 469-472.
- Κοκκίνη-Γκουζκούνη Σ. 1983. Ταξινομικές μελέτες του γένους *Mentha* L. στην Ελλάδα. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Kokkini S. 1991. Chemical races within the genus *Mentha* L. Pp. 61-75. In: Linskens H.F. & Jackson J.F. (eds), Modern methods of plant analysis, Berlin.
- Koschier E.H., Sedy K.A. & Novak J. 2002. Influence of plant volatiles on feeding damage caused by the onion thrips *Thrips tabaci*. Crop Prot. 21: 419-425.
- Maarse H. & van Os F.H.L. 1973. Volatile oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare*. II. Oil content and quantitative composition of the oil. Flavour Ind. 4: 481-484.
- Maffei M., Gallino M. & Sacco T. 1986. Glandular trichomes and essential oils of developing leaves in *Mentha viridis lavanduliodora*. Planta Med. 3: 187-193.
- Miyazawa M., Watanabe H., Umemoto K. & Kameoka H. 1998. Inhibition of acetylcholinesterase activity by essential oils of *Mentha* species. J. Agr. Food Chem. 46: 3431-3434.
- Mockute D., Bernotiene G. & Judzentiene A. 2001. The essential oil of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* growing wild in Vilnius district Lithuania. Phytochemistry 57: 65-69.
- Pande C. & Mathela C.S. 2000. Essential oil composition of *Origanum vulgare* L. ssp. *vulgare* from the Kumaon Himalayas. J. Essent. Oil Res. 12: 441-442.
- Pattnaik S., Subramanyam V.R., Bapaji M. & Kole C.R. 1997. Antibacterial and antifungal activity of aromatic constituents of essential oils. Microbios 89: 39-46.
- Pascual-Villalobos M.J. & Ballesta-Acosta M.C. 2003. Chemical variation in an *Ocimum basilicum* germplasm collection and activity of the essential oils on *Callosobruchus maculatus*. Biochem. Syst. Ecol. 31: 673-679.
- Pitarokili D., Couladis M., Petsikos-Panayotarou N. & Tzakou O. 2002. Composition and antifungal activity on soil-borne pathogens of the essential oil of *Salvia sclarea* from Greece. J. Agr. Food Chem. 50: 6688-6691.
- Ram M., Ram D. & Singh S. 1995. Irrigation and nitrogen requirements of bergamot mint on a sandy loam soil under sub-tropical conditions. Agric. Water Manag., 27: 45-54.
- Sezik E., Tümen G., Kirimer N., Özek T. & Baser K.H. C. 1993. Essential oil composition of four *Origanum vulgare* subspecies of anatolian origin. J. Essent. Oil Res. 5: 425-431.
- Skoula M., Gotsiou P., Naxakis G. & Johnson C.B. 1999. A chemosystematic investigation on the mono- and sesquiterpenoids in the genus *Origanum* (Labiatae). Phytochemistry 52: 649-657.
- Tzakou O., Verykokidou E., Roussis V. & Chinou I. 1998. Chemical composition and antibacterial properties of *Thymus longicaulis* subsp. *chaoubardii* oils: three chemotypes in the same population. J. Essent. Oil Res. 10: 97-99.
- Werker E., Putievsky E. & Ravid U. 1985. The essential oils and glandular hairs in different chemotypes of *Origanum vulgare* L. Ann. Bot. 55: 793-801.

Μεταβολές στη χημική σύσταση των αιθερίων ελαίων του *Origanum vulgare* κατά την υψομετρική διαβάθμιση του Παγγαίου

¹Κωφίδης Γ., ¹Μποζαμπαλίδης Α.Μ. & ²Κοκκίνη Σ.

¹Εργαστήριο Βοτανικής, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

²Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Μελετήθηκαν οι εποχιακές μεταβολές της σύστασης των αιθερίων ελαίων τριών αυτοφυών πληθυσμών του *Origanum vulgare* σε διαφορετικά υψόμετρα. Τα αιθέρια έλαια από φυτά του πληθυσμού των 200 m (subsp. *hirtum*), χαρακτηρίζονταν από το υψηλό τους περιεχόμενο στην φαινόλη καραβακρόλη (36,5-95,6%), η οποία μαζί με τις βιοσυνθετικά συγγενείς ενώσεις θυμόλη, γ-τερπινένιο και π-κυμένιο αποτελούσαν το 87,1-95,6% του συνολικού ελαίου. Το άθροισμα αυτών των ενώσεων ήταν μικρότερο στα αιθέρια έλαια που παραλήφθηκαν από τα φυτά του πληθυσμού στα 950 m (ενδιάμεσα χαρακτηριστικά των subsp. *hirtum* και subsp. *vulgare*), και κυμαίνονταν από 35,4 έως 48,8%. Τέλος, τα αιθέρια έλαια που προήλθαν από φυτά του πληθυσμού στα 1760 m (subsp. *vulgare*) αποτελούνταν κυρίως από σεσκιτερπένια, με το κλάσμα των φαινολών να αποτελεί μόνο το 8,8-12,4% του συνολικού ελαίου.

Fluctuations in the chemical composition of *Origanum vulgare* essential oils at the altitudinal gradient of Mt. Pangeon

¹Kofidis G., ¹Bosabalidis A.M. & ²Kokkini S.

¹Laboratory of Botany, Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

²Institute of Systematic Botany and Phytogeography, Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

The seasonal variation of the essential oil composition of three *Origanum vulgare* populations grown wild in different altitudes of Mt. Pangeon were examined. The essential oils obtained from leaves of the 200 m population (subsp. *hirtum*) were characterized by a high content of the phenol carvacrol (36.5-95.6%), which together with its biosynthetically related thymol, γ-terpinene and p-cymene consisted the 87.1-95.6% of the total oil. The sum of these substances was lower in the essential oils

obtained from plants of the 950 m population (intermediate characters between subsp. *hirtum* and subsp. *vulgare*), ranging from 35.4 to 48.8%. Finally, the essential oils obtained from leaves of the 1760 m population (subsp. *vulgare*) consisted mainly of sesquiterpenes, with the phenol fraction comprising only the 8.8-12.4% of the total oil.

Εισαγωγή

Η σύνδεση του κοινού ονόματος ενός φυτού με το επιστημονικό του όνομα είναι πολλές φορές προβληματική. Στην περίπτωση τη ρίγανης αυτό είναι εμφανές. Με τον όρο «ρίγανη» δεν αναφερόμαστε σε ένα μόνο επιστημονικό είδος, αλλά σε τουλάχιστον 61 είδη 17 γενών που ανήκουν σε 6 διαφορετικές οικογένειες (Bernáth 1997). Στην παγκόσμια αγορά κυριαρχούν η Ισπανική ρίγανη (προερχόμενη από το *Coridothymus capitatus*), η Μεξικάνικη ρίγανη (προερχόμενη από το *Lippia graveolens*), η Τούρκικη ρίγανη (προερχόμενη από το *Origanum onites*) και η Ελληνική ρίγανη (προερχόμενη από το *Origanum vulgare*). Μεταξύ αυτών η Ελληνική ρίγανη θεωρείται ότι έχει την καλύτερη ποιότητα (Fleisher & Sneer 1982, Kokkini & Vokou 1989). Κοινό χαρακτηριστικό όλων των παραπάνω ειδών είναι η χαρακτηριστική οσμή ρίγανης, που οφείλεται στην παρουσία της φαινόλης καρβακρόλη. Ο όρος «ρίγανη», επομένως, αναφέρεται περισσότερο στην συγκεκριμένη οσμή και λιγότερο σε κάποιο επιστημονικό είδος.

Το *Origanum vulgare* πολλές φορές συναντάται στη βιβλιογραφία ως ρίγανη. Στην πραγματικότητα όμως, μόνο το subsp. *hirtum* μπορεί να αναφερθεί ως ρίγανη αφού είναι το μόνο υποείδος του *O. vulgare* που περιέχει στο αιθέριο έλαιο του μεγάλα ποσοστά καρβακρόλης. Τα δύο άλλα υποείδη που συναντώνται στη χώρα μας είναι φτωχότερα σε αιθέρια έλαια και είτε μπορεί να μυρίζουν ρίγανη μόνο αμυδρά (subsp. *viridulum*) ή καθόλου (subsp. *vulgare*).

Υλικά και μέθοδοι

Φυτά του *Origanum vulgare* συλλέχθηκαν από αυτοφυείς πληθυσμούς του όρους Παγγαίο (Πίνακας 1) και αποξηράνθηκαν σε σκιερό και καλά αεριζόμενο χώρο. Τα αιθέρια έλαια παραλήφθηκαν με υδροαπόσταξη για 2 ώρες σε συσκευή Clevenger. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο εκφράστηκε σε ml / 100 g ξηρού βάρους.

Πίνακας 1. Βιότοποι συλλογής του *Origanum vulgare* και χαρακτηριστικά τους.

Βιότοπος	Υψόμετρο (m)	Συντεταγμένες (N/E)	Τύπος βλάστησης
A	200	40° 55' / 24° 14'	μακκία
B	950	40° 55' / 24° 11'	δάσος οξιάς
Γ	1760	40° 55' / 24° 06'	αλπικά λιβάδια

Για την ανίχνευση των αιθερίων ελαίων χρησιμοποιήθηκε αέριος χρωματογράφος Shimadzu GC-14A (FID ανιχνευτής), με τριχοειδή στήλη Supelcowax 10 (60 m x 0,25 mm i.d.). Η θερμοκρασία εισόδου ήταν 240°C. Η εισαγωγή του δείγματος (1 ml) γινόταν με χρήση splitter (αναλογία 40:1). Το φέρον αέριο ήταν ήλιο, με ταχύτητα ροής 0,6 ml min⁻¹. Η θερμοκρασία της στήλης διατηρήθηκε για 10 min στους 70°C και προγραμματίστηκε να αυξάνει ως εξής: από τους 70-180°C σε 2°C / min, παραμονή

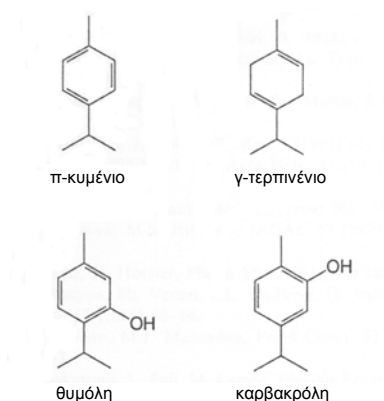
στους 180°C για 35 min, από τους 180-200°C σε 4°C / min και τέλος στους 200°C για 5 min. Τα δεδομένα καταγράφηκαν σε έναν ολοκληρωτή Shimadzu CR-4AX και αναλύθηκαν με χρήση λογισμικού CLASS-UniPac (Shimadzu).

Ο αέριος χρωματογράφος ήταν συνδεδεμένος με φασματογράφο μαζών Shimadzu GC-MS QP2000. Ο ανιχνευτής ήταν ένα τετραπολικό σύστημα με ενέργεια ιονισμού 70 eV. Η τριχοειδής στήλη και οι συνθήκες λειτουργίας που ακολουθήθηκαν ήταν παρόμοιες με εκείνες του αέριου χρωματογράφου.

Τα συστατικά των αιθερίων ελαίων ταυτοποιήθηκαν i) με σύγκριση του χρόνου κατακράτησης (RT) και των φασμάτων μαζών τους, με εκείνα πρότυπων δειγμάτων, ii) με χρήση βάσης δεδομένων φασμάτων μαζών και iii) με χρήση βιβλιογραφικών δεδομένων.

Αποτελέσματα

Τα φυτά του πληθυσμού των 200 m ανήκουν στο υποείδος *hirtum*. Η ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των συστατικών των αιθερίων ελαίων από φύλλα του πληθυσμού αυτού παρουσιάζεται στον Πίνακα 2. Το μεγαλύτερο ποσοστό των αιθερίων ελαίων αποτελείται από τις χαρακτηριστικές για το ταχον αυτό φαινόλες, θυμόλη και καρβακρόλη και τις πρόδρομες αυτών ενώσεις γ-τερπινένιο και π-κυμένιο (Εικ. 1). Η καρβακρόλη, υπεύθυνη για τη χαρακτηριστική έντονη οσμή «ρίγανης» των φυτών, βρίσκεται σε μεγάλα ποσοστά το καλοκαίρι (60,2-65,4% του ολικού ελαίου), αλλά μειώνεται σημαντικά το φθινόπωρο (36,5%). Σε αντίθεση, το π-κυμένιο εμφανίζει συνεχή ανοδική τάση κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών, φτάνοντας να αποτελεί το 43,9% του ολικού ελαίου το φθινόπωρο, εποχή κατά την οποία αποτελεί το κυριότερο συστατικό. Το γ-τερπινένιο εμφανίζει ανάλογη τάση με την καρβακρόλη (μείωση από 19,0 σε 0%) και η θυμόλη ανάλογη τάση με το π-κυμένιο (αύξηση από 0 σε 6,7%). Καθ' όλη την περίοδο ανάπτυξης των φυτών, όμως, το άθροισμα των τεσσάρων αυτών συστατικών εμφανίζει σχετική σταθερότητα στο αιθέριο έλαιο των φύλλων και κυμαίνεται από 87,1-95,6% (Εικ. 2).

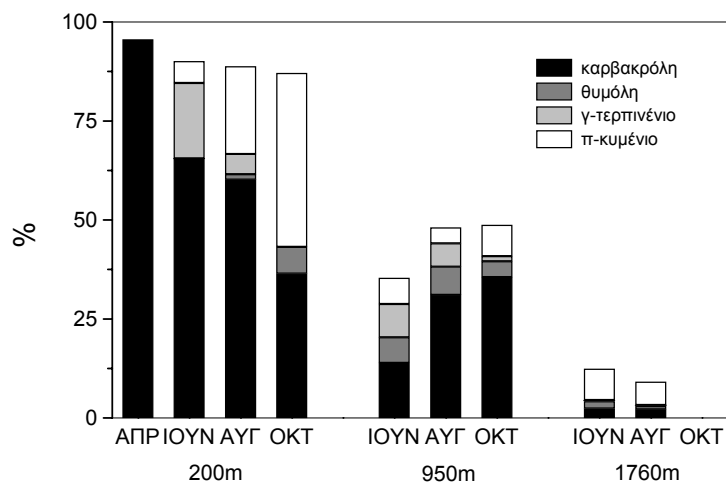


Εικόνα 1. Οι τέσσερις χαρακτηριστικές ενώσεις στο αιθέριο έλαιο της ρίγανης

Πίνακας 2. Εποχιακή διακύμανση της σύστασης των αιθέριων ελαίων φύλλων του *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* στον πληθυσμό των 200 m.

Χημική ένωση	Σύσταση (%)			
	Απρίλιος	Ιούνιος	Αύγουστος	Οκτώβριος
β-μυρκενίο		2.1	1.0	t
λιμονένιο		2.1	0.9	0.1
1,8-κινεόλη		0.2	1.1	0.2
γ-τερπινένιο		19.0	5.1	
π-κυμένιο		5.5	22.1	43.9
ένυδρο cis-σαβινένιο	1.2	0.9	0.8	1.3
ένυδρο trans-σαβινένιο		0.4	0.6	1.0
λιναλοόλη		0.3	0.5	0.8
β-καρυοφυλλένιο	0.7	0.6	0.7	0.2
γερμακρένιο D		0.5	0.9	1.3
θυμόλη		0.2	1.4	6.7
καρβακρόλη	95.6	65.4	60.2	36.5

t < 0.05%

**Εικόνα 2.** Εποχιακή διακύμανση του ποσοστού των τεσσάρων κύριων συστατικών του αιθέριου ελαίου του *Origanum vulgare* στους τρεις πληθυσμούς του Παγγαίου.

Οι εποχιακές μεταβολές της σύστασης των αιθερίων ελαίων των φύλλων του πληθυσμού στα 950 m φαίνεται στον Πίνακα 2. Στον πληθυσμό αυτό, στον οποίο τα φυτά εμφανίζουν ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά των υποειδών *hirtum* και *vulgare*, ενώ ενδιάμεση είναι και η ποιοτική σύσταση των αιθερίων ελαίων τους. Οι τέσσερις χαρακτηριστικές ενώσεις του υποείδους *hirtum* είναι παρούσες στα έλαια, με

την καρβακρόλη να βρίσκεται σε μεγαλύτερα ποσοστά (13,9-35,6%) αλλά και τη θυμόλη (4,0-7,1%), το γ-τερπινένιο (1,3-8,4%) και το π-κυμένιο (4,0-7,9%) να βρίσκονται επίσης σε σημαντικά ποσοστά. Το άθροισμα των τεσσάρων αυτών συστατικών είναι χαμηλότερο από αυτό των ελαίων του πληθυσμού στα 200 m και βρίσκεται μεταξύ 35,4-48,8% κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών (Εικ. 2). Στα αιθέρια έλαια βρέθηκαν επίσης ουσίες που χαρακτηρίζουν το υποείδος *vulgare*, όπως το β-καρνοφυλλένιο (μέχρι 5,7%) και το γερμακρένιο D (μέχρι 4,4%) (Πίνακας 2).

Τα φυτά του πληθυσμού στο μεγαλύτερο υψόμετρο (1760 m), που είναι φτωχότερα σε αιθέρια έλαια, ανήκουν στο υποείδος *vulgare*. Οι ενώσεις που ανιχνεύθηκαν στα αιθέρια έλαια των φύλλων του συγκεκριμένου πληθυσμού παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Τα έλαια, τα οποία είναι φτωχά σε φαινολικές ουσίες, χαρακτηρίζονται κυρίως από την παρουσία σесκιτερπενίων. Από την ομάδα των τεσσάρων χαρακτηριστικών ουσιών του υποείδους *hirtum*, μόνο το π-κυμένιο βρίσκεται σε σημαντικά ποσοστά (5,8-7,9%), ενώ το άθροισμά τους εμφανίζεται σταθερά χαμηλό (8,8-12,4%) (Εικ. 2). Σε σημαντικά ποσοστά στα έλαια ανιχνεύθηκαν ο οξικός λιναλυλεστέρας (5,7-8,8%), το β-καρνοφυλλένιο (4,0-8,7%), το γερμακρένιο D (2,8-6,1%) και η λιναλοόλη (3,5-4,7%) (Πίνακας 3).

Πίνακας 2. Εποχιακή διακύμανση της σύστασης των αιθερίων ελαίων φύλλων του *Origanum vulgare* στον πληθυσμό των 950 m.

Χημική ένωση	Σύσταση (%)		
	Ιούνιος	Αύγουστος	Οκτώβριος
σαβινένιο	3.3	1.3	1.1
β-μυρκένιο	1.3	0.4	
1,8-κινεόλη	1.7	2.1	1.1
γ-τερπινένιο	8.4	5.9	1.3
(E)-β-οκιμένιο	2.2	1.4	
π-κυμένιο	6.6	4.0	7.9
ένυδρο cis-σαβινένιο	3.1	2.3	2.7
ένυδρο trans-σαβινένιο	0.1	0.4	0.9
λιναλοόλη	2.5	1.7	1.1
οξικός λιναλυλεστέρας	1.5	1.2	3.0
β-καρνοφυλλένιο	5.7	5.1	2.6
γερμακρένιο D	4.4	3.5	1.4
οξείδιο καρνοφυλλενίου	1.5	2.6	1.3
βιριδιφλορόλη	1.9	1.2	3.8
θυμόλη	6.5	7.1	4.0
καρβακρόλη	13.9	31.1	35.6

Συμπεράσματα

Κατά την άνοδο του υψομέτρου στο όρος Παγγαίο παρατηρήθηκαν τα ακόλουθα δεδομένα όσον αφορά στα αιθέρια έλαια πληθυσμών του *Origanum vulgare*:

Πίνακας 3. Εποχιακή διακύμανση της σύστασης των αιθερίων ελαίων φύλλων του *Origanum vulgare* subsp. *vulgare* στον πληθυσμό των 1760 m.

Χημική ένωση	Σύσταση (%)		
	Ιούνιος	Αύγουστος	Οκτώβριος*
σαβινένιο	0.5	0.5	
1,8-κινεόλη	1.1	1.9	
γ-τερπινένιο	0.3	0.3	
π-κυμένιο	7.9	5.8	
ένυδρο cis-σαβινένιο	1.0	1.2	
λιναλοόλη	4.7	3.5	
οξικός λιναλυστέρας	5.7	8.8	
β-καρυοφυλλένιο	4.0	8.7	
γερμακρένιο D	2.8	6.1	
οξείδιο καρυοφυλλενίου	2.6	4.9	
θυμόλη	1.8	0.8	
καρβακρόλη	2.4	2.2	

* Τον Οκτώβριο παραλήφθηκαν μόνο ίχνη αιθερίου ελαίου, η ανάλυση των οποίων ήταν αδύνατη.

1. Μετάβαση από το subsp. *hirtum* που κυριαρχεί στα μικρά υψόμετρα στο subsp. *vulgare* που κυριαρχεί στα μεγάλα υψόμετρα. Στα ενδιάμεσα υψόμετρα βρέθηκαν φυτά με ενδιάμεσα χαρακτηριστικά των δύο υποειδών.

2. Μείωση του αθροίσματος καρβακρόλη + θυμόλη + γ-τερπινένιο + π-κυμένιο από 87,1-95,6% στα αιθέρια έλαια των φυτών των μικρών υψομέτρων σε 8,8-12,4% στα αιθέρια έλαια των φυτών των μεγάλων υψομέτρων.

3. Μείωση του ποσοστού των μονοτερπενίων και αντίστοιχη αύξηση του ποσοστού των sesquiterπενίων στα αιθέρια έλαια.

Βιβλιογραφία

- Bernáth J. 1997. Some scientific and practical aspects of production and utilization of oregano in central Europe. Pp. 76-93. In: Padulosi S. (ed.), Proceedings of the IPGRI International Workshop on Oregano, Rome.
- Fleisher A. & Sneer N. 1982. Oregano spices and *Origanum* chemotypes. J. Sci. Food Agric. 33: 441-446.
- Kokkini S. & Vokou D. 1989. Carvacrol-rich plants in Greece. Flav. Fragr. J. 4: 1-7.

Η αύξηση ορισμένων φαινολικών συστατικών των φύλλων της ελιάς (*Olea europaea* L.) σε συνθήκες έλλειψης βορίου συνδέεται με την αντιμετώπιση της καταπόνησης;

¹Λιακόπουλος Γ., ²Καριώτη Α., ¹Σταυριανάκου Σ., ¹Κλουβάτου Α.Δ., ¹Καρβώνης Ε.,
²Σκαλτσά Ε. & ¹Καραμπουρνιώτης Γ.

¹ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, 118 55 Αθήνα.

² Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Φαρμακευτική Σχολή, Τομέας Φαρμακογνωσίας και Χημείας Φυσικών Προϊόντων, Πανεπιστημιούπολη Ζωγράφου, 157 71 Αθήνα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται ο πιθανός φυσιολογικός ρόλος της συσσώρευσης φαινολικών συστατικών στην ελιά (*Olea europaea* L.) υπό τροφοπενία βορίου (B). Υπό τις παραπάνω συνθήκες αυξάνεται η συγκέντρωση των ουσιών αυτών ενώ παρατηρούνται και έντονες αλλαγές στη σύστασή τους. Συγκεκριμένα ένα φαινολικό συστατικό, το οποίο μετά από απομόνωση και φασματοσκοπία ¹H-NMR ταυτοποιήθηκε ως ακτεοσίδης, αυξάνεται έως και 184 φορές σε συγκέντρωση, υπό τροφοπενία του στοιχείου. Η δομή του ακτεοσίδη (έχοντας δύο ζεύγη υδροξυλίων σε θέση όρθο- και στερεοδιάταξη *cis*-) πιθανώς επιτρέπει τη δημιουργία σταθερών διεστερικών συμπλόκων με το βορικό οξύ, την κύρια διαλυτή μορφή του B στα φυτικά κύτταρα. Οι βιοχημικές και φυσιολογικές συνιστώσες του παραπάνω αποτελέσματος αναφορικά με τους μηχανισμούς αντιμετώπισης της έλλειψης B από τα φυτά συζητώνται. Επίσης δίνεται μια σύνοψη των ερευνητικών κατευθύνσεων οι οποίες θα ακολουθηθούν στο άμεσο μέλλον για την περαιτέρω διερεύνηση της σχέσης σε φυσιολογικό επίπεδο μεταξύ φαινολικών συστατικών και διατροφής των φυτών με B.

Does the accumulation of phenolic compounds in leaves of olive (*Olea europaea* L.) under boron deficiency is related to stress tolerance?

¹Liakopoulos G., ²Karioti A., ¹Stavrianakou S., ¹Kloutatou A.D., ¹Karvonis E.,
²Skaltsa H. & ¹Karabourniotis G.

¹ Agricultural University of Athens, Department of Agricultural Biotechnology, Laboratory of Plant Physiology, Iera Odos 75, Botanikos, 118 55 Athens.

² National and Kapodistrian University of Athens, School of Pharmacy, Division of Pharmacognosy and Chemistry of Natural Products, Panepistimiopolis of Zographou, 157 71 Athens.

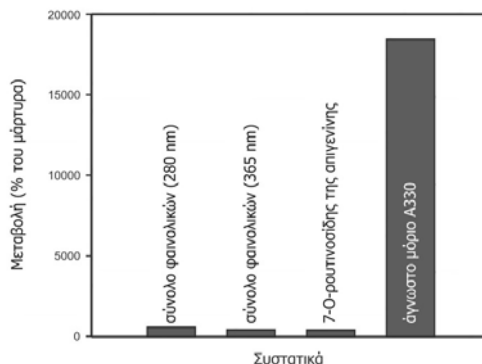
Abstract

In the present study the possible physiological role of phenolic compounds accumulation in olive (*Olea europaea* L.) under boron (B) deficiency is examined. Under the above conditions the concentration of these compounds is increased while intense qualitative changes are also observed in the phenolics pool. In particular, a previously unknown phenolic compound, which after isolation and ¹H-NMR spectroscopy was identified as acteoside, is increased in concentration by a factor of 184 under deficiency of the element. The molecular structure of acteoside (bearing two pairs of hydroxyl groups in ortho- configuration and *cis*- conformation) may allow the formation of stable diester complexes with boric acid, the principal chemical form of B in plant cells. The biochemical and physiological effects of the above result, concerning the plant mechanisms of low-boron tolerance, are discussed. Moreover, a brief depiction of research directions, which will follow in the near future in order to elucidate the relationship between phenolic compounds and boron nutrition in plants, is given.

Εισαγωγή

Μια από τις πιο τυπικές αντιδράσεις των ανώτερων φυτών στην έλλειψη βορίου είναι η συσσώρευση δευτερογενών μεταβολιτών της βιοσυνθετικής οδού των αρωματικών ενώσεων. Η συσσώρευση τέτοιων μορίων πιστεύεται ότι οφείλεται είτε στον αυξημένο ρυθμό βιοσύνθεσης είτε στο μειωμένο ρυθμό ενσωμάτωσης πρόδρομων μορίων κατά τη βιοσύνθεση νέων κυτταρικών υλικών.

Προηγούμενες εργασίες έχουν δείξει ότι σε τροφοπενιακά φυτά ελιάς, η συσσώρευση φαινολικών συστατικών είναι ιδιαίτερα υψηλή. Αξιοσημείωτο είναι ότι η συγκέντρωση ενός συγκεκριμένου συστατικού (άγνωστης δομής, αναφερόμενο ως A330 από το μέγιστο απορρόφησης το οποίο εμφανίζει στο φάσμα UV, βλ. Liakopoulos & Karabourniotis 2005) εμφανίζει αύξηση η οποία συγκρινόμενη με αυτή του συνόλου των φαινολικών συστατικών, τοποθετείται 1-2 τάξεις μεγέθους υψηλότερα (Εικ. 1). Μια τέτοια αύξηση δεν μπορεί να δικαιολογηθεί μόνο ως αποτέλεσμα της γενικότερης ενίσχυσης του δευτερογενούς μεταβολισμού, δεδομένου ότι από μόνο του το συστατικό αυτό είναι υπεύθυνο για το 60% της αύξησης του συνόλου των φαινολικών συστατικών υπό τις ανωτέρω συνθήκες. Από τα παραπάνω φαίνεται πως στα κύτταρα συσσωρεύονται μόρια με συγκεκριμένες δομές. Συνεπώς είναι ενδεχόμενο τα συστατικά αυτά να έχουν διακριτές ιδιότητες οι οποίες να σχετίζονται με την αντιμετώπιση της καταπόνησης.



Εικόνα 1. Η μεταβολή, λόγω τροφοπενίας βορίου, του συνόλου των φαινολικών συστατικών, ενός κύριου φλαβονοειδούς των φύλλων της ελιάς και του συστατικού A330. Οι τιμές αφορούν στην % μεταβολή σε σχέση με το μάρτυρα (φυτά με επαρκή τροφοδοσία με βόριο, βλ. Liakopoulos & Karabourniotis 2005).

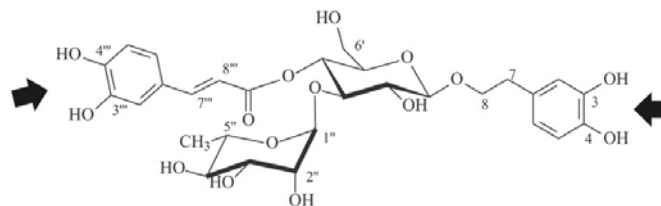
Στο πλαίσιο αυτό, μελετώνται η δομή και οι ιδιότητες διακριτών δευτερογενών μεταβολιτών οι οποίοι συσσωρεύονται στα φύλλα της ελιάς υπό τροφопενία βορίου. Στην παρούσα ανακοίνωση παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα καθώς και οι πιθανές ερευνητικές κατευθύνσεις οι οποίες θα ακολουθηθούν στο προσεχές μέλλον.

Υλικά και μέθοδοι

Η βασική πειραματική εργασία έως τώρα αφορούσε στην απομόνωση και την εύρεση της μοριακής δομής του άγνωστου φαινολικού συστατικού A330. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε δρόγη από φυτά ελιάς (ποικιλία 'Μανάκι') τα οποία είχαν καλλιεργηθεί σε θάλαμο ανάπτυξης σε υδροπονία για 45 ημέρες. Στα φυτά χορηγούταν θρεπτικό διάλυμα ελλειπές σε βόριο (0,5 ή 0,0 μM). Μετά τη συλλογή, τα φύλλα συγκεντρώθηκαν και ξηράνθηκαν. Ακολούθησε εκχύλιση με 80% MeOH τρεις φορές ανά 24 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου. Το εκχύλισμα συμπηκνώθηκε έως ξηρού (32,0 g) και υποβλήθηκε σε υγρή χρωματογραφία υπό κενό (Silica gel 60 RP-18, Merck, Art. 10167, H₂O 100% έως MeOH 100%) η οποία έδωσε 23 κλάσματα. Επιπρόσθετος διαχωρισμός πραγματοποιήθηκε μέσω χρωματογραφίας στήλης (Silica gel, Merck, Art. 9385, 10 × 7,5 cm, CH₂Cl₂ / MeOH / H₂O 95:5:0.3 έως 50:50:5) και υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (RP-HPLC, Kromasil C₁₈ Semi-prep, 250 × 10 mm, ισοκρατική έκλυση, H₂O / MeOH / MeCN 76:16:12). Η δομή των απομονωμένων συστατικών προσδιορίστηκε μέσω φασματοσκοπίας (1D και 2D ¹H-NMR, Bruker, DRX-400 MHz / CD₃OD 3,31 ppm για ¹H-NMR και 49,5 ppm για ¹³C-NMR).

Αποτελέσματα

Το κλάσμα του οποίου η σύμπτωση με το συστατικό A330 προσδιορίστηκε μέσω αναλυτικής χρωματογραφίας (Liakopoulos & Karabourniotis 2005) και φασματοσκοπίας UV, έδωσε 24,2 mg. Η δομή του συστατικού αυτού προσδιορίστηκε ως 2-(3,4-δωδροξυφαινυλ) αιθυλο-Ο-α-L-ραμνοπυρανοσυλο (1→3')-(4'-Ο-Ε-καφεοϋλο)-β-D-γλυκοπυρανοσίδης (ακτεοσίδης). Πρόκειται για ένα φαινυλαιθανοειδή γλυκοσίδη ο



Εικόνα 2. Η μοριακή δομή του συστατικού A330 το οποίο αναγνωρίστηκε ως ακτεοσίδης. Με τα βέλη υποδεικνύονται οι δύο θέσεις όπου θεωρητικά μπορεί να σχηματιστεί διεστερικό σύμπλοκο του μορίου με το βορικό οξύ.

οποίος έχει αναφερθεί στην ελιά. Ο χημικός τύπος του μορίου φαίνεται στην Εικ. 2. Μαζί με το συστατικό αυτό, απομονώθηκε και προσδιορίστηκε σε πολύ μικρότερη ποσότητα και η ισομερής ένωση ισοακτεοσίδης. Στον ισοακτεοσίδη η σύνδεση του καφεϊκού γίνεται στη θέση 6' της κεντρικής γλυκόσης.

Συζήτηση

Έως σήμερα δεν έχει αναγνωριστεί κάποια αλληλεπίδραση σε φυσιολογικό επίπεδο μεταξύ φαινολικών συστατικών και βορίου. Η συσσώρευση των ουσιών αυτών θεωρείται απλά το αποτέλεσμα της υπερπροσφοράς σκελετών άνθρακα από τον πρωτογενή μεταβολισμό επειδή, υπό συνθήκες τρροφοπενίας βορίου, η ανάπτυξη επηρεάζεται δυσμενώς σε μεγαλύτερο βαθμό από ό,τι η φωτοσύνθεση. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις, ορισμένοι παράγοντες καταπόνησης προκαλούν την εμφάνιση, σε μεγάλες συγκεντρώσεις, συστατικών με διακριτές ιδιότητες (Dixon & Paiva 1995).

Ορισμένα φαινολικά συστατικά διαθέτουν δομές ανάλογες με αυτές των σακχαροαλκοολών με τις οποίες το βορικό οξύ σχηματίζει σταθερά διεστερικά σύμπλοκα στο κυτταρικό περιβάλλον (Loomis & Durst 1992). Τα σύμπλοκα αυτά διαδραματίζουν κύριο ρόλο στην κινητικότητα του βορίου στο φυτικό σώμα. Με βάση τα παραπάνω, η μελέτη της χημικής αλληλεπίδρασης του βορικού οξέος με ορισμένα φαινολικά συστατικά θα προσέφερε τη βάση για τη διευκρίνιση ενός πιθανού φυσιολογικού ρόλου των τελευταίων στον εγκλιματισμό των φυτών στην έλλειψη βορίου.



Εικόνα 3. Σχέδιο πειραματικής πορείας η οποία θα ακολουθηθεί στο άμεσο μέλλον.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, ο ακτεοσίδης διαθέτει δομή ορθο-διόλης και μάλιστα εις διπλούν, σε δύο διαφορετικά σημεία του ανθρακικού σκελετού (εικόνα 2). Το γεγονός αυτό καθιστά το παραπάνω μόριο ικανό να σχηματίζει διεστερικά σύμπλοκα με δύο μόρια βορικού οξέος. Ο σχηματισμός ενός τέτοιου συμπλόκου θα πρέπει να διαπιστωθεί πειραματικά, αρχικά *in vitro* και ακολούθως *in vivo* (εικόνα 3). Επιπλέον, θα πρέπει να απαντηθεί το εάν το μόριο αυτό προϋπάρχει στα κύτταρα ή συντίθεται εκ νέου. Δεδομένου ότι η αύξηση της συγκέντρωσης του σε σχέση με αυτή των υπολοίπων φαινολικών συστατικών είναι σε μεγάλο βαθμό ανεξάρτητη, ενδέχεται να μην προέρχεται από εκ νέου σύνθεση. Σε μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει να ευρεθεί η χημική μορφή με την οποία βρίσκεται το μόριο αυτό, υπό καθεστώς επάρκειας βορίου, στα κύτταρα.

Βιβλιογραφία

- Dixon R.A. & Paiva N.L. 2005. Stress-induced secondary metabolism. *The Plant Cell* 7: 1085-1097.
- Loomis W.D. & Durst R.W. 1992. Chemistry and biology of boron. *Biofactors* 3: 229-239.

- Liakopoulos G. & Karabourniotis G. 2005. Boron deficiency and concentrations and composition of phenolic compounds in *Olea europaea* leaves: a combined growth chamber and field study. Tree Physiology 25: 307-315.

Σύγκριση μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών μεταξύ φυτών, με ετεροβαρή και ομοβαρή φύλλα, υπό διαφορετικές συνθήκες φωτισμού

¹Λιάκουρα Β., ¹Φωτέλλη Μ., ¹Λιακόπουλος Γ., ²Rennenberg H. & ¹Καραμπουρνιώτης Γ.

¹ Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, 118 55 Αθήνα.

² Institute of Forest Botany and Tree Physiology, Albert Ludwig University of Freiburg, Georges-Köhler-Allee, Gebäude 053/054, 79110 Freiburg i. Br., Germany.

Περίληψη

Φυτά με ετεροβαρή ή ομοβαρή φύλλα, ανεπτυγμένα υπό διαφορετικές συνθήκες φωτισμού, εξετάστηκαν ως προς τα μορφολογικά και φυσιολογικά τους χαρακτηριστικά. Βρέθηκαν διαφορές στα χαρακτηριστικά αυτά, οι οποίες διαχωρίζουν σαφώς τους τύπους των φύλλων σε δύο διακριτές «λειτουργικές ομάδες» φύλλων. Παρατηρήθηκε ότι η - σε συνθήκες άπλετου φωτισμού - μεγάλη έκταση των προεκτάσεων των κολεών των ηθμαγγειωδών δεσμίδων (διαφανείς περιοχές) στα φυτά με ετεροβαρή φύλλα συμβάλει στην αύξηση της φωτοσυνθετικής τους απόδοσης. Το αντίθετο μετρήθηκε σε συνθήκες σκίασης. Η ανατομική αυτή προσαρμογή της δημιουργίας διαφανών περιοχών στα φυτά με ετεροβαρή φύλλα πιθανότατα τους προσφέρει πλεονεκτήματα υπό ξηροθερμικές συνθήκες, με κύριο αυτό της αύξησης της φωτοσύνθεσης και, κατά συνέπεια, της ανάπτυξης των φυτών.

Comparison of morphological and physiological traits of plants, with heterobaric and homobaric leaves, grown under different light regime

¹Liakoura V., ¹Fotelli M., ¹Liakopoulos G., ²Rennenberg H. & ¹Karabourniotis G.,

¹ Agricultural University of Athens, Dept. of Agricultural Biotechnology Lab of Plant Physiology and Morphology, Iera Odos 75, Botanikos, 118 55 Athens.

² Institute of Forest Botany and Tree Physiology, Albert Ludwig University of Freiburg, Georges-Köhler-Allee, Gebäude 053/054, 79110 Freiburg i. Br., Germany.

Abstract

Plants with heterobaric or homobaric leaves, grown under different light regimes, were tested in regard to their morphological and physiological traits. The observed differences of these traits clearly distinguish the leaf types into two distinct “functional groups” of leaves. It was found that the increased area of bundle sheaths extensions (“transparent areas”) of heterobaric leaves, grown under full light, contributed to their

improved photosynthetic efficiency. The contrary was found under shade. This anatomical adaptation of developing transparent areas in plants with heterobaric leaves probably offers them adaptive advantages under xerothermic conditions, such as the increase of assimilation and, thus, plant growth.

Εισαγωγή

Το χαρακτηριστικό των ετεροβαρών φύλλων είναι η ύπαρξη προεκτάσεων των σκληρογυμιατικών κολεών των ηθμαγγειωδών δεσμίδων, οι οποίες εφάπτονται στις δύο επιδερμίδες του ελάσματος των φύλλων. Στους ανατομικούς αυτούς σχηματισμούς αποδίδονται διάφοροι ρόλοι (στήριξη, διακίνηση νερού, μηχανική προστασία καθώς και αύξηση απόδοσης φωτοσυνθετικού μηχανισμού) (Nikolopoulos et al 2002).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εξεταστεί (α) εάν και κατά πόσο οι ανατομικές και μορφολογικές διαφορές, οι οποίες επάγονται από τις διαφορετικές συνθήκες φωτισμού που αναπτύσσονται τα φύλλα, επηρεάζουν τη φωτοσυνθετική τους ικανότητα, δεδομένου ότι ανήκουν σε διαφορετικούς «τύπους» φύλλων, και (β) πώς οι διαφορετικοί τύποι φύλλων αντιδρούν και «προσαρμόζονται» όταν βρεθούν σε συνθήκες σκίασης.

Υλικά και μέθοδοι

Επιλέχθηκαν δύο αντιπροσωπευτικά αείφυλλα, σκληρόφυλλα είδη της Μεσογείου, το ετεροβαρές *Quercus coccifera* (φυτό με ετεροβαρή φύλλα) και το ομαβαρές *Pistacia lentiscus* (φυτό με ομοβαρή φύλλα), τα οποία αναπτύχθηκαν στο πεδίο σε συνθήκες σκιάς («φύλλα σκιάς») και άπλετου φωτός («φύλλα φωτός»). Συλλέχθηκαν φύλλα από 3 φυτά ανά είδος, από το Βοτανικό Κήπο του Διομήδους, του Πανεπιστημίου Αθηνών, στο Χαϊδάρι Αττικής.

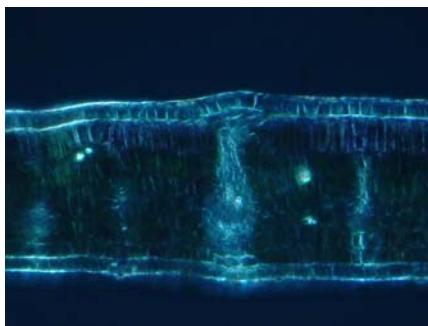
Η φωτοσυνθετικώς ενεργή ακτινοβολία (PAR) στις 12:00 μμ σε συνθήκες σκιάς ήταν περίπου $150-200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, ενώ σε συνθήκες φωτός ήταν $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Ραδιόμετρο LI-188B; LI-COR, Lincoln, NE).

Οι μετρήσεις της ειδικής επιφάνειας φύλλων – SLA και του πάχους αυτών έγιναν σύμφωνα με τους Liakoura et al. 2001. Βάσει των παραμέτρων αυτών υπολογίστηκε η πυκνότητα των φύλλων ($=1/\text{SLA}/\text{πάχος}$). Ο υπολογισμός του ποσοστού των διαφανών περιοχών (% TLA – transparent leaf area), καθώς και του δείκτη λ_i (λόγος του όγκου των διαφανών περιοχών ανά μονάδα επιφάνειας του ελάσματος των φύλλων) έγινε σύμφωνα με τους Nikolopoulos et al. 2002.

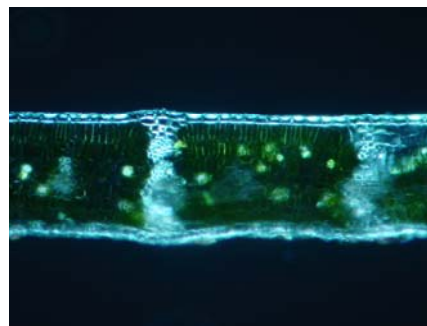
Η συγκέντρωση συνολικού περιεχόμενου αζώτου των φύλλων, προσδιορίστηκε με EA-IRMS (Elemental Analyzer - Isotope Ratio Mass Spectrometer) σύμφωνα με τους Fotelli et al. 2004. Βάσει του SLA υπολογίστηκε η συγκέντρωση του N ανά μονάδα φυλλικής επιφάνειας. Η παράμετρος αυτή χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητας χρησιμοποίησης αζώτου για φωτοσύνθεση (PNUE), η οποία ορίζεται ως ο λόγος της A_{max} ή A^*_{max} προς την αντίστοιχη συγκέντρωση N ανά επιφάνεια.

Η φωτοσυνθετική ικανότητα των φύλλων (A_{max}) μετρήθηκε με οξυγονόμετρο αερίου φάσεως τύπου Hansatech (Walker, 1993) σε κορεσμένη ατμόσφαιρα (5%) CO_2 , ώστε η συγκέντρωσή του να μη καθίσταται περιοριστικός παράγοντας για τη φωτοσύνθεση. Ο φωτισμός του δείγματος πραγματοποιήθηκε με σύστημα οπτικών ινών.

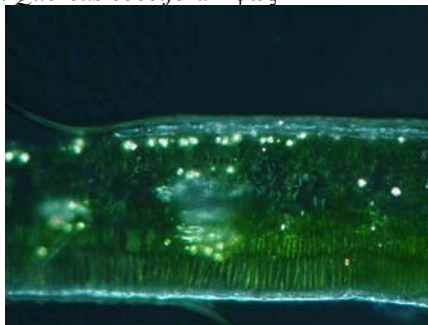
Η φωτοσυνθετικά ενεργή επιφάνεια του ετεροβαρούς *Q.coccifera* προέκυψε αφαιρώντας από τη συνολική φυλλική επιφάνεια την επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι διαφανείς (φωτοσυνθετικά ανενεργές) περιοχές (1-TLA %). Έτσι για το είδος αυτό υπολογίστηκε η φωτοσυνθετική ικανότητά του ανά φωτοσυνθετικά ενεργή φυλλική επιφάνεια (διορθωμένη φωτοσυνθετική ικανότητα - A^*_{max}).



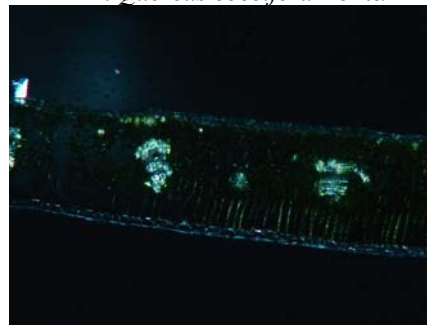
A. *Quercus coccifera* - φως



B. *Quercus coccifera* - σκιά



Γ. *Pistacia lentiscus* - φως



Δ. *Pistacia lentiscus* - σκιά

Εικόνα 1. Αντιπροσωπευτικές μικροφωτογραφίες εγκάρσιων τομών φύλλων φωτός (α, γ) και σκιάς (β, δ) των φυτών *Pistacia lentiscus* (ομοβαρή φύλλα) (α, β) και *Quercus coccifera* (ετεροβαρή φύλλα) (γ, δ) αντίστοιχα. Η λήψη των εικόνων έγινε σε πεδίο πολωμένου φωτός. Διακρίνονται οι προεκτάσεις των δεσμικών κολεών και η διαμερισματοποίηση του μεσόφυλλου από τις «διαφανείς»/ λευκές εγκάρσιες περιοχές στα ετεροβαρή φύλλα, καθώς και η ύπαρξη κρυστάλλων στα κύτταρα που βρίσκονται πάνω από την αποαζονική επιδερμίδα στα ομοβαρή.

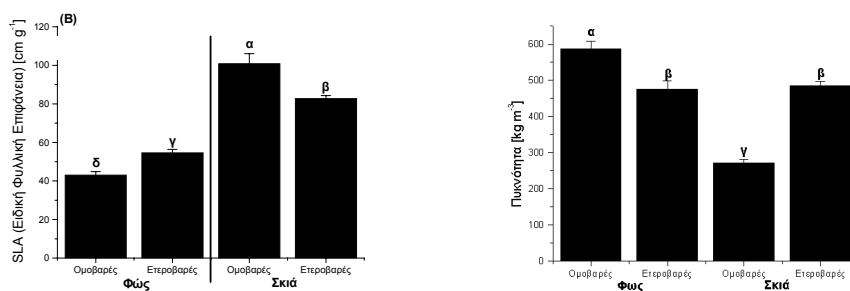
Αποτελέσματα - Συζήτηση

Παρατηρήθηκαν οι τυπικές ανατομικές διαφορές που χαρακτηρίζουν συνήθως τα φύλλα σκιάς και φωτός. Τα φύλλα σκιάς είναι πιο λεπτά από τα φύλλα φωτός (Εικ. 1). Και για τους δύο διαφορετικούς τύπους φύλλων η παρατηρούμενη μείωση είναι στατιστικώς σημαντική, αλλά για το *Q.coccifera* η μεταβολή αυτή είναι σχεδόν η διπλάσια (33,77 %) σε σχέση με το *P. lentiscus* (16,63 %).

Το ομοβαρές *P. lentiscus* σε συνθήκες φωτός έχει μικρότερες τιμές SLA από το ετεροβαρές *Q. coccifera*. Το αντίθετο όμως παρατηρείται υπό σκιά, καθώς το SLA του *P. lentiscus* αυξάνεται κατά 134,3 %, ενώ του *Q. coccifera* κατά 51,52 % (Εικ. 2α). Στις συνθήκες αυτές η πυκνότητα των ετεροβαρών φύλλων (*Q. coccifera*) δεν μεταβάλλεται, σε σχέση με το άπλετο φως, ενώ σχεδόν υποδιπλασιάζεται στα ομοβαρή φύλλα (*P. lentiscus*) (Εικ. 2β). Η έλλειψη πλαστικότητας των ετεροβαρών φύλλων, πιθανώς οφείλεται στην ύπαρξη των προεκτάσεων των κολεών της δέσμης και της έντονης παρουσίας σκληρογχοματικών ιστών σε αυτές.

Όσον αφορά στα οπτικά χαρακτηριστικά των ετεροβαρών φύλλων, βρέθηκε ότι η σκίαση μείωσε το ποσοστό των διαφανών περιοχών (TLA) κατά 29,8 % και το δείκτη λ_t , που εκφράζει τον όγκο των περιοχών αυτών, περίπου στο μισό (Πίνακας 1). Η μεγάλη αυτή μείωση του λ_t οφείλεται στο ότι μειώνονται και οι δύο παράμετροι που τον καθορίζουν.

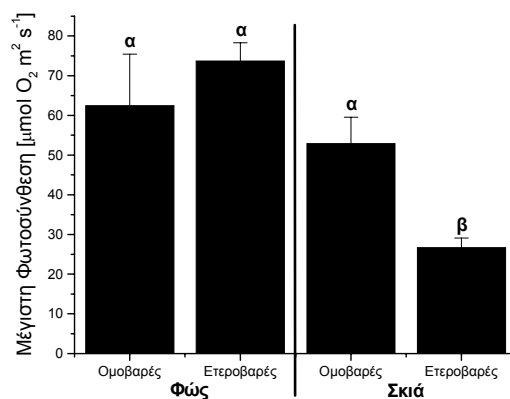
Σε συνθήκες άπλετου φωτός, τα ετεροβαρή παρουσιάζουν τάση μεγαλύτερης φωτοσυνθετικής απόδοσης (A_{max} , PNUE) από τα ομοβαρή (Εικ. 3 και 4). Η διαφορά αυτή δεν θα παρατηρούνταν εάν δεν είχε γίνει διόρθωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας των ετεροβαρών με βάση τη φωτοσυνθετικά ενεργή επιφάνεια (δεν παρουσιάζονται τα δεδομένα).



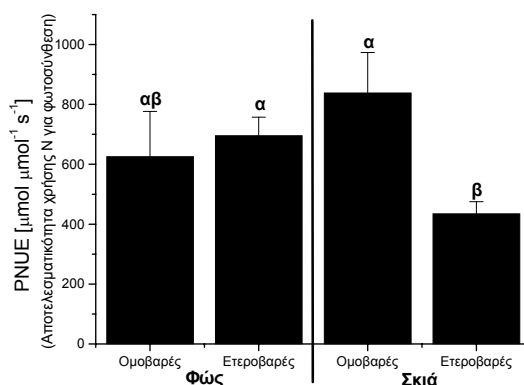
Εικόνα 2. Δείκτης ειδικής φυλλικής επιφάνειας (SLA) και πυκνότητα των ομοβαρών και ετεροβαρών φύλλων, σε συνθήκες σκιάς και άπλετου φωτός. Οι τιμές αφορούν σε Μ.Ο.± τυπική απόκλιση, n = 12.

Πίνακας 1. Μορφολογικά «οπτικά» χαρακτηριστικά του ετεροβαρούς *Q. coccifera* που έχει αναπτυχθεί σε διαφορετικά επίπεδα φωτισμού. Οι τιμές αφορούν σε Μ.Ο.± τυπική απόκλιση, n = 12.

ΤΥΠΟΣ ΦΥΛΛΟΥ	TLA %		Μεταβολή %	λ_t		Μεταβολή %
	ΦΩΣ	ΣΚΙΑ		ΦΩΣ	ΣΚΙΑ	
ΕΤΕΡΟΒΑΡΕΣ	38,6±1,2	27,1±1,8	-29,8	0,074	0,035	-52,7



Εικόνα 3. Φωτοσυνθετική ικανότητα/Διορθωμένη φωτοσυνθετική ικανότητα ομοβαρών και ετεροβαρών φύλλων, σε συνθήκες σκιάς και άπλετου φωτός. Οι τιμές αφορούν σε Μ.Ο.± τυπική απόκλιση, n = 6.



Εικόνα 4. Αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης αζώτου για φωτοσύνθεση (PNUE) ομοβαρών και ετεροβαρών φύλλων, σε συνθήκες σκιάς και άπλετου φωτός. Οι τιμές αφορούν σε Μ.Ο.± τυπική απόκλιση, n = 6.

Όσον αφορά στην επίδραση της σκιάς στην αποτελεσματικότητα χρήσης αζώτου για φωτοσύνθεση (PNUE), αυτή δεν είναι σημαντική για τα ομοβαρή φύλλα (Εικ. 4). Αντιθέτως, τα ετεροβαρή φύλλα σκιάς παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερη φωτοσυνθετική ικανότητα (63,8%) και αποτελεσματικότητα χρησιμοποίησης αζώτου για φωτοσύνθεση (37,5%) σε σύγκριση με τα φύλλα φωτός (Εικ. 3).

Συμπερασματικά, παρατηρήθηκε ότι τα φυτά με ετεροβαρή ή ομοβαρή φύλλα εγκλιματίζονται σε συνθήκες σκιάς μεταβάλλοντας με διαφορετικό τρόπο τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους. Σε συνθήκες άπλετου φωτός, που είναι οι συνθήκες στα

ξηροθερμικά Μεσογειακά οικοσυστήματα, η ύπαρξη διαφανών περιοχών στα ετεροβαρή φύλλα φαίνεται να διασφαλίζει αποτελεσματικότερο φωτοσυνθετικό μηχανισμό, προσδίδοντάς τους προσαρμοστικό πλεονέκτημα.

Βιβλιογραφία

- Fotelli M.N., Rienks M., Rennenberg H., & Geßler. 2004. Climate and forest management affect ¹⁵N-uptake, N balance and biomass of European beech seedlings. *Trees: structure and function* 18: 157-166.
- Liakoura V., Manetas Y. & Karabourniotis G. 2001. Seasonal fluctuation in the concentration of UV-absorbing compounds in the leaves of some Mediterranean plants under field conditions. *Physiologia Plantarum* 111: 491-500.
- Nikolopoulos D., Liakopoulos G., Drossopoulos I. & Karabourniotis G. 2002. The relationship between anatomy and photosynthetic performance of heterobaric leaves. *Plant Physiology* 129: 235-243.
- Walker D.A. 1993. Polarographic measurement of oxygen. Pp. 91-112. In: Hall D.O., Scurlock J.M.O., Bohlar-Norderkamp H.R., Leegood R.C. & Long S.P. (eds), *Photosynthesis and Production in a Changing Environment: A field and laboratory manual*. Chapman & Hall, London,

Συγκριτική φυσιολογία σπάνιων έναντι κοινών φυτών της Ελληνικής Χλωρίδας

¹Μακρή Ν., ¹Γεωργίου Κ. & ²Τρίγκας Π.

¹Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, 157 84 Αθήνα.

²Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και
Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, Χαλκοκονδύλη 31, 104 32 Αθήνα.

Περίληψη

Η αρχική προσέγγιση στη διερεύνηση του φαινομένου της σπανιότητας των φυτικών οργανισμών βασίστηκε στη μελέτη μεμονωμένων σπάνιων ειδών. Δεν οδηγούσε όμως σε συμπεράσματα με γενική ισχύ και σήμερα κερδίζει έδαφος η συγκριτική μελέτη των σπάνιων ειδών με ευρείας εξάπλωσης συγγενικά φυτά του ίδιου γένους (widespread congeners). Στην παρούσα εργασία συγκρίνονται βλαστητικοί και αναπαραγωγικοί χαρακτήρες με έμφαση στη φύτευση των σπερμάτων των σπάνιων φυτών *Alyssum densistellatum*, *A. euboicum* και *Cerastium runemarkii* ως προς τα αντίστοιχα κοινά *A. montanum* subsp. *montanum*, *A. chalcidicum* και *C. candidissimum*.

Comparative physiology of rare versus common plants of the Greek Flora

¹Makri N., ¹Georghiou K. & ²Trigas P.

¹Department of Botany, Faculty of Biology, National and Kapodistrian University of
Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens.

²Ministry of Rural Development and Food, General Directorate of Development and
Protection of Forests and Natural Environment, 31 Halkokondili St., 104 32 Athens.

Abstract

The first approach in the research of rarity was based on the study of individual rare plant species. This approach did not lead to general conclusions, so nowadays the comparative study of rare species with their widespread congeners is enforced. In the present study vegetative and reproductive attributes with emphasis on seed germination characteristics are compared in the rare species *Alyssum densistellatum*, *A. euboicum* and *Cerastium runemarkii* and the common *A. montanum* subsp. *montanum*, *A. chalcidicum* and *C. candidissimum*, respectively.

Εισαγωγή

Δεν είναι ξεκάθαρο αν θα πρέπει να αναμένονται θεμελιώδεις διαφορές μεταξύ των διαδικασιών που οδηγούν στη σπανιότητα και εκείνων που επηρεάζουν τους πληθυσμούς πιο κοινών ειδών (Bevill & Louda 1999). Οι γενικεύσεις είναι παρακινδυνευμένες και το πιο κρίσιμο ίσως λάθος στην αντίληψή μας για τα σπάνια είδη είναι ότι αντιμετωπίζονται ως ένα σχετικά ομοιογενές σύνολο με κοινά χαρακτηριστικά τα οποία θα γίνουν εμφανή μετά από επαρκή έρευνα (Gitzendanner & Soltis 2000). Η αρχική προσέγγιση στη διερεύνηση του φαινομένου της σπανιότητας των φυτικών οργανισμών βασίστηκε στη μελέτη μεμονωμένων σπάνιων ειδών. Φάνηκε όμως από τα αποτελέσματα, ότι ο τρόπος αυτός δεν οδηγούσε σε συμπεράσματα με γενική ισχύ για τα σπάνια είδη, αλλά αποτελούσε απλή έρευνα συγκεκριμένων περιπτώσεων. Οι Kruckeberg & Rabinowitz (1985) στην ανασκόπησή τους για τις όψεις (aspects) της σπανιότητας τόνισαν τη σημασία της γνώσης των ορίων ανοχής των ενδημικών ειδών, επισήμαναν την έλλειψη επαρκών αποδείξεων για τα στενότερα όρια ανοχής τους και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι περισσότερες μελέτες συγκριτικής βιολογίας σπάνιων έναντι κοινών φυτών θα ήταν εξαιρετικά χρήσιμες. Σήμερα κερδίζει έδαφος η συγκριτική μελέτη των σπάνιων ειδών με ευρείας εξάπλωσης συγγενικά φυτά του ίδιου γένους (widespread congeners). Η επιλογή συγγενικών μεταξύ τους φυτών με κοινή εξελικτική ιστορία μειώνει σημαντικά τον αριθμό των εξωγενών παραγόντων εξαιτίας των οποίων τα εξεταζόμενα είδη μπορεί να διαφέρουν οικολογικά (Bevill & Louda 1999). Στην ουσία, το κοινό φυτό δρα ως μάρτυρας του σπάνιου συγγενικού του (Baskauf et al. 1994). Οι πολυάριθμες συγκριτικές μελέτες που έχουν δημοσιευθεί μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη συγκρίνει χαρακτήρες (traits) μεταξύ πολυάριθμων φυτών, ενώ η δεύτερη μεταξύ μιας μικρής ομάδας, συνήθως ενός ζεύγους (Walck et al. 2001). Οι χαρακτήρες στους οποίους βασίζεται η σύγκριση είναι τα βλαστικά και τα αναπαραγωγικά γνωρίσματα, η δημογραφία, η φυτοφαγία από βόσκηση ή θήρευση, τα επίπεδα ποικιλότητας και άλλα γνωρίσματα, όπως οι εδαφικές και οι θρεπτικές απαιτήσεις, η ανθεκτικότητα στην ξηρασία και τη σκίαση, η απόκριση στη φωτιά και άλλες (Bevill & Louda 1999).

Στο πλαίσιο της εκπόνησης της Διδακτορικής διατριβής της πρώτης εκ των συγγραφέων επιλέχθηκε ο δεύτερος τρόπος προσέγγισης, δηλαδή η σύγκριση ζευγών ενός σπάνιου φυτού και ενός συγγενικού του με ευρεία εξάπλωση σε μια προσπάθεια να αναγνωριστούν τα χαρακτηριστικά (features) της βιολογίας των φυτών τα οποία ενδέχεται να αποτελούν αιτίες της σπανιότητας. Αυτή η γνώση της βιολογίας των σπάνιων ειδών έχει ως απώτερο σκοπό τη συμβολή στην προσπάθεια διατήρησή τους. Τα προτεινόμενα ζεύγη σπάνιου-κοινού φυτού παρατίθενται στον Πίνακα 1. Ορισμένες επισημάνσεις για τα ζεύγη αυτά είναι: 1. Στο ζεύγος *Cerastium runemarkii* - *Cerastium candidissimum* το κοινό είδος *C. candidissimum* ενώ είναι ενδημικό της Ελλάδας εμφανίζει ευρεία εξάπλωση και είναι ένα τοπικά κοινό είδος σε αντίθεση με το σπάνιο *C. runemarkii* το οποίο απαντά σε δύο μόνο χλωριδικές περιοχές, 2. Στο ζεύγος *Alyssum euboicum* - *Alyssum chalcidicum* το κοινό είδος *A. chalcidicum* είναι ενδημικό των Βαλκανίων και ανήκει στην ίδια section με το σπάνιο είδος.

Υλικά και μέθοδοι

Η συλλογή των σπερμάτων των φυτών πραγματοποιήθηκε τον Αύγουστο του 2004 στην Εύβοια. Στο όρος Όχη συλλέχθηκαν τα *Aubrieta deltoidea*, *Cerastium*

candidissimum και *Cerastium runemarkii*. Στο Μαντούδι, τα *Alyssum chalcidicum*, *Alyssum densistellatum* και *Alyssum euboicum*. Τέλος, στο Όρος Δίρφος μία ακόμα συλλογή (lot) του *Alyssum chalcidicum* και το *Alyssum montanum* subsp. *montanum*.

Τα σπέρματα ζυγίστηκαν σε ζυγό ακριβείας (CHYO, Model JL-180) και υπολογίστηκε το μέσο βάρος σπέρματος. Κατά τα πειράματα μελέτης της φυτρωτικής συμπεριφοράς τα σπέρματα χωρίζονται σε εικοσάδες ή εικοσιπεντάδες ανάλογα με τη διαθεσιμότητά τους και τοποθετούνται ομοιόμορφα για διάβρεξη πάνω σε δύο φύλλα διηθητικού χαρτιού, μέσα σε γυάλινα τρυβλία Petri διαμέτρου 7 cm, που περιέχουν ανάλογα με το μέγεθος των σπερμάτων 2,5–3 ml απεσταγμένο νερό. Η έναρξη της διάβρεξης των σπερμάτων καθώς και κάθε άλλη εργασία που απαιτεί σκοτάδι γίνεται στο σκοτεινό θάλαμο του εργαστηρίου όπου η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή γύρω στους $20 \pm 1^\circ\text{C}$, σε πράσινο φως ασφαλείας. Τα τρυβλία στη συνέχεια τοποθετούνται αμέσως σε θαλάμους ελεγχόμενης θερμοκρασίας και φωτισμού (BK 5060 EL, GmbH W.C. Heraeus Germany) και στις περιπτώσεις δειγμάτων σκοταδιού σε φωτοστεγή, μεταλλικά δοχεία. Ως κριτήριο της φύτευσης ορίζεται η ορατή έξοδος του ριζιδίου. Τα ποσοστά φύτευσης στα γραφήματα που ακολουθούν προκύπτουν μετά από στατιστική επεξεργασία των πέντε επαναλήψεων που χρησιμοποιούνται κατά την πειραματική διαδικασία.

Πίνακας 1. Προτεινόμενα ζεύγη σπάνιου-κοινού φυτού.

ΣΠΑΝΙΟ ΦΥΤΟ	ΚΟΙΝΟ ΦΥΤΟ
<i>Alyssum densistellatum</i> T.R. Dudley	<i>Alyssum montanum</i> L. subsp. <i>montanum</i>
<i>Alyssum euboicum</i> Halácsy	<i>Alyssum chalcidicum</i> Janka
<i>Arenaria leucadia</i> Phitos & Strid	<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.
<i>Aubrieta scyria</i> Halácsy	<i>Aubrieta deltoidea</i> L.
<i>Aurinia moreana</i> Tzanoud. & Iatroú	<i>Aurinia saxatilis</i> (L.) Desv. subsp. <i>orientalis</i> (Ard.) T.R. Dudley
<i>Bupleurum capillare</i> Boiss. & Heldr.	<i>Bupleurum glumaceum</i> Sibth & Sm.
<i>Cerastium runemarkii</i> Möschl & Rech. fil.	<i>Cerastium candidissimum</i> Correns
<i>Chaerophyllum heldreichii</i> Orph. ex Boiss.	<i>Chaerophyllum aromaticum</i> L.
<i>Consolida tenuissima</i> (Sm.) Soó	<i>Consolida regalis</i> S.F. Gray
<i>Convolvulus mairei</i> Halácsy	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
<i>Globularia stygia</i> Orph. ex Boiss.	<i>Globularia cordifolia</i> L.
<i>Potentilla kionaea</i> Halácsy	<i>Potentilla speciosa</i> Willd.
<i>Saponaria jagelii</i> Phitos & Greuter	<i>Saponaria calabrica</i> Guss.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Οι χαρακτήρες που έχουν μέχρι τώρα προσδιοριστεί κατατάσσονται στα βλαστητικά και αναπαραγωγικά γνωρίσματα. Σχετικοί χαρακτήρες με την αναπαραγωγή είναι ο αριθμός των σπερμάτων ανά καρπό (μελετήθηκε στο ζεύγος *A. densistellatum* - *A. montanum* subsp. *montanum*), το βάρος των σπερμάτων, το τάχος και οι απαιτήσεις της φύτευσης και η ύπαρξη ληθάργου. Οι χαρακτήρες οι σχετικοί με τα βλαστητικά γνωρίσματα είναι η βιοτική μορφή κατά Raunkiaer και η αυξητική μορφή που

προσδιορίστηκαν βιβλιογραφικά και οι οποίες παρατίθενται μαζί με το βάρος σπερμάτων στον Πίνακα 2.

Όταν πραγματοποιήθηκε η συλλογή του ζεύγους *A. densistellatum* - *A. montanum* subsp. *montanum* δεν είχε προηγηθεί η διασπορά των σπερμάτων, οπότε και στάθηκε δυνατή η μέτρηση του αριθμού τους ανά κεράτιο και για τα δύο φυτά. Για το πρώτο, ο μέσος αριθμός σπερμάτων ανά κεράτιο βρέθηκε ίσος με $1,43 \pm 0,09$ και για το δεύτερο ίσος με $0,89 \pm 0,08$. Επίσης, υπολογίστηκε και ο αριθμός των γερών σπερμάτων για το κάθε φυτό, ενώ σημειώνεται ότι κατά τους υπολογισμούς τα κεράτια με κατεστραμμένα σπέρματα περιλαμβάνονταν στα άδεια κεράτια (αριθμός σπερμάτων ίσος με μηδέν). Το ποσοστό γερών σπερμάτων βρέθηκε για το *A. densistellatum* ίσο με 96% και για το *A. montanum* subsp. *montanum* ίσο με 30%.

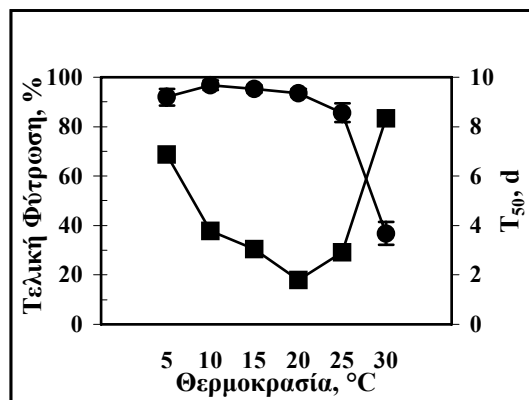
Πίνακας 2. Οι βλαστητικοί και αναπαραγωγικοί χαρακτήρες.

ΦΥΤΟ	ΜΕΣΟ ΒΑΡΟΣ ΣΠΕΡΜΑΤΟΣ (mg)	ΒΙΟΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ (ΚΑΤΑ RAUNKIAER)	ΑΥΞΗΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ
<i>Alyssum densistellatum</i>	1,394± 0,026	Χαμαίφυτο ημιθαμνώδες	Πολυετής ημίθαμνος
<i>Alyssum montanum</i> subsp. <i>montanum</i>	0,926± 0,074	Χαμαίφυτο ημιθαμνώδες	Πολυετής ημίθαμνος
<i>Alyssum euboicum</i>	0,528± 0,045	Χαμαίφυτο ημιθαμνώδες	Πολυετής ημίθαμνος
<i>Alyssum chalcidicum</i> Δίρφος Μαντούδι	0,569± 0,065 0,543± 0,058	Χαμαίφυτο ημιθαμνώδες	Πολυετής ημίθαμνος
<i>Cerastium candidissimum</i>	0,032± 0,192	Χαμαίφυτο ημιθαμνώδες	Πολυετής ημίθαμνος
<i>Cerastium runemarkii</i>	0,455± 0,059	Χαμαίφυτο θυσανώδες	Πολυετής πόα

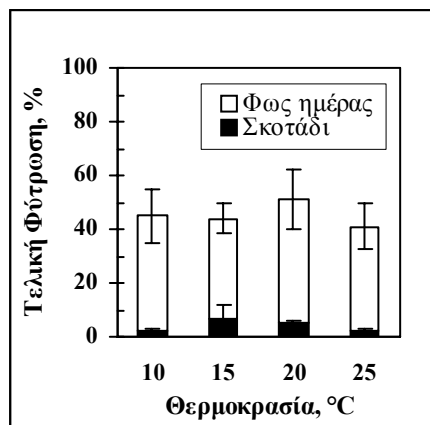
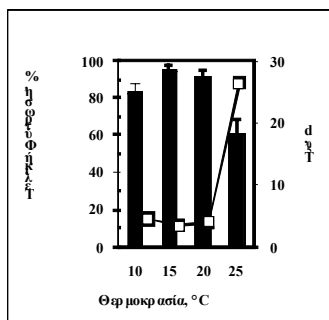
Το πρώτο βήμα στη μελέτη της φυτρωτικής συμπεριφοράς ήταν η διερεύνηση της θερμοκρασιακής εξάρτησης της φύτευσης. Για το ζεύγος *A. densistellatum* - *A. montanum* subsp. *montanum* πραγματοποιήθηκαν πειράματα για το σπάνιο φυτό, ενώ για το κοινό απλά διαπιστώθηκε η βιωσιμότητά τους επειδή ο αριθμός των ώριμων σπερμάτων που συλλέχθηκαν ήταν εξαιρετικά μικρός. Το είδος *A. densistellatum* παρουσιάζει υψηλό ποσοστό φύτευσης από τους 5 έως και τους 25°C το οποίο ελαττώνεται όταν η θερμοκρασία ανέβει στους 30°C.

Στο ζεύγος *C. runemarkii* - *C. candidissimum*, το κοινό είδος *C. candidissimum* εμφανίζει εξαιρετικά υψηλό ποσοστό φύτευσης στους 10, 15 και 20°C και το χαμηλότερο ποσοστό φύτευσης που παρατηρήθηκε στους 25°C είναι πάνω από 60% (60,8%). Αντίθετα, το σπάνιο είδος *C. runemarkii* εμφανίζει εξαιρετικά μικρά ποσοστά φύτευσης στο σκοτάδι τα οποία δεν ξεπερνούν το 7%. Τα σπέρματα είναι ληθαργικά. Μετά την ολοκλήρωση των πειραμάτων της θερμοκρασιακής εξάρτησης της φύτευσης, τα τρυβλία με τα αφύτρωτα σπέρματα του *C. runemarkii* μεταφέρθηκαν σε φως ημέρας

και θερμοκρασία περιβάλλοντος οπότε και παρατηρήθηκε μερική προώθηση της φύτευσης.

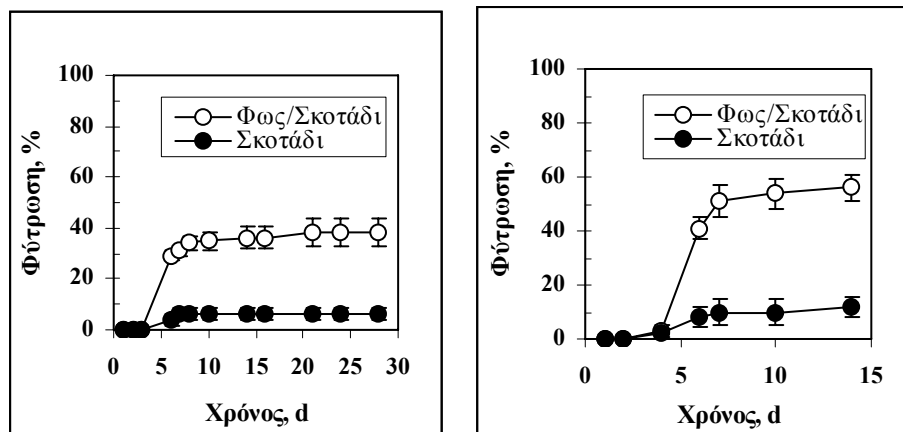


Εικόνα 1. Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης των σπερμάτων του σπάνιου φυτού *Alyssum densistellatum*. Με κλειστό κύκλο παριστάνεται η φύτευση (%) και με κλειστό τετράγωνο το T₅₀ (d).



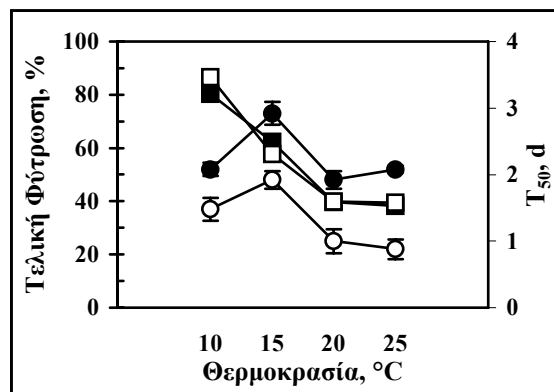
Εικόνα 2. Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης των σπερμάτων του *Cerastium candidissimum* (αριστερά) και του *Cerastium runemarkii* (δεξιά). Οι λευκές ράβδοι απεικονίζουν την προώθηση της φύτευσης από το φως της ημέρας και τα ανοιχτά τετράγωνα το T₅₀.

Προκειμένου να διευκρινιστεί εάν αυτή η προώθηση της φύτευσης οφείλεται στην εναλλαγή της θερμοκρασίας ή την παρουσία του φωτός, πραγματοποιήθηκαν δύο πειράματα με εναλλαγή φωτεινής και σκοτεινής περιόδου. Στο πρώτο η θερμοκρασία παρέμεινε σταθερή στους 15°C, ενώ στο δεύτερο η θερμοκρασία ήταν 20°C κατά τη φωτεινή περίοδο και 11°C κατά τη σκοτεινή περίοδο.



Εικόνα 3. Η χρονική πορεία της φύτευσης των σπερμάτων του σπάνιου φυτού *Cerastium runemarkii* σε συνθήκες εναλλαγής φωτεινής και σκοτεινής περιόδου σε σταθερή θερμοκρασία 15 °C (αριστερά) και εναλλαγή θερμοκρασίας 20/11 °C (δεξιά).

Στο ζεύγος *A. euboicum* - *A. chalcidicum* η φύτευση των σπερμάτων του σπάνιου είδους πλησιάζει το 100% στους 10, 15 και 20°C, το 50% στους 5°C και πέφτει κάτω από το 20% στους 25°C (Γεωργίου & Ιωαννίδου, 1996). Η φύτευση των δύο συλλογών του κοινού είδους διαφέρει στα τελικά ποσοστά της φύτευσης, αλλά ακολουθεί παρόμοιο πρότυπο. Μεταφορά των αφύτρωντων σπερμάτων σε φως ημέρας δεν προωθεί τη φύτευση.



Εικόνα 4. Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης των σπερμάτων του *Alyssum chalcidicum*. Με κλειστό κύκλο και τετράγωνο παριστάνονται η φύτευση (%) και το T₅₀ (d) της συλλογής από τη Δίρφυ, αντίστοιχα και με ανοιχτά σύμβολα της συλλογής από το Μαντούδι.

Σε αυτά τα πρώτα στάδια της έρευνας δεν είναι δυνατόν να προκύψουν συμπεράσματα για τις αιτίες της σπανιότητας των ειδών που αποτελεί τον τελικό στόχο. Ορισμένες διαφορές ήδη προκύπτουν από τα μέχρι τώρα αποτελέσματα. Στόχος είναι η συλλογή περισσότερων ζευγών και η διερεύνηση σε βάθος χαρακτήρων πέραν της φύτευσης.

Ευχαριστίες

Η Νικολέτα Μακρή είναι υπότροφος Μεταπτυχιακών σπουδών του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών.

Βιβλιογραφία

- Baskauf C.J., McCauley D.E. & Eickmeier W.G. 1994. Genetic analysis of a rare and a widespread species of *Echinaceae* (Asteraceae). *Evolution* 48: 180-188.
- Bevill R.L. & Louda S.M. 1999. Comparisons of related rare and common species in the study of plant rarity. *Conservation Biology* 13: 493-498.
- Γεωργίου Κ. & Ιωαννίδου Ε. 1996. Η φυσιολογία της φύτευσης των σπερμάτων των σπάνιων ενδημικών φυτών της Ελληνικής χλωρίδας *Alyssum lesbiacum* και *A. euboicum*. Πρακτικά 6^{ου} Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας.
- Gitzendanner M.A. & Soltis P.S. 2000. Patterns of genetic variation in rare and widespread plant congeners. *American Journal of Botany* 87: 783-792.
- Kruckeberg A.R. & Rabinowitz D. 1985. Biological aspects of endemism in higher plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 447-479.
- Walck J.L., Baskin J.M. & Baskin C.C. 2001. Why is *Solidago shortii* narrowly endemic and *S. altissima* geographically widespread? A comprehensive comparative study of biological traits. *Journal of biogeography* 28: 1221-1237.

**Βιολογία σπερμάτων ειδών της Ελληνικής χλωρίδας κατάλληλων
για αποκατάσταση διαταραγμένων επιφανειών
από μεταλλευτικές δραστηριότητες**

¹ Μάντακας Γ., ¹ Μπρόφας Γ., ² Γεωργίου Κ. & ² Θάνος Κ.Α.

¹ ΕΘΙΑΓΕ, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας- Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων, Τομέας Αρχιτεκτονικής Τοπίου και Αποκατάστασης Περιβάλλοντος, Τέρμα Αλκμάνος 117 28 Αθήνα.

² Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Στο πλαίσιο της εκπόνησης της Διδακτορικής Διατριβής του πρώτου εκ των συγγραφέων επιλέχθηκε αριθμός ειδών της αυτοφυούς χλωρίδας από την περιοχή Γκίονας-Παρνασσού για την αποκατάσταση της βλάστησης μετά από εξορυκτικές εκμεταλλεύσεις. Τα είδη αυτά είναι τα εξής: *Centranthus ruber*, *Epilobium dodonaei*, *Nepeta spruneri*, *Scrophularia canina*, *Melica ciliata*, *Vincetoxicum hirsutinaria* subsp. *nivale* και *Rhus coriaria*. Στα είδη αυτά διερευνήθηκε η φυτρωτική συμπεριφορά των σπερμάτων τους, μελετήθηκαν στοιχεία της αναπαραγωγικής τους βιολογίας και εξετάστηκε η ανάδυση αρτιβλάστων μετά από σπορά σε γλάστρες στην ύπαιθρο, με υλικό πλήρωσης αποθέσεις στειρών ασβεστολιθικών υλικών από τις εκμεταλλεύσεις βωξίτη. Η διερεύνηση της φυτρωτικής συμπεριφοράς στο εργαστήριο οδήγησε στην εξεύρεση των άριστων συνθηκών φύτρωσης και σε πρωτόκολλα φύτρωσης για κάθε είδος. Η μελέτη της ανάδυσης των αρτιβλάστων στις γλάστρες αποσκοπεί στην εξεύρεση του καλύτερου τρόπου αναπαραγωγής για κάθε είδος: απαίτηση προμεταχείρισης ή όχι, απευθείας σπορά ή παραγωγή φυτών στο φυτώριο και μεταφύτευσή τους στο πεδίο. Η πορεία ανάδυσης των αρτιβλάστων εξαρτάται από το είδος, από την εποχή σποράς και από την αχυροκάλυψη.

**Seed biology of Greek flora species appropriate for rehabilitation of
disturbed areas by mining activities**

¹ Mantakas G., ¹ Brofas G., ² Georgiou K. & ² Thanos C.A.

¹ NAGREF, National Agricultural Research Foundation
Institute of Forest Mediterranean Ecosystems and Forest Products Technology,
Department of Landscape Architecture and Land Reclamation, Terma Alkmanos,
117 28 Athens.

² Department of Botany, Faculty of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens.

Abstract

Within the framework of the Ph.D. thesis of the first author, a number of native to the Parnassos-Gkiona region species was selected for the rehabilitation of disturbed areas by mining activities. These species are: *Centranthus ruber*, *Epilobium dodonaei*, *Nepeta spruneri*, *Scrophularia canina*, *Melica ciliata*, *Vincetoxicum hirculinaria* subsp. *nivale* and *Rhus coriaria*. Seed germination, aspects of their reproductive biology and seedling emergence after sowing in pots under field conditions were studied. The filling material was calcareous spoils derived from bauxite mining. The seed germination study in the laboratory led to the best germination conditions and to the germination protocol for each species. The purpose of seed emergence study is to find the most suitable way for the propagation of each species: need of pretreatments or not, direct seeding or plant production in the nursery and transplantation in the field. Seedling emergence depends on the sowing season and the straw mulching.

Εισαγωγή

Οι διαταραγμένες από μεταλλευτική και γενικά εξορυκτική δραστηριότητα επιφάνειες βρίσκονται σε όλη την Ελλάδα και η παρουσία τους είναι ιδιαίτερα έντονη σε περιοχές πλούσιες σε ορυκτά και κοιτάσματα, όπως και κοντά στις πόλεις που υπάρχει ζήτηση αδρανών υλικών.

Οι συνθήκες που επικρατούν στις επιφάνειες αυτές είναι γενικά δυσμενείς ή και απαγορευτικές για την εγκατάσταση βλάστησης (Brofas 1979). Στις εκσκαφές, που αποτελούνται από συμπαγή και συνήθως σκληρά πετρώματα δεν είναι δυνατή η εγκατάσταση βλάστησης, χωρίς επικάλυψη με εδαφικό υλικό. Λόγω των δυσμενών αυτών συνθηκών που επικρατούν, οι χώροι των λατομείων και μεταλλείων παραμένουν συνήθως γυμνοί από βλάστηση.

Προσπάθειες που έχουν γίνει για την αποκατάσταση της ποώδους κυρίως βλάστησης, με τη χρησιμοποίηση ξενικών ειδών του εμπορίου, έχουν δώσει γενικά φτωχά αποτελέσματα. Με την παρέλευση μερικών ετών τα είδη αυτά συνήθως εξαφανίζονται.

Παρατηρήσεις όμως που έγιναν σε διαταραγμένες περιοχές έχουν δείξει ότι ορισμένα είδη της ιθαγενούς χλωρίδας εποικίζουν τις παλιές αποθέσεις και τα επιχώματα, παρουσιάζοντας σημαντική πυκνότητα και ικανοποιητική φυτοκάλυψη, ανάλογα με την ποιότητα του εδαφικού υποθέματος. Σε ορισμένες δημοσιεύσεις (Brofas 1979, Μπρόφας 1997) για τα προβλήματα που παρουσιάζονται στην αποκατάσταση ασβεστολιθικών αποθέσεων από εκμεταλλεύσεις βωξίτη στην περιοχή Γκιόνας-Παρνασσού καταγράφονται αρκετά είδη με σημαντικότερα τα: *Centranthus ruber*, *Epilobium dodonaei*, *Nepeta spruneri*, *Scrophularia canina*, *Melica ciliata*, *Vincetoxicum hirculinaria* subsp. *nivale* και *Rhus coriaria*, τα οποία έχουν εγκατασταθεί στις αποθέσεις αυτών των εκμεταλλεύσεων. Τα είδη αυτά μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση, δεδομένου ότι είναι γνωστά τα πλεονεκτήματά που παρουσιάζουν τα εντόπια είδη και έχει αναγνωρισθεί η αναγκαιότητα προτίμησής τους. Τα παραπάνω είδη επιλέχθηκαν γιατί έχουν πλούσιο υπέργειο τμήμα για

αποτελεσματικότερη εδαφοκάλυψη, καλό ριζικό σύστημα για αποτελεσματικότερη σταθεροποίηση των εδαφών, ικανότητα εγκατάστασης σε φτωχά εδάφη (περιορισμένης περιεκτικότητας θρεπτικών στοιχείων), είναι πολυετή και τα περισσότερα από αυτά παρουσιάζουν σχετικά γρήγορη ανάπτυξη.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της φυτρωτικής συμπεριφοράς στο εργαστήριο και η ανάδυση των αρτιβλάστων τους σε γλάστρες τοποθετημένες στην περιοχή μελέτης, με στείρα υλικά από τις αποθέσεις, με διαφορετικούς χειρισμούς και σε δύο εποχές σποράς.

Υλικά και μέθοδοι

Αρχικά διερευνήθηκαν στοιχεία της φαινολογίας και της αναπαραγωγικής βιολογίας των υπό μελέτη φυτών στους φυσικούς πληθυσμούς που έχουν εγκατασταθεί στις εκμεταλλεύσεις βωξίτη στις περιοχές Γκιόνας-Παρνασσού και η συλλογή των σπερμάτων έγινε στους ίδιους πληθυσμούς μετά από πολλές διαδοχικές επισκέψεις στο πεδίο.

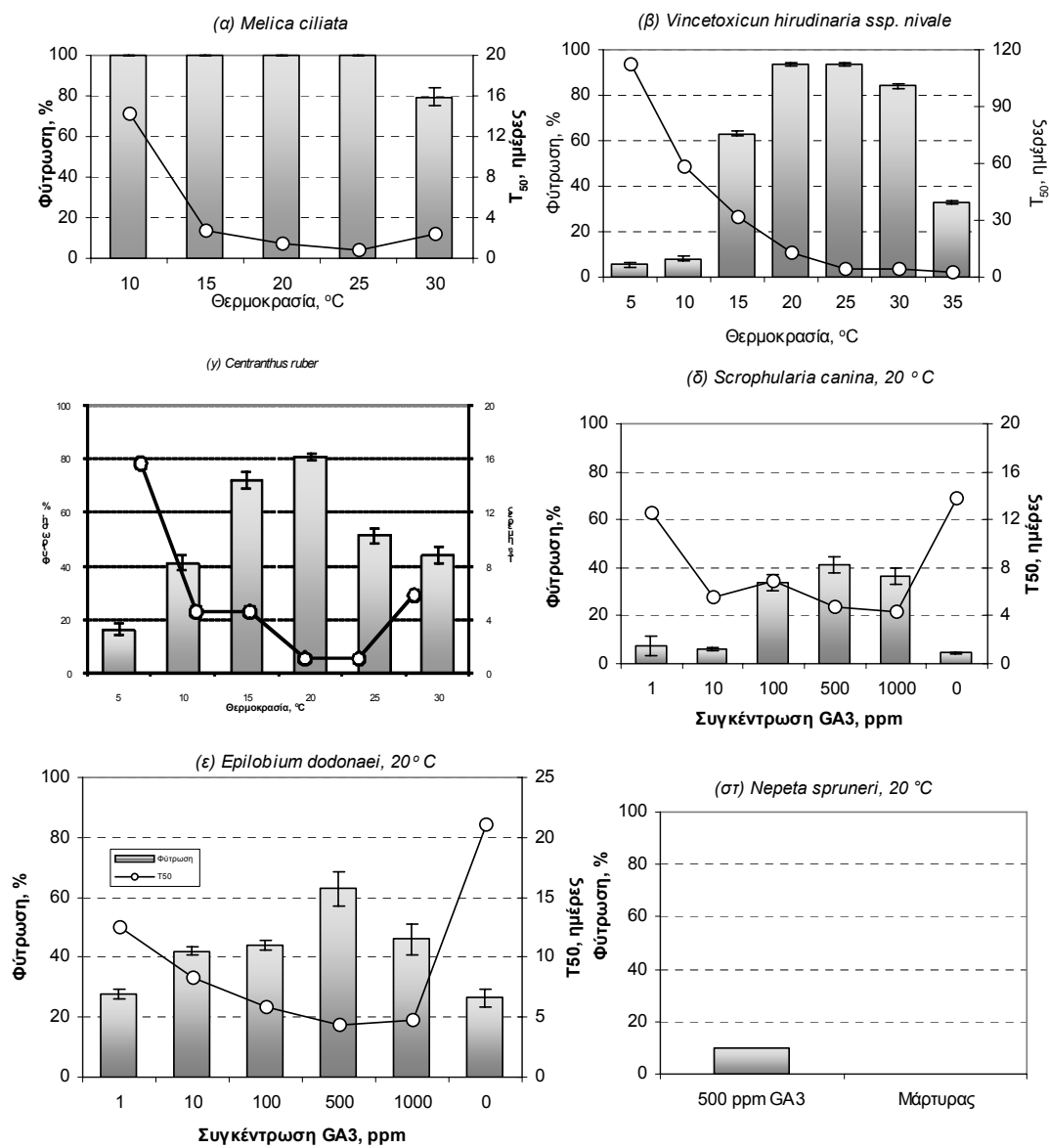
Η μελέτη της φύτευσης των σπερμάτων στο Εργαστήριο πραγματοποιήθηκε σε θαλάμους ελεγχόμενης θερμοκρασίας και φωτισμού (Model BK 5060 EL, W.C. Heraeus GmbH, W. Germany) με χρήση τρυβλίων Petri και 2 φύλλα διηθητικού χαρτιού με προσθήκη νερού ή του κατάλληλου διαλύματος.

Η ανάδυση αρτιβλάστων στο πεδίο διερευνήθηκε μετά από σπορά σε γλάστρες διαμέτρου 25 cm, στη Γραβιά (υψόμετρο 430 m) μέσα στην περιοχή των εξορυκτικών εκμεταλλεύσεων Γκιόνας-Παρνασσού, με υλικό πλήρωσης στείρα ασβεστολιθικά υλικά από εκμεταλλεύσεις βωξίτη. Τα υλικά αυτά σχηματίζονται από θρυμματισμένο ασβεστόλιθο στον οποίο αναμειγνύονται μικρές ποσότητες επιφανειακού εδάφους. Το λεπτό υλικό (διάμετρου <2mm) αποτελεί το 20-30% και χαρακτηρίζεται ως αμμοπηλώδες. Το pH κυμαίνεται από 7 έως 8.5. Το ποσοστό του ελεύθερου CaCO₃, ποικίλλει και μπορεί να φθάσει τιμές μέχρι και 90-95%. Η οργανική ουσία είναι σε πολύ μικρές ποσότητες (<0.5%), και τα στοιχεία N, P, και K σε πολύ χαμηλά επίπεδα (Brofas 1979, Μπρόφας 1992).

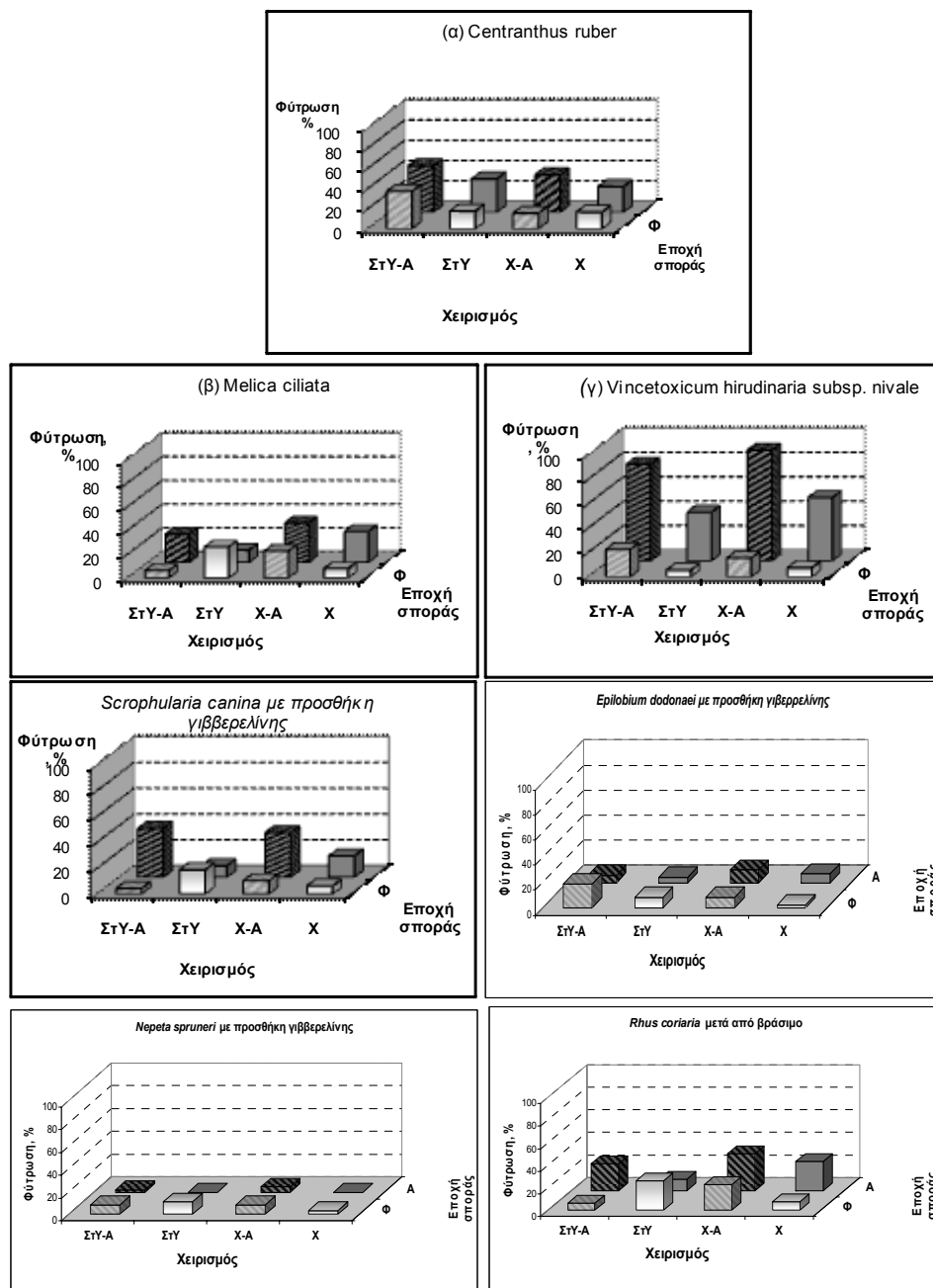
Η σπορά στις γλάστρες έγινε σε 2 εποχές (άνοιξη 2001 και φθινόπωρο 2002) με 4 χειρισμούς: i) σε στείρα υλικά, ii) σε στείρα υλικά με επικάλυψη με χώμα, iii) σε στείρα υλικά με αχυροκάλυψη και iv) σε στείρα υλικά με επικάλυψη με χώμα και αχυροκάλυψη. Σε κάθε γλάστρα σπάρθηκαν 100 σπέρματα από κάθε είδος.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης των σπερμάτων των ειδών που δεν είναι ληθαργικά δηλαδή της *Melica ciliata*, του *Vincetoxicum hirsutinaria* subsp. *nivale* και του *Centranthus ruber* παρουσιάζονται στην Εικ. 1 (α, β, γ) όπου φαίνονται και οι άριστες θερμοκρασίες φύτευσης για κάθε είδος. Τα σπέρματα των ειδών *Nepeta spruneri*, *Scrophularia canina*, *Epilobium dodonaei* και *Rhus coriaria* είναι ληθαργικά γιαυτό και έγιναν προσπάθειες άρσης του λήθαργου με προμεταχείριση των σπερμάτων με γιββερελικό οξύ για τα είδη *Nepeta spruneri*, *Scrophularia canina*, *Epilobium dodonaei* και για το είδος *Rhus coriaria* υγρή θέρμανση στους 100°C. Τα αποτελέσματα φαίνονται στην Εικ. 1 (δ, ε, στ). Η ανάδυση αρτιβλάστων μετά από σπορά σε γλάστρες με εδαφικό υπόθεμα από στείρα υλικά των εξορύξεων παρουσιάζεται στην Εικ. 2.



Εικόνα 1. Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτρωσης των σπερμάτων των μη ληθαργικών ειδών (α, β, γ) καθώς και τα αποτελέσματα των προμεταχειρίσεων για τα ληθαργικά είδη (δ, ε, στ). Η φύτρωση παρίσταται με ράβδους και το T₅₀ με ανοικτούς κύκλους.



Εικόνα 2. Ανάδυση αρτιβλάστων σε γλάστρες με στείρα υλικά και άχυρο (ΣτΥ-A), στείρα υλικά (ΣτΥ), με στείρα υλικά επικάλυψη χώματος και άχυρο (Χ-A) και με στείρα υλικά και επικάλυψη χώματος (Χ) για τα μη ληθαργικά είδη (α, β, γ) και μετά από προμεταχείριση για τα ληθαργικά (δ, ε, στ).

Η ανοιξιάτικη σπορά φαίνεται να ευνοεί την ανάδυση των αρτιβλάστων, συγκρινόμενη με την φθινοπωρινή, στις περισσότερες των περιπτώσεων, όχι όμως για όλα τα είδη και για όλους τους χειρισμούς. Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρουν και οι Brofas & Karetso (2002). Οι Pigott et al. (1994) αναφέρουν ότι η εποχή σποράς είναι από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την επιτυχία της σποράς. Οι Knight et al. (1998) αναφέρουν επίσης ότι σπορά 2-3 εβδομάδες μετά την περίοδο των βροχών στη Δυτική Αυστραλία έδωσε καλύτερα αποτελέσματα.

Η προσθήκη χώματος στα στείρα υλικά δε φαίνεται να βελτιώνει την ανάδυση αρτιβλάστων σε όλες τις περιπτώσεις σε σύγκριση με τα στείρα υλικά. Πιθανώς το αποτέλεσμα αυτό να συνδέεται με τις ιδιότητες του χώματος που χρησιμοποιήθηκε. Το χώμα αυτό δεν είναι επιφανειακό έδαφος, προέρχεται από βαθύτερα στρώματα και είναι φτωχό σε θρεπτικά συστατικά. Επίσης η δημιουργία κρούστας που παρατηρήθηκε φαίνεται να είναι ένας ακόμα ανασταλτικός παράγοντας στην επιτυχία της σποράς.

Αντιθέτως η αχυροκάλυψη τόσο στα στείρα υλικά, όσο και στα στείρα υλικά που είχαν επικαλυφθεί με χώμα αυξάνει σημαντικά την ανάδυση των αρτιβλάστων σε όλα σχεδόν τα είδη. Η ευνοϊκή αυτή επίδραση της επικάλυψης φαίνεται να συνδέεται με το ότι εμποδίζει την εμφάνιση ακραίων θερμοκρασιών, ειδικά των υψηλών θερμοκρασιών που παρουσιάζονται στην επιφάνεια του εδάφους, και βελτιώνει τις συνθήκες εδαφικής υγρασίας (Unger 1978). Σύμφωνα με τους Barkley et al. (1965) οι παράγοντες αυτοί μπορούν να επιτρέψουν μεγαλύτερη φυτρωτικότητα και να τη μεγιστοποιήσουν. Τα πλεονεκτήματα αυτά και κυρίως η βελτίωση των συνθηκών υγρασίας είναι σημαντικά για την επιβίωση και την εγκατάσταση της βλάστησης στις συνθήκες που δημιουργούνται στα αδρανή υλικά από τις εξορύξεις λατομείων, όπου η εδαφική υγρασία είναι ο περιοριστικός παράγοντας (Packer 1974).

Ευχαριστίες

Η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής υποστηρίχθηκε οικονομικά από τις Εταιρίες: «S & B Βιομηχανικά Ορυκτά ΟΕ» και «Δελφοί-Δίστομο, ΑΜΕ»

Βιβλιογραφία

- Barkley D.G., Blaster R.E. & Schmidt R.E. 1965. Effects of mulches on microclimate and turf establishment. *Agronomy Journal* 57: 189-192.
- Brofas G. 1979. Paysages et exploitations minières. Recherche appliquee dans la region de Delphes (Grece Centrale). These de Docteur – ingénieur Université de Paris VII.
- Brofas G. & Karetso G. 2002. Revegetation of mining spoils by seeding of woody species on Ghiona mountain, Central Greece. *Land Degradation & Development* 13: 461-467.
- Knight A.J.P., Beale P.E. & Dalton G.S. 1998. Direct seeding of native trees and shrubs in low rainfall areas and on non-wetting sands in South Australia. *Agroforestry Systems* 39: 225-239.
- Μπρόφας Γ. 1992. Συμπεριφορά Ψευδακακίας και Σπάρτου σε φυτεύσεις αβεστολιθικών στείρων υλικών μεταλλείων βωξίτη. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 3: 42-52.
- Μπρόφας Γ. 1997. Η αποτελεσματικότητα της υδροσποράς και της επικάλυψης στην αποκατάσταση διαταραγμένων από μεταλλευτική εκμετάλλευση επιφανειών. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα 8: 27-43.

- Packer P.E. 1974. Rehabilitation potential and limitations on surface-mined lands in the Northern Great Plains. General Technical Report INT-14 Intermountain Forest Range Experimental Station, USDA, Forest Service: Ogden, UT.
- Pigott J.P., Brown P.H. & Williams M.R. 1994. Direct seeding trees on farmland in the Western Australia wheat-belt. CALM Science 1: 131-158.
- Unger P.W. 1978. Straw mulch effect on soil temperatures and sorghum germination and growth. Agronomy Journal 70: 858-864.

Δυνητικά τοξικά μικροφύκη στον Μαλιακό κόλπο

Μαντούδης Α. & Νικολαΐδης Γ.

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Τ.Θ. 109, 541 24 Θεσσαλονίκη, Ελλάς.

Εισαγωγή

Ανάμεσα στις χιλιάδες είδη (περίπου 5.000) μονοκύτταρων φυκών, μερικές δεκάδες (περίπου 80) έχουν την ικανότητα να παράγουν ισχυρές τοξίνες (βιοτοξίνες/φυκοτοξίνες), ουσίες οι οποίες μέσω της τροφικής αλυσίδας μπορεί να καταλήξουν στον άνθρωπο προκαλώντας κατά περίπτωση σοβαρά προβλήματα υγείας, ακόμη και το θάνατο [1]. Αναλόγως των κλινικών συμπτωμάτων και το φορέα μετάδοσης οι ανθρώπινες δηλητηριάσεις ομαδοποιούνται στις εξής κατηγορίες: Amnesic Shellfish Poisoning [ASP], Diarrhetic Shellfish Poisoning [DSP], Neurotoxin Shellfish Poisoning [NSP], Paralytic Shellfish Poisoning [PSP], Azaspiracid Poisoning [AZP], Ciguatera Fish Poisoning [CFP] και άλλοι τύποι τροφικής δηλητηρίασης [2].

Η Ελλάδα όπως και πολλές άλλες χώρες της Ε.Ε αναγνωρίζει το πρόβλημα αυτό, το οποίο επισήμως για πρώτη φορά διαπιστώθηκε στις αρχές του 2000, όταν μαζική ανάπτυξη του δινοφύκου *Dinophysis* cf. *acuminata* [3] στα νερά του Θερμαϊκού κόλπου συνοδεύτηκε από εκατοντάδες τροφικές δηλητηριάσεις τύπου DSP προκαλώντας ταυτόχρονα σημαντικές οικονομικές απώλειες στον κλάδο των υδατοκαλλιεργειών και από τότε για την αντιμετώπισή τους εφαρμόζεται εντατικό πρόγραμμα παρακολούθησης.

Το πρόγραμμα παρακολούθησης συνίσταται, αφενός στον έλεγχο των αλιευόμενων οστρακοειδών για την ανίχνευση βιοτοξινών αφετέρου δε στον έλεγχο των νερών εκτροφής και αλιείας οστρακοειδών για την ανίχνευση και ποσοτικό προσδιορισμό των υπεύθυνων, για την παραγωγή βιοτοξινών, θαλάσσιων μικροφυκών.

Η παρούσα εργασία έγινε στα πλαίσια του προγράμματος παρακολούθησης θαλάσσιων βιοτοξινών στα νερά εκτροφής και αλιείας οστρακοειδών του Μαλιακού κόλπου, που υλοποιείται από την Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Φθιώτιδας. Σκοπός της είναι η ανίχνευση δυνητικά τοξικών μικροφυκών στον Μαλιακό κόλπο.

Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή μελέτης.

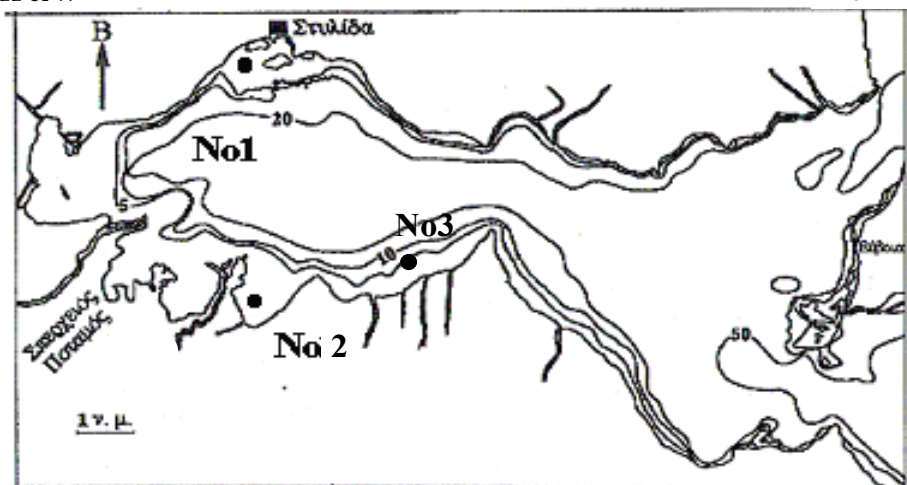
Ο Μαλιακός κόλπος είναι ένας ημίκλειστος κόλπος, έκτασης περίπου 110 km², που βρίσκεται στις ανατολικές ακτές της Στερεάς Ελλάδος. Είναι μια αβαθής περιοχή με μέγιστο βάθος 27m. Στο ΝΔ. τμήμα του κόλπου όπου εκβάλλει ο Σπερχειός ποταμός βρίσκεται σε εξέλιξη ένας δυναμικός κλάδος των υδατοκαλλιεργειών που αφορά την εκτατική καλλιέργεια του *Mytilus galloprovincialis*.

Συλλογές υλικού-Εργαστηριακές εξετάσεις.

Για την αναγνώριση και ποσοτικό προσδιορισμό των δυνητικά τοξικών μικροφυκών από σταθερούς σταθμούς [Άγιος Ιωάννης Στυλίδας (No1), Αγία Τριάδα (No2) και Μώλος (No3)] χρησιμοποιήθηκαν “ολοκληρωμένα” δείγματα νερού με προσθήκη 1,5% κατά όγκο διαλύματος Lugol. Ο προσδιορισμός της αφθονίας των μικροφυκών έγινε σε ανάστροφο μικροσκόπιο με την μέθοδο Utermöhl [4]. Για την αναγνώριση και την ταυτοποίηση των μικροφυκών χρησιμοποιήθηκαν κλασσικά ταξινομικά συγγράμματα [5, 6]. Η μέτρηση των διαστάσεων των μικροφυκών έγινε με τη χρήση μικροκλίμακας, ενώ οι φωτογραφίες ελήφθησαν από ανάστροφο μικροσκόπιο τύπου Zeiss IM35.

38°55' B
22°31' A

38°46' B
22°51' A



Εικόνα 1. Χάρτης Μαλιακού Κόλπου, με το δίκτυο των σταθμών δειγματοληψιών.

Αποτελέσματα

Στην διάρκεια ενός ετήσιου κύκλου παρατηρήσεων (Οκτώβρης 2002-03), εξετάστηκαν πενήντα (50) δείγματα και αναγνωρίστηκαν 8 taxa δυνητικά τοξικών μικροφυκών. Η αναγνώριση τους έγινε με βάση των κατάλογο της UNESCO για τα δυνητικά τοξικά μικροφύκη [1]. Από αυτά πέντε (5) ανήκαν στο γένος *Dinophysis* (*D. cf. acuminata*, *D. caudata*, *D. fortii*, *D. rotundata*, *D. sacculus*), ένα (1) στο γένος *Prorocentrum* (*P. lima*), ένα (1) στο γένος *Alexandrium* (*A. cf. minutum*) και ένα (1) στο γένος *Pseudo-nitzschia*.

- ***Dinophysis sacculus* Stein, 1883**

Κύτταρα με τυπικό σχήμα ‘σάκου’. Το ραχιαίο τμήμα της υποθήκης είναι ελαφρώς κυρτό ως κοίλο. Φέρει χλωροπλάστες, ενώ το κυτταρικό μέγεθος κυμαίνεται: 40-60μm (μήκος) και 20-40μm (πλάτος). Συχνή παρουσία και σε υψηλές τιμές αφθονίας στα νερά του Μαλιακού.



- ***Dinophysis caudata*** Saville- Kent, 1881

Κύτταρα μεγάλα, με μια μεγάλη κοιλιακή προεξοχή, στιγνοπίστια άκρη του κυττάρου. Φέρει χλωροπλάστες, ενώ το κυτταρικό μέγεθος κυμαίνεται: 70-100 μm (μήκος) και 35-50 μm (πλάτος). Συχνά παρατηρούνται ζεύγη κυττάρων, ενωμένα στην ραχιαία τους πλευρά, στο πλατύτερο σημείο της υποθήκης. Συχνή παρουσία αλλά σε χαμηλές τιμές αφθονίας στα νερά του Μαλιακού.



- ***Dinophysis fortii*** Pavillard, 1923

Κύτταρα μεγάλα και υποοειδή, ενώ το ραχιαίο τμήμα της υποθήκης σχηματίζει μια έντονη κύρτωση. Φέρει χλωροπλάστες και το κυτταρικό μέγεθος κυμαίνεται: 70-78 μm (μήκος) και 45-56 μm (πλάτος). Απαντάται σποραδικά και σε χαμηλές τιμές αφθονίας.



- ***Dinophysis rotundata*** Claparede et Lachmann, 1859

Κύτταρα σφαιρικού ως ωοειδούς σχήματος. Χωρίς χλωροπλάστες, ετερότροφο. Κυτταρικό μέγεθος: 40-50 μm (μήκος) και 38-42 μm (πλάτος). Παρουσία σποραδική και σε χαμηλές τιμές αφθονίας.



- ***Dinophysis cf. acuminata***

Κύτταρα σφαιρικά ελλειψοειδούς ως ωοειδούς σχήματος, πλευρικά πεπιεσμένα. Φέρει χλωροπλάστες, καφέ-ερυθρούς ως πορτοκαλί αποχρώσεως. Κυτταρικό μέγεθος: 44-50 μm (μήκος) και 30-40 μm (πλάτος) (πλατύτερο κοντά στο μέσο του κυττάρου). Βρέθηκε σε μικρό αριθμό δειγμάτων και σε χαμηλές τιμές αφθονίας στα νερά του Μαλιακού.



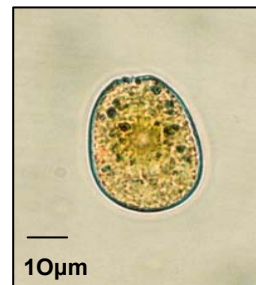
- ***Alexandrium* sp.**

Κύτταρα έντονα στρογγυλεμένα, και φέρουν χλωροπλάστες. Από πλευρική θέση η εγκάρσια αύλακα είναι χαρακτηριστικά κεκλιμένη. Κυτταρικό μέγεθος: 18-30 μm (μήκος) με 15-22 μm (πλάτος). Εντοπίστηκε σε υψηλές τιμές αφθονίας κυρίως κατά την εαρινή περίοδο.



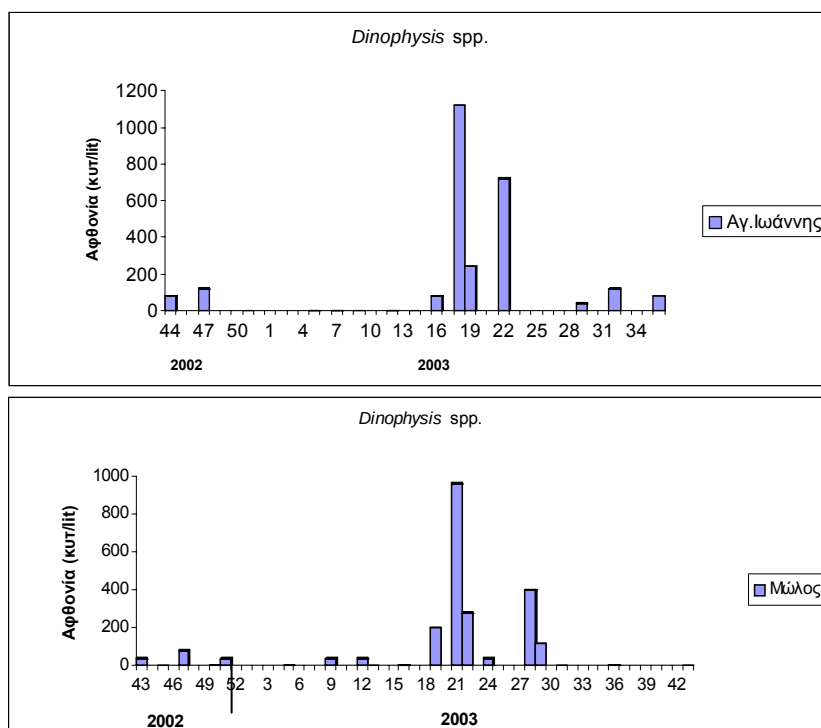
- ***Prorocentrum lima*** (Ehrenberg) Dodge, 1975

Κύτταρα επιμήκη, πλατύτερα στη μέση και στενά κατά μήκος του πρόσθιου άκρου. Φέρει χλωροπλάστες, ενώ το κυτταρικό μέγεθος κυμαίνεται: 40-48 μm (μήκος) και 21-26 μm (πλάτος). Ανιχνεύθηκε σε μικρό αριθμό δειγμάτων και σε χαμηλές τιμές αφθονίας.

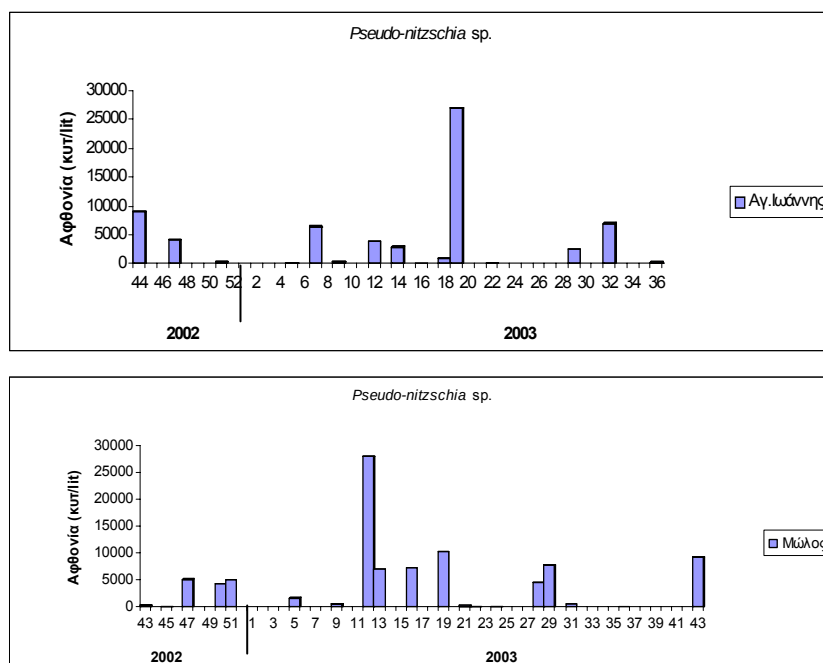


- ***Pseudo-nitzschia* sp.**

Κύτταρα έντονα επιμηκυσμένα, λογχοειδούς σχήματος. Τα άκρα τους είναι στρογγυλεμένα ή οξύληκτα από την όψη της θυρίδας. Κινούνται σχηματίζοντας αλυσίδες, επικαλύπτοντας τις άκρες των θυρίδων τους. Φέρουν χλωροπλάστες. Συχνή παρουσία και σε υψηλές τιμές αφθονίας στα νερά του Μαλιακού.



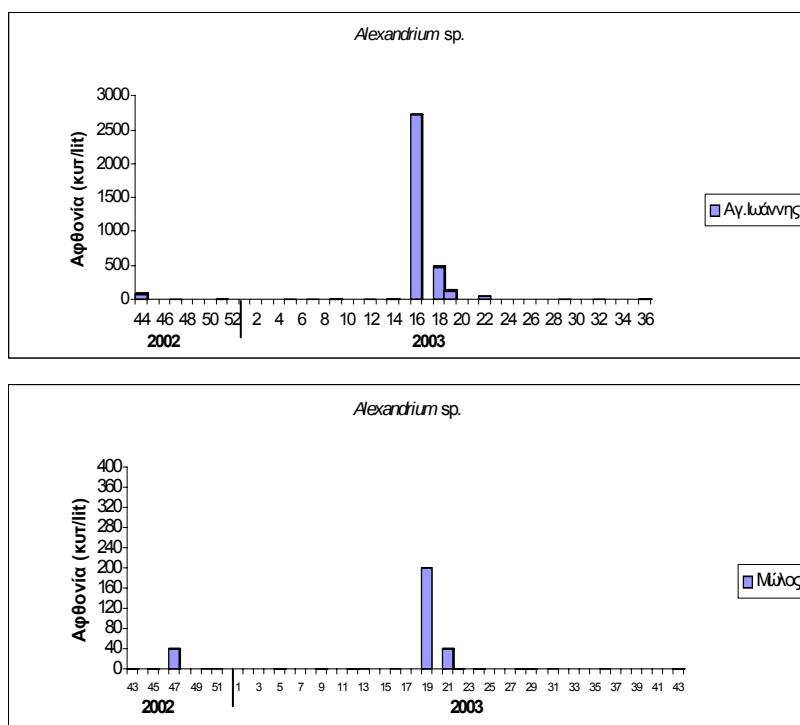
Εικόνα 2. Χρονικές μεταβολές της αφθονίας (κυτ./L) των ειδών του γένους *Dinophysis*.



Εικόνα 3. Χρονικές μεταβολές της αφθονίας (κυτ./L) του γένους *Pseudo-nitzschia*

Συμπεράσματα

- ✓ Τα δυνητικά τοξικά μικροφύκη είχαν μια συνεχή παρουσία στα νερά του Μαλιακού κόλπου καθ'όλη τη διάρκεια του έτους.
- ✓ Τα είδη του γένους *Dinophysis* κατέγραψαν τις μέγιστες τιμές αφθονίας τους μήνες Απρίλιο-Μάιο.
- ✓ Το είδος *D. sacculus* αντιπροσωπεύει πάνω από το 65% της αφθονίας των ειδών του γένους *Dinophysis* στον κόλπο (μέγιστη τιμή 920 κυτ./L, το Μάιο, στο σταθμό No2).
- ✓ Το είδος *Dinophysis caudata* ακολουθεί με ποσοστό >23% του συνόλου των ειδών του γένους (μέγιστη τιμή 240 κυτ./L, τον Απρίλιο, στο σταθμό No1).
- ✓ Οι πληθυσμοί του γένους *Pseudo-nitzschia* εμφάνισαν τις μέγιστες τιμές αφθονίας το μήνα Μάρτιο και το μήνα Μάιο (28.000 κυτ./L και 26.920 κυτ./L αντιστοίχως).
- ✓ Η μέγιστη τιμή αφθονίας των κυττάρων του γένους *Alexandrium* παρατηρήθηκε το μήνα Απρίλιο, στο σταθμό No1 (2.720 κυτ./L).
- ✓ Το γεγονός ότι το δινοφύκος *Prorocentrum lima* αναγνωρίστηκε σποραδικά και σε πολύ χαμηλές αφθονίες (80 κυτ./L) στα δείγματα, μπορεί να εξηγηθεί αφού ο οργανισμός αυτός είναι βενθικός και μόνο περιστασιακά απαντάται στη στήλη του νερού.



Εικόνα 4. Χρονικές μεταβολές της αφθονίας (κυτ./L) του γένους *Alexandrium*.

Βιβλιογραφία

- Hallegraeff G. et al. 2003. Manual on harmful marine microalgae. IOC, UNESCO, pp. 793.
- Daranas et al. 2001. Toxicon 39: 1101-1132.
- Koukaras K. & Nikolaidis G. 2004. J. Plank. Res. 26(4): 445-457.
- Utermöhl H. 1958. Mitt. Inter. Verein. Theor. Angew. Limnol. 9: 1-38.
- Schiller L. 1933. Akademische Verlagsgesellschaft M.B.H. Leipzig, pp. 617.
- Thomas C. 1996. Academic Press, Inc. California, pp. 598.

Εποχική διακύμανση της χημικής σύστασης του αιθέριου ελαίου φύλλων του *Thymus teucrioides* subsp. *candilicus* και συσχετισμός με μορφοανατομικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά

¹Μαρκαντωνάτου Α., ²Δαφερέρα Δ., ³Λιάκουρα Β., ²Ταραντίλης Π., ²Πολυσίου Μ.,
³Καραμπουρνιώτης Γ. & ¹Φασσέας Κ.

¹Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας,
²Εργαστήριο Γενικής Χημείας, Γενικό Τμήμα,
³Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών, Τμήμα Γεωπονικής
Βιοτεχνολογίας, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Ιερά Οδός 75,
118 55 Αθήνα.

Περίληψη

Εποχικά μορφοανατομικά και φυσιολογικά δεδομένα από ώριμα φύλλα του ενδημικού υποείδους *Thymus teucrioides* subsp. *candilicus* συσχετίστηκαν με τη χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου, από νωπά και αποξηραμένα ώριμα φύλλα. Η ποικιλομορφία και η πυκνότητα των εκκριτικών τριχωμάτων επηρεάζεται από την εποχή και επηρεάζει την αναλογία των συστατικών του αιθέριου ελαίου. Στο αιθέριο έλαιο των φύλλων, που παραλήφθηκε με μικροαπόσταξη-εκχύλιση και αναλύθηκε με GC-MS και GC-FID, επικρατεί το π-κυμένιο με υψηλά ποσοστά (69,3-85,2 %) και ακολούθως το γ-τερπινένιο (2,3-9,7 %), η θυμόλη (0,8-7,3%) και η καρβακρόλη (0,1-1,5%). Η φυσική ξήρανση δεν επηρεάζει τη δομή των εκκριτικών τριχωμάτων ούτε και τη σύσταση του αιθέριου ελαίου. Η παρουσία ανθοκυανινών στα ώριμα φύλλα παρουσιάζει ισχυρή γραμμική συσχέτιση με την πυκνότητα των ασπιδοειδών τριχωμάτων, παράγοντες που σχετίζονται με την προστασία των φύλλων έναντι βιοτικών και αβιοτικών καταπονήσεων σε εποχική βάση.

Seasonal variation of essential oil composition of *Thymus teucrioides* subsp. *candilicus* leaves and correlation to morpho-anatomical and physiological data

¹Markantonatou A., ²Daferera D., ³Liakoura V., ²Tarantilis P., ²Polissiou M.,
³Karabourniotis G. & ¹Fasseas C.

¹Laboratory of Electron Microscopy, Dept. of Agricultural Biotechnology,
²Laboratory of Chemistry, Dept. of Science,
³Laboratory of Plant Physiology, Dept. of Agricultural Biotechnology,
Agricultural University of Athens, Iera Odos 75, 118 55 Athens, Greece.

Abstract

Seasonal morpho-anatomical and physiological data of mature leaves of the endemic subspecies *Thymus teucrioides* subsp. *candilicus* were correlated to the chemical composition of the essential oil, from fresh and dry mature leaves. The density and variation of glandular trichome types, as well as, the chemical composition of the essential oil vary on a seasonal basis. The essential oil, obtained by microsteam distillation extraction and analyzed by GC-MS and GC-FID, was found to be rich in p-cymene (69,3- 85,2 %), γ -terpinene (2,3-9,7 %), thymol (0,8-7,3%) and carvacrol (0,1-1,5%). The natural drying does not influence either the glandular trichome types or the composition of the essential oil. The presence of anthocyanins in the mature leaves presents strong linear cross-correlation with the peltate glands density. The co-existence of these two components plays a significant role in the leaf protection against biotic and abiotic stresses, throughout the year.

Εισαγωγή

Το αυτοφυές ενδημικό υποείδος *Thymus teucrioides* Boiss & Spruner (Beauv.) Hartvig subsp. *candilicus*, ανήκει στο πολυμελές και πολυμορφικό γένος *Thymus*, οικ. Lamiaceae και ειδικότερα στο ενδημικό στη Βαλκανική χερσόνησο section *Teucrioides* (Hartvig 1987). Πρότερες μικρομορφολογικές μας μελέτες (2002-2003) στα εκκριτικά τριχώματα του γένους *Thymus* έδειξαν ιδιαίτερα αυξημένη ποικιλομορφία και πυκνότητα εκκριτικών τριχωμάτων στο section *Teucrioides* καθώς και σταθερότητα των τύπων των τριχωμάτων μεταξύ των taxa του ίδιου section. Για την περαιτέρω διεξοδική διερεύνηση των εκκριτικών κυρίως τύπων τριχωμάτων επιλέχθηκε ως αντιπροσωπευτικό taxon το προαναφερόμενο υποείδος.

Η λειτουργία των εκκριτικών τριχωμάτων αφορά κυρίως στην παραγωγή και απέκκριση των δευτερογενών μεταβολιτών οι οποίοι συμβάλλουν στην αντιμετώπιση βιοτικών ή/και αβιοτικών παραγόντων καταπόνησης καθώς και στην επικοινωνία (Wagner et al. 2004).

Στόχος της παρούσας έρευνας είναι ο εποχικός συσχετισμός των μορφοανατομικών και φυσιολογικών δεδομένων με τη χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου, από νωπά και αποξηραμένα ώριμα φύλλα.

Υλικά και μέθοδοι

Νωπό φυτικό υλικό (βλαστοί, φύλλα) συλλέχθηκε (σε μηνιαία βάση την περίοδο 2004 -2005) από αυτοφυή πληθυσμό του υποείδους στα σερπεντινικά εδάφη του όρους Παύλος, Ν. Φθιώτιδος. Στερεοσκόπιο, οπτικό μικροσκόπιο και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (ΗΜΣ) χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη της μορφολογίας και ανατομίας ώριμων φύλλων (μεταξύ 2^{ου} και 4^{ου} μεσογονάτιου διαστήματος από την άκρη του βλαστού) και ειδικότερα των αδενωδών τριχωμάτων. Για παρατήρηση στο ΗΜΣ, τύπου Jeol 6360 έγινε μονιμοποίηση των παρασκευασμάτων με γλουταρική αλδεΐδη, αφυδάτωση με ακετόνη, ξήρανση στο κρίσιμο σημείο με ξηραντήρα Polaron E-3000 και επικάλυψη με χρυσό. Για παραλαβή του αιθέριου ελαίου νωπών ώριμων φύλλων με και άνευ ανθοκυανινών, καθώς και αποξηραμένων φύλλων σε φυσικές συνθήκες, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος μικροαπόσταξης-εκχύλισης σε οργανικό διαλύτη (MSDE). Η ανάλυση του δείγματος πραγματοποιήθηκε σε αεριοχρωματογράφο HP 5890 II, με

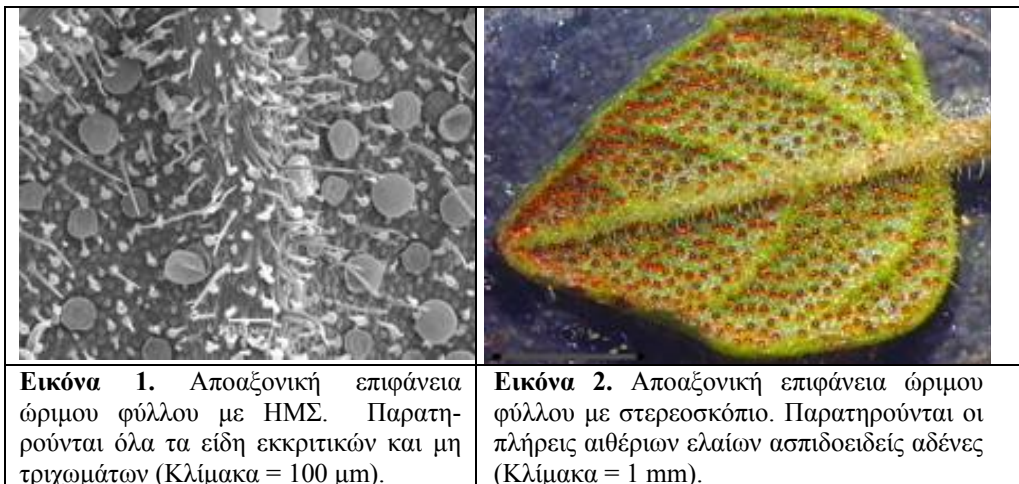
τριχοειδή στήλη HP-5MS (30 m x 0.25 mm i.d., 0.25 μ m) και ανιχνευτή μαζών HP 5972. Η ταυτοποίηση των συστατικών επιτεύχθηκε συγκρίνοντας το χρόνο κατακράτησης και το φάσμα μαζών τους με αντίστοιχα της βιβλιοθήκης φασμάτων NBS75K και Wiley275 και της βιβλιογραφίας (Adams 2001). Για τον υπολογισμό της εκατοστιαίας περιεκτικότητας των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε αεριοχρωματογράφος HP 5890 II με ανιχνευτή ιονισμού φλογός (FID). Η εκχύλιση των φύλλων με ανθοκυανίνες έγινε με οξινισμένη μεθανόλη (1 % v/v HCl) και λήφθηκε φάσμα 800-400 nm (φασματοφωτόμετρο διπλής δέσμης, τύπου Shimadzu UV-160A). Η συγκέντρωση των ανθοκυανινών εκφράστηκε ως ισοδύναμα κυανιδίνης μέσω της απορρόφησης στα 530nm (A_{530}) και μετά τη διόρθωση της απορρόφησης των χλωροφυλλών (A_{657}), σε 1 ml όγκο εκχυλίσματος το οποίο αντιστοιχεί σε 1cm² επιφάνειας φύλλου και οπτικό μήκος διέλευσης 1cm (Murray & Hackett 1991).

Αποτελέσματα

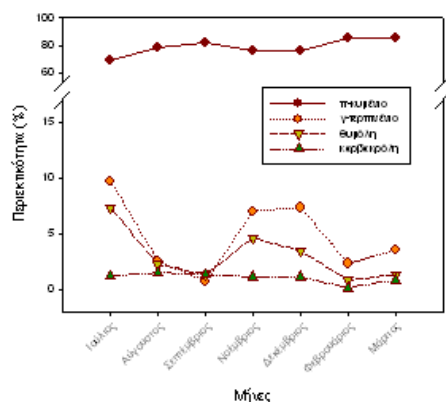
Στα ώριμα φύλλα παρατηρήθηκε αυξημένη πυκνότητα και ποικιλομορφία εκκριτικών και μη τριχωμάτων, κυρίως στην αποαξονική τους επιφάνεια. Η πυκνότητα είναι ιδιαίτερα αυξημένη στη βάση και στη μεσαία ζώνη, ενώ μειώνεται προς την κορυφή. Παρατηρήθηκαν εννέα (9) τύποι εκκριτικών τριχωμάτων, ο ασπιδοειδής (peltate), οι κεφαλοειδείς (capitate), οι κωνοειδείς (conoidal) και ο ραβδοειδής (clubbed), κατηγοριοποίηση βασιζόμενη σε πρότερες μικρομορφολογικές μας έρευνες στο γένος *Thymus* (Εικ. 1). Τα ασπιδοειδή τριχώματα παρατηρούνται σε υψηλή αναλογία (μέγιστο 110 αδένες ανά mm² αποαξονικής φυλλικής επιφάνειας), κυρίως στις μεταξύ των νευρώσεων περιοχές (Εικ. 2). Τα κεφαλοειδή τριχώματα παρουσιάζουν αυξημένη ποικιλομορφία και πυκνότητα κυρίως επί των νευρώσεων της αποαξονικής φυλλικής επιφάνειας. Τα έμμισχα κωνικά καθώς και τα ραβδοειδή (άμισχα και έμμισχα) τριχώματα έχουν μικρή διασπορά και στις δύο πλευρές του φύλλου.

Τα μη εκκριτικά τριχώματα είναι μονοκύτταρα ή πολυκύτταρα. Ειδικότερα στη βάση, στα κράσπεδα και επί των νευρώσεων της αποαξονικής επιφάνειας του φύλλου, επικρατούν τα πολυκύτταρα ενώ στην προσαξονική επιφάνεια επικρατούν τα μικρά και μεσαίου μεγέθους μονοκύτταρα ή δικύτταρα.

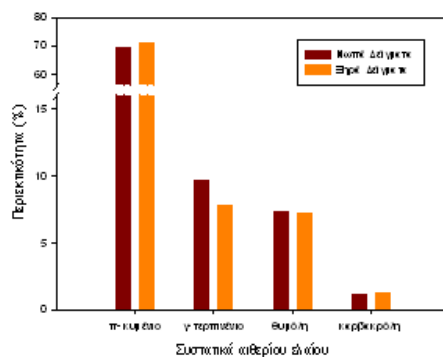
Η πυκνότητα και η ποικιλομορφία των αδενωδών τριχωμάτων αρχίζει να αυξάνεται σταδιακά μετά το Μάρτιο και παραμένει σε υψηλά επίπεδα μέχρι και περί τα τέλη Σεπτεμβρίου, με το μέγιστο να παρατηρείται κατά τους μήνες Μάιο-Ιούλιο. Οι μικρότερες τιμές παρατηρήθηκαν τους μήνες Δεκέμβριο έως και Φεβρουάριο. Την περίοδο αυτή ορισμένοι τύποι των κεφαλοειδών τριχωμάτων καθώς και τα κωνοειδή ελλείπουν. Η πυκνότητα των ασπιδοειδών αδένων παρότι ακολουθεί παρόμοια πορεία, διατηρείται σε υψηλά επίπεδα όλο το χρόνο. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο ανέρχεται κατά μέσο όρο σε 90 $\pm$ 20 αδένες ανά mm² αποαξονικής φυλλικής επιφάνειας, ενώ τη χειμερινή σε 20 $\pm$ 7 (οι τιμές αφορούν σε M.O. $\pm$ SD 15 φύλλων). Μικρή απόκλιση παρουσιάζεται το Δεκέμβριο, όπου η πυκνότητά τους αυξάνεται κατά 20 % του M. O. της χειμερινής περιόδου.



Στο αιθέριο έλαιο των νωπών φύλλων επικρατεί το π-κυμένιο με υψηλά ποσοστά και ακολούθως το γ-τερπινένιο, η θυμόλη και η καρβακρόλη. Στον πίνακα 1 δίνεται η χημική σύσταση του αιθέριου ελαίου νωπών ώριμων φύλλων, η οποία αντιπροσωπεύει τους καλοκαιρινούς μήνες όπου παρατηρήθηκε αυξημένη πυκνότητα και ποικιλομορφία αδενωδών τριχωμάτων.



Εικόνα 3. Εποχική διακύμανση της περιεκτικότητας των κυριότερων συστατικών του αιθέριου ελαίου από νωπά ώριμα φύλλα.



Εικόνα 4. Περιεκτικότητα κύριων ουσιών του αιθέριου ελαίου από νωπά και αποξηραμένα ώριμα φύλλα (δειγματοληψία 02/07/2004).

Η εκατοστιαία περιεκτικότητα των ουσιών στο αιθέριο έλαιο φαίνεται να επηρεάζεται από την εποχή. Ειδικότερα, οι διακυμάνσεις της εκατοστιαίας περιεκτικότητας αφορούν στα π-κυμένιο (69,3-85,2 %), γ-τερπινένιο (2,3-9,7 %), θυμόλη (0,8-7,3 %) και καρβακρόλη (0,1-1,5 %). Το γ-τερπινένιο και η θυμόλη

παρουσιάζουν μία δεύτερη αύξηση κατά τους χειμερινούς μήνες, η οποία είναι ταυτόχρονη με τη μείωση της περιεκτικότητας σε π-κυμένιο (Εικ. 3). Όσον αφορά στις υπόλοιπες ουσίες, δεν παρατηρήθηκαν αξιόλογες μεταβολές στην εκατοστιαία περιεκτικότητα.

Πίνακας 1. Χημική σύσταση αιθέριου ελαίου από νωπά ώριμα φύλλα όπως παραλήφθηκε με τη μέθοδο MSDE στις 02/07/2004.

No	t _R ^a	Συστατικό	% περιεκτικότητα ^b
1	10.944	α-θουγένιο	1,4
2	11.243	α-πινένιο	1,5
3	11.907	καμφένιο	0,7
4	12.986	σαβινένιο	0,1
5	13.216	β-πινένιο+1-οκτεν-3-όλη	0,7
6	13.718	β-μυρκενίο	0,5
7	14.428	α-φελλανδρένιο	0,1
8	14.666	π-μένθα-1(7),8-διένιο	0,1
9	14.989	α-τερπινένιο	0,6
10	16.376	π-κυμένιο	69,3
11	17.547	γ-τερπινένιο	9,7
12	17.760	σις-υδροσαβινένιο	0,5
13	18.661	τερπινολένιο	0,2
14	18.734	π-κυμενένιο	0,2
15	19.128	τρανς-υδροσαβινένιο+λιναλόλη	0,5
16	20.431	οκτυλ-εστέρας του μυρμικικού οξέος	0,1
17	22.608	βορνεόλη	1,3
18	23.131	τερπινέν-4-όλη	0,8
19	23.422	π-κυμεν-8-όλη	0,2
20	23.577	α-τερπινεόλη	0,1
21	25.704	μεθυλαιθέρας της θυμόλης	tr ^c
22	26.168	μεθυλαιθέρας της καρβακρόλης	0,1
23	26.535	θυμοκινόνη	0,1
24	28.996	θυμόλη	7,3
25	29.323	καρβακρόλη	1,2
26	32.309	3-υδροξυ-2-μεθυλ-5-ισοπροπυλ-π-βενζοκινόνη	0,7
27	34.673	β-καρυοφυλλένιο	0,1
28	35.715	π-κυμέν-2,3-διόλη	0,6
29	37.378	γερμακρένιο D	tr ^c
30	38.370	β-μπισαμπολένιο	0,1
31	38.550	BHT ^d	tr ^c
32	41.810	οξείδιο του καρυοφυλλενίου	tr ^c
		Σύνολο	98,8

^a χρόνος κατακράτησης του συστατικού (σε λεπτά) που εκλούεται από τη στήλη HP-5MS

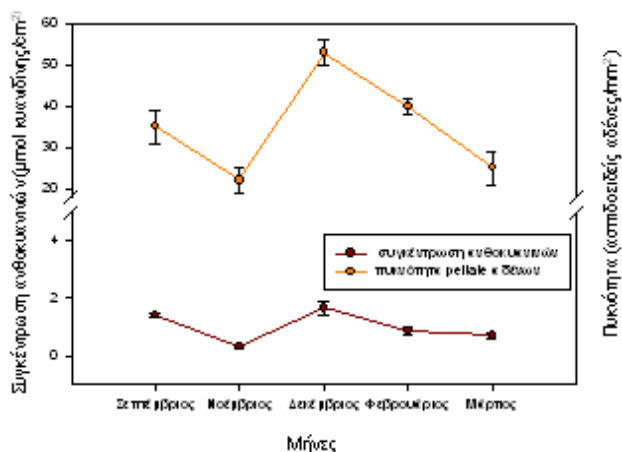
^b η εκατοστιαία περιεκτικότητα με βάση τα αποτελέσματα GC-FID

^c tr, ίχνη ≤ 0.06%

^d βρίσκεται στο διαλύτη

Η συγκριτική μελέτη των αιθερίων ελαίων από νωπά και αποξηραμένα ώριμα φύλλα με φυσική μέθοδο δεν έδειξε αξιοσημείωτες διαφορές. Στην Εικ. 4 παρουσιάζεται η σύγκριση νωπών (δειγματοληψία 02/07/2004) και αποξηραμένων φύλλων όσον αφορά στην περιεκτικότητα των κύριων ουσιών η οποία αντιπροσωπεύει τους καλοκαιρινούς μήνες.

Η εποχική παρατήρηση κόκκινων φύλλων, που υποδηλώνει την παρουσία ανθοκυανινών, συσχετίστηκε με την αναλογία των ασπιδοειδών τριχωμάτων ανά mm² αποαζονικής φυλλικής επιφάνειας. Παρατηρήθηκε ότι η μέγιστη συγκέντρωση ανθοκυανινών (μmol κυανιδίνης cm⁻²) εμφανίζεται το μήνα Δεκέμβριο και περί τα τέλη της καλοκαιρινής περιόδου. Τις αντίστοιχες περιόδους η σχετική πυκνότητα των ασπιδοειδών τριχωμάτων ανά mm² είναι αυξημένη (Εικ. 5).



Εικόνα 5. Εποχική διακύμανση της συγκέντρωσης των ανθοκυανινών και της σχετικής πυκνότητας των ασπιδοειδών τριχωμάτων.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Βασίζόμενοι σε μικρομορφολογικές έρευνες της ομάδας μας σε taxa του γένους *Thymus* επιλέχθηκε το υποείδος *Th. teucrioides* subsp. *candilicus* ως αντιπρόσωπος του section *Teucrioides*. Οι εννέα τύποι εκκριτικών τριχωμάτων που παρατηρήθηκαν στο υποείδος συμφωνούν με τις κύριες κατηγορίες εκκριτικών τριχωμάτων που αναφέρονται σε άλλα μέλη της οικογένειας Lamiaceae (Modenesi et al. 1984, Werker et al. 1985a).

Οι δευτερογενείς μεταβολίτες των εκκριτικών τριχωμάτων διαδραματίζουν ουσιαστικούς ρόλους στην άμυνα και στην αναπαραγωγή των φυτών (Theis & Lerdau 2003, Pichersky & Gang 2000). Η ιδιαίτερα αυξημένη πυκνότητα και ποικιλομορφία των αδενωδών τριχωμάτων -και κυρίως των ασπιδοειδών- στα ώριμα φύλλα, που παρατηρήθηκε στα τέλη της άνοιξης καθώς και την καλοκαιρινή περίοδο, πιθανόν σχετίζεται με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν, καθώς και τις ανάγκες του φυτού για επικοινωνία. Παρότι τους χειμερινούς μήνες λαμβάνονται οι μικρότερες τιμές πυκνότητας, η αύξηση της πυκνότητας των ασπιδοειδών αδένων κατά το μήνα Δεκέμβριο πιθανόν να συνδέεται με την άμυνα του φυτού ενάντια στο ψύχος.

Συσχετίζοντας τα αποτελέσματα της χημικής σύστασης με τις μορφολογικές παρατηρήσεις, συμπεραίνεται πως την περίοδο της μικρότερης ποικιλομορφίας και

πυκνότητας αδένων (Δεκέμβριο - Φεβρουάριο) εμφανίζονται τα υψηλότερα ποσοστά π-κυμενίου, ενώ στις αρχές Ιουλίου (αυξημένη πυκνότητα αδένων) λαμβάνονται οι υψηλότερες συγκεντρώσεις για το γ-τερπινένιο και τη θυμόλη. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στα εκκριτικά προϊόντα των διαφορετικών αδενωδών τύπων, που επικρατούν την αντίστοιχη περίοδο. Επίσης η αρνητική συσχέτιση μεταξύ π-κυμενίου και θυμόλης πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι το π-κυμένιο είναι σύμφωνα με τη βιβλιογραφία πρόδρομη ουσία της θυμόλης (Stahl-Biskup et al. 2002). Αξιοσημείωτη είναι η πτώση που παρατηρείται στη συγκέντρωση της θυμόλης και του γ-τερπινένιου την περίοδο Αυγούστου – Σεπτεμβρίου. Ανάλογα αποτελέσματα αναφέρονται από τους Moldão-Martins et al. (1999). Οι συγκριτικές μικρομορφολογικές παρατηρήσεις μεταξύ νωπών φύλλων και φύλλων από το αντίστοιχο βοτανικό δείγμα δεν έδειξαν ουσιαστικές διαφορές. Επίσης, η φυσική αποξήρανση των ώριμων φύλλων δεν επηρέασε ποιοτικά και ποσοτικά το ευρισκόμενο σε αυτά αιθέριο έλαιο. Αντίστοιχες παρατηρήσεις αναφέρονται στο *Thymus vulgaris* (Venskutonis 1997). Η έλλειψη διαφορών πιθανόν να οφείλεται στο ανάγλυφο της αποαξονικής επιφάνειας που δημιουργείται από τα νεύρα του φύλλου που εμποδίζουν τη σύνθλιψη και καταστροφή των αδενωδών τριχωμάτων.

Οι ανθοκυανίνες, υδατοδιαλυτές φλαβονοειδείς ενώσεις που συσσωρεύονται στα χυμοτόπια, σχετίζονται με την προστασία έναντι βιοτικών και αβιοτικών παραραγόντων -ακραίες θερμοκρασίες, UV-B και ορατή ακτινοβολία, υδατική καταπόνηση, χαμηλές θερμοκρασίες, φυτοφαγία και προσβολές από παθογόνα (Chalker-Scott 1999, Gould 2004).

Η εποχική διακύμανση της συγκέντρωσης ανθοκυανινών συσχετίστηκε με την αναλογία των ασπιδοειδών τριχωμάτων ανά mm² αποαξονικής φυλλικής επιφάνειας. Η γραμμική συσχέτιση μεταξύ των δύο παραμέτρων παρουσιάζεται ισχυρή ($r^2 = 0,79$). Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι και τα ασπιδοειδή τριχώματα λειτουργούν συνεργιστικά στην άμυνα του φυτού.

Βιβλιογραφία

- Adams R.P. 2001. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured Publ. Corp., Carol Stream, IL.
- Chalker-Scott L. 1999. Environmental Significance of Anthocyanins in Plant Stress Responses. Photochemistry and Photobiology 70(1): 1-9.
- Gould S.K. 2004. Nature's Swiss Army Knife: The Diverse Protective Roles of Anthocyanins in Leaves. Journal of Biomedicine & Biotechnology 5: 314 - 320.
- Hartvig P. 1987. A taxonomical revision of *Thymus* sect. *Teucrioides* (Lamiaceae). Plant Systematics & Evolution 155: 197-213.
- Moldão-Martins M., Bernardo-Gil G.M., Beirão da Costa L.M. & Rouzet M. 1999. Seasonal variation in yield and composition of *Thymus zygis* L. subsp. *sylvestris* essential oil. Flavour Fragr. J. 14: 177-182.
- Modenesi P., Serrato-Valenti G. & Bruni A. 1984. Development and secretion of clubbed trichomes in *Thymus vulgaris* L. Flora 175: 211-219.
- Murray J.R. & Hackett W.P. 1991. Dihydroflavonol reductase-activity in relation to differential anthocyanin accumulation in juvenile and mature phase *Hedera helix* L. Plant Physiology 97: 343-351.
- Pichersky E. & Gang D.R. 2000. Genetics and biochemistry of secondary metabolites in

- plants: an evolutionary perspective. Trends in Plant Sc. 5:439-445.
- Stahl-Biskup E, Saez F. 2002. Thyme – The genus *Thymus*. Taylor and Fransis.
- Theis N. & Lerdau M. 2003. The evolution of function in plant secondary metabolites. Int. J. Plant Sci. 164(3): 93–102.
- Venskutonis R.P. 1997. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). Food Chem. 59(2): 219-227.
- Wagner G.J., Wang E. & Shepherd R.W. 2004. New approaches for studying and exploiting an old protuberance, the plant trichome. Annals of Botany 93: 3-11.
- Werker E., Ravid U. & Putievsky E. 1985a. Structure of glandular hairs and identification of the main components of their secreted material in some species of the Labiatae. Israel Journal of Botany 34: 31-45.

Μοντελοποίηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας Μεσογειακών φυτών και συσχέτισή της με περιβαλλοντικές παραμέτρους.

Μάρκος Ν. & Κυπαρίσσης Α.

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 451 10 Ιωάννινα

Περίληψη

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται ένα μοντέλο προσομοίωσης της φωτοσυνθετικής διεργασίας Μεσογειακών φυτών και της εξάρτησής της από περιβαλλοντικές παραμέτρους. Τα καινοτόμα χαρακτηριστικά του μοντέλου σχετίζονται με:

- τη χρήση εμπειρικού μοντέλου φωτοσύνθεσης, του οποίου η παραμετροποίηση στηρίζεται, στο μέγιστο δυνατό βαθμό, σε μετρήσεις πεδίου. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται πιστή προσομοίωση της εποχιακής διακύμανσης των σχετικών παραμέτρων.
- την αναλυτική προσομοίωση του μικροπεριβάλλοντος στο εσωτερικό του θόλου, μέσω του διαχωρισμού σε τομείς.

Το μοντέλο, στην πλήρη του ανάπτυξη, θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση πιθανών επιπτώσεων των παγκόσμιων κλιματικών αλλαγών, αλλά και ως εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων στο πλαίσιο διαχειριστικών πρακτικών.

Mediterranean species photosynthetic process modeling and correlation with environmental factors.

Markos N. & Kyparissis A.

Laboratory of Botany, Department of Biological Applications and Technology,
University of Ioannina, 45110 Ioannina, Greece

Abstract

In this paper a model for the simulation of the photosynthetic process of Mediterranean plants and its correlation with environmental factors is presented. The novelties of the model are:

- The use of an empirical photosynthesis model, in which the parameterization is based on *in situ* measurements. In that way, accurate simulation of the seasonal fluctuation of relevant parameters is going to be achieved.
- The analytical simulation of the microclimatic conditions inside the plant canopy.

In its final version, the model may be used for the assessment of the possible effects of global climate change on vegetation, as well as a useful tool for decision making in management practices.

Εισαγωγή

Η μελέτη και μοντελοποίηση φυσιολογικών διεργασιών των φυτών, και ιδιαίτερα της φωτοσύνθεσης, με σκοπό την εκτίμηση της πρωτογενούς παραγωγικότητας, αποτελεί πεδίο έντονης έρευνας των τελευταίων χρόνων. Ως πρωτογενής παραγωγικότητα (Net Primary Productivity) ορίζεται η διαφορά μεταξύ της ολικής παραγωγικότητας (Gross Primary Productivity) και της αναπνοής (Respiration). Τα μοντέλα υπολογισμού της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φύλλων χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Τα **μηχανιστικά** μοντέλα, που περιγράφουν τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης με μαθηματική απεικόνιση των βιοχημικών, φυσιολογικών και ανατομικών χαρακτηριστικών του φύλλου (Farquhar et al. 1980, De Pury & Farquhar 1997)

- Τα **εμπειρικά** μοντέλα, στα οποία η εξάρτηση της φωτοσύνθεσης από τις διάφορες περιβαλλοντικές παραμέτρους (ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία, διαθεσιμότητα νερού) περιγράφεται μέσω εξισώσεων (Thornley 1998, Thornley 2002, Thornley & Johnson 2000).

Ερωτήματα που σχετίζονται με τα επί μέρους τμήματα της διεργασίας της φωτοσύνθεσης και τον τρόπο που επηρεάζονται από τις περιβαλλοντικές παραμέτρους απαντώνται καλύτερα με τα μηχανιστικά μοντέλα, ενώ τα εμπειρικά μοντέλα είναι χρήσιμα όταν τα ερωτήματα σχετίζονται με τη συνολική διεργασία, τη δομή του θόλου, τον ανταγωνισμό για φως κ.λπ. Τα μηχανιστικά μοντέλα απαιτούν πολύ καλή γνώση των βιοχημικών, ανατομικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών του φυτού, άρα και μεγάλη παραμετροποίηση. Έτσι, καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη η εφαρμογή τους σε μεγάλη κλίμακα, ενώ ένα μικρό λάθος στην εκτίμηση κάποιας παραμέτρου μπορεί να εισάγει μεγάλο παράγοντα σφάλματος. Τα εμπειρικά μοντέλα είναι σαφώς πιο εύκολα στην παραμετροποίηση, ενώ παράλληλα μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης σφαλμάτων.

Υλικά και μέθοδοι

Περιγραφή μοντέλου

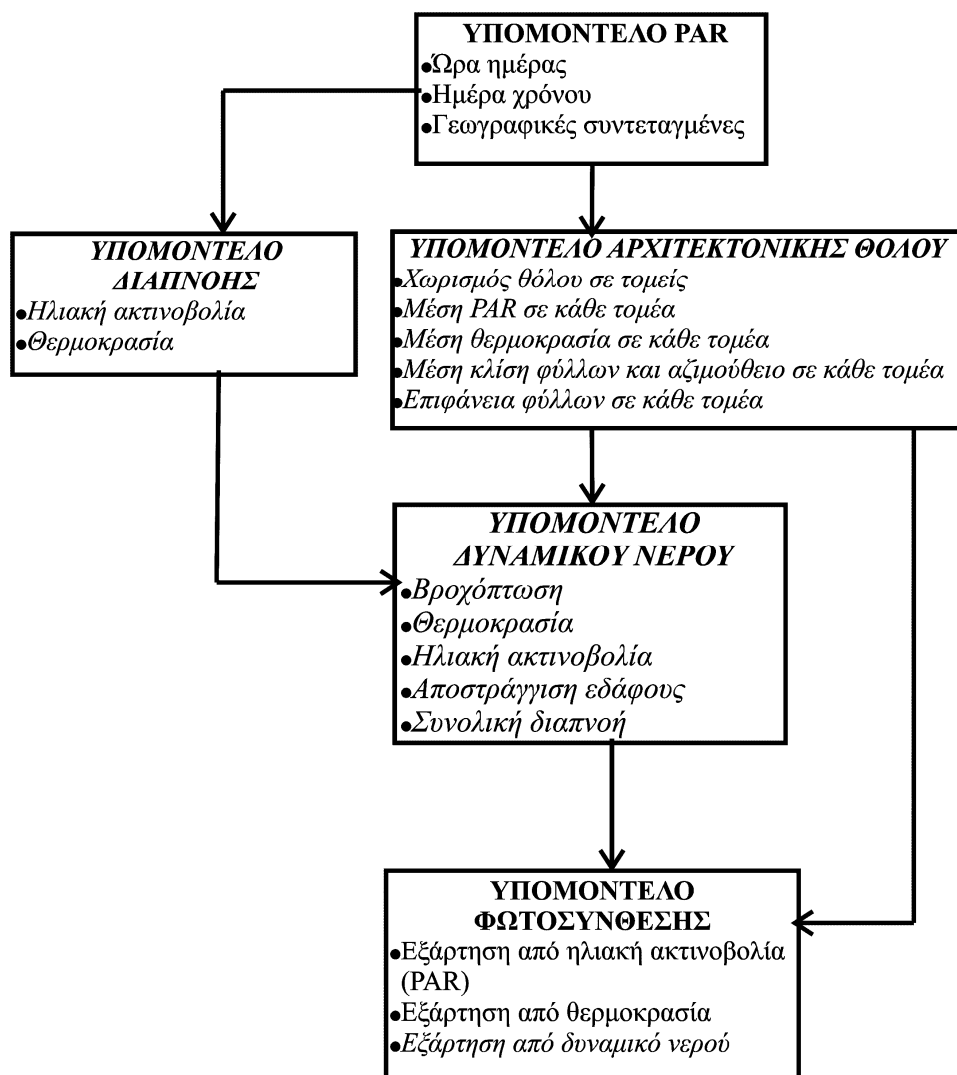
Το μοντέλο αποτελείται από τα εξής υπομοντέλα, όπως φαίνεται στην Εικ. 1:

A. Υπομοντέλο φωτοσύνθεσης, **B.** Υπομοντέλο υπολογισμού της PAR, **Γ.** Υπομοντέλο υπολογισμού του δυναμικού νερού των φυτών, **Δ.** Υπομοντέλο περιγραφής της αρχιτεκτονικής του θόλου και **Ε.** Υπομοντέλο διαπνοής.

Το μοντέλο στην τελική του μορφή θα είναι ικανό, με την εισαγωγή δεδομένων βροχόπτωσης, θερμοκρασίας και χαρακτηριστικών κάθε είδους (αρχιτεκτονική θόλου και εξαρτήσεις ρυθμού φωτοσύνθεσης και διαπνοής από PAR, θερμοκρασία και δυναμικού νερού), να υπολογίζει την ολική και πρωτογενή παραγωγικότητα περιοχών με δεδομένο τύπο βλάστησης.

Καμπύλες εξάρτησης της φωτοσύνθεσης από την ένταση του φωτός

Για τη δημιουργία καμπυλών εξάρτησης της φωτοσύνθεσης από PAR πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στην ύπαιθρο με φορητό σύστημα μέτρησης της φωτοσύνθεσης LCpro+ (ADC). Το όργανο διαθέτει τεχνητή πηγή φωτισμού με

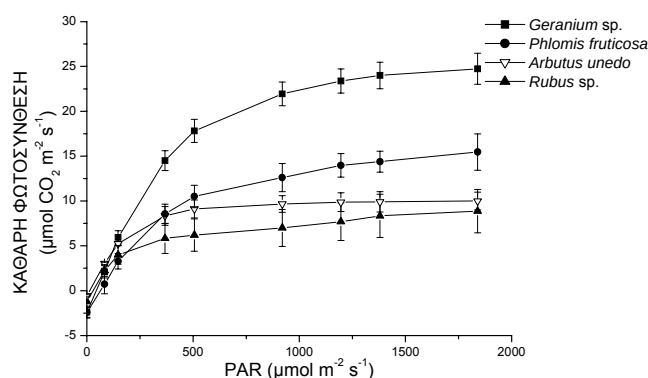


Εικόνα 1. Διάγραμμα ροής του μοντέλου. Με πλάγια γράμματα παρουσιάζονται τα μέρη που δεν έχουν ολοκληρωθεί.

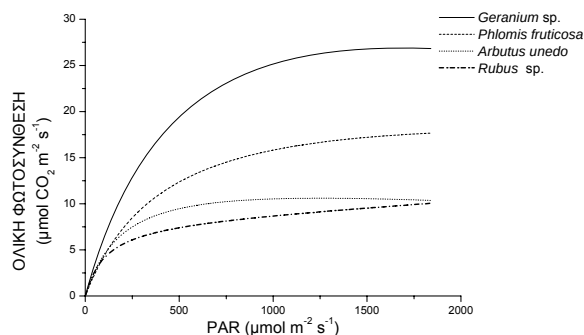
δυνατότητα ρύθμισης της έντασης και δυνατότητα ρύθμισης της θερμοκρασίας. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στους 20 °C και με εναλλαγή PAR ως εξής:

- 1) 6 min PAR=0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 2) 3 min PAR=83 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 3) 3 min PAR=147 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

- 4) 3 min PAR=368 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 5) 3 min PAR=506 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 6) 3 min PAR=920 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 7) 3 min PAR=1196 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 8) 3 min PAR=1380 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
- 9) 3 min PAR=1840 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$



Εικόνα 2. Εξάρτηση της καθαρής φωτοσύνθεσης από την ένταση



Εικόνα 3. Εξάρτηση της ολικής φωτοσύνθεσης από την ένταση του φωτός (PAR) μετά από επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων της Εικ. 2

Τα χρονικά διαστήματα επιλέχθηκαν ύστερα από δοκιμές και αντιπροσωπεύουν τον ελάχιστο χρόνο στον οποίο το φύλλο προσαρμόζεται πλήρως στις συνθήκες φωτισμού που δημιουργούνται κάθε φορά. Η ένταση 1840 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ είναι η μέγιστη που μπορεί να αποδώσει η λάμπα του ADC LCpro+. Οι μετρήσεις έγιναν σε αντιπροσωπευτικά φύλλα με το μέγιστο βαθμό έκθεσης για κάθε είδος στο διάστημα Ιανουάριος - Μάρτιος

2005. Οι μετρήσεις εξάρτησης της φωτοσύνθεσης από την ένταση του φωτός στη διάρκεια του χειμώνα που έχουν πραγματοποιηθεί αφορούν τα εξής είδη:

- *Rubus* sp. σκιαζόμενα στη διάρκεια περίπου της μισής ημέρας.
- *Phlomis fruticosa* πλήρως εκτε-θειμένα.
- *Arbutus unedo* πλήρως εκτε-θειμένα.
- *Geranium* sp. πλήρως εκτεθειμένα.

Οι καμπύλες που προέκυψαν μέσω των μετρήσεων (Εικ. 2) αποδίδονται από εξισώσεις υπερβολής της μορφής $y = P1x/(P2+x) + P3x/(P4+x) + P5x$ (Εικ. 3), όπου y ο ρυθμός φωτοσύνθεσης, x η PAR και P1, P2, P3, P4 και P5 σταθερές χαρακτηριστικές για κάθε είδος (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Οι συντελεστές της εξίσωσης της υπερβολής για τα αντίστοιχα είδη.

	<i>Geranium</i> sp.	<i>P. fruticosa</i>	<i>A. unedo</i>	<i>Rubus</i> sp.
P1	25.58374	12.32833	8.17593	4.10776
P2	640.3732	452.7763	212.2342	104.7558
P3	25.58374	12.32785	6.32186	4.1005
P4	640.373	452.7762	211.2458	105.6509
P5	-0.00605	-0.00112	-0.00143	0.00124

Με βάση τα παραπάνω το μοντέλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την σύγκριση της παραγωγικότητας των παραπάνω τεσσάρων ειδών κάτω από ποικίλες περιβαλλοντικές συνθήκες.

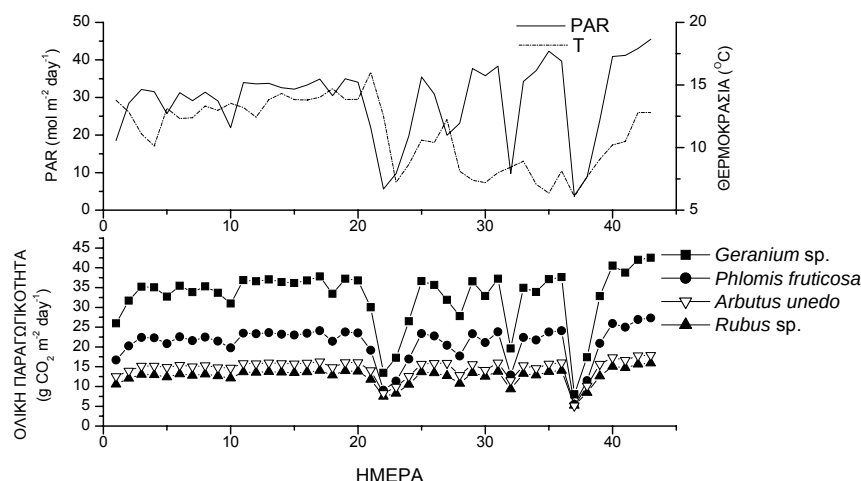
Τα μετεωρολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την τροφοδοσία του μοντέλου προέρχονται από αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό που καταγράφει δεδομένα

ηλιακής ακτινοβολίας (PAR) και θερμοκρασίας ανά μισή ώρα.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

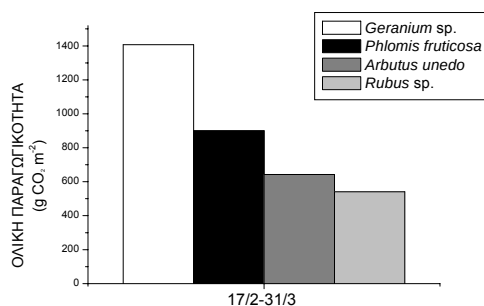
Τα σενάρια που εξετάστηκαν για τη μελέτη της φωτοσυνθετικής λειτουργίας των ειδών ήταν τα εξής:

- Υπολογισμός της ολικής παραγωγικότητας κάθε είδους για συνολικό διάστημα 43 ημερών κατά τη χειμερινή περίοδο, με σκοπό τη σύγκριση της φωτοσυνθετικής λειτουργίας μεταξύ διαφορετικών λειτουργικών ομάδων.
- Υπολογισμός ημερήσιας ολικής παραγωγικότητας κάθε είδους, για 3 μέρες με διαφορετικές συνθήκες PAR, με σκοπό την σύγκριση αφενός της μεταβολής της φωτοσυνθετικής λειτουργίας κάθε είδους και αφετέρου της μεταβολής των σχέσεων μεταξύ των ειδών για τις αντίστοιχες μέρες.

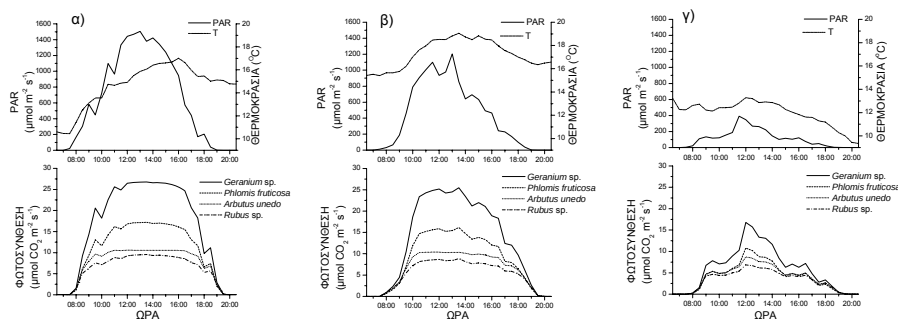


Εικόνα 4. Αποτελέσματα του μοντέλου για την ολική παραγωγικότητα κάθε είδους για το διάστημα των 43 ημερών και οι αντίστοιχες συνθήκες ακτινοβολίας και θερμοκρασίας που χρησιμοποιήθηκαν σαν δεδομένα εισόδου.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου για την ολική παραγωγικότητα κάθε είδους για κάθε μια από τις 43 ημέρες, καθώς και οι αντίστοιχες τιμές PAR και θερμοκρασίας παρουσιάζονται στην Εικ. 4. Η ολική παραγωγικότητα για κάθε είδος για το συνολικό διάστημα, όπως προκύπτει από την ολοκλήρωση των καμπυλών της Εικ. 4, παρουσιάζεται στην Εικ. 5. Παρατηρούμε ότι το ραβδόγραμμα της Εικ. 5 αποδίδει χαρακτηριστικά τις διαφοροποιήσεις στην ολική φωτοσύνθεση ανάμεσα στα είδη που ανήκουν σε διαφορετικές λειτουργικές ομάδες. Συγκεκριμένα, το ετήσιο είδος (*Geranium* sp.) παρουσιάζει τη μεγαλύτερη παραγωγικότητα ανά μονάδα επιφάνειας, έπεται το ημιφυλλοβόλο (*Phlomis fruticosa*) και ακολουθούν τα αείφυλλα (*Rubus* sp. και *Arbutus unedo*).



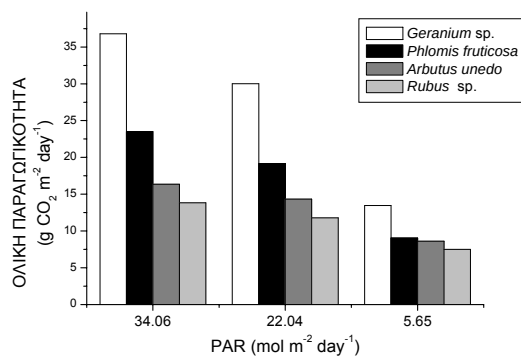
Εικόνα 5. Ολική παραγωγικότητα κάθε είδους για το διάστημα των 43 ημερών. Οι τιμές έχουν προκύψει από την ολοκλήρωση των καμπυλών της Εικ. 4.



Εικόνα 6. Αποτελέσματα του μοντέλου για την ημερήσια διακύμανση της φωτοσύνθεσης στη διάρκεια α) μιας ημέρας με υψηλές τιμές PAR, β) μιας ημέρας με ενδιάμεσες τιμές PAR και γ) μιας ημέρας με χαμηλές τιμές PAR και οι αντίστοιχες τιμές PAR και θερμοκρασίας.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου για την ημερήσια διακύμανση της φωτοσύνθεσης στη διάρκεια τριών ημερών με διαφορετικές τιμές PAR και οι αντίστοιχες τιμές PAR και θερμοκρασίας παρουσιάζονται στην εικ. 6. Μέσω της ολοκλήρωσης των καμπυλών προέκυψαν οι τιμές της ολικής παραγωγικότητας κάθε είδους για τις αντίστοιχες μέρες (Εικ. 7). Παρατηρούμε ότι οι διαφορές στην ολική παραγωγικότητα μεταξύ των ειδών είναι σημαντικές στη διάρκεια ημερών με υψηλές τιμές PAR, ενώ σχεδόν εξαλείφονται με χαμηλές τιμές PAR. Διακρίνουμε ένα συγκριτικό πλεονέκτημα των ειδών *Rubus* sp. και *Arbutus unedo* ως προς την εκμετάλλευση των χαμηλών τιμών ηλιακής ακτινοβολίας, γεγονός που ενδεχομένως τους παρέχει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των άλλων δύο ειδών σε περιβάλλοντα με έντονες συνθήκες σκίασης.

Το μοντέλο (με τα υπομοντέλα που έχουν ολοκληρωθεί μέχρι τώρα) φαίνεται να περιγράφει ικανοποιητικά τόσο τους ρυθμούς φωτοσύνθεσης διαφορετικών ειδών, όσο και την εξάρτηση της διαδικασίας αυτής από τους μεταβαλλόμενους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Ταυτοχρόνως, αποδίδονται με ικανοποιητική ακρίβεια οι διαφορές στην φωτοσυνθετική λειτουργία μεταξύ ειδών διαφορετικών λειτουργικών ομάδων.



Εικόνα 7. Ολική παραγωγικότητα κάθε είδους για τις τρεις ημέρες με διαφορετικό PAR (βλ. λεζάντα Εικ. 6). Οι τιμές έχουν προκύψει από ολοκλήρωση των καμπυλών της Εικ. 6.

Βιβλιογραφία

- De Purry D.G.G. & Farquhar G.D. 1997. Simple scaling of photosynthesis from leaves to canopies without the errors of big-leaf models. *Plant, Cell and Environment* 20: 537-557.
- Farquhar G.D., von Caemmerer S. & Berry J.A. 1980. A biochemical model of photosynthetic CO₂ assimilation in leaves of C3 species. *Planta* 149: 78-90.
- Thornley J.H.M. 2002. Instantaneous canopy photosynthesis: analytical expressions for sun and shade leaves based on exponential light decay down the canopy and an acclimated non-rectangular hyperbola for leaf photosynthesis. *Annals of Botany* 89: 451-458.
- Thornley J.H.M. & Johnson I.R. 2000. *Plant and Crop Modelling. A mathematical approach to plant and crop physiology*. The Blackburn Press.
- Thornley J.H.M. 1998. Dynamic model of leaf photosynthesis with acclimation to light and nitrogen. *Annals of Botany* 81: 421-430.

Η μακροχρόνια επίδραση των προϊόντων εγκαταστάσεων βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων σε καλλιεργούμενα φυτά

Μεντή Ι. & Χριστοδουλάκης Ν.Σ.

Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών,
Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

Εισαγωγή

Η κατασκευή των Εγκαταστάσεων Βιολογικής Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΒΕΛ) σε πολλές παραθαλάσσιες πόλεις της Ελλάδας οδήγησε στην ανάγκη χειρισμού του προβλήματος διάθεσης για της ιλύος και του νερό που παράγονται απ' αυτές. Τα λύματα αυτών των πόλεων, όπου οι δραστηριότητες είναι κυρίως τουριστικές ή γεωργικές, χαρακτηρίζονται από την απουσία βαρέων μετάλλων ή τοξικών υλικών με αποτέλεσμα η επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων ΕΒΕΛ, με διάφορους τρόπους, να είναι μάλλον φιλική για το περιβάλλον. Τα μικροβιακά φορτία του νερού απομακρύνονται με τη χλωρίωση ή την επίδραση όζοντος πριν από την διάθεση του σε υδάτινους αποδέκτες. Η λάσπη όμως, αν και πλούσια σε ανόργανες θρεπτικές ουσίες, διατηρεί υψηλό μικροβιακό φορτίο και για το λόγο αυτό υπάρχει ανησυχία για την άμεση διάθεσή της στο περιβάλλον.

Η επίδραση των προϊόντων ΕΒΕΛ στο έδαφος και τη γεωργία έχουν μελετηθεί από πολλούς ερευνητές (Raven & Loeppert 1997, Towers & Horne 1997, (Hooda et al. 1997, Logan et al. 1997, Palacios et al. 1999, Samaras & Kallianou 2000, Weir & Alllen 1997).

Λαμβάνοντας υπόψη την παραίνεση που περιέχεται στην οδηγία του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου 86/278/ECC (Ευρωπαϊκή Κοινότητα 1986) για την περαιτέρω έρευνα, προτάθηκε ερευνητικό πρόγραμμα προκειμένου να εκτιμηθούν τα αποτελέσματα της χρήσης της λάσπης και ύδατος στις καλλιέργειες φυτών με μεγάλη οικονομική σημασία (Margaris et al. 1995). Εξαιρετικά ενδιαφέροντα ήταν τα αποτελέσματα τα σχετικά με την ανάπτυξη των φυτών και τη συσσώρευση βαρέων μετάλλων σε είδη όπως το *Zea mays* (καλαμπόκι) (Christodoulakis & Margaris 1996), το *Gossypium hirsutum* (βαμβάκι) (Tsakou et al. 2001a, 2001b), το *Linum usitatissimum* (λινάρι) (Tsakou et al. 2002) και το *Populus euroamericana* (λεύκα) (Tsakou et al. 2003). Και τα τέσσερα είδη παρουσίασαν τεράστια προώθηση της παραγωγικότητας, σημαντική πρωιμότητα και εξαιρετική ποιότητα όταν καλλιεργούνταν με τη χρήση ιλύος και νερού προερχόμενου από τις ΕΒΕΛ. Η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων στους ιστούς των φυτών αυτών (φύλλα, βλαστοί, ρίζες, καρποί και σπέρματα) ήταν πολύ χαμηλότερη από αυτή που ορίζει η Ευρωπαϊκή Ένωση.

Το τελικό στάδιο του ερευνητικού αυτού προγράμματος είναι εξαιρετικά κρίσιμο γιατί αποδεικνύεται η μακροχρόνια επίδραση των προϊόντων ΕΒΕΛ σε καλλιέργειες φυτών, οι καρποί των οποίων αποτελούν τροφή για τους ανθρώπους. Η περιοχή γύρω

από τις Εγκαταστάσεις Βιολογικής Επεξεργασίας Λυμάτων του Δήμου της Κω, αποτέλεσε το χώρο διεξαγωγής του πειράματος. Στις ΕΒΕΛ της Κω και σε μία μεγάλη έκταση γύρω από αυτές, καλλιεργούνται φυτά όπως ελιές (*Olea europaea* L.), ροδακινιές (*Prunus persica*), αμυγδαλιές (*Prunus dulcis*), αχλαδιές (*Pyrus communis*), λεμονιές (*Citrus limon*) και πολλά άλλα δέντρα τα οποία δέχονται για δέκα και πλέον έτη την επίδραση των προϊόντων ΕΒΕΛ. Η μακροχρόνια χρήση των προϊόντων αυτών στα φυτά αυτά επιτρέπει την μελέτη πιθανής βιοσυσσωρευσης βαρέων μετάλλων στους φυτικούς ιστούς. Διερεύνηση μάλιστα του ξύλου των βαθύτερων ετήσιων δακτυλίων στον κορμό, που είναι στην ουσία οι παλαιότεροι ιστοί των φυτών, αποτελεί σημαντικό στοιχείο για τη διαπίστωση της μακροχρόνιας επίδρασης των προϊόντων ΕΒΕΛ στα φυτά.

Έξι φυτικά είδη εμπορικού ενδιαφέροντος επιλέχτηκαν. Μεταξύ τους είναι η ελιά και η λεμονιά. Οι ελιές και το ελαιόλαδο είναι σημαντικά συστατικά της μεσογειακής διατροφής, τόσο που εγκωμιάζονται συχνά για τα ευεργετικά αποτελέσματά τους στην ανθρώπινη υγεία. Τα λεμόνια είναι καρποί της υψηλής θρεπτικής αξίας (πηγή βιταμίνης C), που καταναλώνονται σε μεγάλες ποσότητες σε όλες τις μεσογειακές χώρες.

Μέθοδοι

Οι φυσικοχημικές ιδιότητες του τοπικού χώματος που χρησιμοποιήθηκε ως βάση για την καλλιέργεια των φυτών φαίνεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1).

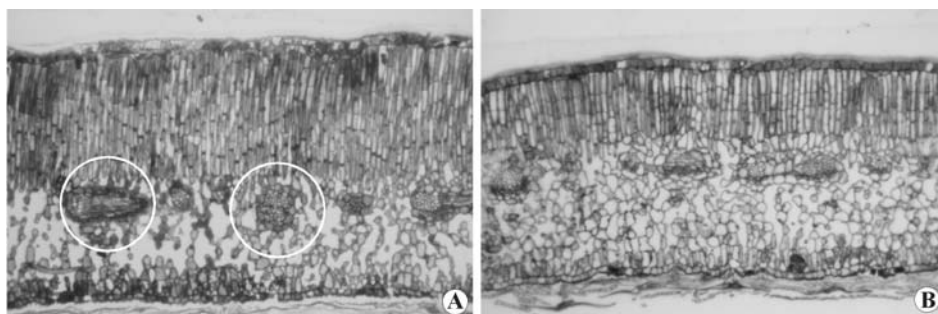
Πίνακας 1. Το χώμα που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα (επιφάνεια και 15 εκατ. βάθος), μη τροποποιημένο χώμα της περιοχής, υλός από ΕΒΕΛ της περιοχής και οι μέγιστες τιμές που ορίζονται στην οδηγία 201/688 της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Στοιχείο	Έδαφος (επιφάνεια) (μ.τ. - 15 δείγματα)	Έδαφος (βάθος 15cm) (μ.τ. - 15 δείγματα)	Έδαφος φυσικό (μ.τ. -15 δείγματα)	Υλός	Οδηγία 2001/688/EC
K %	1,329	1,323	1,053	0,969	
Ca %	18,605	17,717	19,433	8,047	
Ti %	0,233	0,205	0,176	0,156	
V ppm	47,943	60,040	39,833	ND	
Cr ppm	267,714	244,082	296,283	153,797	100
Mn ppm	533,226	503,697	348,703	215,397	
Fe %	2,058	1,912	1,709	0,930	
Co ppm	ND	1,536	ND	15,234	
Ni ppm	146,373	141,765	134,374	104,515	50
Cu ppm	41,383	46,743	7,162	267,456	100
Zn ppm	151,507	136,626	38,106	1108,791	300
As ppm	11,741	12,847	2,823	32,937	10
Pb ppm	43,593	42,037	51,092	168,488	100
Hg ppm	5,815	5,939	8,012	2,426	1
Ag ppm	3,019	3,300	ND	36,318	
Cd ppm	2,831	2,115	1,185	0,670	1
Sb ppm	4,709	1,945	ND	ND	
Ba ppm	705,429	675,121	502,983	400,954	
SiO ₂ diff	77,778	78,654	77,486	89,647	

Η συγκέντρωση βαρέων μετάλλων και άλλων στοιχείων στο έδαφος, την ιλύ καθώς επίσης και στους διάφορους φυτικούς ιστούς προσδιορίστηκαν ποιοτικά με χρήση μικροσκοπίου σάρωσης και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ακριβείας με τη βοήθεια φασματομέτρου "EDXRF QuanX Spectrace" Spectrometer καθώς επίσης και με Φθορισμομετρία Ατομικής Εκπομπής με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry ICP-AES).

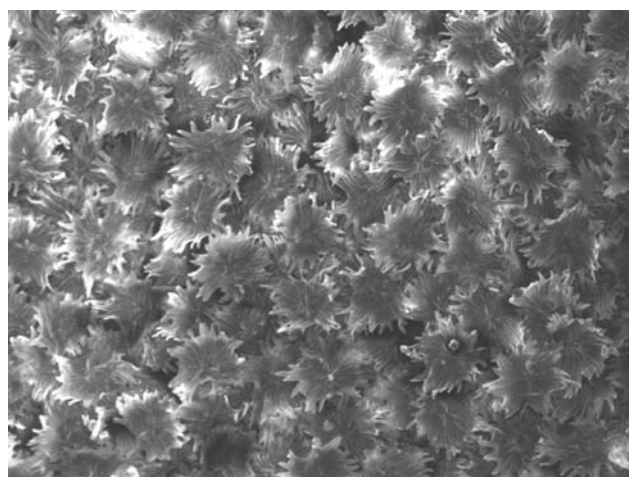
Ελιά (Olea europaea L.)

Τα φύλλα από τα φυτά που αναπτύχθηκαν στις ΕΒΕΛ και αυτά που αναπτύχθηκαν έξω από το χώρο των ΕΒΕΛ παρατηρήθηκαν πρώτα για τις δομικές διαφορές σε οπτικό μικροσκόπιο. Τα φύλλα από τα φυτά έξω των ΕΒΕΛ ήταν παχύτερα, πιο ξηρομορφικά με το καλά ανεπτυγμένο παρέγχυμα το οποίο καταλαμβάνει περισσότερο από 50% του μεσόφυλλου, έχουν καλά αναπτυγμένου αγωγό ιστό και μεγάλο ποσό δευτερογενών μεταβολιτών μέσα στα κύτταρα του μεσόφυλλου. Αντίθετα, τα φύλλα των φυτών που έχουν δεχτεί την επίδραση των προϊόντων ΕΒΕΛ, αν και αναπτυσσόμενα υπό τις ίδιες καιρικές συνθήκες, παράγουν λεπτότερα φύλλα που κατέχουν λιγότερο αναπτυγμένο πασαλλώδες παρέγχυμα -ένας σημαντικός ξηρομορφικός χαρακτήρας- και λιγότεροι διαμορφωμένοι αγωγό ιστό. Η συσσώρευση των δευτερογενών μεταβολιτών, μια απάντηση στην περιβαλλοντική πίεση, φαίνεται επίσης κατώτερη. Οι διαφορές μεταξύ των δύο τύπων φύλλων οφείλονται πιθανώς στο πλούσιο σε θρεπτικά στοιχεία χώμα στο οποίο αναπτύσσονται τα φυτά των ΕΒΕΛ (Εικ. 1).



Εικόνα 1. Εγκάρσιες τομές φύλλων. (Α) μάρτυρας και (Β) φυτό ΕΒΕΛ. Τα φύλλα του μάρτυρα είναι πιο ξηρομορφικά (παχύτερα, με αναπτυγμένο πασαλλώδες παρέγχυμα και αγωγό ιστό - λευκοί κύκλοι).

Το επόμενο βήμα ήταν η ποιοτική μικροανάλυση με χρήση μικροσκοπίου σάρωσης (EDX) στον ιστό φύλλων καθώς επίσης και στο μεσοκάρπιο της ελιάς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα βαρέα μέταλλα είτε απουσίαζαν (αρνητικές τιμές) είτε εντοπίζονταν σε ασήμαντες συγκεντρώσεις (Εικ. 2 και 3).



Quantitative method: ZAF
Analysed all elements

1 peak possibly omitted: 0.00 keV

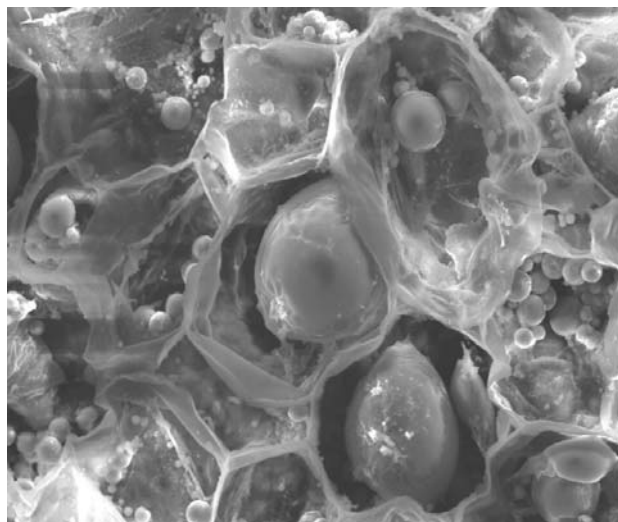
Standards:

Na K NaCl 24/10/2001
Mg K MgO 24/10/2001
Al K Al₂O₃ 24/10/2001
Ca K Wollastonite 24/10/2001
Cr K Cr 29/10/2001
Fe K Fe 29/10/2001
Co K Co 29/10/2001
Ni K Ni 29/10/2001
Cu K Cu 29/10/2001
Os K Not defined
Hg K HgTe 5/11/2001
Pb K PbTe 5/11/2001

Elmt	Spect.	Element	Atomic
	Type	%	
Na K	ED	2.58	
Mg K	ED	-0.04*	
Al K	ED	0.06*	
Ca K	ED	0.30	
Cr K	ED	-0.01*	
Fe K	ED	0.09*	
Co K	ED	0.09*	
Ni K	ED	0.07*	
Cu K	ED	0.26*	
Os K	ED	7.33	
Hg K	ED	-0.06*	
Pb K	ED	-0.14*	
Total		10.51	

* = < 2 Sigma

Εικόνα 2. Η κάτω επιφάνεια του φύλλου όπου παρατηρείται μεγάλος αριθμός προστατευτικών τριχών που μπορούν να κατακρατήσουν αερομεταφερόμενα μόρια. Οι μετρήσεις στα δεξιά της εικόνας.



Quantitative method: ZAF
Analysed all elements

1 peak possibly omitted: 0.00 keV

Standards:

Na K NaCl 24/10/2001
Mg K MgO 24/10/2001
Al K Al₂O₃ 24/10/2001
Ca K Wollastonite 24/10/2001
Cr K Cr 29/10/2001
Fe K Fe 29/10/2001
Co K Co 29/10/2001
Ni K Ni 29/10/2001
Cu K Cu 29/10/2001
Os K Not defined
Hg K HgTe 5/11/2001
Pb K PbTe 5/11/2001

Elmt	Spect.	Element	Atomic
	Type	%	
Na K	ED	0.57	
Mg K	ED	-0.05*	
Al K	ED	-0.04*	
Ca K	ED	0.08*	
Cr K	ED	-0.12*	
Fe K	ED	0.02*	
Co K	ED	-0.06*	
Ni K	ED	0.16*	
Cu K	ED	0.72	
Os K	ED	28.68	
Hg K	ED	-0.51*	
Pb K	ED	-0.21*	
Total		30.68	

* = < 2 Sigma

Εικόνα 3. Τα κύτταρα από μεσοκάρπιο ελιάς. Τα σταγονίδια -μεγάλα ή μικρότερα- είναι έλαιο. Η μικροανάλυση βαρέων μετάλλων εστιάζεται στο κύτταρο και στα σταγονίδια ελαίου. Οι μετρήσεις στα δεξιά της εικόνας.

Στους Πίνακες 2 και 3, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τα φυλλάρια, τα νεαρά φύλλα και τα ώριμα φύλλα από ελιές της ίδιας ηλικίας που καλλιεργούνται στην ίδια περιοχή.

Πίνακας 2. Συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στα φύλλα της ελιάς. (EDXRF). (Φ: Φυλλάριο, Ν: νεαρό, Ω: ώριμο).

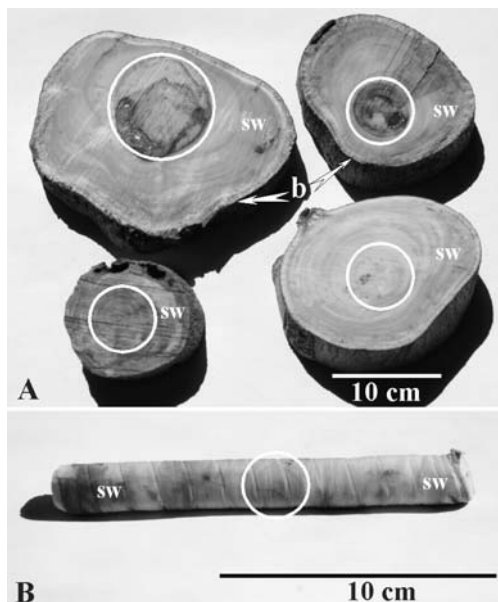
	Δείγμα 1			Δείγμα 2			Δείγμα 3			Δείγμα 4		
μέταλλο	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω
Cd mg/Kg	ND	ND	ND	ND	0.4	2.7	ND	ND	ND	ND	ND	2.8
Cr mg/Kg	4.5	2.9	0.1	ND	2.8	6.9	4.7	ND	6.1	3.1	9.7	ND
Cu mg/Kg	2.1	9.9	5.7	6.4	13.5	6.1	9.7	ND	5.4	6.3	2.4	7.7
Mn mg/Kg	21.6	44.1	41.3	92.3	47.4	54.7	62.4	53.0	58.7	50.0	79.6	87.6
Ni mg/Kg	10.9	ND	ND	7.3	6.9	2.3	2.2	4.0	ND	2.5	3.7	3.7
Pb mg/Kg	ND	1.9	4.3	6.6	ND	ND	ND	ND	ND	2.7	ND	1.7
Zn mg/Kg	25.0	36.1	17.7	24.0	15.1	18.4	30.7	14.0	12.3	17.3	20.2	13.1

	Δείγμα 5			Δείγμα 6			Μέσοι όροι			μάρτυρες		
μέταλλο	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω
Cd mg/Kg	ND	ND	ND	27.7	ND	ND	0.4	0.1	0.8	ND	ND	ND
Cr mg/Kg	ND	ND	ND	5.2	ND	2.3	2.9	1.6	2.6	2.4	ND	0.8
Cu mg/Kg	6.0	10.1	7.8	6.1	1.3	5.8	6.1	6.2	6.4	9.8	4.6	4.7
Mn mg/Kg	79.7	94.0	53.2	56.7	53.3	49.0	60.4	61.9	57.4	19.9	37.0	56.3
Ni mg/Kg	2.0	8.2	2.4	5.7	4.5	4.9	5.1	4.6	2.2	ND	3.5	4.3
Pb mg/Kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.5	0.2	1.0	ND	ND	10.1
Zn mg/Kg	30.4	23.1	8.8	17.1	14.7	13.0	24.1	20.5	13.8	14.8	22.1	12.6

Πίνακας 3. Συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στα φύλλα της ελιάς. (ICP-AES). (Φ: Φυλλάριο, Ν: νεαρό, Ω: ώριμο).

	Δείγμα 1			Δείγμα 2			Δείγμα 3			Δείγμα 4		
μέταλλο	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω
Cd mg/Kg	0.8	ND	0.1	0.3	ND	ND	1.0	0.4	0.3	0.4	ND	ND
Cr mg/Kg	1.4	0.8	0.2	2.3	1.5	1.4	1.0	1.1	2.5	1.3	1.1	2.1
Cu mg/Kg	4.2	4.7	5.9	3.1	6.6	4.0	4.9	3.0	5.9	4.6	5.0	4.2
Mn mg/Kg	27.5	28.7	51.7	99.1	31.4	56.1	72.1	34.5	51.3	52.2	61.0	80.2
Ni mg/Kg	31.3	4.6	11.0	10.9	4.4	1.9	4.9	3.0	6.3	5.9	6.9	7.8
Pb mg/Kg	ND	0.4	ND	ND	2.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zn mg/Kg	25.2	25.4	2.2	22.3	18.0	1.5	28.2	19.4	1.8	19.4	18.3	1.4

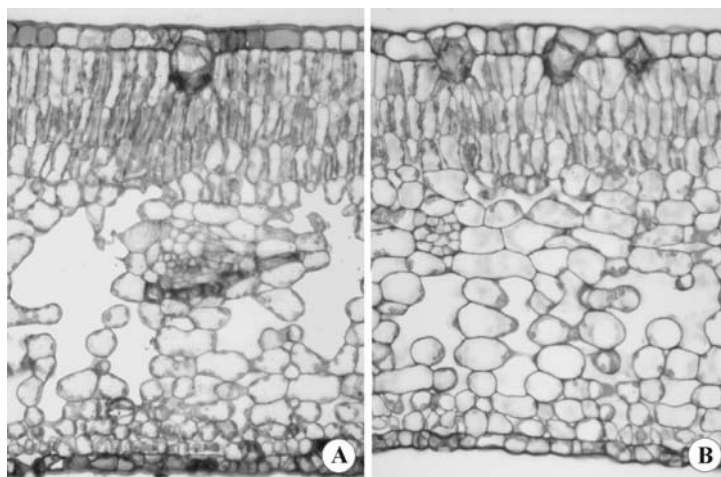
	Δείγμα 5			Δείγμα 6			Μέσοι όροι			μάρτυρες		
μέταλλο	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω	Φ	N	Ω
Cd mg/Kg	0.1	0.3	ND	0.4	0.2	ND	0.5	ND	ND	0.2	ND	ND
Cr mg/Kg	2.0	1.5	1.9	2.1	1.3	1.2	1.7	1.2	1.5	ND	2.1	1.3
Cu mg/Kg	3.8	3.9	3.0	1.3	4.9	4.9	3.6	4.7	13.5	2.9	3.2	3.2
Mn mg/Kg	87.1	60.8	46.0	52.9	33.0	46.7	66.9	41.6	55.3	18.4	29.5	48.6
Ni mg/Kg	8.3	5.1	5.7	4.1	2.8	7.6	10.9	4.5	6.7	1.4	1.2	3.6
Pb mg/Kg	ND	ND	ND	0.3	ND	ND	ND	0.5	ND	ND	1.8	ND
Zn mg/Kg	27.1	21.6	1.2	18.9	67.9	1.4	23.3	28.4	1.6	12.9	22.0	15.4



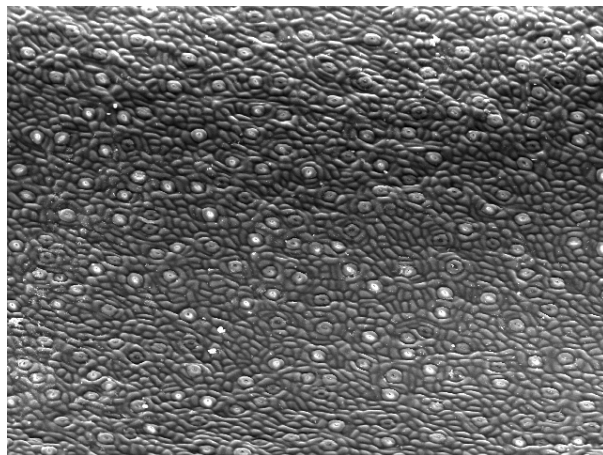
Εικόνα 4. Α. Τομές από κορμούς *Olea europaea* εννέα έως δέκα ετών. Το καρδιόξυλο σημειώνεται μέσα στους κύκλους ενώ έξω από αυτό βρίσκεται το σομφό ξύλο. Β. Κύλινδρος από κορμό ελιάς. Το καρδιόξυλο υποδεικνύεται με κύκλο.

Λεμονιά (*Citrus limon*)

Η παρατήρηση στο οπτικό μικροσκόπιο (Εικ. 5) δεν έδειξε σημαντικές δομικές διαφορές μεταξύ των φύλλων των φυτών που αναπτύσσονται στην ίδια περιοχή κάτω από τις ίδιες κλιματολογικές συνθήκες.

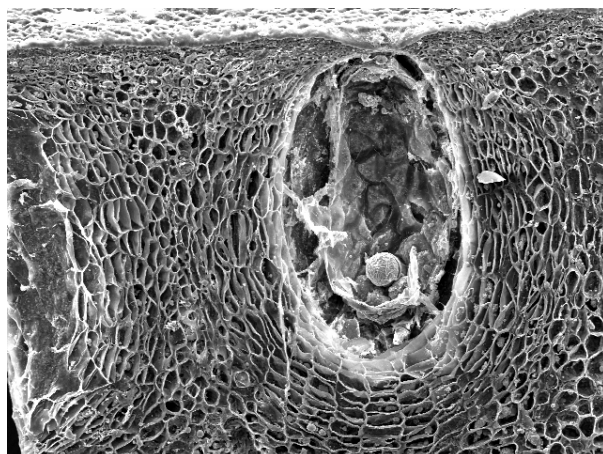


Εικόνα 5. Εγκάρσια τομή των φύλλων από μάρτυρες (Α) και από φυτά ΕΒΕΛ (Β). Ο ανεπτυγμένος αγωγός ιστός στους μάρτυρες και οι πολυάριθμες λιθοκύστες στα φυτά ΕΒΕΛ, είναι οι μοναδικές διαφορές που παρατηρούνται σε αυτούς τους δύο τύπους φύλλων.



<i>Element</i>	<i>Spect.</i>	<i>Element</i>
	<i>Type</i>	<i>%</i>
Na K	ED	3.44
Mg K	ED	- 0.18*
Al K	ED	0.12
Ca K	ED	0.53
Cr K	ED	0.03*
Fe K	ED	0.00*
Co K	ED	- 0.09*
Ni K	ED	0.03*
Cu K	ED	0.36
Os K	ED	6.64
Hg K	ED	0.04
Pb K	ED	0.13

Εικόνα 6. Η κάτω επιφάνεια φύλλου. Παρατηρείται μεγάλος αριθμός στομάτων. Οι μετρήσεις στα δεξιά της εικόνας. (* = <2 Sigma).



<i>Element</i>	<i>Spect.</i>	<i>Element</i>
	<i>Type</i>	<i>%</i>
Na K	ED	1.50
Mg K	ED	- 0.03*
Al K	ED	- 0.06
Ca K	ED	0.42
Cr K	ED	0.08*
Fe K	ED	- 0.06*
Co K	ED	- 0.12*
Ni K	ED	0.12*
Cu K	ED	0.25
Os K	ED	12.64
Hg K	ED	0.01*
Pb K	ED	- 0.11*

Εικόνα 7. Εικόνα από το μεσοκάρπιο λεμονιού. Οι μετρήσεις στα δεξιά της εικόνας (* = <2 Sigma).

Τα αποτελέσματα της μικροανάλυσης αλλά και αυτά από τις μετρήσεις με EDXRF και ICP-AES δείχνουν ότι τόσο στα φύλλα όσο και στους ιστούς των καρπών αλλά ακόμα και στους βαθύτερους και πλέον «ηλικιωμένους» ιστούς του φυτού, όπως είναι το καρδιόξυλο, η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων είναι πολύ χαμηλή ή, πολύ συχνά, μη ανιχνεύσιμη.

Τα στοιχεία που λαμβάνονται και με τις δύο μεθόδους, και για τα δύο φυτά, φαίνονται να είναι σε συμφωνία. Οι συγκεντρώσεις ήταν πολύ χαμηλές και τυχόν

Πίνακας 4. Οι τιμές των μετρήσεων για τη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στα φύλλα της λεμονιάς (EDXRF).

	Δείγμα 1		Δείγμα 2		Δείγμα 3		Δείγμα 4	
μέταλλο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο
Cd mg/Kg	1.15	ND	0.76	1.65	ND	2.78	ND	3.39
Cr mg/Kg	ND	3.65	ND	0.35	ND	1.54	ND	2.21
Cu mg/Kg	12.84	ND	21.65	20.54	13.25	8.07	20.14	3.72
Mn mg/Kg	15.28	10.82	14.79	9.99	23.11	14.81	16.39	16.15
Ni mg/Kg	5.82	13.1	2.08	4.71	8.64	ND	5.50	9.24
Pb mg/Kg	5.17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zn mg/Kg	17.02	16.92	19.84	25.16	20.86	11.77	18.05	21.43

	Δείγμα 5		Δείγμα 6		Μέσοι όροι		μάρτυρες	
μέταλλο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο
Cd mg/Kg	ND	3.27	1.84	ND	0.62	1.85	ND	ND
Cr mg/Kg	ND	2.89	0.59	ND	0.09	1.77	12.96	ND
Cu mg/Kg	12.43	3.97	7.38	13.27	14.61	8.26	6.35	10.03
Mn mg/Kg	17.84	14.91	14.27	23.76	16.95	15.07	35.48	11.13
Ni mg/Kg	ND	6.05	ND	14.40	3.67	7.92	8.82	2.53
Pb mg/Kg	4.27	6.53	ND	ND	1.57	1.09	ND	3.67
Zn mg/Kg	8.40	8.13	21.53	23.86	17.62	17.88	3.946	9.20

Πίνακας 5. Οι τιμές των μετρήσεων για τη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στα φύλλα της λεμονιάς (ICP-AES).

	Δείγμα 1		Δείγμα 2		Δείγμα 3		Δείγμα 4	
μέταλλο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο
Cd mg/Kg	0.30	ND	0.40	ND	0.50	ND	0.40	1.10
Cr mg/Kg	0.10	ND	1.10	ND	0.30	ND	0.60	ND
Cu mg/Kg	7.20	4.90	7.10	4.70	6.20	3.00	7.40	5.60
Mn mg/Kg	9.00	7.00	10.80	9.50	12.70	11.10	10.80	9.50
Ni mg/Kg	ND	2.60	ND	0.80	ND	1.60	ND	ND
Pb mg/Kg	5.90	1.20	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zn mg/Kg	20.10	16.20	25.00	14.00	18.80	14.50	46.50	13.70

	Δείγμα 5		Δείγμα 6		Μέσοι όροι		μάρτυρες	
μέταλλο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο	νεαρό	ώριμο
Cd mg/Kg	0.4	ND	0.20	ND	0.36	0.18	0.40	0.30
Cr mg/Kg	ND	ND	0.90	ND	0.50	ND	2.30	ND
Cu mg/Kg	5.60	5.10	9.40	4.70	7.15	4.66	10.20	2.20
Mn mg/Kg	11.90	11.60	15.80	15.70	11.83	10.73	49.90	8.40
Ni mg/Kg	ND	1.10	ND	1.40	ND	1.25	6.60	ND
Pb mg/Kg	ND	ND	0.70	3.10	1.10	0.72	ND	ND
Zn mg/Kg	16.50	13.70	21.00	19.20	24.65	15.22	18.70	14.50

διαφορές είναι αναμενόμενες για τα φυσικά δείγματα που μετριοούνται με διαφορετικές μεθόδους.

Συγκρίνοντας τα στοιχεία από τα φυτά των ΕΒΕΛ με εκείνα από τους μάρτυρες θα μπορούσαμε να επισημάνουμε ότι, για το Pb και το Zn, καμία συσσώρευση δεν ανιχνεύεται ακόμα και μετά από την μακροπρόθεσμη επίδραση της ιλύος.

Η συγκέντρωση του Cd και του Fe αυξάνεται στα φυτά των ΕΒΕΛ, γεγονός που πιστοποιείται και με τις δύο μεθόδους.

Για Cr, το Cu, το Mn και το Ni παρατηρείται μικρή αύξηση με το ICP-AES ενώ τα δεδομένα που λαμβάνονται με EDXRF φαίνονται να είναι μέσα στις τιμές που καταγράφονται για τους φυτικούς ιστούς.

Βιβλιογραφία

- Christodoulakis N.S. & Margaris N.S. 1996. Growth of corn (*Zea mays*) and sunflower (*Helianthus annuus*) plants is affected by water and sludge from a sewage treatment plant. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 57: 300-306.
- European Community 1986. Council Directive 86/278/ECC No L181. Official Journal of European Communities, 4/7/1986, Brussels, Belgium.
- European Community 1991. Council Directive 91/271/ECC No L135. Official Journal of European Communities, 30/5/1991, Brussels, Belgium.
- Epstein E. 1998. How calcium enhances plant salt tolerance. Science 280: 1906-1907.
- Lee D.K. & Woo S.Y. 1998. Status of waste generation, disposal ways and poplar species as a landfill cover in South Korea. Environmental Forest Science 83-92. Forestry Sciences 54, London.
- Lewandowski J., Leitschuh S. & Koß V. 1997. Schadstoffe im Boden: eine Einführung in Analytik und Bewertung. Heidelberg.
- Margaris N.S., Christodoulakis N.S. & Giourga C. 1995. Waste management and water use in the island of Kos, Greece. Insula 3: 36-39.
- Moffat A.J., Armstrong A.T. & Ockleston J. 2001. The optimization of sewage sludge and effluent disposal on energy crops of short rotation hybrid poplar. Biomass Bioenergy 20: 161-169.
- Palacios G., Carbonell-Barrachina A. & Gomez I. 1999. The influence of organic amendment and nickel pollution on tomato fruit yield and quality. J. Environ. Sci. Health B34: 133-150.
- Rawajfih Z. & Gharaibeh S. 1990. High rates of domestic sewage sludge on a calcareous soil and their effect on wheat growth using a pot experiment. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 153: 297-300.
- Samaras V. & Kallianou C. 2000. Effect of sewage sludge application on cotton yield and contamination of soils and plant leaves. Connun. Soil Sci. Plant Anal. 31: 331-343.
- Tsakou A., Roulia M. & Christodoulakis N.S. 2001a. Growth of cotton plants (*Gossypium hirsutum*) as affected by water and sludge from a sewage treatment plant. I. Plant phenology and development. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 66: 735-742.
- Tsakou A., Roulia M. & Christodoulakis N.S. 2001b. Growth of cotton plants (*Gossypium hirsutum*) as affected by water and sludge from a sewage treatment

- plant. II. Seed and fiber yield and heavy metal accumulation. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 66: 743-747.
- Tsakou A., Roulia M. & Christodoulakis N.S. 2002. Growth of flax plants (*Linum usitatissimum*) as affected by water and sludge from a sewage treatment plant. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 68: 56-63.
- Tsakou A., Roulia M. & Christodoulakis N.S. 2003. Growth parameters and heavy metal accumulation in poplar tree cultures (*Populus euramericana*) utilizing water and sludge from a sewage treatment plant. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 71: 330-337.
- Weir C.C. & Allen J.R. 1997. Effects of using organic wastes as soil amendments in urban horticultural practices in the district of Columbia. J. Environ. Sci. Health A32: 323-332.

Μελέτη της τροφικής κατάστασης των νερών του Θερμαϊκού κόλπου

Μοσχανδρέου Κ. & Νικολαΐδης Γ.

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Τ.Θ. 109, 541 24, Θεσσαλονίκη.

Εισαγωγή

Για την εκτίμηση της τροφικής κατάστασης υδατίνων μαζών έχουν αναπτυχθεί ποικίλες μέθοδοι. Αυτές βασίζονται είτε στην εξέταση των παραγόντων (όπως το εύρος και η αναλογία συγκεντρώσεων θρεπτικών αλάτων) που επιδρούν στο επίπεδο τροφισμού τους ή στην εκτίμηση των επιδράσεων που αυτοί προκαλούν, όπως στη πρωτογενή παραγωγή, στην περιεκτικότητα σε οξυγόνο, στη σύνθεση των ιχθυοπληθυσμών και στο βένθος (Kowaleska 2005). Η εκτίμηση της τροφικής κατάστασης στο Θερμαϊκό Κόλπο αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης αρκετών εργασιών (Friligos 1977, Friligos & Koussouris 1984, Gotsis-Skretas & Friligos 1990, Nikolaidis & Moustaka-Gouni 1992, Yannopoulos 1979), με διαφορετικές προσεγγίσεις.

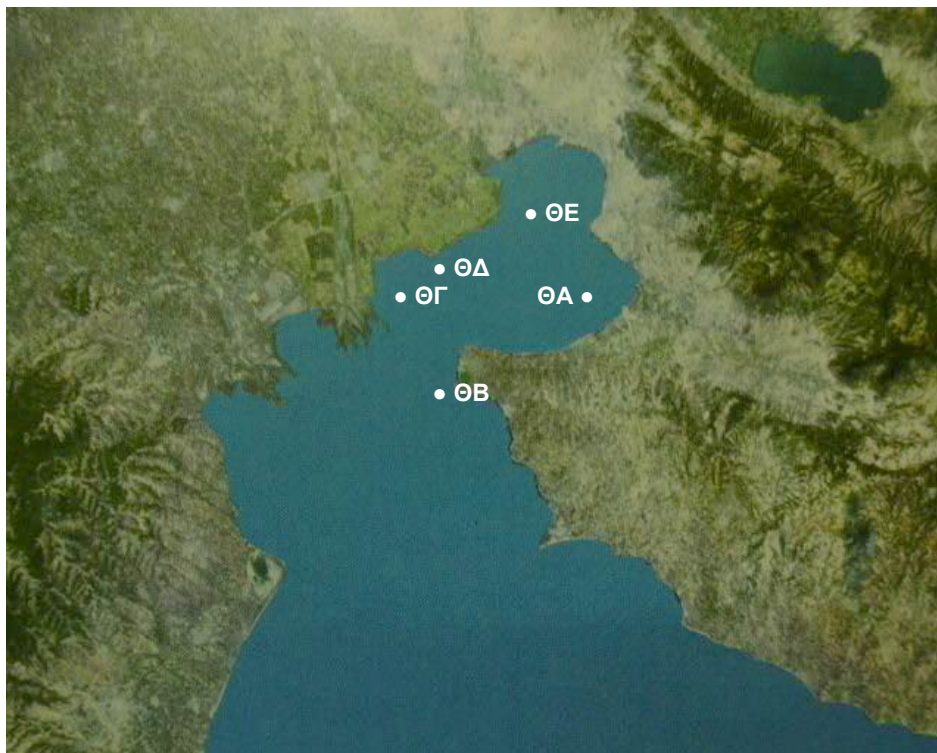
Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η εκτίμηση της τροφικής κατάστασης των νερών του εσωτερικού τμήματος του Θερμαϊκού Κόλπου, με χρήση κλίμακας ευτροφισμού για τον Ελλαδικό χώρο (Ignatiades et al. 1992), που στηρίζεται στις τιμές των συγκεντρώσεων ανόργανων θρεπτικών αλάτων (αμμωνιακά, νιτρικά, νιτρώδη και φωσφορικά).

Υλικά και μέθοδοι

Για τον ποσοτικό προσδιορισμό των ανόργανων θρεπτικών αλάτων και της χλωροφύλλης *a* (Chl-*a*), χρησιμοποιήθηκαν ολοκληρωμένα δείγματα νερού τα οποία ελήφθησαν από ένα δίκτυο πέντε σταθμών (Εικ. 1) (ΘΑ, ΘΒ, ΘΓ, ΘΔ και ΘΕ), σε εβδομαδιαία ή/και δεκαπενθήμερη βάση από τον Ιανουάριο του 2000 έως το Φεβρουάριο του 2002.

Ο ποσοτικός προσδιορισμός των αμμωνιακών ιόντων (NH₄-N) έγινε με τη μέθοδο των Liddicoat et al. (1976), ενώ για τα νιτρικά (NO₃-N), νιτρώδη (NO₂-N), φωσφορικά (PO₄-P) και πυριτικά (SiO₂-Si) ιόντα, καθώς επίσης και για τη χλωροφύλλη *a*, ακολουθήθηκε η μέθοδος των Strickland και Parsons (1968).

Η εκτίμηση της τροφικής κατάστασης έγινε, μετά από στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στο στατιστικό πακέτο SPSS (version 11.0), βάση της κλίμακας ευτροφισμού για τον Ελλαδικό χώρο (Ignatiades et al. 1992).



Εικόνα 1. Χάρτης Θερμαϊκού Κόλπου, με το δίκτυο των σταθμών δειγματοληψιών.

Αποτελέσματα

- Οι τιμές των εξετασθέντων θρεπτικών αλάτων από τους επιμέρους σταθμούς δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις, με εξαίρεση τη Chl-α.

Από την επεξεργασία των δεδομένων, με ανάλυση της διασποράς (one way A.N.O.V.A.), δεν προκύπτουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των πέντε σταθμών (για τα νιτρώδη άλατα $p=0,184$, για τα νιτρικά $p=0,999$, για τα αμμωνιακά $p=0,936$, για τα φωσφορικά $p=0,660$ και για τα πυριτικά $p=0,975$) εκτός από την Chl-α ($p=0,008$).



Βάση των ανωτέρω το εσωτερικό τμήμα του Θερμαϊκού Κόλπου μπορεί να θεωρηθεί ως μια ενιαία οικολογική οντότητα.

- Τα επίπεδα των τιμών του συνολικού ανόργανου αζώτου (T.I.N.), των φωσφορικών και των πυριτικών αλάτων, για το σύνολο των σταθμών (Πίνακας 1, Εικ. 2), σε σύγκριση με δεδομένα των τελευταίων δεκαετιών (Friligos 1977, Friligos & Koussouris 1984, Gotsis-Skretas & Friligos 1990, Nikolaidis & Moustaka-Gouni, 1992), εμφανίζουν διαφοροποιήσεις. Πιο συγκεκριμένα για το T.I.N. παρατηρείται αύξηση, ενώ για τα φωσφορικά και πυριτικά άλατα μείωση.

Πίνακας 1. Τιμές ανόργανων θρεπτικών αλάτων (T.I.N., φωσφορικών και πυριτικών αλάτων), για το σύνολο των σταθμών.

n=60	T.I.N.	PO ₄ -P	SiO ₂ -S
Μέση τιμή (μg-at/l)	8,153	1,020	1,099
Μέγιστη τιμή (μg-at/l)	47,454	11,558	6,031
Ελάχιστη τιμή (μg-at/l)	1,426	0,000	0,000

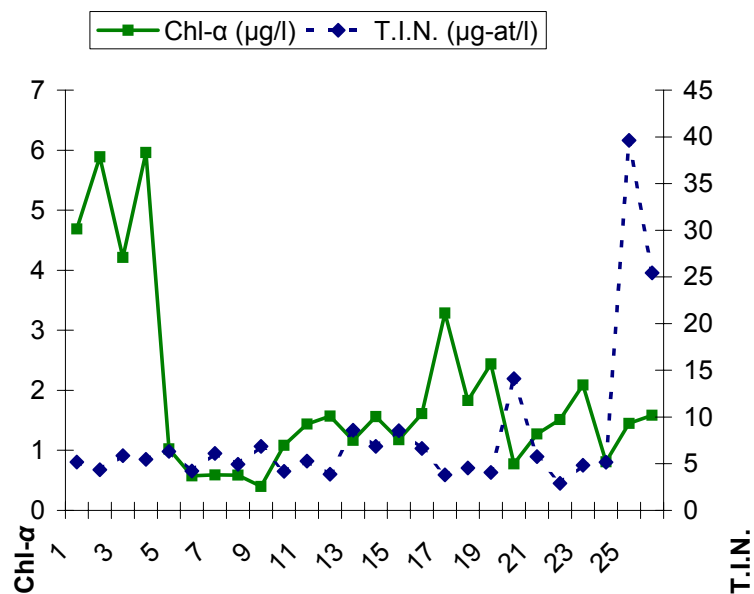
- Συνολικά ο εσωτερικός κόλπος της Θεσσαλονίκης εμφανίζει Ανώτερο Μεσότροφο προς Εύτροφο χαρακτήρα.

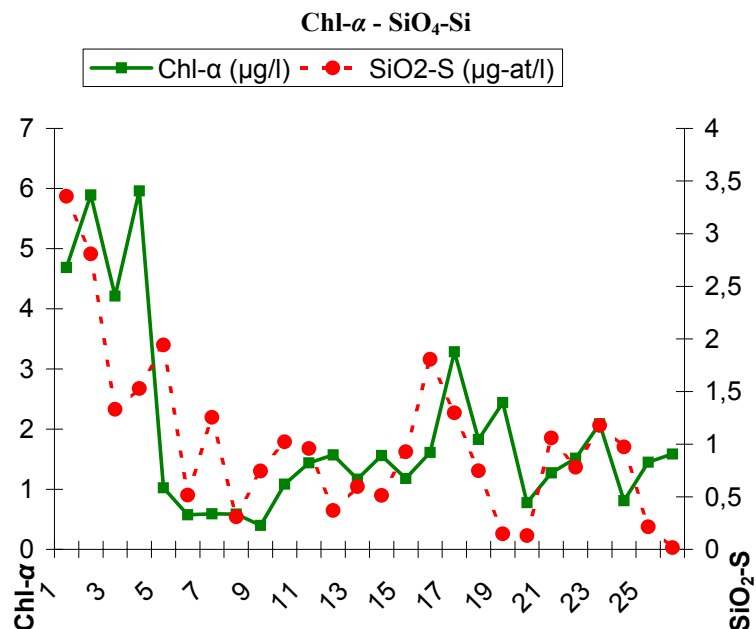
Συγκεκριμένα τα νερά της περιοχής, σύμφωνα με την κλίμακα ευτροφισμού για τον Ελλαδικό χώρο (Ignatiades et al. 1992), χαρακτηρίζονται ως προς τα φωσφορικά και τα νιτρώδη ως Ανώτερα Μεσότροφα, ενώ ως προς τα νιτρικά και αμμωνιακά (με εξαίρεση τον ΘΔ) ως Εύτροφα (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Μέσες τιμές θρεπτικών (με εξαίρεση των ακραίων τιμών - μέθοδος Box-Whisker) ανά σταθμό για το σύνολο των δειγμάτων και αντίστοιχος χαρακτηρισμός της τροφικής κατάστασης.

Σταθμός	NH ₄ (μg-at/l)	NO ₂ (μg-at/l)	NO ₃ (μg-at/l)	PO ₄ (μg-at/l)
ΘΑ	2,489 (E)	0,249 (AM)	2,340 (E)	0,488 (AM)
ΘΒ	2,363 (E)	0,177 (AM)	2,214 (E)	0,345 (AM)
ΘΓ	2,364 (E)	0,211 (AM)	2,165 (E)	0,455 (AM)
ΘΔ	1,946 (AM)	0,206 (AM)	2,441 (E)	0,556 (AM)
ΘΕ	2,347 (E)	0,302 (AM)	2,298 (E)	0,555 (AM)

- Από τις συσχετίσεις των συγκεντρώσεων ανόργανων αλάτων (T.I.N., φωσφορικά και πυριτικά) με τιμές της Chl-*a* (Σχ.1), μόνο ο φωσφόρος ($y = 0,7944x + 1,2696$, με $R^2 = 0,4544$) φαίνεται να αποτελεί περιοριστικό παράγοντα ανάπτυξης φυτοπλαγκτού.

Chl- α - T.I.N.



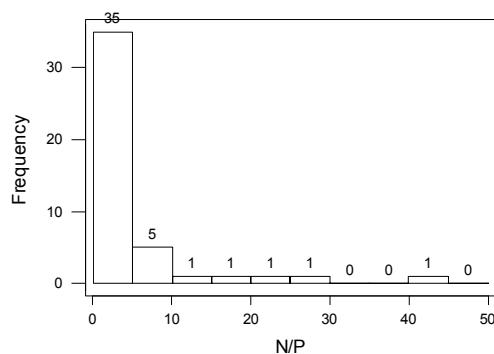
$$y = 0,8471x + 1,1491, R^2 = 0,1727$$

Εικόνα 2. Κατανομές των μηνιαίων μέσων τιμών, για το σύνολο των σταθμών και συσχετίσεις των συγκεντρώσεων των T.I.N., PO₄-P και SiO₂-Si, αντίστοιχα, με τη Chl-α.

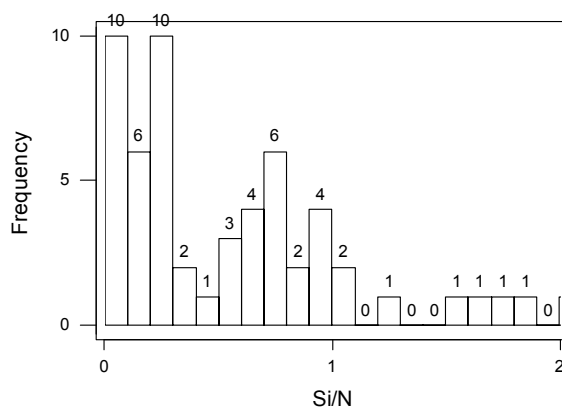
- Από τις τιμές των ατομικών λόγων N:P και Si:N, καθίσταται εμφανής η ανθρωπογενής επίδραση στον τροφισμό των νερών του Κόλπου (Nikolaidis & Moustaka-Gouni 1992, Ryther & Dunstan 1971, Zingone & Enevoldsen 2000).

Όπως φαίνεται στην Εικ. 3, η πλειονότητα των τιμών του ατομικού λόγου αζώτου προς φωσφόρο (N:P), είναι πολύ χαμηλότερες από την τυπική τιμή (15:1), που χαρακτηρίζει ισορροπημένα θαλάσσια οικοσυστήματα χωρίς ανθρωπογενείς επιβαρύνσεις (Ryther & Dunstan 1971).

Παρόμοια εικόνα παρατηρείται και για τις αντίστοιχες τιμές του ατομικού λόγου πυριτίου προς άζωτο (Si:N) (Εικ. 4), σε σχέση με την τυπική τιμή (0.7:1) (Zingone & Enevoldsen 2000) για συστήματα με ισορροπία θρεπτικών αλάτων.



Εικόνα 3. Κατανομή συχνοτήτων των μέσων τιμών, για το σύνολο των σταθμών, του ατομικού λόγου N:P, ανά δειγματοληψία.



Εικόνα 4. Κατανομή συχνοτήτων των μέσων τιμών, για το σύνολο των σταθμών, του ατομικού λόγου Si:N, ανά δειγματοληψία.

Βιβλιογραφία

- Friligos 1977. *Thalassia* Yugosl. 13(3/4): 327-342.
 Friligos & Koussouris 1984. *Vie Milieu* 34(1): 35-39.
 Gotsis-Skretas & Friligos 1990. *Thalassographica* 13(1): 1-12.
 Ignatiades et al. 1992. *Mar. Pollut. Bul.* 24(5): 238-243.
 Kowaleska 2005. *Quatern. Int.* 130(1): 141-151.
 Liddicoat et al. 1976. *Water Res.* 10: 567-568.
 Nikolaidis & Moustaka-Gouni 1992. *Fresen. Envir. Bull.* 1: 250-255.
 Ryther & Dunstan 1971. *Science* 171: 1008-1013.
 Strickland & Parsons 1968. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 167: 1-311.
 Yannopoulos 1979. *Prakt. Hellen. Soc. Biol. Sci.* 1: 11-21.
 Zingone & Enevoldsen 2000. *Ocean & Coast. Manage.* 43: 725-748.

Χλωρίδα και βλάστηση της Λέσβου: γενική επισκόπηση

Μπαζός Ι. & Γιαννίτσaros Α.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται και σχολιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα της έρευνάς μας για τη χλωρίδα της Λέσβου. Σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα γνωστά στοιχεία και τα δικά μας δεδομένα αυτή αποτελείται από 1516 taxa (είδη και υποείδη) Πτεριδοφύτων (26 taxa) και Σπερματοφύτων (1490 taxa). Περιγράφονται ακόμη συνοπτικά οι κύριοι τύποι βλάστησης, ενώ δίνονται στοιχεία για τη γεωγραφία, τη γεωλογία, την παλαιogeωγραφία και το βιοκλίμα της περιοχής.

A survey of the flora and vegetation of Lesbos

Bazos I. & Yannitsaros A.

Institute of Systematic Botany, Section of Ecology and Systematics, Department of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

The results of our investigation on the flora of Lesbos are briefly presented and discussed in this article. According to known information and our research the flora of Lesbos currently consists of 1516 taxa (species and subspecies) of Pteridophyta (26 taxa) and Spermatophyta (1490 taxa). Brief descriptions of the main vegetation types as well as data on the geography, geology, paleogeography and bioclimate of the investigated area are also provided.

Εισαγωγή

Η Λέσβος είναι το τρίτο σε μέγεθος ελληνικό νησί μετά την Κρήτη και την Εύβοια με έκταση περίπου 1630 km². Εκτείνεται μεταξύ 25° 50' 02'' και 26° 37' 03'' Α γεωγραφικό μήκος και 38° 57' 39'' και 39° 23' 23'' Β γεωγραφικό πλάτος. Το μέγιστο μήκος της είναι περίπου 70 km, το μέγιστο πλάτος της περίπου 45 km και το μήκος των ακτών της περίπου 370 km. Ανήκει στα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου και μαζί με τη Λήμνο και τον Άγιο Ευστράτιο αποτελούν το νομό Λέσβου.

Παρουσιάζει έντονο οριζόντιο και κατακόρυφο διαμελισμό. Κύριο χαρακτηριστικό της γεωμορφολογίας του νησιού είναι η παρουσία των δύο μεγάλων κόλπων, της Γέρας και της Καλλονής. Τα όρη της είναι πολλά αν και όχι ιδιαίτερα μεγάλου υψομέτρου. Σημαντικότερα είναι ο Όλυμπος (968 m), ο Λεπέτυμνος (968 m), το Ψηλοκούδουνο

(914 m), ο Ροδίτης (845 m), ο Προφήτης Ηλίας (799 m), το Πετροβούνι (755 m), το Σκοτεινό (699 m), ο Ρούτφας (673 m) κ.ά. Σημαντικότερες πεδιάδες είναι της Καλλονής, του Ιππείου, της Γέρας και της Ερεσού. Μεγάλοι ποταμοί δεν υπάρχουν παρά μόνο χείμαρροι, ιδιαίτερα ορμητικοί κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Οι κυριότεροι είναι ο Ευεργέτουλας, ο Βούβαρης, ο Μυλοπόταμος, ο Τσικνιάς, η Ποταμιά, η Μαλλιόντα, η Χαλάνδρα και ο Βούλγαρης. Οι σημαντικότεροι μόνιμοι υγρότοποι βρίσκονται γύρω από τους δύο μεγάλους κόλπους καθώς και στις θέσεις Χαραμίδα και Μικρή Λίμνη. Υπάρχει ακόμη μεγάλος αριθμός εποχιακών τελμάτων διάσπαρτων κυρίως στο βόρειο και το δυτικό τμήμα του νησιού. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι γύρω από τη Λέσβο υπάρχει σημαντικός αριθμός μικρών νησίδων (Νησιώπη, Άγιος Γεώργιος Πέτρας, Τοκμάκια, Μερσίνια, Άγιος Βασίλειος, Γαρμπιάς κ.ά.).

Σύμφωνα με τους Κατσικάτσο et al. (1982) και Ματαράγκα (2001), η Λέσβος γεωλογικά δομείται από προαλπικούς, αλπικούς και μεταλπικούς γεωλογικούς σχηματισμούς. Οι δύο πρώτοι διακρίνονται σε αυτόχθονες σειρές (ενότητες νεοπαλαιοζωικών και τριαδικών σχηματισμών) και αλλόχθονες σειρές (ηφαιστειοϊζηματογενείς σχηματισμοί και οφιόλιθοι). Οι μεταλπικοί σχηματισμοί περιλαμβάνουν τους νεογενείς σχηματισμούς και τις τεταρτογενείς αποθέσεις. Οι νεοπαλαιοζωικοί και οι τριαδικοί σχηματισμοί εκτείνονται κυρίως στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού και στην πλειονότητά τους είναι σχιστόλιθοι, μεταψαμμίτες και χαλαζίτες. Το τεκτονικό κάλυμμα των ηφαιστειοϊζηματογενών σχηματισμών καλύπτει μία μεγάλη περιοχή στη νοτιοανατολική Λέσβο και μία μικρότερη στη βορειοδυτική και συνίσταται από ένα ευρύ φάσμα πετρωμάτων (σχιστόλιθοι, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι, μεταψαμμίτες, μετακροκαλοπαγή κ.λπ.). Τα οφιολιθικά πετρώματα εντοπίζονται κυρίως στο κεντρικό και το νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού και αποτελούνται από αμφιβολίτες, αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους, χαρτζβουργίτες και λερζόλιθους έντονα σερπεντινωμένους. Οι νεογενείς σχηματισμοί της Λέσβου αντιπροσωπεύονται κυρίως από ηφαιστειακά πετρώματα, που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του νησιού και τοπικά από αποθέσεις μαργών και μαργαϊκών ασβεστολίθων γλυκέων υδάτων. Οι τεταρτογενείς σχηματισμοί αποτελούνται από κροκαλοπαγή, ποταμοχερσαίες αποθέσεις, παλαιά και νέα πλευρικά κορήματα και κώνους κορημάτων και από αλλουβιακές αποθέσεις.

Η ανεύρεση ισορροπημένης πανίδας θηλαστικών και σαρκοφάγων και η δομή των ιζημάτων υποδεικνύει ότι κατά το Πλειόκαινο και το Πλειστόκαινο η Λέσβος αποτελούσε τμήμα της μικρασιατικής χέρσου και ότι έγινε νησί κατά τη διάρκεια του Ολόκαινου. Σε ό,τι αφορά τα γειτονικά νησιά δεν αποκλείεται η ύπαρξη χερσαίας γέφυρας μεταξύ Λήμνου και Λέσβου κατά το Μέσο Πλειστόκαινο. Η Χίος έγινε επίσης νησί πολύ πρόσφατα και πριν από αυτό ήταν ενωμένη με τη Μικρά Ασία και τη Λέσβο (Dermitzakis & Drinia 1999).

Για τη μελέτη των κλιματικών και των βιοκλιματικών χαρακτηριστικών της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία της Ε.Μ.Υ. από το Μετεωρολογικό Σταθμό του αεροδρομίου Μυτιλήνης (39° 04' Β 26° 36' Α, υψόμετρο 5 m, περίοδος 1955-1997). Η μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα, στην περιοχή του μετεωρολογικού σταθμού για το εξεταζόμενο χρονικό διάστημα, είναι 17,6°C. Η βιολογικά ξηρή περίοδος αρχίζει γύρω στα μέσα Απριλίου και διαρκεί μέχρι τα τέλη Σεπτεμβρίου. Σύμφωνα με το κλιματικό διάγραμμα των Emberger και Sauvage (Emberger 1955, 1959, Sauvage 1961) η Λέσβος

ανήκει στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με ήπιους χειμώνες.

Χλωρίδα

α. Προηγούμενοι ερευνητές

Σημαντικότεροι ερευνητές της χλωρίδας της Λέσβου κατά το 19^ο αιώνα υπήρξαν οι Κωνσταντίνος και Παλαιολόγος Κανταρτζής, πατέρας και γιος αντίστοιχα (Candargy C. A. 1889, Candargy P. C. 1897, 1898, 1899). Κατά τον 20^ο αιώνα ο αυστριακός βοτανικός K.H. Rechinger επισκέφθηκε τη Λέσβο δύο φορές και περιέλαβε τα αποτελέσματα των ερευνών του στο ογκώδες έργο του “Flora Aegaea” (Rechinger 1943). Άλλες βιβλιογραφικές πηγές στις οποίες υπάρχουν στοιχεία για τη χλωρίδα της Λέσβου είναι οι δύο πρώτοι τόμοι της “Flora Hellenica” (Strid & Tan 1997, 2002), το πολύτομο έργο “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” (Davis 1965-1985) και τα δύο συμπληρώματά του (Davis et al. 1988, Güner et al. 2000), καθώς και ένας σημαντικός αριθμός επιστημονικών άρθρων και μονογραφιών, που έχουν δημοσιευθεί από διάφορους ερευνητές (βλ. Bazos & Yannitsaros 2000).

β. Υλικά και μέθοδοι

Κατά τη διάρκεια της πολύχρονης ενασχόλησής μας με τη χλωρίδα της Λέσβου συλλέχθηκαν περίπου 3.800 φυτικά δείγματα. Εξετάστηκαν επίσης δείγματα άλλων ερευνητών, τα οποία βρίσκονται κατατεθειμένα σε Herbaria και ιδιωτικές συλλογές της Ελλάδας και του εξωτερικού. Λάβαμε επίσης υπόψη μεγάλο αριθμό παρατηρήσεων πεδίου. Ο προσδιορισμός των φυτικών δειγμάτων έγινε με τη χρήση των κλειδών που περιέχονται στα έργα “Flora Hellenica” (Strid & Tan 1997, 2002), “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” (Davis 1965-1985) και “Flora Europaea” (Tutin et al. 1968-1980, 1993) και τη χρήση στερεοσκοπικού μικροσκοπίου. Η επιβεβαίωση των προσδιορισμών έγινε με σύγκριση με αποξηραμένα φυτικά δείγματα, που βρίσκονται κατατεθειμένα στο Herbarium του Πανεπιστημίου Αθηνών (ATHU) αλλά και σε άλλα Herbaria της Ελλάδας (UPA, ATH) και του εξωτερικού (C, E, K, P, W, WU). Σε κάποιες περιπτώσεις δύσκολων ταξινομικά taxa έγινε αποστολή δειγμάτων σε ειδικούς επιστήμονες. Για την ονοματολογία των taxa ακολουθήθηκαν κυρίως τα έργα “Flora Hellenica” (Strid & Tan 1997, 2002), “Med-Checklist” (Greuter et al. 1984, 1986, 1989) και “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” (Davis et al. 1965-1985), ενώ σε κάποιες περιπτώσεις λάβαμε υπόψη πρόσφατες μονογραφίες ή την άποψη ειδικών επιστημόνων. Για το χαρακτηρισμό των βιομορφών ακολουθήσαμε το σύστημα του Raunkiaer (1934). Για τα χωρολογικά στοιχεία χρησιμοποιήθηκε κυρίως το σύστημα που υιοθετείται στη “Flora d’ Italia” (Pignatti 1982) με μικρές τροποποιήσεις.

γ. Αποτελέσματα - Συζήτηση

Με βάση τα μέχρι σήμερα γνωστά στοιχεία η χλωρίδα της Λέσβου αποτελείται από 1516 είδη και υποείδη Τραχειοφύτων, τα οποία ανήκουν σε 597 γένη 119 οικογενειών. Από αυτά, τα 26 είναι Πτεριδόφυτα, τα 10 Γυμνόσπερμα, τα 1123 Αγγειόσπερμα Δικοτυλήδονα και τα 357 Αγγειόσπερμα Μονοκοτυλήδονα. Οι νέες αναφορές για τη χλωρίδα της Λέσβου ανέρχονται σε 224 είδη και υποείδη, 38 γένη και 5 οικογένειες. Από αυτά μία οικογένεια, 5 γένη και 42 είδη και υποείδη, είναι νέα και για τη χλωρίδα των νησιών του Ανατολικού Αιγαίου, 12 είδη και υποείδη είναι νέα για τη χλωρίδα των

νησιών του Αιγαίου και 2 γένη και 6 είδη και υποείδη νέα για την ελληνική χλωρίδα. Εκτός των νέων ευρημάτων, έγιναν επίσης πολλές επιβεβαιώσεις της παρουσίας taxa, που αναφέρονται από παλαιότερους ερευνητές και κυρίως από τον Παλαιολόγο Κανταρτζή, του οποίου οι συλλογές έχουν απολεσθεί. Διαπιστώθηκε ακόμη ότι κάποιες από τις παλαιότερες αναφορές ήταν λανθασμένες.

Πολυπληθέστερες οικογένειες στη χλωρίδα της Λέσβου, τα taxa των οποίων αντιπροσωπεύουν περίπου το 56% του συνόλου, είναι κατά σειρά οι: Leguminosae (167 taxa), Gramineae (163 taxa), Compositae (155 taxa), Caryophyllaceae (69 taxa), Cruciferae (69 taxa), Orchidaceae (68 taxa), Labiatae (53 taxa), Liliaceae (53 taxa) και Umbelliferae (52 taxa).

Από την ανάλυση των βιομορφών προκύπτει, ότι το 49,1% των φυτών της Λέσβου ανήκει στα θερόφυτα (Th), το 21,0% στα ημικρυπτόφυτα (H), το 14,7% στα γεώφυτα (G), το 7,4% στα φανερόφυτα (Ph), το 6,3% στα χαμαίφυτα (Ch) και το 1,5% στα υδρόφυτα (Hyd). Η υπεροχή των θεροφύτων δικαιολογείται πλήρως από την έλλειψη πολύ υψηλών ορέων στη Λέσβο και κατά συνέπεια από τον έντονο μεσογειακό χαρακτήρα του κλίματός της. Απόλυτα αναμενόμενα ήταν επίσης τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χωρολογική ανάλυση της χλωρίδας της Λέσβου, κατά την οποία βρέθηκε ότι το 58,3% των γεωστοιχείων ανήκει στην ομάδα των μεσογειακών. Από αυτά πολύ μικρό ποσοστό, μόλις το 0,9%, είναι ενδημικά του ελληνικού χώρου (ελληνικά, Αιγαίου, νησιών Ανατολικού Αιγαίου, Λέσβου). Οι άλλες κατηγορίες γεωστοιχείων, που εκπροσωπούνται στη χλωρίδα της Λέσβου, είναι οι εξής: μεσογειακά-εξωμεσογειακά (10,3%), κοσμοπολιτικά (8,1%), ευρασιατικά (7,9%), εύκρατα (6,7%), τροπικά-υποτροπικά (2,1%), αμερικανικά (2,9%), βόρεια (1,9%), ευρωπαϊκά (1,4%) και νοτιοαφρικανικά-αυστραλιανά (0,4%).

Ο ενδημισμός της Λέσβου, όπως συμβαίνει με τον ενδημισμό και άλλων νησιών του Ανατολικού Αιγαίου, είναι πολύ μικρός συγκρινόμενος με άλλες περιοχές της Ελλάδας. Από τα 1516 taxa της χλωρίδας του νησιού μόνο 3 είναι ενδημικά της Λέσβου, ενώ υπάρχουν ακόμη 3 ενδημικά των νησιών του Ανατολικού Αιγαίου, 1 ενδημικό του Αιγαίου και 7 ελληνικά ενδημικά με ευρύτερη εξάπλωση. Ενδημικά της Λέσβου είναι τα: *Alyssum lesbiacum* (Candargy) Rech. fil., *Alyssum xiphocarpum* Candargy και *Fritillaria theophrasti* Kamari & Phitos και ενδημικά των νησιών του Ανατολικού Αιγαίου τα: *Allium candargyi* Karavokyrou & Tzanoudakis (Λέσβος και Κάλυμνος), *Asperula nitida* Sm. subsp. *mytilinica* Ehrend. (Λέσβος και Χίος) και *Festuca pseudosupina* Vetter (Λέσβος και Χίος). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα δύο τελευταία είναι ενδημικά των ορέων Όλυμπος της Λέσβου και Πελληναίον της Χίου, γεγονός που φανερώνει τη στενή φυτογεωγραφική σχέση των δύο αυτών περιοχών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν ακόμη τα taxa που εξαπλώνονται στα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου και σε περιοχές της Ανατολίας, κυρίως της δυτικής και της νοτιοδυτικής. Τα taxa αυτά αποδεικνύουν τη στενή φυτογεωγραφική σχέση της Λέσβου με τις ακτές της Μικράς Ασίας, από την οποία αποχωρίστηκε πρόσφατα.

Περίπου 110 είδη και υποείδη της Λέσβου είναι σπάνια και περιλαμβάνονται σε καταλόγους απειλούμενων ειδών, ενώ κάποια από αυτά προστατεύονται από την ελληνική και τη διεθνή νομοθεσία. Έξι περιλαμβάνονται στο "Red Data Book of Rare and Threatened Plants of Greece" (Phitos et al. 1995). Πρόκειται για τα είδη *Cephalanthera epipactoides* Fischer & C.A. Meyer, *Comperia comperiana* (Steven)

Aschers. & Graebn., *Datisca cannabina* L., *Festuca pseudosupina* Vetter, *Pilularia minuta* Durieu και *Tulipa undulatifolia* Boiss. Ακόμη από αυτά, 31 είδη προστατεύονται από το Προεδρικό Διάταγμα 67/81, 73 από τη Σύμβαση CITES, 5 από τη Σύμβαση της Βέρνης, 58 περιλαμβάνονται στους καταλόγους του WCMC και 2 εμφανίζονται σε Παραρτήματα της Οδηγίας 92/43/ΕΕ.

Βλάστηση

α. Μεθοδολογία

Όσον αφορά τη βλάστηση της Λέσβου οι μέχρι σήμερα γνώσεις ήταν λίγες και αποσπασματικές και βασίζονταν σε επιφανειακές προσεγγίσεις. Αν και ο βασικός σκοπός της έρευνάς μας ήταν η μελέτη της χλωρίδας της Λέσβου, επιχειρήθηκε και η μελέτη της βλάστησης. Η μελέτη της τελευταίας στράφηκε προς δύο κατευθύνσεις. Η πρώτη αφορούσε τη φυσιογνωμική προσέγγιση προκειμένου να περιγραφούν οι κύριοι τύποι βλάστησης και να βρεθεί η κατανομή τους στη Λέσβο. Η δεύτερη αφορούσε την έρευνα της βλάστησης των τύπων οικοτόπων τριών περιοχών της Λέσβου, που υπάγονται στο δίκτυο «Φύση 2000», με τη φυτοκοινωνιολογική μέθοδο του Braun-Blanquet (1964). Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν 150 δειγματοληψίες (relevés), το Μάιο του 1999.

β. Αποτελέσματα - Συζήτηση

Από τη φυσιογνωμική προσέγγιση τα συμπεράσματα είναι τα εξής:

Οι κύριοι τύποι βλάστησης της Λέσβου είναι οι θαμνώνες (φρύγανα και αείφυλλα σκληρόφυλλα), τα δάση θερμόφιλων κωνοφόρων (*Pinus brutia* Ten.), τα δάση ορεινών κωνοφόρων (*Pinus nigra* Arnold) και τα δάση φυλλοβόλων (*Quercus* spp. και *Castanea sativa* Miller).

Τα φρύγανα εντοπίζονται κυρίως στη δυτική Λέσβο, σε περιοχές που βόσκονται έντονα. Συναντώνται ακόμη σε περιοχές που έχουν πρόσφατα καεί ως ενδιάμεσο στάδιο της φυσικής αναγέννησης των δασών, καθώς και σε περιοχές που καλλιεργούνταν παλαιότερα και τα τελευταία χρόνια έχουν εγκαταλειφθεί. Κυρίαρχο είδος των φρυγανικών οικοσυστημάτων της Λέσβου είναι το *Sarcopoterium spinosum* (L.) Spach.

Οι θαμνώνες αείφυλλων σκληρόφυλλων είναι διάσπαρτοι σε όλο το νησί και χαρακτηρίζονται από την επικράτηση του είδους *Quercus coccifera* L. Σε περιοχές με υψόμετρο μεγαλύτερο των 800 μέτρων στη σύνθεση των διαπλάσεων αυτών συμμετέχουν και κάποια φυλλοβόλα είδη, όπως η *Crataegus monogyna* Jacquin και η *Prunus cocomilia* Ten.

Τα δάση *Pinus brutia* καλύπτουν τη μεγαλύτερη έκταση των δασών της Λέσβου. Η σύνθεση του θαμνώδους υπώροφου ποικίλει ανάλογα με το γεωλογικό υπόστρωμα και τις ανθρώπινες επιδράσεις (π.χ. διαχείριση δασικών οικοσυστημάτων, παραγωγή ρητίνης κ.ά.). Έτσι ο θαμνώδης υπώροφος μπορεί να είναι φτωχός και να αποτελείται από θάμνους μικρού ύψους (*Quercus coccifera*, *Phillyrea latifolia* L.) ή φρύγανα (*Cistus creticus* L., *Sarcopoterium spinosum* κ.ά.). Σε κάποιες περιπτώσεις ο θαμνώδης υπώροφος μπορεί να είναι πυκνός και πλούσιος σε αριθμό ειδών και να συμμετέχουν σε αυτόν είδη όπως η *Arbutus unedo* L., η *Arbutus andrachne* L., η *Erica arborea* L., η *Phillyrea latifolia*, η *Quercus coccifera* κ.ά.

Τα δάση *Pinus nigra* καλύπτουν μικρή έκταση στο όρος Προφήτης Ηλίας της Δ.

Λέσβου, σε υψόμετρα μεγαλύτερα των 700 μέτρων. Δάση *Pinus brutia* με τη συμμετοχή και της *Pinus nigra* σχηματίζονται σε χαμηλότερα υψόμετρα της περιοχής αυτής. Η παρουσία των δασών της *Pinus nigra* έχει μεγάλη σημασία για τη βιοποικιλότητα στην περιοχή του Αιγαίου, καθώς πρόκειται για τύπο βλάστησης, που πολύ σπάνια συναντάται στα νησιά. Ακόμη ένα, μικρής έκτασης, δάσος *Pinus nigra* μεταξύ Αγιάσου και Μεγαλοχωρίου, υπέστη μεγάλη καταστροφή από μία πρόσφατη δασική πυρκαγιά.

Τα δάση *Castanea sativa* εντοπίζονται κυρίως στην περιοχή του ορεινού συγκροτήματος του Ολύμπου. Μικρότερης έκτασης δάση καστανιάς σχηματίζονται στην περιοχή του Λεπέτυμνου και στη Δ Λέσβο.

Τα δάση φυλλοβόλων δρυών (*Quercus* spp.) σχηματίζονται κυρίως στο δυτικό τμήμα της Λέσβου και μπορεί να είναι αραιά ή να έχουν τη μορφή μικρών και πυκνών δασικών συστάδων. Πρόκειται για δασικά οικοσυστήματα υποβαθμισμένα σε μεγάλο βαθμό από την επίδραση της υλοτομίας, της υπερβολικής βόσκησης και των δασικών πυρκαγιών (Γιαννίταρος 1975, 1979). Έτσι σε αρκετές θέσεις έχουν τη μορφή πολύ αραιών συστάδων, με συμμετοχή στον υπόροφο ειδών φρυγάνων με επικρατές το *Sarcopoterium spinosum*.

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξωδασική βλάστηση, που σχηματίζεται σε ασβεστολιθικές κορυφές του ορεινού συγκροτήματος του Ολύμπου. Εμφανίζει τα χαρακτηριστικά της ανωδασικής ζώνης των υψηλών ορέων της ηπειρωτικής Ελλάδας. Η ύπαρξη αυτού του τύπου βλάστησης οφείλεται στη γεωμορφολογία των συγκεκριμένων περιοχών και όχι στο υψόμετρό τους και τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες. Συναντάται σε υψόμετρα περίπου 750 m στην περιοχή του Πετροβουνίου και από τα 850 m μέχρι την κορυφή (968 m) στον Όλυμπο. Παρουσιάζει επίσης μεγάλο φυτογεωγραφικό ενδιαφέρον, επειδή στη σύνθεση των φυτοκοινωνιών συμμετέχουν τα ενδημικά της Λέσβου και της Χίου *Asperula nitida* subsp. *mytilinica* και *Festuca pseudosupina*, καθώς και αρκετά ενδιαφέροντα taxa ανατολικής προέλευσης, όπως ο *Astragalus trojanus* Steven, η *Inula verbascifolia* (Willd.) Hausskn. subsp. *heterolepis* (Boiss.) Tutin, η *Silene urvillei* Schott ex d'Urv., η *Sideritis sipylea* Boiss. κ.ά.

Όσον αφορά την αζωνική βλάστηση, δηλαδή τη μη καθοριζόμενη από τις βιοκλιματικές συνθήκες, στη Λέσβο υπάρχουν έξι κύριοι τύποι: βραχοαλόφιλη βλάστηση, αμμόφιλη και αμμονιτρόφιλη βλάστηση, αλοφυτική βλάστηση, βλάστηση υγρών λιβαδιών, ελοφυτική βλάστηση και παρόχθια βλάστηση.

Βραχοαλόφιλες φυτοκοινωνίες σχηματίζονται σε βραχώδεις παράκτιες περιοχές, είναι σχετικά σπάνιες στη Λέσβο και χαρακτηρίζονται από την παρουσία των ειδών *Crithmum maritimum* L., *Limonium virgatum* (Willd.) Fourt., *Silene sedoides* Poir., *Malcolmia flexuosa* (Sm.) Sm. subsp. *naxensis* (Rech. fil.) Stork κ.ά.

Αμμονιτρόφιλες και αμμόφιλες φυτοκοινωνίες σχηματίζονται στις παραλίες της Λέσβου και χαρακτηρίζονται οι μεν αμμονιτρόφιλες από την παρουσία ετήσιων ειδών, όπως η *Cakile maritima* Scop., η *Matthiola tricuspidata* (L.) R. Br. κ.ά., οι δε αμμόφιλες από την παρουσία πολυετών ειδών με επικρατές την *Elytrigia juncea* (L.) Nevski.

Αλοφυτική βλάστηση σχηματίζεται στους παράκτιους υγρότοπους γύρω από τους κόλπους Καλλονής και Γέρας. Χαρακτηριστικά είδη των φυτοκοινωνιών αυτών είναι τα *Arthrocnemum macrostachyum* (Moric.) K. Koch, *Halocnemum strobilaceum* (Pallas)

M. Bieb., *Sarcocornia perennis* (Miller) A.J. Scott, *Sarcocornia fruticosa* (L.) A.J. Scott κ.ά. Γύρω από αυτές τις φυτοκοινωνίες εμφανίζονται με τη μορφή περιμετρικής ζώνης τα υγρά λιβάδια με είδη *Juncus*. Σε αυτά επικρατούν τα είδη *Juncus heldreichianus* Parl. και *Juncus subulatus* Forsskål.

Ελοφυτική βλάστηση διαφόρων τύπων εμφανίζεται στους μόνιμους υγρότοπους γύρω από τους μεγάλους κόλπους, στις εκβολές των χειμάρρων, στη Μικρή Λίμνη, στη Χαραμίδα κ.α. Χαρακτηριστικά είδη είναι ο *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., η *Typha domingensis* Pers., ο *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla κ.ά.

Παρόχθια δενδρώδης και θαμνώδης βλάστηση σχηματίζεται κατά μήκος των χειμάρρων σε διάφορα σημεία της Λέσβου. Χαρακτηρίζεται από την παρουσία των ειδών *Platanus orientalis* L., *Salix alba* L., *Nerium oleander* L., *Vitex agnus-castus* L. και *Rhododendron luteum* Sweet. Οι θαμνώνες με *Rhododendron luteum*, που σχηματίζονται στις όχθες χειμάρρων της Δ. Λέσβου, έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί είναι μοναδικοί σε όλη την Ελλάδα.

Όσον αφορά τις τρεις περιοχές του δικτύου «Φύση 2000» στη Λέσβο, καταγράφηκε η παρουσία 20 διαφορετικών τύπων οικοτόπων, από τους οποίους οι τέσσερις είναι οικοτόποι προτεραιότητας του Παραρτήματος I της Οδηγίας 92/43/ΕΕ. Τα αποτελέσματα από τη φυτοκοινωνιολογική προσέγγιση της βλάστησης στις περιοχές αυτές ανταποκρίνονται πλήρως στη φυσιογνωμική περιγραφή και περιλαμβάνουν όλους τους κύριους τύπους βλάστησης της Λέσβου.

Βιβλιογραφία

- Bazos I. & Yannitsaros A. 2000. The history of botanical investigations in Lesvos island (East Aegean, Greece). Biol. Gallo-Hellen., Supplementum 26: 55-67.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. (3. Aufl.). Wien, New York.
- Candargy C.A. 1889. Flore de l'île de Lesbos. Plantes sauvages et cultivées. Uster-Zürich.
- Candargy P.C. 1897. Flore de l'île de Lesbos. Bull. Soc. Bot. Fr. 44: 140-162, 369-373, 449-462.
- Candargy P.C. 1898. Flore de l'île de Lesbos. Bull. Soc. Bot. Fr. 45: 108-115, 181-192.
- Candargy P.C. 1899. La végétation de l'île de Lesbos (Mytilène). Rev. Gén. Bot. 11: 268-280, 310-329.
- Γιαννίτσαρος Α. 1975. Η προστασία της χλωρίδος και βλαστήσεως της Ελλάδος. Ο Παν 393: 93-99.
- Γιαννίτσαρος Α. 1979. Προκαταρκτική μελέτη για την προστασία της χλωρίδας και βλάστησης της Λέσβου. Η Φύσις 18: 15-25, 44-46.
- Davis P.H. (ed.) 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean islands 1-9. Edinburgh.
- Davis P.H., Mill R.R. & Tan K. (eds) 1988. Flora of Turkey and the East Aegean islands (Supplement) 10. Edinburgh.
- Dermitzakis M.D. & Drinia H. 1999. The presence of fossil mammals in Lesvos Island, NE Aegean Sea, and their paleobiogeographical implications. Deinsea 7: 113-120.
- Emberger L. 1955. Une classification biogéographique des climats. Recueil Trav. Lab. Bot. Zool. Univ. Fac. Sci. Montpellier 7: 3-43.

- Emberger L. 1959. Orientation actuelle au service de la C. G. V. de la cartographie physiologique appliquée. Bull. Serv. Carte Phytogéogr. Ser. B: 4(2).
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984, 1986, 1989. Med-Checklist 1, 3, 4. Genève.
- Güner A., Özhatay N., Ekim T. & Boser K.H. C. (eds) 2000. Flora of Turkey and the East Aegean islands (Supplement 2) 11. Edinburgh.
- Κατσικάτσος Γ., Ματαράγκας Δ., Μιγκίρος Γ. & Τριανταφύλλης Ε. 1982. Γεωλογική μελέτη νήσου Λέσβου. Ι.Γ.Μ.Ε., Αθήνα.
- Ματαράγκας Δ. 2001. Γεωλογία-γεωμορφολογία και διαμόρφωση των ακτών της νήσου Λέσβου. Επιστημονική Διημερίδα: Διαχείριση και βελτίωση παράκτιων ζωνών Λέσβου, Μόλυβος 30.9-1.10.2001.
- Phitos D., Strid A., Snogerup S. & Greuter W. (eds) 1995. The Red Data Book of Rare and Threatened Plants of Greece. WWF-International, Athens.
- Pignatti S. 1982. Flora d' Italia 1-3. Bologna.
- Raunkiaer C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford.
- Rechinger K.H. fil. 1943. Flora Aegaea. Akad. Wiss. Wien, Math.-Nat. Kl., Denkschr. 105(1).
- Sauvage C. 1961. Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Trav. Inst. Sci. Chérifien Sér. Bot. 21. Rabat.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. Flora Europaea 1 (2nd edition). Cambridge, University Press, Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968, 1972, 1976, 1980. Flora Europaea 2, 3, 4, 5. Cambridge, University Press, Cambridge.

Φυτοκοινωνιολογικές μονάδες βλάστησης αζωνικών δασών της λεκάνης απορροής του Καρπενησιώτη (Ν. Ευρυτανίας)

¹Μπεκιάρης Β., ¹Πεζούλας Δ. & ²Φωτιάδης Γ.

¹Τμήμα Δασοπονίας, ΤΕΙ Λαμίας, Παράρτημα Καρπενησίου, 361 00 Καρπενήσι.

²Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού
Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., Τ.Θ. 270, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Η εργασία αυτή αποσκοπεί στη φυτοκοινωνιολογική ανάλυση των αζωνικών δασικών μονάδων βλάστησης της λεκάνης απορροής του Καρπενησιώτη στην Ευρυτανία. Σχεδόν το σύνολο των φυσικών οικοσυστημάτων της περιοχής έρευνας είναι επηρεασμένο από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (κτηνοτροφία, ξυλεύσεις κ.λπ.). Τα πλατανοδάση μελετήθηκαν φυτοκοινωνιολογικά με τη μέθοδο του Braun-Blanquet με τη διενέργεια 27 φυτοληψιών. Διακρίθηκε η *Juglans regia-Platanus orientalis*-κοινότητα, που εντάχθηκε στην υποσυνένωση *Platanenion orientalis*, τη συνένωση *Populion albae*, την τάξη *Populetales albae* και την κλάση *Populetea albae*.

Phytosociological units of the azonal forests of Karpenisiotis river basin (Evritania, Central Greece)

¹Bekiaris B., ¹Pezoulas D. & ²Fotiadis G.

¹Department of Forestry, TEI Lamias, 361 00 Karpenisi, Greece.

²Laboratory of Forest Botany-Geobotany, Department of Forestry and Natural Environment,
Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

The aim of this study was the phytosociological analysis of the azonal forest vegetation units of Karpenisiotis river (Karpenisi, central Greece). The vegetation structure of these forests is affected by human interventions (grazing, copping, lodging etc.), especially at lowlands. Forest vegetation was studied phytosociologically with the method of Braun-Blanquet. We carried out 27 relevés. Systematically, these forests are classified into suballiance *Platanenion orientalis*, alliance *Populion albae*, order *Populetales albae* and the class *Populetea albae* as *Juglans regia-Platanus orientalis*-community.

Περιοχή Έρευνας

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Καρπενησιώτη βρίσκεται στο νομό Ευρυτανίας. Εκτείνεται από τη σήραγγα του Τυμφρηστού μέχρι και τα Διπτόματα, όπου ο Καρπενησιώτης ενώνεται με τον Κρικελιώτη και δημιουργεί τον Τρικεριώτη, ο οποίος εκβάλλει στην λίμνη

των Κρεμαστών. Στη λεκάνη απορροής του Καρπενησιώτη απολήγουν ύδατα από τα όρη Τυμφρηστός, Κώνισκος, Καλιακούδα, Χελιδόνα, κ.ά. (Σταματελάτος & Σταματελάτου 1997).

Από κλιματική άποψη η περιοχή ανήκει στον ασθενή μεσογειακό έως υπομεσογειακό βιοκλιματικό όροφο. Χαρακτηρίζεται από δριμύ έως ήπιο χειμώνα και η περίοδος ξηρασίας αρχίζει από τα μέσα Ιουνίου και φθάνει έως και τα μέσα Σεπτεμβρίου (Μαυρομάτης 1980).

Από γεωλογική άποψη η περιοχή είναι συνέχεια της οροσειράς της Πίνδου. Βρίσκεται στη γεωτεκτονική ζώνη Ολωνού-Πίνδου. Τα πετρώματα που κυριαρχούν είναι σύγχρονες αποθέσεις φλύσχη (Ολωνού-Πίνδου), ασβεστολίθων (συμπαγών, κερατόλιθων κ.ά.) και πυριτικών σχιστόλιθων (Μουντράκης 1985).

Σχετικά με τη δασική βλάστηση, εκτός από τις μικρές συστάδες που δημιουργεί το *Quercus frainetto* στην ευρύτερη περιοχή κυριαρχούν τα δάση *Abies borisii-regis* και *A. cephalonica*. Πολλές φορές, κυρίως στις νότιες εκθέσεις και εκεί όπου υπάρχει έντονη ανθρώπινη παρουσία, εμφανίζονται θαμνώνες με κυριαρχία των *Quercus coccifera* και *Spartium junceum*.

Μέθοδος έρευνας

Για την έρευνα των συνθηκών βλάστησης και τη διάκριση των φυτοκοινωνικών μονάδων έγιναν 27 φυτοληψίες σε ισάριθμες δειγματοληπτικές επιφάνειες, κατά τους μήνες Μάιο και Ιούνιο του 2004.

Οι εργασίες για την ξήρανση των φυτών και ο προσδιορισμός τους έγιναν στο εργαστήριο Δασικής Βοτανικής του τμήματος Δασοπονίας του ΤΕΙ Λαμίας. Για τον προσδιορισμό και την ονοματολογία των taxa χρησιμοποιήθηκε τα Flora Hellenica 1, 2 (Strid & Tan 1997, 2002), Med-checklist 1, 3, 4 (Greuter et al. 1984-1989), Mountain Flora of Greece 1, 2 (Strid 1989, Strid & Tan 1991) και Flora Europaea (Tutin et al. 1968-1980, 1993).

Η διάκριση των μονάδων έγινε με στατιστική επεξεργασία των στοιχείων των φυτοληψιών σε πίνακες, σύμφωνα με τη χλωριστικοστατιστική μέθοδο της σχολής Zürich-Montpellier (manual table method) (Braun-Blanquet 1964, Αθανασιάδης 1986). Για την ένταξη των taxa ως χαρακτηριστικά και διαγνωστικά είδη των φυτοκοινωνικών ενώσεων και ανώτερων τους μονάδων βλάστησης, χρησιμοποιήθηκαν τα συγγράμματα ή οι ερευνητικές εργασίες των Bergmeier (1990), Mucina (1997), Καρέτσος (2002), Φωτιάδης (2004) κ.ά.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Στην περιοχή έρευνας η μονάδα που σχηματίζει το *Platanus orientalis* εμφανίζεται λίγο-πολύ σε διακεκομμένες συδενδρίες και μικρές συστάδες κατά μήκος του Καρπενησιώτη. Απαντάται σε διάφορα υπερθαλάσσια ύψη (κυρίως 750-900 m), συνήθως σε μηδενικές κλίσεις (σπάνια μέχρι και 100%) και συναντιέται συχνά στο κάτω τμήμα ομαλών και κοίλων πλαγιών.

Η κάλυψη του πρώτου ορόφου των δένδρων κυμαίνεται από 40 έως 85%. Το μεγάλο εύρος στα ποσοστά κάλυψης κυρίως των υπορόφων (δευτέρου ορόφου δένδρων: 10 έως 60%, ορόφου των θάμνων: έως 65% και ορόφου των ποωδών: έως 75%) εξαρτάται από το έδαφος και τις συνθήκες κατάκλυσης από το νερό. Στις περιοχές που εμφανίζονται έντονες πλημμυρικές παροχές η κάλυψη και ο αριθμός των ειδών είναι μειωμένος (20 είδη σε κάποιες φυτοληψίες, που είναι σχεδόν όλα μονοετή), ενώ σε περιοχές που δεν υπάρχουν έντονες πλημμυρικές παροχές, η κάλυψη και ο αριθμός των ειδών είναι μεγαλύτερος (έως 77 taxa).

Η μονάδα που σχηματίζει το *Platanus orientalis* στην περιοχή έρευνας παρουσιάζει στενή χλωριδική συγγένεια με τα δάση *Abies borisii-regis* και *Quercus* spp., μέσα στα οποία εμφανίζεται αζωνικά. Γι' αυτό το λόγο μεγάλος αριθμός χαρακτηριστικών ειδών της Quercu-Fagetea εμφανίζονται με μεγάλη σταθερότητα. Η ένταξη των σχηματισμών του *Platanus orientalis* στην Quercu-Fagetea είναι προβληματική, αφού οι σχηματισμοί αυτοί διαφέρουν σε οικολογικό, φυσιογνωμικό και χλωριδικό επίπεδο από τα δάση της παραπάνω κλάσης. Επίσης, στη μονάδα της περιοχής έρευνας, πολλές φορές το χοντρόκοκκο υλικό έχει καλυφθεί από λεπτά στρώματα άμμου, πλούσιου σε θρεπτικά συστατικά, που ευνοεί την εμφάνιση αζωτόφιλων ειδών (π.χ. *Chaerophyllum temulum*, *Galium aparine*, *Cruciata laevipes*, *Parietaria officinalis*, *Prunella vulgaris* κ.ά. είδη χαρακτηριστικά της Galio-Urticetea). Παράλληλα, η βόσκηση είναι πιο έντονη στις περιοχές αυτές λόγω του νερού, με αποτέλεσμα την εμφάνιση και πολλών ειδών χαρακτηριστικών της Stellarietea mediae και της Rhamno-Prunetea spinosae (π.χ. *Stellaria media*, *Torilis arvensis* ssp. *purpurea* κ.ά. είδη χαρακτηριστικά της Stellarietea mediae, καθώς και *Clematis vitalba*, *Rubus sanctus*, *Crataegus monogyna* κ.ά. είδη χαρακτηριστικά της Rhamno-Prunetea spinosae) (Πίνακας 1). Συνήθως λόγω ανθρώπινων επεμβάσεων, ιδιαίτερα της υπερβόσκησης, αλλάζει η φυσιογνωμία αλλά και η χλωριδική σύνθεση των μονάδων του *Platanus orientalis*. Η διάκριση όμως των εμφανίσεων αυτών από τα δάση *Quercus* spp. ή *Abies* spp. είναι μεγάλη, λόγω της συμμετοχής χαρακτηριστικών ειδών των κλάσεων Galio-Urticetea, Phragmitetea, Stellarietea mediae κ.ά. Οι κλάσεις αυτές πολλές φορές είναι πρόσκοπες των αζωνικών δασών της Populetea albae.

Ο Bergmeier (1990) στον Κάτω Όλυμπο περιγράφει την ένωση Equiseto telmateiae-Platanetum orientalis. Την εντάσσει στην υποσυνένωση Platanenion orientalis, στη συνένωση Populion albae, στην τάξη Populetalia albae και στην κλάση Populetea albae. Η υποσυνένωση Platanenion orientalis αποτελεί την πλέον κατάλληλη έκφραση της γεωγραφικής και οικολογικής διαφοροποίησης των δασών του *Platanus orientalis* από τα δάση *Populus alba* της δυτικής Ευρώπης (Bergmeier 1990). Η συνταξινόμηση σε επίπεδο κλάσης, τάξης, συνένωσης και υποσυνένωσης, που προτάθηκε από το Bergmeier (1990), θεωρείται ως η πλέον κατάλληλη και για την περιοχή έρευνας.

Στους σχηματισμούς του *Platanus orientalis* της περιοχής έρευνας, σε αντίθεση με άλλες περιοχές της κεντρικής Ελλάδας (Εύβοια: Στάμου et al. 2003, Κάτω Όλυμπος: Bergmeier 1990), τα χαρακτηριστικά της Equiseto telmateia-Platanetum orientalis απουσιάζουν ή εμφανίζονται με μικρή σταθερότητα, ενώ εμφανίζεται με μεγάλη σταθερότητα και πληθοκάλυψη στον όροφο των θάμνων και των δένδρων η *Juglans regia* (Πίνακας 1). Οι μεικτές εμφανίσεις *Platanus orientalis*-*Juglans regia* εξαπλώνονται σε περιοχές των Βαλκανίων όπου είναι έντονη η ανθρώπινη δραστηριότητα και η ατμοσφαιρική υγρασία μικρότερη από τις περιοχές εξάπλωσης της Equiseto telmateiae-Platanetum orientalis (Φωτιάδης 2004). Αν και στην περιοχή έρευνας εμφανίζεται το *Juglans regia*, δεν εμφανίζονται τα άλλα χαρακτηριστικά είδη της Juglando-Platanetum orientalis (*Celtis australis*, *Cornus sanguinea*, Em & Džekov 1961) όπως συμβαίνει στην Οίτη (Καρέτσος 2002). Ο Καρέτσος (2002) διακρίνει στην Οίτη τη μεικτή *Juglans regia*-*Platanus orientalis*-κοινότητα, που ομοιάζει χλωριδικά με τα δάση *Platanus orientalis* της περιοχής έρευνας. Σύμφωνα με τα παραπάνω, και βάση της χλωριδικής σύνθεσης και της φυσιογνωμίας της μονάδας, αυτή εντάσσεται στην Populion albae και στην Platanenion orientalis ως *Juglans regia*-*Platanus orientalis*-κοινότητα.

[illegible]

<i>Carex polyphylla</i>	. . . + + 2 + . . . + r +
<i>Potentilla micrantha</i>	. + + + . . . r . . . r r .
<i>Melittis melisophyllum</i> ssp. <i>albida</i>	+ + + + +
<i>Epipactis atrorubens</i>	. r . . . r . . . + + + . . .
<i>Arabis turrita</i>	+ . . r + . + r
<i>Geranium lucidum</i>	. + + + . r +
<i>Helleborus odoratus</i> ssp. <i>cyclophyllus</i>	. r + + +
<i>Doronicum orientale</i>	. + 1 + + . . +
<i>Cephalanthera longifolia</i>	 + + . . . + + . . .
<i>Trifolium medium</i> ssp. <i>balcanicum</i>	 1 . . . + + + . . .
<i>Poa nemoralis</i>	+ + + 1 +
<i>Carex flacca</i>	 + . + + + + .
<i>Cyclamen hederifolium</i>	. . . + . . . + . . . r . r
<i>Festuca heterophylla</i>	+ + + + . . .
<i>Fragaria vesca</i>	 + . . . 2 1 + +
<i>Luzula forsteri</i>	. . . + + +
<i>Geranium sanguineum</i>	 + . + . . . + +
<i>Lonicera etrusca</i>	 + . . . + +
<i>Silene vulgaris</i>	+ + + r
<i>Vitis vinifera</i>	r . . r . . r r
<i>Rubus hirtus</i>	. . . + + . +
<i>Satureja calamintha</i>	. . . + 1 r
<i>Ranunculus bulbosus</i> ssp. <i>aleae</i>	. + 1 + .
<i>Physospermum cornubiense</i>	. . . r . . . + . . . +
<i>Geranium macrorrhizum</i>	. . . + . + +
<i>Lapsana communis</i>	 r . . . +
Χαρακτηριστικά και Διαγνωστικά είδη της Quercetea ilecis	
<i>Cercis siliquastrum</i>	Θ + +
<i>Cercis siliquastrum</i>	+ + . + + r + + + . .
<i>Phillyrea latifolia</i>	Θ . +
<i>Phillyrea latifolia</i>	+ . 1 . + + + . .
<i>Pistacia terebinthus</i>	. r + + + + . .
<i>Carex distachya</i>	. + + + 1
<i>Cotinus coggygria</i>	r . r . r . . .
Χαρακτηριστικά και Διαγνωστικά είδη της Rhamno-Prunetea spinosae	
<i>Clematis vitalba</i>	Θ 1 + 1 +
<i>Clematis vitalba</i>	+ + + 1 1 1 + 1 1 + 2 1 1 2 + . . . + + 1 2 1 1 + 1 + +
<i>Rubus sanctus</i>	Θ 1 .
<i>Rubus sanctus</i>	. . . + . . . 2 . 2 1 + + 1 + 1 2 + 1 + + .
<i>Crataegus monogyna</i>	Θ . + + . . 2 + + . + + . . . 2 + .
<i>Crataegus monogyna</i>	. . . + + + + + +
<i>Rosa canina</i>	Θ + + 1
<i>Rosa canina</i>	. + r . . + + + + + . . . +
<i>Cornus sanguinea</i>	Θ . 1 3 .
<i>Cornus sanguinea</i>	. + r . + . +
<i>Prunus spinosa</i>	Θ . + 1
<i>Prunus spinosa</i>	 + + 1
<i>Prunus cerasifera</i>	. . . + . . . + . . . + + + . . . +
<i>rippocrepis emerus</i> ssp. <i>emerolae</i>	2 + r . + + + + . . .
Χαρακτηριστικά και Διαγνωστικά είδη της Galio-Urticetea	
<i>Chaerophyllum temulum</i>	+ + . . . + + . . . + + + . . . + r + + + + +
<i>Galium aparine</i>	r 1 + . . + + + + . . . 1 . . . + + + .
<i>Cruciata laevipes</i>	. . r . 1 + + + + + + + + . . . r
<i>Lamium maculatum</i>	+ + + + + + +
<i>Urtica dioica</i>	. + r . . . 2 . 1 + + + + 1
<i>Parietaria officinalis</i>	+ + + . . . + + +
<i>Alliaria petiolata</i>	. + 1 + + + + .
Χαρακτηριστικά και Διαγνωστικά είδη της Phragmito-Magnocaricetea	
<i>Rumex conglomeratus</i>	 r . . . + r .
Χαρακτηριστικά και Διαγνωστικά είδη της Molinio-Arrhenatheretea	
<i>Vicia cracca</i>	. + + 3 1 + +
<i>Arrhenatherum elatius</i>	 + r + . . . + . . .
<i>Colchicum autumnale</i>	 + + + + . . .
<i>Prunella vulgaris</i>	+ . + + + + . . .
<i>Ranunculus acris</i>	 + . . . + +
<i>Bellis perennis</i>	. + r r
<i>Lysimachia punctata</i>	 r +
Χαρακτηριστικά και Διαγνωστικά είδη της Stellarietea mediae	
<i>Bromus sterilis</i>	. + . . . + + + . . . + .
<i>Stellaria media</i>	. + + 1 + r . . . + .

Είδη πόσο εμφανίζονται σε δύο ή μιά φυτολογία: *Salix eleagnos* Θ 1+: 21+; *Castanea sativa* Θ/Π 11+/: 13/1/1, *Lotus corniculatus* 1+: 22+; *Sonchus oleraceus* 1+: 2+; *Poa annua* 1+: 3+; *Orlaya daucoides* 1+: 7+; *Vincetoxicum fuscum* 1+: 18+; *Tussilago farfara* 1+: 24+; *Acer monspeliacum* 1: 3+; *Anemone blanda* 1: 12+; *Lactuca viminea* 1: 19+; *Carex remota* 2+: 3+; *Euonymus europaeus* 2+: 18+; *Lathyrus aphaca* 4+: 5+; *Viola reichenbachiana* 4+: 5+; *Acanthus balcanicus* 4+: 10+; *Cerastium brachypetalum* ssp. *tenoreum* 4+: 23+; *Draba muralis* 4: 23+; *Ballota nigra* 5+: 14+; *Alyssum murale* 5+: 20+; *Symphytum ottomanum* 6+: 25+; *Bromus squarrosus* 7+: 8+; *Thymus sibthorpii* 8: 23+; *Ruscus aculeatus* 8+: 24+; *Lycopus exaltatus* 10+: 23+; *Humulus lupulus* 10+: 25+; *Anthemis tinctoria* 11+: 15+; *Allium* sp. 11+: 17+; *Melilotus officinalis* 11+: 21+; *Matricaria perforata* 11+: 26+; *Phleum pratense* 11+: 13+; *Plantago major* 12+: 26+; *Trifolium ochroleucum* 12+: 23+; *Anthriscus cerefolium* 14+: 15+; *Lavatera thuringiana* 14+: 25+; *Verbascum phloimoides* 16+: 20+; *Stachys scardica* 16+: 22+; *Trisetum flavescens* 18+: 22+; *Equisetum hyemale* 21+: 24+; *Hieracium reichergeriorum* 21: 23+; *Melica ciliata* 22+: 24+; *Trifolium pratense* 23+: 26+; *Ficus carica* 24+: 25+; *Carduus pycnocephalus* 25+: 27+; *Ostrya carpinifolia* Θ 1+; *Pyrus amygdaliformis* Θ 6+; *Ulmus minor* Θ 10+; *Salix alba* 24: 24+; *Carlina vulgaris* 1+; *Medicago falcata* 1+; *Conyza bonariensis* 1+; *Crepis foetida* 1+; *Briza media* 1+; *Desmazeria rigida* 1+; *Lactuca serriola* 1+; *Ferulago sylvatica* 1+; *Genista tinctoria* 1+; *Plantago media* 1+; *Saxifraga graeca* ssp. *carpetana* 1+; *Valerianella locusta* 1+; *Barbarea vulgaris* 2+; *Circaea luetiana* 2+; *Polygonum aviculare* 2+; *Buglossoides arvensis* 3+; *Aegopodium podagraria* 4: 1; *Hypochoeris radiata* 4+; *Leontodon cichoriaceus* 4+; *Glechoma hirsuta* 4+; *Digitalis viridiflora* 4+; *Robinia pseudoacacia* 4+; *Sedum cepaea* 4+; *Euphorbia amygdaloides* ssp. *amygdaloides* 4+; *Quercus cerris* 5: 1; *Rhagadiolus stellatus* 5+; *Verbascum phoeniceum* 5+; *Agrimonia eupatoria* ssp. *eupatoria* 5+; *Scrophularia canina* ssp. *canina* 7+; *Daucus carota* 7+; *Aegilops triuncialis* 7+; *Campanula lingulata* 7+; *Chenopodium murale* 7+; *Cirsium creticum* 7+; *Cirsium vulgare* 7+; *Dracunculus vulgaris* 7+; *Scandix pecten-veneri* 7+; *Viola tricolor* 7+; *Tragopogon pratensis* 8+; *Euphorbia lingulata* 8+; *Glyceria maxima* 8+; *Hypericum hirsutum* 8+; *Galium rotundifolium* 11+; *Medicago sativa* 11+; *Malus domestica* 12+; *Plantago lanceolata* 12+; *Rosa arvensis* 12: 1; *Silene coronaria* 12+; *Trifolium alpestre* 12+; *Trifolium fragiferum* 12+; *Galium spurium* 14+; *Cardamine bulbifera* 15+; *Phytolacca americana* 16+; *Sambucus nigra* 17+; *Campanula persicifolia* 19+; *Satureja juliana* 19+; *Xanthium strumarium* 19+; *Colutea arborescens* 20+; *Bituminaria bituminosa* 20+; *Thlaspi perfoliatum* 20+; *Celtis australis* 21+; *Sedum amplexicaule* 22+; *Spartium junceum* 22+; *Cruciata pedemontana* 23+; *Himantoglossum hircinum* 23+; *Knautia ambigua* s.l. 23+; *Thalictrum aquilegifolium* 23+; *Asparagus acutifolius* 24+; *Holcus lanatus* 24+; *Asplenium ceterach* 24+; *A. onopteris* 25+; *Cichorium intybus* 25+; *Anthemis grandiflora* 26+; *Trifolium campestre* 26+; *Lysimachia nummularia* 27+.

Συνταξινόμηση

Populetea albae Br.-Bl. 1962.

Populeta albae Br.-Bl. 1931 ex auct. (in Braun-Blanquet 1931 non valid. publ.).

Populion albae Br.-Bl. 1931 ex auct. (in Braun-Blanquet 1931 non valid. publ.).

Platanenion orientalis (I. et V. Kárpáti 1961) Bergmeier 1990.

Juglans regia–*Platanus orientalis*–κοινότητα.

Βιβλιογραφία

Αθανασιάδης Ν. 1986. Δασική Φυτοκοινωνιολογία. Θεσσαλονίκη.

Bergmeier E. 1990. Wälder und Gebüsch des Niederen Olym (Káto Olimbos, NO Thessalien). Ein Beitrag zur systematischen und orographischen Vegetationsgliederung Griechenlands. *Phytocoenologia* 18: 161-342.

Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Wien, New York.

Em H. & Džekov S. 1961. Die Platane in der V. R. Mazedonien. *God. Zbor. Zeml.-šum. Fak. Skopje* 14: 5-34.

Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984-1989. *Med-Checklist* 1,2,4. Genève.

Καρέτσος Γ. 2002. Μελέτη της οικολογίας και της βλάστησης του όρους Όιτη. Διδακτορική Διατριβή. Πάτρα.

Μαυρομάτης Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης. Βιοκλιματικοί χάρτες. Ι.Δ.Ε.Α. Αθήνα.

Μουντράκης Μ.Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδος. Θεσσαλονίκη.

Mucina L. 1997. Conspectus of classes of European vegetation. *Folia Geobot. Phytotax.* 32: 117-172.

Σταματελάτος Μ. & Σταματελάτου Φ.Β. 1997. Ελληνική Γεωγραφική Εγκυκλοπαίδεια, Τόμος II. Αθήνα.

Στάμου Α., Θεοδωρόπουλος Κ. & Ελευθεριάδου Ε. 2003. Φυτοκοινωνική έρευνα αζωνικών εμφανίσεων πλατάνου (*Platanus orientalis* L.) και μικτών φράξου-πελέας (*Fraxinus angustifolia* Vahl ssp. *oxycarpa* (Bieb. ex Willd.) Franco & Rocha Afonso - *Ulmus minor* Miller) στο ποτάμιο σύστημα Κηρέα - Νηλέα - Βούδωρου (Β. Εύβοια, Ελλάδα). *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα* 14(2): 54-68.

Strid A. (ed.) 1989. *Mountain Flora of Greece* 1. Cambridge.

Strid A. & Tan K. (eds) 1991. *Mountain Flora of Greece* 2. Edinburgh.

Strid A. & Tan K. (eds) 1997, 2002. *Flora Hellenica* 1, 2. Koenigstein & Ruggell.

Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. *Flora Europaea* 1 (2nd edition). Cambridge, University Press, Cambridge.

Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968, 1972, 1976, 1980. *Flora Europaea* 2, 3, 4, 5. Cambridge, University Press, Cambridge.

Φωτιάδης Γ. 2004. Καθορισμός των δασικών φυτοκοινωνιολογικών μονάδων βλάστησης του ελληνικού τμήματος του όρους Μπέλες και των Κρουσίων ορέων. Διδακτορική Διατριβή. Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

In vitro καλλιέργειες και η παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών

Νικολακάκη Α. & Χριστοδουλάκης Ν.Σ.

Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

Εισαγωγή

Στην Ευρωπαϊκή ήπειρο έχουν καταγραφεί πάνω από 11.000 αυτοφυόμενες φυτικές ταξινομικές μονάδες (taxa). Από αυτά πάνω από 5.500 εντοπίζονται στην Ελλάδα. Περίπου 250 taxa, όπως το *Colchicum autumnale*, το *Artemisia annua*, το *Aconitus* spp, το *Papaver somniferum* και το *Catharanthus roseus* (Ramachandra & Ravishankar 2002) είναι μεγάλης φαρμακευτικής αξίας. Πολλά από αυτά ήταν γνωστά ήδη από την αρχαιότητα και χρησιμοποιούνταν για τη θεραπεία πολλών ασθενειών (Διοσκουρίδης 70-77 π.Χ.), αλλά η χρήση τους μειώθηκε με το πέρασμα των αιώνων και την ανάπτυξη της ιατρικής επιστήμης. Τις τελευταίες δεκαετίες, όμως, η στροφή του κόσμου προς τη φύση και τα προϊόντα της καθώς και η απομάκρυνσή του από τα συνθετικά χημικά προϊόντα ανάγκασε τις βιομηχανίες φαρμάκων και τροφίμων να στρέψουν και αυτές το ενδιαφέρον τους στις φυσικές πηγές για την ανεύρεση νέων δραστικών συστατικών. Έτσι τα φυσικά προϊόντα είναι και πάλι στα επίκεντρο του ενδιαφέροντος (Ascensao et al. 1999, Corsi & Bottega 1999, Sacchetti et al. 1999) κυρίως στις χώρες με μεσογειακού τύπου κλίματος, όπου τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά είναι πολύ κοινά.

Αιώνες ο άνθρωπος στηρίζεται για την στέγαση και τη διατροφή του στα φυτά. Τα φυτά χρησιμεύουν ως πηγή υδατανθράκων, πρωτεϊνών και λιπιδίων. Επιπρόσθετα, είναι αξιόλογη πηγή μιας μεγάλης ποικιλίας δευτερογενών μεταβολιτών, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως φάρμακα, φυτοφάρμακα, αρώματα, χρώματα, αρωματικά και πρόσθετα τροφίμων (Ramachandra & Ravishankar 2002).

Πάνω από το 80% των περίπου 30.000 γνωστών φυσικών προϊόντων είναι φυτικής προέλευσης (Phillipson 1990, Balandrin & Klocke 1988, Fowler & Scragg 1988). Ο αριθμός των γνωστών χημικών δομών που προέρχονται από τα φυτά εκτιμάται ότι είναι σχεδόν τέσσερις φορές μεγαλύτερος από εκείνον που προέρχεται από το Βασίλειο των μικροβίων. Το 1985, από τις 3.500 νέες χημικές δομές που αναγνωρίστηκαν, οι 2.600 προέρχονται από τα ανώτερα φυτά. Παγκοσμίως, 121 κλινικώς χρησιμοποιούμενα φάρμακα έχουν φυτική προέλευση (Payne et al. 1991). Έρευνες, που έχουν γίνει στην Αμερική για την κατανάλωση φαρμακευτικών προϊόντων φυτικής προέλευσης, έδειξαν αύξηση από το 3% του πληθυσμού το 1991 στο 37% του πληθυσμού το 1998. Η αμερικάνικη αγορά φυτικών φαρμακευτικών προϊόντων ανέρχεται στα 3 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως. Ακόμα και σήμερα, το 75% του παγκόσμιου πληθυσμού στηρίζεται στα φυτά για την κατά τόπους παραδοσιακή ιατρική. Στην Αμερική, όπου η χημική σύνθεση των φαρμάκων κυριαρχεί στην φαρμακοβιομηχανία, το 25% των αυτών στηρίζεται σε χημικές ουσίες προερχόμενες από φυτά (Payne et al.

1991, Farnsworth 1985). Τα φυτικά είδη θα συνεχίσουν να τροφοδοτούν με νέα προϊόντα και νέες χημικές δομές τις φαρμακοβιομηχανίες για την παρασκευή νέων βελτιωμένων φαρμάκων στους προσεχείς αιώνες, δεδομένου ότι η πλειοψηφία των φυτικών ειδών δεν έχει ακόμη μελετηθεί από χημική άποψη (Cox και Balick 1994). Η χημική ανάλυση και ο χαρακτηρισμός των μοριακών δομών των δευτερογενών μεταβολιτών βοήθησαν στην ακριβή αναγνώριση φυτικών ειδών και στον συσχετισμό αυτών με τις δραστηριότητες τους κάτω από ελεγχόμενα πειράματα. Παρ' όλη την ανάπτυξη στον τομέα της συνθετικής χημείας, είμαστε ακόμη εξαρτημένοι από τις βιολογικές πηγές των δευτερογενών μεταβολιτών για την παρασκευή φαρμάκων.

Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται ραγδαία, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη πίεση στη διαθέσιμη καλλιεργήσιμη γη για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών. Είναι, λοιπόν, φανερό ότι η εκμετάλλευση της γης για την παραγωγή χημικών και φαρμακευτικών προϊόντων απαιτείται να είναι περιορισμένη. Σύμφωνα με τα παραπάνω είναι σκόπιμο να αναπτυχθούν νέες τεχνολογίες που θα οδηγήσουν στην βελτιστοποίηση των φυτών και στην καλύτερη χρήση της καλλιεργούμενης γης, ώστε να καλυφτούν οι απαιτούμενες ανάγκες (Ramachandra & Ravishankar 2002).

Οι κυτταροκαλλιέργειες είναι μια προσελκυστική εναλλακτική πηγή παραγωγής μεγάλης αξίας δευτερογενών μεταβολιτών. Τα φυτικά κύτταρα είναι βιοσυνθετικά ολοδύναμα, κάτι που σημαίνει ότι κάθε κύτταρο στην καλλιέργεια διατηρεί όλη τη γενετική πληροφορία και έτσι είναι ικανό να παράγει ένα εύρος από χημικές ουσίες οι οποίες υπάρχουν στο μητρικό φυτό. Τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει αυτή η τεχνική για την παραγωγή δευτερογενών μεταβολιτών σε σχέση με την κλασική αγροτική παραγωγή τους είναι τα εξής:

1. Είναι ανεξάρτητη από γεωγραφικές και εποχιακές μεταβολές καθώς και από διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες.
2. Παρέχει ένα συγκεκριμένο παραγωγικό σύστημα, το οποίο εξασφαλίζει μια συνεχή παραγωγή συγκεκριμένης ποσότητας αλλά και ποιότητας.
3. Δίνει τη δυνατότητα παραγωγής νέων προϊόντων, τα οποία δεν απαντώνται στο μητρικό φυτό.
4. Είναι ανεξάρτητη από πολιτικές συγκυρίες.
5. Γρήγορη παραγωγή (Ramachandra & Ravishankar 2002).

Υλικά και μέθοδοι

Φυτικό υλικό.

Για τις ανάγκες του πειραματικού μέρους έγινε επιλογή ειδών τα οποία αυτοφύονται στην Ελλάδα, έχουν χρησιμοποιηθεί στη δημόδη ιατρική από τους αρχαίους χρόνους, θεωρούνται από τη σύγχρονη επιστήμη φαρμακολογικώς χρήσιμα και έχουν μεγάλη οικονομική σημασία. Με βάση τα κριτήρια αυτά επιλέχθηκαν τα παρακάτω φυτικά είδη: **Ακονιζός ή κόνυζα** (*Inula viscosa*) και **Λεβάντα** (*Lavandula vera*).

Προετοιμασία υλικού για παρατήρηση ιστοχημικών αντιδράσεων στο Οπτικό Μικροσκόπιο (ΟΜ).

Λεπτές εγκάρσιες τομές φύλλων και κάλων, που έγιναν με το χέρι, υποβλήθηκαν στην επίδραση διαφόρων αντιδραστηρίων για τον εντοπισμό φαρμακολογικώς αξιόλογων δευτερογενών μεταβολιτών. Αναλυτικά οι ιστοχημικές αντιδράσεις είχαν ως εξής:

- Για τον εντοπισμό λιπιδίων (ακόρεστων) χρησιμοποιήθηκε το τетроξείδιο του οσμίου (Lison 1960).
- Για τον εντοπισμό τερπενίων χρησιμοποιήθηκε το πυκνό θειικό οξύ (Cappelletti et al. 1986).
- Για τον εντοπισμό φλαβονοειδών χρησιμοποιήθηκε βανιλίνη/υδροχλώριο (Guerin et al. 1971).
- Για τον εντοπισμό στεροειδών χρησιμοποιήθηκε κορεσμένο διάλυμα τριχλωριούχου αντιμονίου (SbCl_3) (Hardman & Sofowora 1972).
- Για τον εντοπισμό αλκαλοειδών χρησιμοποιήθηκαν τα αντιδραστήρια Wagner (Furr & Mahlberg 1981), Dittmar (Furr & Mahlberg 1981) καθώς και το υδατικό διάλυμα ιωδιούχου καλίου (KI) (Johansen 1940).
- Για τον εντοπισμό ταννινών χρησιμοποιήθηκε το διχρωμικό κάλιο (Faure 1914) το αντιδραστήριο του νιτρώδους οξέος (Reeve 1951).
- Για τον εντοπισμό φαινολών χρησιμοποιήθηκε ο χλωριούχος σίδηρος (Johansen 1940), η 4-νιτροσοφαινόλη (Gersbach et al. 2001) και το τεστ της βανιλίνης (Gardner 1975).
- Για τον εντοπισμό φαινολικών προδρόμων των ταννινών χρησιμοποιήθηκε η 2,4-διμεθοξυ-βενζαλδεΐδη (DMB) (Mace & Howell 1974).

Ιστοκαλλιέργειες - Θρεπτικό υπόστρωμα - Αποστείρωση.

Το θρεπτικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη ιστοκαλλιιεργειών ήταν αυτό του Arnold & Eriksson (1981) στερεοποιημένο με 9 g l^{-1} άγαρ, εμπλουτισμένο με 30 g l^{-1} σουκρόζη και 2 ml l^{-1} διαλύματος 2,4-διχλωρο-φαινοξυ-οξικού οξέος (2,4-D) 2 mM . Η αποστείρωση των θρεπτικών υποστρωμάτων, εργαλείων και του απεσταγμένου νερού πραγματοποιήθηκε σε αυτόκαυστο, σε θερμοκρασία 121°C και πίεση 1 kp cm^{-2} . (Gamborg & Phillips 1995).

Απολύμανση φύλλων, εμβολιασμός και ανάπτυξη ιστοκαλλιιεργειών.

Νεαρά φύλλα συλλέχθηκαν από τα φυτά και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο μέσα σε δοχείο το οποίο παρείχε περιβάλλον κορεσμένο σε υγρασία. Στο εργαστήριο τα φύλλα ξεπλύνθηκαν με νερό της βρύσης και εμβαπτίστηκαν σε:

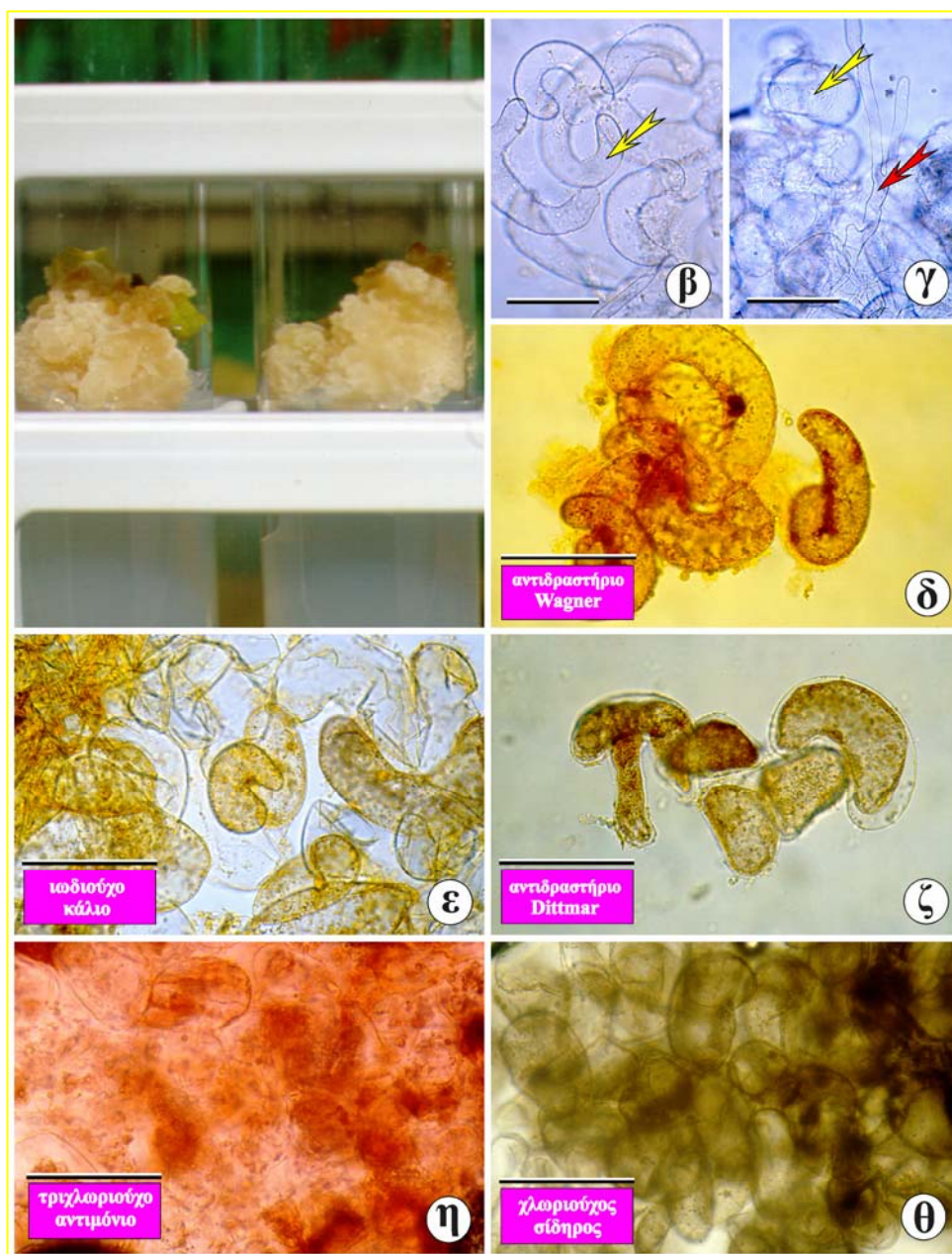
- απεσταγμένο νερό για 5 λεπτά
- 70% αιθανόλη για 30 δευτερόλεπτα
- 1% υδατικό διάλυμα χλωρίνης του εμπορίου η οποία περιέχει 4.8% υποχλωριώδες νάτριο (NaClO_3), για 5 λεπτά.

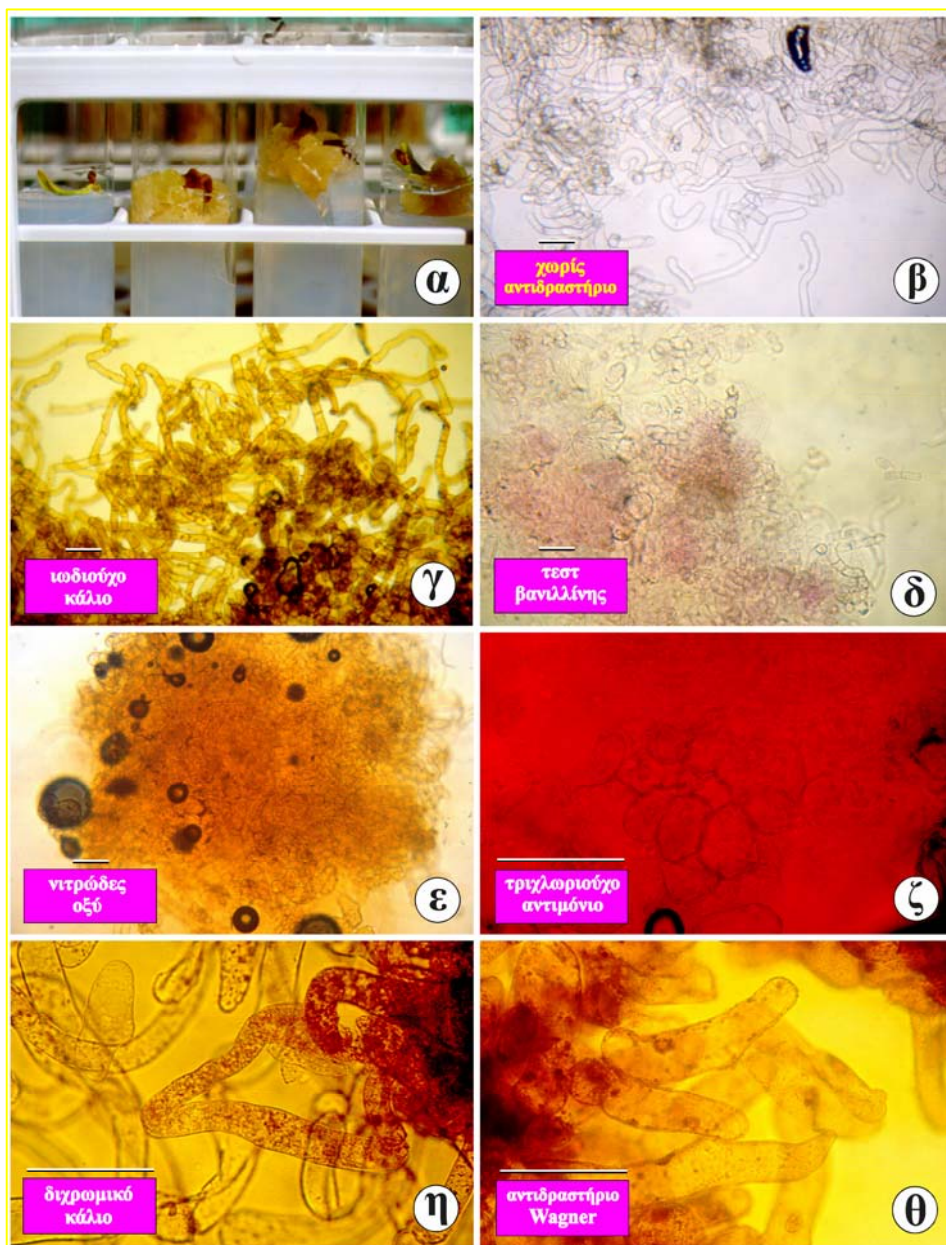
Σε ειδικό θάλαμο νηματικής ροής (Laminar air flow, Holten HH 48) ακολούθησε ξέπλυμα των φύλλων 3 φορές με αποστειρωμένο απεσταγμένο νερό. Στη συνέχεια τα φύλλα τεμαχίστηκαν σε $1 \times 1 \text{ cm}$ κομμάτια και εμβολιάστηκαν σε δοκιμαστικούς σωλήνες ($150 \times 25 \text{ mm}$) περιείχαν το θρεπτικό υπόστρωμα. Οι δοκιμαστικοί σωλήνες μεταφέρθηκαν σε θάλαμο ελεγχόμενων συνθηκών (25°C , 16 ώρες φωτοπερίοδο).

Αφού αναπτύχθηκαν κάλοι, μετά από 45 μέρες καλλιέργειας, το υλικό της καλλιέργειας μεταφέρθηκε σε καινούργιο θρεπτικό υπόστρωμα όμοιας σύστασης με το προηγούμενο.

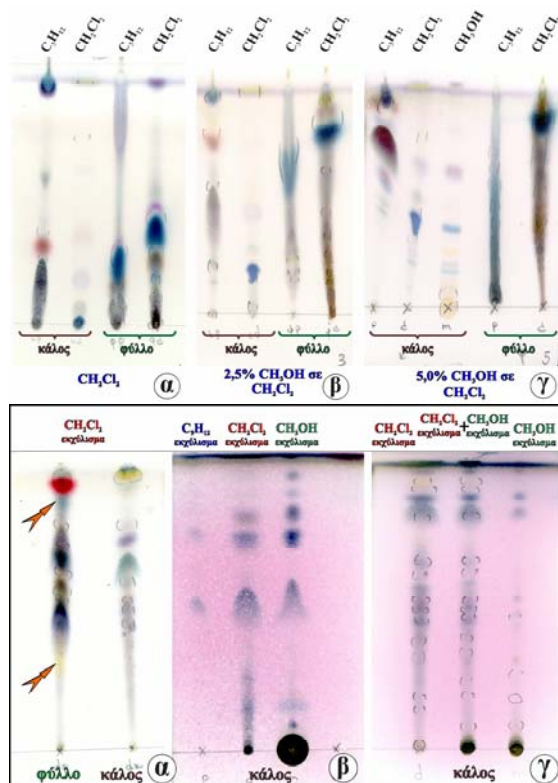
Εκχύλιση φύλλων και των κάλων που αναπτύχθηκαν από φύλλα.

Φύλλα συλλέχθηκαν από τα φυτά και αφέθηκαν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος για μια εβδομάδα να ξεραθούν. Κατόπιν ζυγίστηκαν, κονιορτοποιήθηκαν και εκχυλίστηκαν διαδοχικά με διαλύτη πεντάνιο, διχλωρομεθάνιο και μεθανόλη. Η διαδικασία εκχύλισης

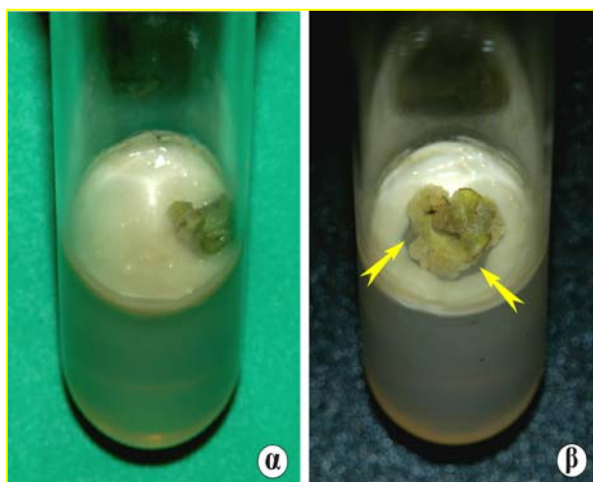




Εικόνα 1. Κάλοι του *Lavandula vera* (σελ. 4) και του *Inula viscosa* (σελ. 5) που αναπτύσσονται σε δοκιμαστικό σωλήνα. Ιστοχημική μελέτη των κάλων των φύλλων αντίστοιχα.



Εικόνα 2. Χρωματογραφία TLC των εκχυλισμάτων κάλων του *Lavandula vera* (πάνω) και του *Inula viscosa* (δεξιά).



Εικόνα 3. Κυτταροκαλλιέργεια μολυσμένη από μονοκύτταρους ζυμομύκητες πριν προλάβει να αναπτυχθεί κάλος (αριστερά). Όλη η επιφάνεια του θρεπτικού μέσου καλύπτεται από τη λευκή μάζα του ζυμομύκητα και το φύλλο κατάστρέφεται. Αν στην κυτταροκαλλιέργεια δημιουργούνταν κάλος και κατόπιν μολύνονταν, τότε αναπτύσσεται ο μύκητας στο θρεπτικό μέσο, αλλά γύρω από τον κάλο υπάρχει μια καθαρή ζώνη (δεξιά).

που πραγματοποιήθηκε περιλαμβάνει τρεις φορές εκχύλιση με 2:1 από κάθε διαλύτη. Τα τρία εκχυλίσματα, που προέκυψαν, συμπυκνώθηκαν σε Rotovapor (Buchi). Ο τελικός όγκος του πεντανικού, διχλωρομεθανιακού και μεθανολικού εκχυλίσματος ήταν 80 ml αντίστοιχα.

Οι κάλοι συλλέχθηκαν από τους δοκιμαστικούς σωλήνες όπου και αναπτύσσονταν για 75 μέρες, ζυγίστηκαν και ομογενοποιήθηκαν. Η πορεία της εκχύλισης ήταν η ίδια με αυτή των φύλλων με τη διάφορα ότι προσθέτονταν 400 ml διαλύτη κάθε φορά. Ο τελικός όγκος του πεντανικού, διχλωρομεθανιακού και του μεθανολικού εκχυλίσματος ήταν 20 ml αντίστοιχα.

Τεχνικές ανίχνευσης, διαχωρισμού και απομόνωσης των φυσικών προϊόντων.

Για τον ποιοτικό έλεγχο των εκχυλισμάτων χρησιμοποιήθηκε η χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας (TLC) και η αέριος χρωματογραφία – φασματομετρία μάζας (GC – MS).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Οι *in vitro* καλλιέργειες ιστών φύλλου, δίνουν σύντομα μάζες κυττάρων (κάλους) στην επιφάνεια του καλλιεργητικού μέσου. Τα κύτταρα του κάλου υποβάλλονται σε ιστοχημικές χρώσεις για να εντοπιστούν, μέσα σε αυτά, συγκεκριμένες ομάδες προϊόντων δευτερογενούς μεταβολισμού. Οι ιστοχημικές αντιδράσεις είναι θετικές για όλες σχεδόν τις ομάδες ενώσεων που ανιχνεύονται με τον ίδιο τρόπο και στα φύλλα των φυτών. Είναι προφανές ότι τα κύτταρα των κάλων, αν και αδιαφοροποίητα, συνθέτουν και αποθηκεύουν προϊόντα που απαντώνται στα διαφοροποιημένα κύτταρα των φύλλων. Η δυνατότητα αυτή, των κυττάρων των κάλων, είναι εντυπωσιακή (Εικ. 1).

Επιπλέον, η χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας (TLC) και η αέριος χρωματογραφία – φασματομετρία μάζας (GC – MS) χρησιμοποιήθηκαν για τη σύγκριση της εκκριτικής δραστηριότητας φύλλων και κυττάρων των κάλων.

Από τη σύγκριση των χρωματογραφημάτων προκύπτει, και στα δύο φυτά, ότι οι πολικές ενώσεις που εντοπίζονται στα φύλλα υπάρχουν και στους κάλους, συνήθως σε μικρότερη ποσότητα. Τα αιθέρια έλαια που παράγονται από τις μάζες των κάλων εντοπίζονται με αέριο χρωματογραφία – φασματομετρία μάζας (GC – MS) και είναι σαφώς λιγότερα από τα παραγόμενα στα φύλλα των φυτών (Εικ. 2).

Στις *in vitro* καλλιέργειες *Inula viscosa* παρατηρήθηκε σημαντική αντιμυκητιακή δράση των κυτταρικών μαζών του κάλου που δεν κατέστη δυνατόν να εντοπιστεί στα κομμάτια των φύλλων που καλλιεργήθηκαν κάτω από τις ίδιες συνθήκες (Εικ. 3).

Συμπερασματικά, οι κυτταροκαλλιέργειες μπορούν να αποτελέσουν εργοστάσια παραγωγής δευτερογενών μεταβολιτών, κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προσφέρουν αυτές οι καλλιέργειες θα βελτιώσουν την παραγωγή και τα παραγόμενα προϊόντα και θα προστατεύσουν τα σπάνια είδη.

Βιβλιογραφία

- Arnold S. von & Eriksson T. 1981. *In vitro* studies of adventitious shoot formation in *Pinus conforata*. Canadian Journal of Botany 59: 870-874.
- Ascensao L., Mota L. & De Castro M. 1999. Glandular trichomes on the leaves and flowers of *Plectranthus ornatius*: Morphology, distribution and Cytochemistry. Annals of Botany 84: 437-447.

- Balandrin M.J. & Klocke J.A. 1988. Medicinal, aromatic and industrial materials from plants. Pp. 1-36. In: Bajaj Y.P.J. (ed.), Biotechnology in agriculture and forestry. Medicinal and aromatic plants 4. Berlin: Springer-Verlag.
- Bronner R. 1975. Simultaneous demonstration of lipid and starch in plant tissues. Stain Technology 50: 1-4.
- Cappelletti E.M., Caniato R. & Appendino G. 1986. Localization of cytotoxic hydroperoxy-eudesmanolides in *Artemisia umbelliformis*. Biochemical Systematics and Ecology 14: 183-190.
- Corsi G. & Bottega S. 1999. Glandular hair of *Salvia officinalis*: New data on morphology, localization and histochemistry in relation to function. Annals of Botany 84: 657-664.
- Cox P.A. & Balick M.J. 1994. The ethnobotanical approach to drug discovery. Scientific American, June: 82-87.
- Dioscurides 77 AD. De Materia Medica. Militos Publications, Athens 2001, Greece.
- Farnsworth N.R. 1985. The role of medicinal plants in drug development. Pp. 17-30. In: Kroegsgard-Larsen P., Brogger-Christenses S. (eds), Natural products and drug development. Denmark Munsgaard Copenhagen.
- Faure G. 1914. Manuale di micrografia vegetale. Roma: Istituto Nazionale Medico Farmacologico Editore.
- Fisher D.B. 1968. Protein staining of ribboned epon sections for light microscopy. Histochemie 16: 92-96.
- Fowler M.W. & A.H. Scragg 1988. Natural products from higher plants and plant cell culture. Pp. 165-177. In: Pais M.S.S., Mavituna F. & Novais J.M. (eds), Plant cell biotechnology. NATO ASI Series 18. Berlin: Springer – Verlag.
- Furr M. & Mahlberg P.G. 1981. Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. Journal of Natural Products 44: 153-159.
- Gardner R.O. 1975. Vanillin - hydrochloric acid as a histochemical test for tannin. Stain Technology 50: 315-317.
- Gersbach P.V., Wyllie S.G., & Sarafis V. 2001. A new histochemical method for localization of the site of monoterpene phenol accumulation in plant secretory structures. Annals of Botany 88: 521-525.
- Guerin H.P., Delaveau P.G. & Paris R.R. 1971. Localisations histochimiques. II: Procèdes simples de localisation de pigments flavoniques. Application a quelques Phanerogames. Bull. Soc. Bot. Fr. 118: 29-36.
- Hardman R. & Sofowora E.A. 1972 Antimony trichloride as a test reagent for steroids, especially diosgenin and yamogenin, in plant tissues. Stain Technology 47: 205-222.
- Johansen D.A. 1940. Plant microtechnique. New York, London: McGraw-Hill.
- Lison L. 1960. Histochemie et cytochemie animales. Principes et methodes 1, 2. Paris: Gauthier-Villars.
- Mace M.E. & Howell C.R. 1974. Histochemistry and identification of condensed tannin precursors in root of cotton seedlings. Canadian Journal of Botany 52: 2423-2426.
- Mowry R.W. 1956. Alcian blue techniques for the histochemical study of acidic carbohydrates. Journal of Histochemistry and Cytochemistry 4: 407-411.
- O' Brien T.P. & McCully M.E. 1981. The study of plant structure principals and selected methods. Melbourne. Australia: Termocarphy.
- Payne G.F., Bringi V., Prince C. & Shuler M.L. 1991. Plant cell and tissue culture in liquid

- systems. Pp. 1-10. Munich: Hanser Publications.
- Phillipson J.D. 1990. Plants as a source of valuable products. Pp. 1-21. In: Charlwood B.V. & Rhodes M.J.C. (eds), Secondary products from plant tissue culture. Oxford: Clarendon Press.
- Ramachandra Rao S. & Ravishankar G.A. 2002. Plant cell cultures: Chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology Advances* 20: 101-153.
- Reeve R.M. 1951. Histochemical tests for polyphenols in plant tissues. *Stain Technology* 26: 91-96.
- Sacchetti G., Romagnoli C., Nicoletti M., Di Fabio A., Bruni A. & Poli F. 1999. Glandular trichomes of *Calceolaria adscendens* Lidl. (Scrophulariaceae): Histochemistry, development and ultrastructure. Short communication. *Annals of Botany* 83: 87-92.

Συμβολή στη γνώση της χλωρίδας και της βλάστησης του μικρονησιωτικού συμπλέγματος της Λέρου

¹Πανίτσα Μ. & ²Τζανουδάκης Δ.

¹Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων,
Σεφέρη 2, 301 00 Αγρίνιο.

²Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00, Πάτρα.

Contribution to the knowledge of the flora and vegetation of Leros islet complex

¹Panitsa M. & ²Tzanoudakis D.

¹Department of Environmental and Natural Resources Management, University of
Ioannina, Seferi 2, GR-301 00 Agrinio, Greece.

²Division of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras, GR-265 00
Patras, Greece.

Εισαγωγή

Στα πλαίσια μιας σειράς εξερευνητικών αποστολών και μελετών στο Ανατολικό Αιγαίο, η μελέτη της χλωρίδας και της βλάστησης της Λέρου ήταν ένας στόχος για τους συγγραφείς, ακριβώς επειδή το νησί αυτό χρησίμευε συχνά ως βάση για την οργάνωση και την πραγματοποίηση επισκέψεων σε πολλές απομακρυσμένες μικρονησίδες (Πανίτσα 1997, Panitsa & Tzanoudakis 1991, 1993, 1997, 1998, 2001).

Το μικρονησιωτικό σύμπλεγμα της Λέρου ανήκει στο Νομό Δωδεκανήσου και περιλαμβάνει 17 νησίδες, 9 από τις οποίες βρίσκονται στα ανατολικά και 8 στα βόρεια και δυτικά του κυρίως νησιού. Η Λέρος έχει έκταση 5.300 ha και μέγιστο υψόμετρο 321 m. Μεγαλύτερη σε έκταση από τις νησίδες είναι ο Αρχάγγελος (124 ha) και το μεγαλύτερο υψόμετρο παρατηρείται στην Πηγανούσα (139 m). Στις υπόλοιπες νησίδες το μέγεθος κυμαίνεται μεταξύ 0,6-35 ha και το υψόμετρο είναι έως 90 m. Οι αποστάσεις των νησίδων από το κυρίως νησί (Λέρο) είναι μικρότερες από 1km (βλ. Πίνακα 1). Η περιοχή ανήκει στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με ήπιο χειμώνα.

Επισκέψεις στην περιοχή έγιναν από τους συγγραφείς πολλές φορές και σε διαφορετικές χρονικές περιόδους από το 1990 έως το 1996. Στη Flora Aegaea (Rechinger 1943) 93 φυτικά taxa αναφέρονται από τη Λέρο (κυρίως νησί). Σύμφωνα με τα δικά μας σχετικά πρόδρομα στοιχεία, από τη Λέρο έχουν καταγραφεί περισσότερα από 370 taxa και συνολικά 230 από τις μικρονησίδες.

Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

Από τα taxa που καταγράφηκαν στις μικρονησίδες είκοσι εννέα δεν βρέθηκαν στο κυρίως νησί. Αξίζει να σημειωθεί ότι αρκετά από αυτά ήταν taxa «χαρακτηριστικά των βραχονησίδων» όπως τα *Allium commutatum*, *Helichrysum orientale*, και *Lavatera arborea* (σε 8, 3 και 2 από τις νησίδες αντίστοιχα) καθώς και τα ενδημικά του Αιγαίου, *Anthemis scopulorum* (σε 4 από τις 17 νησίδες), *Silene holzmannii* και *Scorzonera cretica* (σε 1 από τις νησίδες, τη Μικρή Τρυπητή και το νότιο Γλαρονήσι, αντίστοιχα). Τα εξειδικευμένα αυτά είδη δίνουν και τη χαρακτηριστική φυσιογνωμία στη βλάστηση των βραχονησίδων.

Στις μεγαλύτερες από τις νησίδες, στην εσωτερική ζώνη κυριαρχούν θαμνώνες με συγκυριαρχία ειδών όπως τα *Daphne gnidioides*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europaea* subsp. *oleaster*, *Genista acanthoclada*, *Sarcopoterium spinosum*, *Euphorbia acanthothamnus*, *Calicotome villosa*, *Erica manipuliflora*, *Anthylis hermanniae* ή *Phagnalon graecum*.

Πίνακας 1. Γεωγραφικά στοιχεία και αριθμός φυτικών taxa που καταγράφηκαν από τις νησίδες του μικρονησιωτικού συμπλέγματος της Λέρου.

Νησίδες	Επιφάνεια (εκτάρια)	Υψόμετρο	Ελάχιστη απόσταση σε km από Λέρο	Αριθμός φυτικών taxa
Λέρος	5300	321 μ.		>370
Τρυπητή μεγάλη	7,2	30μ.	1	72
Τρυπητή μικρή	2	15μ.	0,8	44
Πλακούσα	5	10μ.	0,6	17
Στρογγυλή	15	76μ.	0,5	44
Αγ.Κυριακή	15	76μ.	1,3	59
Πηγανούσα	35	139μ.	0,7	101
Βελόνα	7	15μ.	0,3	63
Γλαρονήσι βόρειο	3	15μ.	0,7	57
Γλαρονήσι νότιο	9	28μ.	1,3	73
Πατελίδι	2,5	5 μ.	0,7	8
Αρχάγγελος	124	90μ.	0,4	>100
Φαραδονήσι μεγάλο	16	55μ.	0,8	60
Φαραδονήσι ΒΔ	4	10μ.	1,3	33
Φαραδονήσι ΝΔ	2	10μ.	0,9	19
Φαραδονήσι Ν	2,5	5μ.	0,7	22
Ανατ. Γούρνα	0,8	10μ.	0,5	33
Δυτ. Γούρνα	0,6	8μ.	0,5	7

Οι τύποι οικοτόπων που απαντούν στο κυρίως νησί, με βάση το Παράρτημα Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και της άγριας πανίδας

και χλωρίδας, είναι οι εξής:

Ασβεστολιθικοί κάθετοι βράχοι του Αιγαίου (κωδικός 1240), μονοετής βλάστηση μεταξύ των ορίων πλημμυρίδας και αμπώτιδας (κωδικός 1210), φρύγανα του Αιγαίου (κωδικός 5420), θαμνώνες με *Juniperus phoenicea* (κωδικός 5212), ψευδοστέπες με αγρωστώδη και μονοετή φυτά (κωδικός 6220), χασμοφυτική βλάστηση ασβεστολιθικών πρανών (κωδικός 8217), σχηματισμοί με ελιά και χαρουπιά (κωδικός 9320).

Βιβλιογραφία

- Πανίτσα Μ. 1997. Συμβολή στη γνώση της χλωρίδας και της βλάστησης των νησίδων του Ανατολικού Αιγαίου. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Panitsa M. & Tzanoudakis D. 1991. Contribution to the study of the Greek flora: Floristic and phytogeographical studies of North Dodekanesos. Pp. 367-374. In: Thanos C. (ed.), Plant-animal interactions in Mediterranean type ecosystems. (MEDECOS). University of Athens-Greece.
- Panitsa M. & Tzanoudakis D. 1993. Flora and vegetation of some Aegean islets. Contribution to the protection and the management of their coastal habitats. In: Salman A.H.P.M., Langeveld M.J. & Bonazountas M. (eds), Coastal Management and Habitat Conservation 2: 59-64. EUCC, Leiden, The Netherlands.
- Panitsa M. & Tzanoudakis D. 1997. The floristic diversity of the Greek flora as exemplified by the exploration of some East Aegean islets. Pp. 113-116. In: Tsekos I. & Moustakas M. (eds), Progres in Botanical research. Proceedings of the 1st Balkan Botanical Congress, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London.
- Panitsa M. & Tzanoudakis D. 1998. Contribution to the study of the Greek flora: Flora and vegetation of the islands Agathonisi and Pharmakonisi (East Aegean area, Greece). Willdenowia 28: 95-116.
- Panitsa M. & Tzanoudakis D. 2001. Contribution to the study of the Greek flora: Flora and phytogeography of Lipsos and Arki islet groups (East Aegean area, Greece). Folia Geobotanica 36: 265-279.
- Rechinger K.H. 1943. Flora Aegaea. Akad. Wiss. Wien Math. - Naturwiss. Kl. Denkschr. 105(1).

Επίδραση της τοξικότητας του χαλκού στο βλαστό της ρίγανης

¹Πάνου-Φιλοθέου Ε., ²Κωφίδης Γ. & ²Μποζαμπαλίδης Α.Μ.

¹Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης, Σίνδος, Θεσσαλονίκη.

²Εργαστήριο Βοτανικής, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Σε φυτά ρίγανης [*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart] που αναπτύχθηκαν σε επιβαρημένο με Cu έδαφος (0.3 - 25.5 $\mu\text{M g}^{-1}$) βρέθηκε ότι μειώθηκε ο αριθμός των στελεχών ανά φυτό, το ύψος των φυτών και τα μεσογονάτια διαστήματα ενώ ο αριθμός των γονάτων παρέμεινε σταθερός. Ο βλαστός ήταν σκουρόχρωμος, με πολλές μη αδενικές εριώδεις τρίχες. Ανατομικά, παρατηρήθηκε ελάττωση του πρωτογενούς φλοιού, αποδιοργάνωση των πόλων του κολλεγχύματος, ανάπτυξη του ξυλώματος του αγωγού ιστού και καταστροφή των κεντρικών κυττάρων της εντεριώνης. Η συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων στο βλαστό ήταν μεγαλύτερη στα Cu, Ca, Fe, K και Mn και μικρότερη στα Zn και Mg και μάλιστα υπήρξε διαφοροποίηση στο μέγεθος της συγκέντρωσης μεταξύ πάνω και κάτω βλαστού.

Effect of copper toxicity on oregano stem

¹Panou-Filotheou H., ²Kofidis G. & ²Bosabalidis A.M.

¹Department of Agriculture, Technological Educational Institute of Thessaloniki, Sindos, Thessaloniki, Greece.

²Laboratory of Botany, Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24, Thessaloniki, Greece.

Abstract

Oregano plants [*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart] grown in soils of increasing Cu concentrations (0.3-25.5 $\mu\text{M g}^{-1}$) were studied. In the plants grown at the highest Cu concentrations the number of stems per plant, the plant height and the length of the internodes was decreased, while the number of nodes remained stable. The stem was dark-coloured, stiff and pubescent. Anatomically, a reduction of the primary tissue, a disorganization of the collenchyma, a high development of the xylem and a destruction of the pith cells was observed. Inorganic element concentration in stem was higher in Cu, Ca, Fe, K and Mn and lower in Zn and Mg. A differentiation between the upper and the lower stem was also noticed.

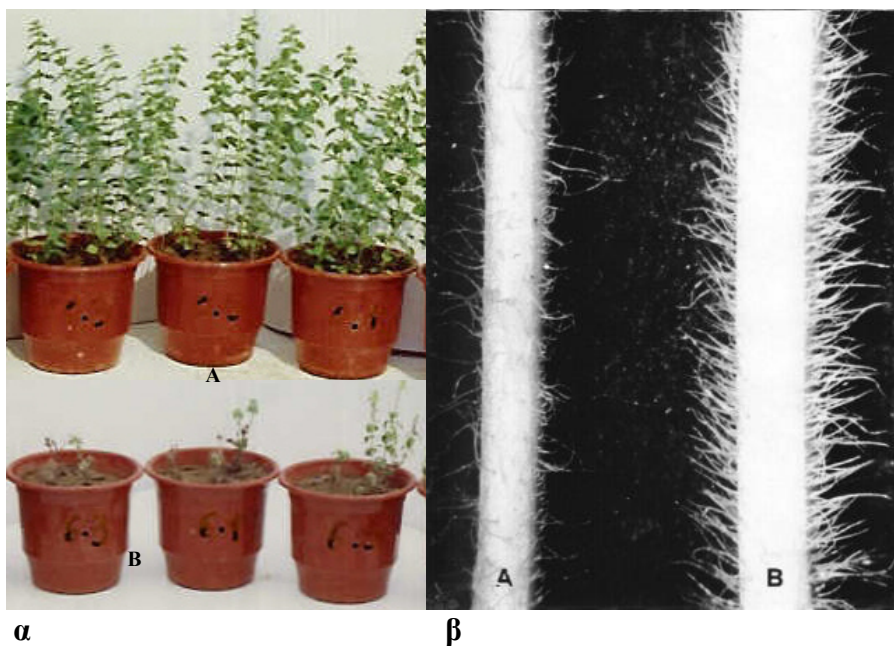
Εισαγωγή

Φυτά ρίγανης *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart αναπτύχθηκαν σε εδάφη με αυξανόμενη περιεκτικότητα σε χαλκό (από 0.3 έως 25.5 $\mu\text{M g}^{-1}$). Ο ποσοτικός προσδιορισμός των στοιχείων Cu, K, Ca, Fe, Mg, Mn και Zn στο έδαφος και στα φυτικά όργανα έγινε με τη μέθοδο της ατομικής απορρόφησης (Hunter et al. 1987).

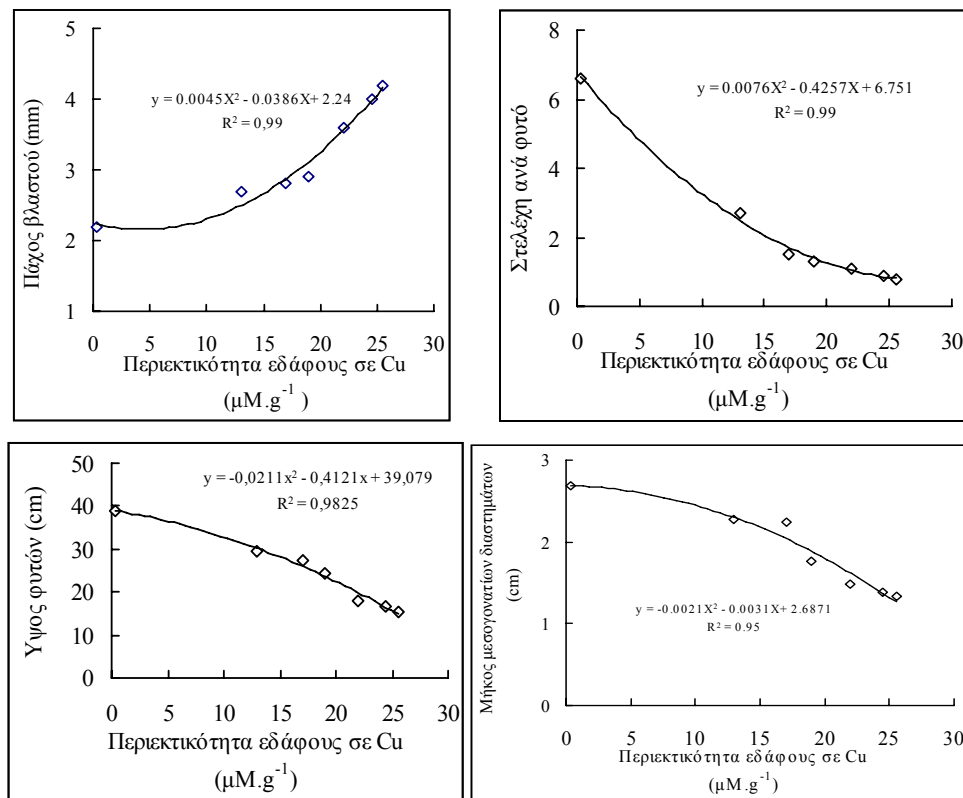
Δείγματα από βλαστό στερεώθηκαν με γλουταρική αλδεϋδη και τετροξείδιο του οσμίου, αφυδατώθηκαν με αιθυλική αλκοόλη και εμποτίστηκαν με εποξειδική ρητίνη. Πάρθηκαν ημίλεπτες τομές (πάχους 1-2 μm) στον υπερμικροτόμο Reichert Om U₂, χρωματίστηκαν με 1% τολουιδίνη και παρατηρήθηκαν στο οπτικό μικροσκόπιο Zeiss photomicroscope III. Παρατηρήσεις σε ολόκληρους βλαστούς έγιναν με το στερεοσκόπιο Zeiss M63A. Η σύγκριση των παραμέτρων του πειράματος έγινε με την εφαρμογή της ανάλυσης παλινδρόμησης. Για τις παραμέτρους, που η τιμή αναφερόταν σε % ποσοστό, χρησιμοποιήθηκε το z κριτήριο. Ακόμη, δημιουργήθηκαν πίνακες συσχέτισης για την αλληλεπίδραση παραγόντων (Steel & Torrie 1960).

Αποτελέσματα

Ο πλούτος της βλάστησης στα φυτά της ρίγανης που αναπτύχθηκαν σε επιβαρημένο με χαλκό έδαφος ήταν περιορισμένος αφού μειώθηκε ο αριθμός των στελεχών ανά φυτό (από 7 σε 1), το ύψος των φυτών (από 39.0 cm σε 15.2 cm), και το μήκος των μεσογονάτιων διαστημάτων (από 2.68 cm σε 1.34 cm) (Εικ. 1, 2). Ο βλαστός ήταν δύσκαμπτος, με πολλές μη αδενικές εριώδεις τρίχες (Εικ. 1β).



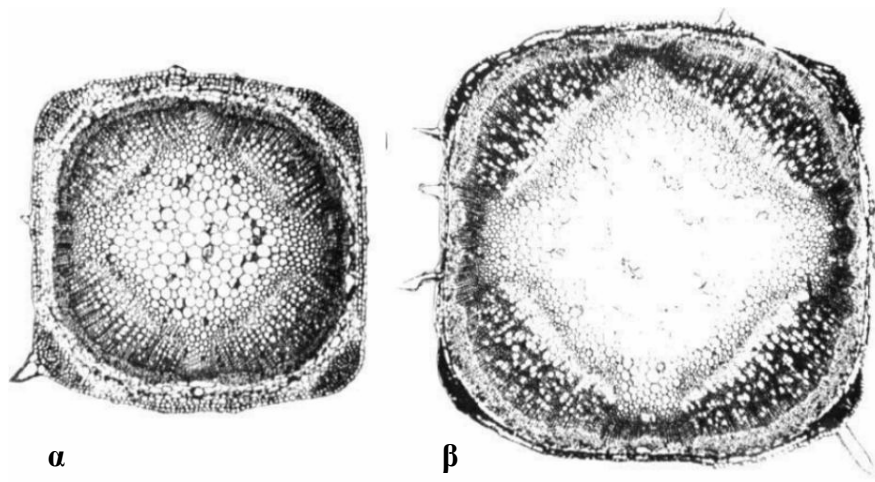
Εικόνα 1. α. Φυτά ρίγανης αναπτυγμένα σε κανονικό έδαφος (A) και σε επιβαρημένο με Cu έδαφος (B). β. Τμήμα βλαστού από μάρτυρα (A) και με τη δράση του Cu (B).



Εικόνα 2. Επίδραση της περιεκτικότητας του εδάφους σε Cu στο πάχος του βλαστού, στον αριθμό των βλαστών ανά φυτό, στο ύψος των φυτών και στο μέσο μήκος των μεσογονατίων διαστημάτων του βλαστού.

Ο βλαστός που αναπτύχθηκε σε χαλκούχο έδαφος, εμφανιζόταν σε εγκάρσια τομή πολύ παχύτερος από εκείνον του μάρτυρα (Εικ. 3). Ο πρωτογενής φλοιός ήταν πιο λεπτός και οι πόλοι του κολλεγχύματος στις γωνίες του βλαστού είχαν υποστεί αποδιοργάνωση (Εικ. 3β). Σημαντική ήταν η ανάπτυξη του ξυλώματος του αγωγού ιστού. Μεγαλύτερη ανάπτυξη παρουσίαζε ο αγωγός ιστός στις θέσεις των γωνιών του βλαστού και μικρότερη στις θέσεις των πλευρών. Τα ογκώδη κεντρικά κύτταρα της εντεριώνης είχαν καταστραφεί, σχηματίζοντας μια κοιλότητα. Στο σύνολό της όμως, η περιοχή της εντεριώνης παρουσίαζε πολύ μεγαλύτερο όγκο στο βλαστό που αναπτύχθηκε σε χαλκούχο έδαφος, παρά στο βλαστό του μάρτυρα.

Όσον αφορά τα ανόργανα στοιχεία, παρατηρήθηκε αύξηση της συγκέντρωσης στο βλαστό στα Cu, Ca, Fe, K και Mn, ενώ μείωση στα Zn και Mg και μάλιστα υπήρξε διαφοροποίηση στο μέγεθος της συγκέντρωσης μεταξύ πάνω και κάτω βλαστού (Πίνακας 1).



Εικόνα 3. Εγκάρσιες τομές βλαστών από φυτά ρίγανης που αναπτύχθηκαν σε κανονικό έδαφος (α) και σε έδαφος μεταλλείου Cu (β) (x50).

Πίνακας 1. Συγκέντρωση στοιχείων στο βλαστό.

	Περιεκτικότητα εδάφους σε Cu ($\mu\text{M g}^{-1}$)						
	0,3	25,5	0,3	25,5	0,3	25,5	
Στοιχεία	Έδαφος		Όργανο φυτού				Μεταβολή στο βλαστό
			Κάτω Βλαστός		Πάνω Βλαστός		
Cu			0,13	4,25	0,1	3,91	+
Ca	41,23	0,11	15,89	79,55	21,35	115,98	+
Fe	843,43	370,77	6,96	8,93	6,79	8,14	+
K	30,03	5,11	84,26	201,36	81,59	198,45	+
Zn	0,62	0,47	0,61	0,18	0,72	0,21	-
Mg	125,66	115,9	53,85	48,25	204,62	58,64	-
Mn	0,21	3,39	0,04	2,06	0,01	1,12	+
Σύνολο (μMol)			161,74	344,58	315,18	386,45	
Μεταβολή				213%		23%	

Συζήτηση

Η εκτίμηση των αποτελεσμάτων εστιάζεται στη συμπεριφορά της ρίγανης, ενός φυτού που δεν απαντάται σε χαλκούχα εδάφη και κατά συνέπεια μη ανθεκτικού στο Cu, όταν καλλιεργηθεί σε έδαφος επιβαρημένο με το τοξικό αυτό μέταλλο. Τα φυτά της ρίγανης, για να επιβιώσουν στο δυσμενές από την τοξικότητα Cu διατροφικό καθεστώς, στο οποίο υποχρεώθηκαν να αναπτυχθούν, δημιούργησαν μια σειρά από μορφολογικές διαφοροποιήσεις τόσο στο βλαστό, όσο και στη ρίζα (Panou-Filothou & Bosabalidis 2004) και τα φύλλα τους (Panou-Filothou et al. 2001).

Ο βλαστός είναι επιφορτισμένος με τη μεταφορά του νερού και των διαλυμένων σε αυτό αλάτων από το έδαφος στα υπέργεια μέρη του φυτού, όσο και των προϊόντων της φωτοσύνθεσης. Στην περίπτωση των φυτών που αναπτύσσονται σε επιβαρημένο με τοξικά μέταλλα έδαφος, ο ρόλος του βλαστού επεκτείνεται και σε επιλεκτικές διαδικασίες αντοχής των φυτών στην τοξικότητα και ως εκ τούτου υφίσταται τροποποιήσεις στους ιστούς του για να αντεπεξέλθει στις δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος.

Μείωση του πλούτου της βλάστησης σε διάφορα φυτά που αναπτύχθηκαν σε επιβαρημένα με Cu εδάφη παρατήρησαν και οι Karataglis & Babalonas (1985) και Moustakas et al. (1997). Προϋπόθεση για την ανάπτυξη των νέων βλαστών είναι η μεριστωματική δραστηριότητα, την οποία ο Cu αναστέλλει (Eleftheriou & Karataglis 1989). Επίσης, απαραίτητα είναι και τα προϊόντα φωτοσύνθεσης, τα οποία είναι λιγοστά, αφού ο Cu μειώνει δραστικά τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των φυτών (Clijsters & Van Assche 1985, Lidon & Henriques 1993). Το αποτέλεσμα αυτό πιθανόν να οφείλεται σε ελάττωση του αριθμού, του όγκου και της τάνυσης των κυττάρων.

Οι βλαστοί στα φυτά που αναπτύχθηκαν σε χαλκούχα εδάφη είχαν μεγαλύτερο πάχος. Οι Barcelo et al. (1988), επίσης, παρατήρησαν αύξηση της διαμέτρου του βλαστού στο υποκοτύλιο φασολιών που αναπτύχθηκαν σε τοξικό με Cd θρεπτικό διάλυμα. Η όλη δομή του βλαστού που αναπτύχθηκε σε χαλκούχο έδαφος, δηλ. ελάττωση του πρωτογενούς φλοιού, αποδιοργάνωση του κολλεγχύματος, έντονη ανάπτυξη του ξυλώματος, σχηματισμός μεγάλων αγγείων και δημιουργία εντεριώνιας κοιλότητας, αποτελεί εικόνα πρόωρης γήρανσης, γεγονός που επισημαίνεται και από τους Van Assche et al. (1984) και Barcelo et al. (1988) για τα φυτά που αναπτύσσονται σε επιβαρημένα με Cu εδάφη. Τα μεγάλα αγγεία συνέβαλαν στην αποθήκευση νερού από το φυτό και, ως εκ τούτου, τα φυτά που αναπτύχθηκαν στα χαλκούχα εδάφη είχαν μεγαλύτερο υδατικό δυναμικό από εκείνα του μάρτυρα.

Ελάχιστες μελέτες υπάρχουν που αναφέρονται στην συγκέντρωση ανόργανων στοιχείων στη ρίγανη (Kanias et al. 1998). Για αυτό κρίθηκε σκόπιμο να διερευνηθεί η επίδραση της περιεκτικότητας του εδάφους σε ανόργανα στοιχεία στην κατανομή των στοιχείων αυτών.

Τα ανόργανα στοιχεία κατά σειρά περιεκτικότητας σε έδαφος-μάρτυρα είναι: Fe>Mg>Ca>K>Zn>Cu>Mn, ενώ σε έδαφος μεταλλείου είναι Fe>Mg>Cu>K>Mn>Zn>Ca. Τα ανόργανα στοιχεία κατά σειρά περιεκτικότητας στον κάτω βλαστό στα φυτά του μάρτυρα είναι: K>Mg>Ca>Fe>Zn>Cu>Mn και στον πάνω βλαστό Mg>K>Ca>Fe>Zn>Cu>Mn. Τα ανόργανα στοιχεία κατά σειρά περιεκτικότητας στον κάτω βλαστό των φυτών που αναπτύχθηκαν στο έδαφος μεταλλείου είναι K>Ca>Mg>Fe>Mn>Cu>Zn και στον πάνω βλαστό K>Ca>Mg>Fe>Cu>Mn>Zn. Παρατηρείται λοιπόν μια επιλεκτική συγκέντρωση των ανόργανων στοιχείων στο βλαστό της ρίγανης σε σχέση με την περιεκτικότητά τους στο έδαφος. Το Ca, ενώ βρίσκεται σε πολύ μικρή περιεκτικότητα στο έδαφος μεταλλείου, στο βλαστό έρχεται δεύτερο μετά το K. Επιλεκτική πρόσληψη στοιχείων από την ρίγανη παρατήρησαν και άλλοι ερευνητές (Kanias et al. 1998). Αύξηση της συγκέντρωσης στο βλαστό της ρίγανης που αναπτύχθηκε σε επιβαρημένο με Cu έδαφος (σε σχέση με το μάρτυρα) παρουσίασαν τα στοιχεία Cu, Ca, Fe, K και Mn, ενώ μείωση τα Zn και Mg.

Βιβλιογραφία

- Barcelo J., Vazquez M.D. & Poschenrieder Ch. 1988. Structural and ultrastructural disorders in cadmium-treated bush bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.). New Phytol. 108: 37-49.
- Clisters H. & Van Assche F. 1985. Inhibition of photosynthesis by heavy metals. Photosynth. Res. 7: 31-40.
- Eleftheriou E.P. & Karataglis S. 1989. Ultrastructural and morphological characteristics of cultivated wheat growing on Cu-polluted fields. Bot. Acta 102: 134-140.
- Hunter B.A., Jonson M.S. & Thomson D.J. 1987. Ecotoxicology of Cu and Cd in a contaminated grassland ecosystem. J. Appl. Ecol. 24: 573-586.
- Kanias G.D., Souleles C., Loukis A. & Panou-Filothou E. 1998. Trace elements and essential oil composition in chemotypes of the aromatic plant *Origanum vulgare*. J. Radioanalyt. and nucl. Chem. 227(1-2): 23-29.
- Karataglis S. & Babalonas D. 1985. The toxic effect of copper on the growth of *Solanum lycopersicum* L. collected from Zn- and Pb- soil. Angew. Bot. 59: 45-52, 178.
- Lidon F.C. & Henriques F.S. 1993. Changes in the thylakoid membrane polypeptide patterns triggered by excess Cu in rice. Photosynthetica 28: 109-117.
- Moustakas, M., Ozounidou G., Symeonidis L. & Karataglis S. 1997. Field study of the effects of excess copper on wheat photosynthesis and productivity. Soil Sci. Plant Nutr. 43: 531-539.
- Panou-Filothou H. & Bosabalidis A.M. 2004. Effects of copper toxicity on root of oregano [*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart]. Plant Science 166: 1497-1504.
- Panou-Filothou H., Bosabalidis A.M. & Karataglis S. 2001. Effects of copper toxicity on leaves of oregano [*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietswaart]. Annals of Botany 88: 207-214.
- Steel R.G.D. & Torrie J.H. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York.
- Van Assche F., Cardinaels C., Put C. & Clijsters H. 1984. Premature leaf aging induced by heavy metal toxicity; Arch. Int. Physiol. Biochim. 94: 27-28.

Ο ρόλος του συστήματος της ακτομυοσίνης στον μηχανισμό διαίρεσης των χυμοτοπιασμένων κυττάρων

¹Παντερής Ε., ¹Αποστολάκος Π., ²Quader H. & ¹Γαλάτης Β.

¹Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βοτανικής, 157 84 Αθήνα.

²University of Hamburg, Biocenter Klein Flottbek, Hamburg, Germany.

Περίληψη

Στα διαιρούμενα χυμοτοπιασμένα κύτταρα του φυτού *Coleus* το επίπεδο διαίρεσης καθορίζεται κατά τη μεσόφαση γεγονός που γίνεται ορατό: (α) Με τη δημιουργία ενός Περιφερειακού Κυτοπλασματικού Δακτυλίου (ΠΚΔ), μέσω εγκόλπωσης του τονοπάστη. Ο ΠΚΔ παραμένει ως την ολοκλήρωση της κυτοκίνησης. (β) Με τη διευθέτηση πολυάριθμων κυτοπλασματικών λωρίδων στο επίπεδο του ΠΚΔ, σχηματίζοντας ένα υποτυπώδες «φραγμοσωμάτιο», στο οποίο μεταναστεύει και διαιρείται ο πυρήνας. (γ) Με τη δημιουργία της προπροφασικής ζώνης των μικροσωληνίσκων και μικρονηματίων ακτίνης (ΜΑ). Κατά την κυτοκίνηση, το χυμοτόπιο αναδιατάσσεται συνεχώς, επιτρέποντας στην κυτταρική πλάκα να αναπτύσσεται προς τον ΠΚΔ. Ο εντοπισμός ΜΑ στον ΠΚΔ και τις κυτοπλασματικές λωρίδες, καθώς και οι επιπτώσεις στα διαιρούμενα κύτταρα της επίδρασης ουσιών που αποδιοργανώνουν τα ΜΑ και αναστέλλουν τη δράση των μυοσινών, δείχνουν ότι το σύστημα της ακτομυοσίνης συμμετέχει στη δημιουργία του ΠΚΔ και των κυτοπλασματικών λωρίδων, στη μετανάστευση του πυρήνα και στη καθοδήγηση της κυτταρικής πλάκας προς τον ΠΚΔ.

The role of the actomyosin system in the division of vacuolated cells

¹Panteris E., ¹Apostolakos P., ²Quader H. & ¹Galatis B.

¹University of Athens, Department of Biology, Division of Botany, 157 84 Athens, Greece

²University of Hamburg, Biocenter Klein Flottbek, Hamburg, Germany

Abstract

The division site, in vacuolated *Coleus* cells, is established at interphase and becomes visible by: (a) formation of a Cortical Cytoplasmic Ring (CCR), by a slight constriction of the tonoplast, which persists until cytokinesis is completed, (b) alignment of numerous cytoplasmic strands in the plane of the CCR, which form a loose “phragmosome”, inside which the nucleus migrates and divides and (c) formation of the preprophase band of microtubules and Actin Filaments (AFs). During cytokinesis,

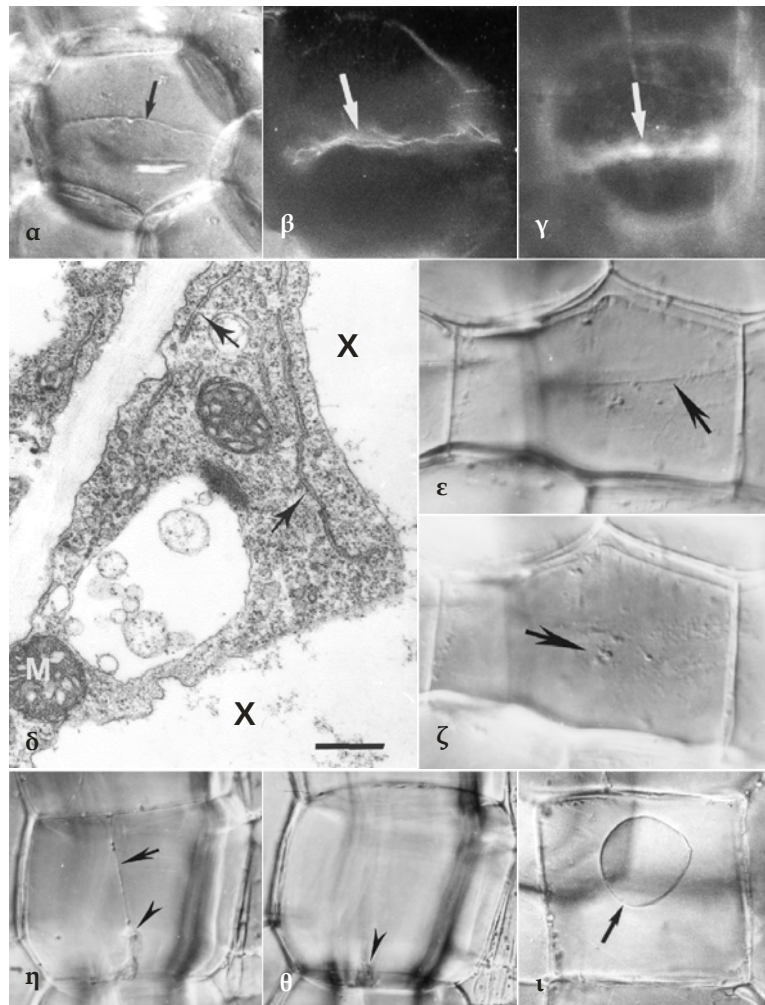
continuous reorganization of the vacuole occurs to allow the cell plate grow towards the CCR. The localization of AFs in the CCR and cytoplasmic strands as well as the results of treatments with anti-AF drugs and myosin inhibitors, support that in CCR and cytoplasmic strand formation, nucleus migration and cell plate guidance, the actomyosin system is involved.

Εισαγωγή

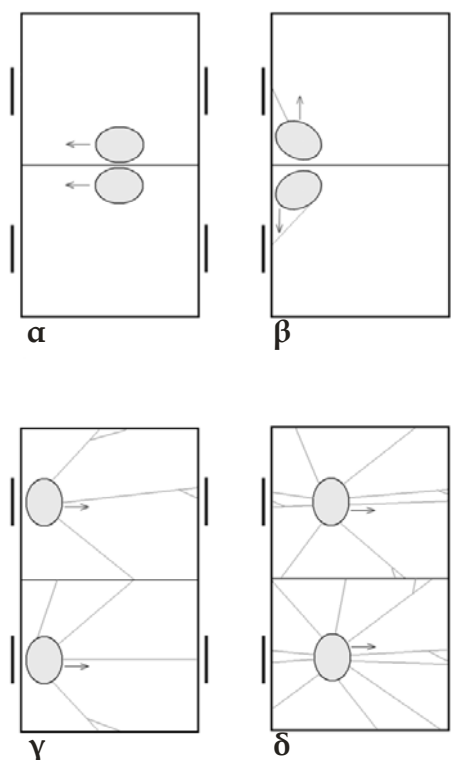
Είναι γνωστό ότι στα ανώτερα φυτά ο κυτταροσκελετός συμμετέχει στον καθορισμό του επιπέδου διαίρεσης (Gunning & Wick 1985, Lloyd 1991, Mineyuki 1999). Επιπλέον, στα μεριστωματικά κύτταρα των αγγειοσπέρμων το σύστημα της ακτομυοσίνης συμμετέχει στο μηχανισμό καθοδήγησης των περιθωρίων της αναπτυσσόμενης κυτταρικής πλάκας στις προκαθορισμένες θέσεις του περιφερειακού κυτοπλάσματος (Hepler et al., 2002, Molchan et al. 2002). Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε ο ρόλος του συστήματος ακτομυοσίνης στη διαίρεση μεγάλων χυμοτοπιασμένων κυττάρων, στα οποία η κυτταρική πλάκα πρέπει να διανύσει πολύ μεγάλη απόσταση μέχρι να φθάσει στην περιφέρεια του κυττάρου. Ως πειραματικό υλικό χρησιμοποιήθηκαν κύτταρα εντεριώνης του φυτού *Coleus* spp., τα οποία επάγονται προς διαίρεση με τραυματισμό του βλαστού (Warren Wilson & Warren Wilson 1984). Τα MA σημάνθηκαν με φθορίζουσα φαλλοιδίνη, ενώ πραγματοποιήθηκε ανοσοεντόπιση των Μικροσωληνίσκων (ΜΣ) και χρώση του Ενδοπλασματικού Δικτύου (ΕΔ) με τη φθορίζουσα χρωστική DiOC₆. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με οπτική και ηλεκτρονική μικροσκοπία καθώς και με οπτικό σύστημα DIC για την παρατήρηση ζωντανών κυττάρων. Χρησιμοποιήθηκαν επίσης οι αναστολείς: Κυτοχάλασίνη-D, που αποδιοργανώνει τα MA, καθώς και 2,3-butanedione monoxime (BDM) και 1-(5-iodonaphthalene-1-sulphonyl)-1H-hexahydro-1,4-diazepine (ML-7) που αναστέλλουν τη δράση των μυοσινών (Molchan et al. 2002).

Αποτελέσματα

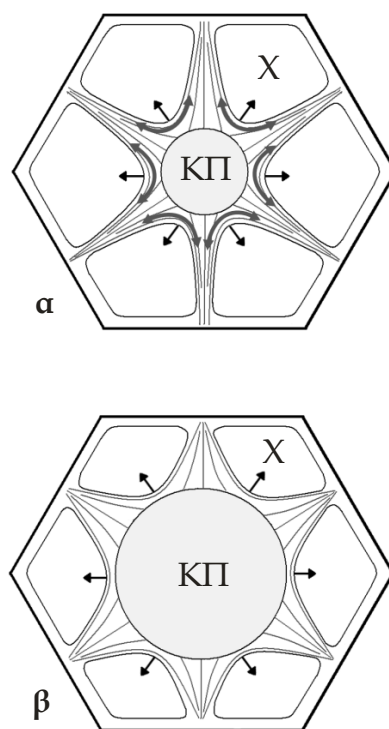
Τα κύτταρα της εντεριώνης του φυτού *Coleus* περιέχουν ένα μεγάλο κεντρικό χυμοτόπιο, το οποίο εκτοπίζει τον πυρήνα και τα υπόλοιπα οργάνδια στην περιφέρεια του κυττάρου. Η πρώτη ορατή ένδειξη ότι τα κύτταρα αυτά προετοιμάζονται να διαιρεθούν είναι η εμφάνιση στο μελλοντικό επίπεδο διαίρεσης ενός Περιφερειακού Κυτοπλασματικού Δακτυλίου (ΠΚΔ) (Εικ. 1α-δ), ο οποίος δημιουργείται κατά τη μεσόφαση και παραμένει μέχρι την ολοκλήρωση της κυτοκίνησης. Ο ΠΚΔ δημιουργείται με τοπική εγκόλπωση του τονοπλάστη (Εικ. 1δ) και περιέχει δεσμίδες MA (Εικ. 1β) και τμήματα ΕΔ (Εικ. 1γ). Στη συνέχεια, ο πυρήνας μεταναστεύει περιφερειακά και όταν φθάσει στον ΠΚΔ μετακινείται από την περιφέρεια του κυττάρου προς το εσωτερικό, υποστηριζόμενος από κυτοπλασματικές λωρίδες που διαμορφώνουν ένα υποτυπώδες ατελές «φραγμοσωμάτιο» (Εικ. 2). Οι τελευταίες περιέχουν MA, ΜΣ και σωληνοειδές ΕΔ. Μετά την είσοδο του πυρήνα στο φραγμοσωμάτιο, δημιουργείται προπροφασική ζώνη ΜΣ και MA μέσα στον ΠΚΔ. Μετά την εγκατάσταση του πυρήνα στο «φραγμοσωμάτιο» το κύτταρο εισέρχεται σε μίτωση. Κατά τη μίτωση και κυτοκίνηση οι κυτοπλασματικές λωρίδες περιέχουν δεσμίδες MA και τμήματα ΕΔ αλλά όχι ΜΣ. Κατά την κυτοκίνηση, οι κυτοπλασματικές λωρίδες του «φραγμοσωματίου» συνδέουν τα άκρα της κυτταρικής πλάκας με τον ΠΚΔ.



Εικόνα 1. α-γ: Εξωτερικές οπτικές τομές όπου φαίνεται ο ΠΚΔ (βέλος) με οπτικό σύστημα DIC (α), χρώση MA (β) και ΕΔ (γ). x 300 δ: Ηλεκτρονιοφωτογραφία εγκάρσιας τομής του ΠΚΔ. Τα βέλη δείχνουν μεμβράνες ΕΔ. Μ: μιτοχόνδριο Χ: χυμοτόπιο x 2400 ε, ζ: Εξωτερικές οπτικές τομές κυττάρου πριν (ε) και μετά από 60 min επίδρασης με BDM 10mM (ζ). Ο ΠΚΔ (βέλος στην ε) αποδιοργανώνεται λόγω της επίδρασης (βέλος στην ζ). x 200 η, θ: Κεντρικές οπτικές τομές του κυττάρου των εικόνων ε και ζ πριν (η) και μετά από 90 min επίδρασης με BDM 10mM. Λόγω της επίδρασης, οι κυτοπλασματικές λωρίδες (βέλος στην η) καταστρέφονται (θ), ενώ το σύστημα του φραγμοπλάστη/κυτταρικής πλάκας (κεφαλή βέλους στην η) καμπυλώνεται και σχηματίζει ένα μικρό σφαιροειδές κυτταρικό διαμέρισμα (κεφαλή βέλους στη θ). x200 ι: Κύτταρο που υποβλήθηκε για 24h σε επίδραση με CB 100μM. Λόγω ανώμαλης κυτοκίνησης, δημιουργήθηκε ένα φακοειδές κυτταρικό διαμέρισμα (βέλος). x 350



Εικ. 2



Εικ. 3

Εικόνα 2. Διαγραμματική απεικόνιση της προμιτωτικής μετανάστευσης του πυρήνα (έλλειψη) στο επίπεδο διαίρεσης, που ακολουθείται από δημιουργία κυτοπλασματικών λωρίδων (γκρι γραμμές), οι οποίες συνεχώς αναδιοργανώνονται μέσα στο κύτταρο. Το επίπεδο διαίρεσης είναι οριζόντιο και σημειώνεται με τις παύλες έξω από τα κύτταρα.

Εικόνα 3. Διαγραμματική απεικόνιση ενός κυττάρου σε διαδοχικά στάδια της κυτοκίνησης, όπως φαίνεται σε κάτωψη. Η κυτταρική πλάκα (ΚΠ) υποστηρίζεται από κυτοπλασματικές λωρίδες που περιέχουν πολυάριθμες δέσμες ΜΑ (γραμμές). Οι ελκτικές δυνάμεις που εφαρμόζονται από το σύστημα της ακτομυοσίνης παρουσιάζονται με τα παχιά βέλη. Λόγω των δυνάμεων αυτών, το χυμοτόπιο (Χ) απομακρύνεται (λεπτά βέλη) και υποχωρεί καθώς η κυτταρική πλάκα αναπτύσσεται προς την περιφέρεια (σύγκρινε α με β).

Η κυτταρική πλάκα έχει τη δυνατότητα να επεκταθεί προς την περιφέρεια του κυττάρου μόνο στο επίπεδο που καθορίζεται από τις κυτοπλασματικές λωρίδες του «φραγμοσωματίου» (Εικ. 3).

Η επίδραση με κυτοχαλασίνη-B, BDM και ML-7 οδηγεί σε άμεση αποδιοργάνωση του ΠΚΔ (Εικ. 1ε, ζ) και του «φραγμοσωματίου» (Εικ. 1η, θ) σε ήδη διαιρούμενα

κύτταρα. Αν και η μίτωση δεν επηρεάζεται, η κυτοκίνηση διαταράσσεται καθώς αναστέλλεται η επέκταση της κυτταρικής πλάκας προς την περιφέρεια του κυττάρου, με αποτέλεσμα τον εγκλωβισμό της ανάμεσα στα χυμοτόπια (Εικ. 1η, θ). Δημιουργούνται κατά συνέπεια καμπύλα θυγατρικά τοιχώματα που αποκόπτουν άτυπα σφαιρικά ή φακοειδή θυγατρικά κύτταρα (Εικ. 1ι). Η αναστολή δημιουργίας ΠΚΔ και κυτοπλασματικών λωρίδων, καθώς και της μετανάστευσης του πυρήνα, σε παρατεταμένους χρόνους επίδρασης, έχει ως αποτέλεσμα την παραμονή του τελευταίου στην περιφέρεια του κυττάρου όπου και διαιρείται.

Συμπεράσματα

Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας υποστηρίζουν τα παρακάτω πρωτότυπα γενικά συμπεράσματα:

1. Στα χυμοτοπιασμένα κύτταρα, το σύστημα της ακτομυοσίνης ελέγχει:
 - α) Την οργάνωση του ΠΚΔ κατά τη μεσόφαση στο επίπεδο διαίρεσης.
 - β) Τη δημιουργία των κυτοπλασματικών λωρίδων, οι οποίες διαμορφώνουν το «φραγμοσωμάτιο».
 - γ) Τη μετανάστευση του πυρήνα στον ΠΚΔ και στη συνέχεια στο εσωτερικό του «φραγμοσωματίου».
2. Κατά την κυτοκίνηση, το σύστημα της ακτομυοσίνης των κυτοπλασματικών λωρίδων του «φραγμοσωματίου» απομακρύνει βαθμιαία το χυμοτόπιο από τα περιθώρια της αναπτυσσόμενης κυτταρικής πλάκας, διευκολύνοντας την επέκτασή της τελευταίας προς την περιφέρεια του κυττάρου (Εικ. 3). Συγχρόνως, η σύνδεση των κυτοπλασματικών λωρίδων με τον ΠΚΔ καθοδηγεί, με τη βοήθεια του συστήματος της ακτομυοσίνης, την αναπτυσσόμενη κυτταρική πλάκα στο επίπεδο διαίρεσης.

Ευχαριστίες

Το έργο αυτό ενισχύθηκε οικονομικά από το Ίδρυμα Κρατικών Υποτροφιών και την DAAD (πρόγραμμα IKYDA-2002) και το Πανεπιστήμιο Αθηνών (πρόγραμμα Καποδιστριας).

Βιβλιογραφία

- Gunning B.E.S. & Wick S.M. 1985. Preprophase bands, phragmoplasts, and spatial control of cytokinesis. *J. Cell Sci. Suppl.* 2: 157-179.
- Hepler P.K., Valster A.H., Molchan T.M. & Vos J.W. 2002. Roles for kinesin and myosin during cytokinesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B.* 357: 761-766.
- Lloyd C.W. 1991. Cytoskeletal elements of the phragmosome establish the division plane in vacuolated higher plant cells. Pp. 245-257. In: Lloyd C.W. (ed.), *The cytoskeletal basis of plant growth and form*. London, UK: Academic Press.
- Mineyuki Y. 1999. The preprophase band of microtubules: Its functions as a cytokinetic apparatus in higher plants. *Int. Rev. Cytol.* 187: 1-49.
- Molchan T.M., Valster A.H. & Hepler P.K. 2002. Actomyosin promotes cell plate alignment and lateral expansion in *Tradescantia* stamen hair cells. *Planta* 214: 683-693.

- Warren Wilson J. & Warren Wilson P.M. 1984. Control of tissue patterns in normal development and in regeneration. Pp. 225-280. In: Barlow P. K., Carr D. J. (eds), Positional controls in plant development. Cambridge, Cambridge University Press.

Αποτελεί η Ροδόπη σημείο συνάντησης της ευρωπαϊκής (δασικής) και της ανατολικής οξιάς;

¹Παπαγεωργίου Α.Χ., ²Τσιριπίδης Ι., ¹Βιδάλη Α., ¹Μπούτσιος Σ. & ¹Γαλατσίδας Σ.

¹Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων,
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Πανταζίδου 193, 682 00 Ορεστιάδα.

²Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24
Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Μελετήθηκαν πέντε πληθυσμοί οξιάς της Ροδόπης με τη χρήση μορφολογικών χαρακτήρων και γενετικών δεικτών για το συνολικό γένωμα και για το χλωροπλαστικό DNA (cpDNA). Σκοπός της εργασίας είναι η περιγραφή της ποικιλότητας σε πληθυσμιακό επίπεδο και η αναζήτηση των πιθανών εξελικτικών δυνάμεων που τη διαμόρφωσαν. Τόσο από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά, όσο και από τα αποτελέσματα των αναλύσεων DNA φαίνεται να υπάρχει επίδραση της *Fagus orientalis* στα ανατολικά της Ροδόπης και στα χαμηλά υψόμετρα, ενώ στα δυτικά και ιδιαίτερα στα μεγάλα υψόμετρα φαίνεται να κυριαρχούν χαρακτήρες *F. sylvatica*. Ταυτόχρονα, η γενετική ποικιλότητα αυξάνει σταδιακά προς τα ανατολικά, όπου φτάνει σε επίπεδα που πρώτη φορά αναφέρονται για την οξιά. Τα αποτελέσματα και ιδιαίτερα η εξέταση των απλοτύπων του cpDNA στη Ροδόπη και η σύγκριση με αυτούς που βρέθηκαν στην Ευρώπη και στην Τουρκία μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η Ροδόπη αποτελεί ταυτόχρονα σημείο συνάντησης των δύο υποειδών της οξιάς και καταφύγιο κατά τους τελευταίους παγετώνες. Η μεταπαγετώδης κίνηση της οξιάς σε οριζόντιο κι κατακόρυφο επίπεδο και η προσαρμογή των πληθυσμών σε περιβαλλοντικές συνθήκες που σχετίζονται κυρίως με το υψόμετρο είναι πιθανόν οι δυνάμεις που διαμόρφωσαν την παρούσα κατανομή των υποειδών της οξιάς στην περιοχή.

Is Rodopi the meeting point between the European and the oriental beech?

¹Papageorgiou A.C., ²Tsiripidis I., ¹Vidalis A., ¹Boutsios S. & ¹Galatsidas S.

¹Department of Forestry & Management of the Environment & Natural Resources,
Pantazidou 193, 682 00 Orestiada, Greece.

²Department of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24
Thessaloniki, Greece.

Abstract

Five beech populations growing on the Greek part of the Rodopi sierra were studied using morphological traits as well as genetic markers for the whole genome and the chloroplast DNA (cpDNA). The aim of the study was to describe the diversity at the population level and the description of the probable evolutionary factors that have caused it. Both the morphological traits and the gene markers Morfological features, as well as DNA analysis revealed a possible influence of *Fagus orientalis* on the east side of Rodopi and on the low elevations, while characters resembling *F. sylvatica* were observed mainly on the western part of the sierra and in higher altitudes. At the same time there was a gradual increase of genetic diversity recorded on the East-West axis, reaching a level firstly reported for beech populations. These results and especially the comparison between the cpDNA haplotypes observed here and the haplotypes described in previous studies for Europe and Turkey lead to the conclusion that Rodopi has been probably the meeting point for the two subspecies of beech and at the same time a refugium during the last glaciations era. The post-glacier movement of beech has probably occurred in a horizontal and a vertical level. This movement together with the possible adaptation of beech populations to different environmental conditions related with the altitude of the sites are probably the evolutionary forces that shaped the current distribution of the *Fagus* subspecies in the study area.

Εισαγωγή

Η οξιιά αποτελεί ένα από τα πιο ευρέως εξαπλωμένα είδη των δασών της Ευρώπης, αλλά και των βουνών της χώρας μας. Η συστηματική διάκριση των ειδών και υποειδών του γένους *Fagus* δεν είναι απόλυτα αποσαφηνισμένη για την περιοχή της Ευρώπης και της Δυτικής Ασίας. Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη ταξινομική θεώρηση γίνεται αποδεκτή η ύπαρξη ενός είδους (*Fagus sylvatica*) με δύο υποείδη: *F. sylvatica* ssp. *sylvatica* και *F. sylvatica* ssp. *orientalis* (Greuter et al. 1986, Strid & Tan 1997, Denk et al. 2002, Denk 2003). Στο χώρο των Βαλκανίων αναφέρεται και η ύπαρξη ενός τρίτου (υπο-)είδους με ενδιάμεσα μορφολογικά χαρακτηριστικά, του *F. moesiaca* (*F. sylvatica* spp. *moesiaca*) (Czeczott 1933), του οποίου όμως η οντότητα αμφισβητείται (Greuter et al. 1986, Strid & Tan 1997).

Ειδικά για τα (υπο-)είδη οξιιάς στην Ελλάδα υπάρχουν διάφορες αποκλίνουσες απόψεις (π.χ. Fukarek 1954, Mišić 1957, Alden 1986, Strid & Tan 1997). Παλαιότερες έρευνες δέχονταν την ύπαρξη δύο ή και τριών ειδών: της *F. sylvatica*, της *F. orientalis* και της *F. moesiaca* (Tutin et al. 1964, Μουλόπουλος 1965, Αθανasiάδης 1986). Για την οροσειρά της Ροδόπης και ιδιαίτερα για το ανατολικό της τμήμα, είναι πολλές φορές δύσκολο να συμπεράνει κανείς ποιο είδος ή υποείδος κυριαρχεί (Μουλόπουλος 1965, Eleftheriadou & Raus 1996, Gamisans & Hebrard 1980). Σε πρόσφατες έρευνες παρατηρήθηκε γεωγραφική ποικιλοότητα για την οξιιά σε μορφολογικούς χαρακτήρες (Tsiripidis & Athanasiadis 2003). Οι ίδιοι αναφέρουν μορφολογικά χαρακτηριστικά στα φύλλα και στον καρπό που μοιάζουν περισσότερο με τη *Fagus sylvatica* στα δυτικά και με τη *Fagus orientalis* στα ανατολικά.

Τα χαρακτηριστικά των φύλλων των δύο υποειδών της οξιιάς είναι για την μεν *F. sylvatica*: έλασμα φύλλου καρποφόρων κλαδίσκων με (5-)6-8 ζεύγη πλευρικών νεύρων (3.5-)4.5-6.5(-7) x (2-)3-4.5(-5.5) cm. Έλασμα φύλλων μη καρποφόρων κλαδίσκων με

(6-)7-10(-11) ζεύγη πλευρικών νεύρων, (3-)3.5-9(-10) x (2-)2.5-6(-7) cm. Για την *F. orientalis*: έλασμα φύλλου καρποφόρων κλαδίσκων με 8-11(-12) ζεύγη πλευρικών νεύρων (5.5-)6.5-12(-12.5) x (3-)4-6(-7) cm. Έλασμα φύλλων μη καρποφόρων κλαδίσκων με (8-)10-14 ζεύγη πλευρικών νεύρων, (4-)6.5-13.5(-14) x (1.5-)4-6.5(-7.5) cm (Strid & Tan 1997). Από τη βοτανική περιγραφή των δύο υποειδών διαπιστώνουμε μεγάλη επικάλυψη χαρακτήρων.

Οι γενετικές έρευνες για την οξιά στην Ευρασία αναφέρονται κυρίως στη *F. sylvatica*. Οι Comps et al. (2001), ερευνώντας την οξιά σε επίπεδο ισοενζυμικών δεικτών, παρατήρησαν ότι η ποικιλότητα μεταξύ των πληθυσμών είναι χαμηλότερη από αυτή εντός πληθυσμών, με την περιοχή της Μεσογείου να εξαιρείται από αυτήν την τάση. Οι Demesure et al. (1996) βρήκαν μεγάλη ομοιομορφία στο χλωροπλαστικό DNA (cpDNA) στην ευρύτερη περιοχή της κεντρικής Ευρώπης με μόνους γενετικά απομακρυσμένους τους πληθυσμούς της Ιταλίας. Οι Gallois et al. (1998) δεν βρήκαν συσχετισμούς μεταξύ γεωγραφικών και γενετικών αποστάσεων σε πληθυσμούς οξιάς με τη χρήση RAPDs. Ωστόσο, οι Comps et al. (2001) παρατήρησαν σημαντικές σχέσεις μεταξύ γεωγραφικού πλάτους, μήκους και ποικιλότητας σε ισοενζυμικούς δείκτες. Μεγάλη ποικιλότητα μεταξύ και εντός πληθυσμών βρέθηκε επίσης σε cpDNA στην Ιταλία, ιδιαίτερα στο νότο (Vettori et al. 2004) και στην Τουρκία (Gailing & von Wühlisch 2004), τόσο cpDNA όσο και σε AFLPs. Πιστεύεται ότι οι σημερινοί πληθυσμοί της οξιάς στην Ευρώπη έχουν κοινή προέλευσή από κάποιους πληθυσμούς που επέζησαν σε περιοχές – καταφύγια (*refugia*) κατά τη διάρκεια των τελευταίων παγετώνων. Σε ότι αφορά τη *F. sylvatica* η περιοχή της Βαλκανικής και της Ιταλικής χερσονήσου αποτελούν τα βασικότερα καταφύγια (Demesure et al. 1996, Pott 1997, Taberlet et al. 1998, Vettori et al. 2004). Η Filipova-Marinova (1995) αναφέρει ως καταφύγια στα ανατολικά της Ευρώπης τη Ροδόπη και το νότιο τμήμα της Μαύρης Θάλασσας. Σχετικά με την κίνηση των πληθυσμών της οξιάς μετά τους παγετώνες, οι Huntley & Birks (1983) αναφέρουν ότι δεν έγινε ταυτόχρονα για όλα τα καταφύγια. Ο Denk (1999a) αναφέρει ότι η ευρωπαϊκή οξιά εξαπλώθηκε προς τα βόρεια και δυτικά σε νέες περιοχές, όπου έχασε μεγάλο μέρος της γενετικής της ποικιλότητας. Αντίθετα για την ανατολική οξιά, ο Duty (1985) αναφέρει ότι οι μεταπαγετώδεις κινήσεις των πληθυσμών από τα καταφύγια συνέπεσαν στις ίδιες περιοχές, όπου δημιουργήθηκαν συμπατρικοί πληθυσμοί από την μεταξύ τους μείξη. Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η ανάλυση της ποικιλότητας των πληθυσμών της οξιάς στην ελληνική Ροδόπη με τη χρήση μορφολογικών χαρακτηριστικών και γενετικών δεικτών για το συνολικό γένωμα και για το χλωροπλαστικό DNA (cpDNA). Επιπλέον, θα αναζητηθούν τα εξελικτικά αίτια που διαμόρφωσαν την ποικιλότητα και θα εξεταστεί η υπόθεση του υβριδισμού μεταξύ των δύο υποειδών στην περιοχή.

Υλικά και μέθοδοι

Πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε πέντε μενδελικούς πληθυσμούς οξιάς της οροσειράς της Ροδόπης, με στόχο να καλυφτεί το γεωγραφικό εύρος της εξάπλωσης της οξιάς από τα δυτικά στα ανατολικά (Πίνακας 1). Σε κάθε πληθυσμό επιλέχθηκαν και σηματοδεύτηκαν τυχαία 25 άτομα οξιάς με ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους 100 m.

Για τις μορφολογικές αναλύσεις από κάθε δέντρο συλλέχτηκαν δύο καρποφόροι κλαδίσκοι με φωτόφυλλα, δύο μη καρποφόροι με φωτόφυλλα και αντίστοιχα από δύο

καρποφόροι και μη καρποφόροι με σκιοφύλλα. Από κάθε κλαδίσκο πάρθηκαν πέντε φύλλα, άρα συνολικά 40 για κάθε δέντρο. Σε κάθε φύλλο μετρήθηκαν οκτώ χαρακτηριστικά: μήκος μίσχου (MM), μήκος ελάσματος (ME), πλάτος ελάσματος (ΠΕ), μήκος μέγιστου πλάτους (ΜΜΠ), αριθμός νεύρων (N), Leaf Index (LI: μήκος ελάσματος / πλάτος ελάσματος x 100), Maximum Width Index (MWI: μήκος μέγιστου πλάτους / μήκος ελάσματος x 100), Petiole Index (PI: μήκος μίσχου / μήκος ελάσματος x 100).

Πίνακας 1. Γεωγραφική θέση και υψόμετρων των πληθυσμών της έρευνας.

	Γ. Πλάτος	Γ. Μήκος	Υψόμετρο (m)
Ελατιά	41°28'	24°18'	1200
Χαϊντού	41°19'	24°41'	1300
Εχίνος	41°17'	24°58'	800
Παπίκιο	41°14'	25°25'	900
Δαδιά	41°17'	26°01'	700

Για κάθε χαρακτηριστικό και για κάθε πληθυσμό και δέντρο υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις και ο συντελεστής κύμανσης. Για την εκτίμηση της σημαντικότητας των διαφορών ανάμεσα στους πληθυσμούς έγινε το μη παραμετρικό τεστ Kruskal Wallis. Επιπλέον έγινε ανάλυση κυρίαρχης συνιστώσας (PCA) και με βάση τις νέες ανεξάρτητες μεταβλητές υπολογίστηκαν οι αποστάσεις μεταξύ των δέντρων (Squared Euclidean). Με τον τρόπο αυτό έγινε κατηγοριοποίηση (clustering - UPGMA) των δέντρων σε πέντε μορφολογικές ομάδες, που εδώ αναφέρονται ως «φυλλότυποι» ή ΦΤ. Μετρήθηκαν οι συχνότητες των ΦΤ σε κάθε πληθυσμό. Για τις αναλύσεις DNA συλλέχθηκαν οφθαλμοί από τα επιλεγμένα δέντρα. Η εκχύλιση DNA από αυτούς πραγματοποιήθηκε με βάση το πρωτόκολλο Dneasy TM 96 Plant Protocol For Isolation of DNA For Plant Tissue, ενώ η εξέταση της ποιότητας και της ποσότητας του DNA πραγματοποιήθηκε σε 0,8% gel αгарόζης χρωματισμένου με βρωμιούχο αιθίδιο. Στα δείγματα έγιναν αναλύσεις για δύο δείκτες: τους πολυμορφισμούς στο μήκος πολλαπλασιασμένων τμημάτων DNA (AFLPs) και στον αριθμό επαναλήψεων μικρών αλληλουχιών (SSR) στους μικροδορυφόρους του χλωροπλαστικού DNA (cpDNA). Για τους AFLPs ακολουθήθηκε το πρωτόκολλο των Vos et al. (1995), με μικρές μετατροπές. Ο προεπιλεκτικός πολλαπλασιασμός πραγματοποιήθηκε με το συνδυασμό εκκινητών E01/M03, ενώ για την επιλεκτική αντίδραση χρησιμοποιήθηκε ο συνδυασμός εκκινητών E38/M64. Σε ότι αφορά τη μέθοδο SSR σε cpDNA, χρησιμοποιήθηκε το ζεύγος εκκινητών ccmp7 (Weising & Gardner 1999) που έχει χρησιμοποιηθεί και σε παλαιότερες έρευνες σε πληθυσμούς οξιάς στην Ευρώπη (Vettori et al. 2004, Gailing & von Wühlisch 2004). Υπολογίστηκαν οι συχνότητες και ο αριθμός των απλοτύπων του cpDNA, το ποσοστό πολυμορφικών γονιδιακών θέσεων για τους AFLPs και η αναμενόμενη ετεροζυγωτία και για τους δύο δείκτες.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Βρέθηκε στατιστικώς σημαντική ποικιλότητα σε επίπεδο πληθυσμών για όλα τα χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν. Μέσω της PCA μειώθηκε ο αριθμός των μεταβλητών σε τρεις ανεξάρτητες που εξηγούν το 87,9% της εμφανιζόμενης ποικιλότητας. Από το

βαθμό επίδρασης των οκτώ μεταβλητών που μετρήθηκαν στις τρεις μεταβλητές της PCA φαίνεται ότι οι τελευταίες εκφράζουν το μέγεθος του ελάσματος (ME, ΠΕ, ΜΜΠ, N), το σχήμα του (LI, MWI) και το μήκος του μίσχου (MM, PI).

Πίνακας 2. Μέσοι όροι (Μ.Ο.) και συντελεστές κύμανσης (C.V.) των πληθυσμών.

Πληθ/μός		ME	ΠΕ	ΜΜΠ	N	MM	LI	MWI	PI
Ελατιά	Μ.Ο.	7,55	4,68	3,87	16,6	0,85	163	51,3	11,3
	C.V.	13,57	15,53	16,34	10,96	25,98	9,99	9,52	25,54
Χαϊντού	Μ.Ο.	7,31	4,61	3,84	17,2	0,79	159	52,5	10,9
	C.V.	16,11	15,77	18,43	11,18	26,90	9,20	8,68	26,60
Εχίνος	Μ.Ο.	8,44	5,19	4,32	18,8	0,86	163	51,0	10,3
	C.V.	18,89	17,49	22,72	16,93	31,77	10,73	9,07	31,07
Παπίκιο	Μ.Ο.	8,65	5,30	4,52	19,9	0,80	164	52,1	9,3
	C.V.	17,24	18,35	20,60	12,02	27,25	10,12	8,97	24,89
Δαδιά	Μ.Ο.	8,45	5,14	4,51	18,8	0,84	165	53,3	10,1
	C.V.	21,77	19,99	24,36	14,98	31,44	10,61	9,87	29,67

Από τους μέσους όρους (Πίνακας 2) φαίνεται ότι οι δυτικοί πληθυσμοί έχουν γενικά πιο μικρά και στρόγγυλα φύλλα σε σχέση με τους ανατολικούς. Όσο αφορά το μίσχο το μήκος του δεν δίνει ξεκάθαρες τάσεις, ενώ ο PI μειώνεται γενικά προς τα ανατολικά. Σε γενικές γραμμές διαχωρίζουμε δύο ομάδες: αυτήν της δυτικής Ροδόπης (Ελατιά, Χαϊντού) με μια τάση των χαρακτήρων να μοιάζουν προς τη *F. sylvatica* και αυτήν της κεντρικής και ανατολικής Ροδόπης (Εχίνος, Παπίκιο, Δαδιά) με μια τάση ομοιότητας προς τη *F. orientalis*. Όσο αφορά την κατακόρυφη κατανομή, οι πληθυσμοί μεγάλων υψομέτρων φαίνεται να έχουν επίσης μικρότερα φύλλα με πιο στρόγγυλο σχήμα από τους λιγότερο ορεινούς. Η μετάβαση από τη μία ομάδα στην άλλη γίνεται βαθμιαία.

Οι πέντε φυλλότυποι (ΦΤ) που σχηματίστηκαν μετά από την ομαδοποίηση με βάση τις μεταβλητές που προέκυψαν από την PCA σχετίζονται με τη βοτανική περιγραφή των δύο υποειδών. Συγκεκριμένα, ο ΦΤ1 μοιάζει με το υποείδος *sylvatica*, ο ΦΤ5 με το υποείδος *orientalis*, ενώ οι άλλοι τρεις ΦΤ καλύπτουν ενδιάμεσες μορφές, με τους ΦΤ2 και ΦΤ3 να βρίσκονται πιο κοντά στο ΦΤ1 και τον ΦΤ4 στο ΦΤ5.

Πίνακας 3. Συχνότητες ΦΤ στους πληθυσμούς.

	ΦΤ1	ΦΤ2	ΦΤ3	ΦΤ4	ΦΤ5
Ελατιά	0,24	0,64	0,12	0,00	0,00
Χαϊντού	0,16	0,68	0,16	0,00	0,00
Εχίνος	0,20	0,52	0,12	0,12	0,04
Παπίκιο	0,04	0,52	0,24	0,16	0,04
Δαδιά	0,08	0,48	0,08	0,24	0,12

Από τον Πίνακα 3 φαίνεται μια αυξητική τάση στην Αν. Ροδόπη προς τη μορφή

orientalis και μια μείωση της μορφής *sylvatica*. Η μετάβαση ανάμεσα στις δυο μορφές γίνεται βαθμιαία. Αυτή η τάση μπορεί να προέκυψε λόγω της πιθανής επαφής των δύο υποειδών στην περιοχή ή λόγω της προσαρμογής των πληθυσμών σε διαφορετικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες που σχετίζονται με το υψόμετρο.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των μορφολογικών μετρήσεων για τη Ροδόπη με την περιγραφή της μορφολογίας των φύλλων της οξιάς για άλλες περιοχές της Ευρασίας (Denk 1999a, 1999b, Denk et al. 2002) διαπιστώνουμε ότι η ελληνική Ροδόπη καταλαμβάνει μια ενδιάμεση θέση ανάμεσα στα δύο υποείδη. Όσο αφορά το μέγεθος των φύλλων, οι πληθυσμοί της Ροδόπης (ιδιαίτερα οι ανατολικοί) μοιάζουν περισσότερο με αυτούς της Τουρκίας, ενώ όσο αφορά το σχήμα τους με αυτούς της Βουλγαρίας.

Πίνακας 4. Γενετική ποικιλότητα εντός πληθυσμών σε AFLPs και cpDNA-SSR.

	Ελατιά	Χαϊντού	Εχίνος	Παπίκιο	Δαδιά
Αριθμός πολυμορφικών θέσεων – AFLPs	26		26	28	33
Ποσοστό πολυμορφικών θέσεων – AFLPs	76,47		76,47	82,35	97,06
Αναμενόμενη ετεροζυγωτία - AFLPs	0,212		0,213	0,243	0,269
Αριθμός απλοτύπων – cpDNA	3	5	3	8	8
Αναμενόμενη ετεροζυγωτία – cpDNA	0,157	0,755	0,397	0,736	0,830

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων DNA διαπιστώνουμε μια βαθμιαία άνοδο της γενετικής ποικιλότητας προς τα ανατολικά – ιδιαίτερα για τη Δαδιά – τόσο στο σύνολο του γενώματος όσο και στο χλωροπλαστικό DNA (Πίνακας 4). Εντύπωση προκαλεί ο υψηλός αριθμός των απλοτύπων του cpDNA στο Παπίκιο και στη Δαδιά, που δεν έχει αναφερθεί ως τώρα στη βιβλιογραφία για ένα μόνο εκκινητή. Η απουσία ή παρουσία των απλοτύπων του cpDNA είναι σημαντική για την εκτίμηση της μετακίνησης των ειδών μετά τους παγετώνες, καθώς το τμήμα αυτό του γενετικού υλικού δεν ανασυνδυάζεται κατά την αναπαραγωγή και μεταφέρεται από γενιά σε γενιά από τους σπόρους. Η κατανομή των απλοτύπων της οξιάς του cpDNA για την ελληνική Ροδόπη δείχνει μια «διόγκωση» της ποικιλότητας προς τα ανατολικά, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η περιοχή αυτή υπήρξε πιθανόν refugium ή τόπος συγκέντρωσης πολλών διαφορετικών «ομάδων» οξιάς (Πίνακας 5).

Θεωρώντας δε τα αποτελέσματα που παρουσίασαν οι Gailing & von Wühlisch (2004), διαπιστώνουμε ότι για τον εκκινητή cemp7 η δυτική οξιά έχει τον ίδιο απλότυπο που κυριαρχεί στην Ελατιά, ενώ οι τούρκικοι πληθυσμοί έχουν διαφορετικούς απλότυπους σε κάθε πληθυσμό, οι οποίοι όμως σχεδόν στο σύνολό τους εκπροσωπούνται στην ανατολική Ροδόπη.

Από τα αποτελέσματα τόσο των μορφολογικών χαρακτήρων όσο και των μοριακών δεικτών φαίνεται ότι η Ροδόπη απετέλεσε refugium κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο και ταυτόχρονα το νότιο σημείο άφιξης της ανατολικής οξιάς στην Ευρώπη. Φαίνεται ότι – σε αντίθεση με την ευρωπαϊκή οξιά – η ανατολική οξιά αποτελείται από μια πληθώρα φυλών που καλύπτουν διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές, όπως είναι η Μαύρη Θάλασσα, ο Καύκασος και το Ιράν (Denk 1999b).

Επιβεβαιώνεται δηλαδή η άποψη των Huntley & Birks (1983), Duty (1985) και Denk (1999a) που αναφέρουν μια πιθανή συνάντηση των διαφορετικών φυλών της ανατολικής οξιάς κατά τη μεταπαγετώδη μετανάστευση και τη δημιουργία συμπατρικών

πληθυσμών. Λόγω του γεωγραφικού εμποδίου της Μαύρης θάλασσας, μπορούμε να υποθέσουμε ότι η ανατολική οξιά κινήθηκε προς τα δυτικά και έφτασε μέχρι τη Ροδόπη, ειδικά στα ανατολικά της οροσειράς και στα χαμηλά υψόμετρα. Έτσι, λόγω της στενότητας του διαθέσιμου χερσαίου περάσματος, η Ροδόπη και όλη η Θράκη γενικότερα πιθανόν να λειτούργησε σαν «χοάνη» όπου κατέληξαν οι διάφορες φυλές της ανατολικής οξιάς. Η μεταπαγετώδης κίνηση πρέπει να έγινε σε οριζόντιο, αλλά και κατακόρυφο άξονα, αφού στα μεγάλα υψόμετρα πιθανόν πλεονεκτούσε η ευρωπαϊκή οξιά.

Πίνακας 5. Κατανομή απλοτύπων cpDNA-SSR στους πληθυσμούς της Ροδόπης.

Απλότυπος	bp	Ελατιά	Χαϊντού	Εχίνος	Παπίκιο	Δαδιά
1	148	23	6		1	3
2	149	1			1	
3	146	1	5	19	8	4
4	147		2		1	8
5	150		9	5	10	
6	145		1		1	
7	151			1	1	1
8	153				1	1
9	154					1
10	152					5
11	156					1
Σύνολο		25	23	25	24	24

Γενετικές και μορφολογικές έρευνες σε περισσότερους πληθυσμούς και με τη χρήση περισσότερων χαρακτήρων είναι αναγκαίες για να διαπιστωθεί το εύρος της μετακίνησης των υποειδών της οξιάς και να ολοκληρωθεί η περιγραφή των σημείων συνάντησής τους.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε ιδιαίτερα τους Reiner Finkeldey, Oliver Gailing και Olga Artes από το Πανεπιστήμιο του Göttingen για τη βοήθεια που μας παρείχαν για τις εργαστηριακές αναλύσεις, τους Δημήτρη Κασιμιάδη και Αρτεμη Καυκαλέτου Ντιέζ για τη βοήθειά τους στις δειγματοληψίες, την Αντωνία Φερεντίνου για την συμβολή της στις μετρήσεις των φύλλων και τους Σεραφείμ Χατζησκάκη και Ανδρέα Δρούζα για τις συμβουλές τους στο σύνολο της εργασίας. Μέρος των εργασιών υποστηρίχτηκε από το πρόγραμμα Erasmus / Socrates της Ε.Ε.

Βιβλιογραφία

- Aldén B. 1986. *Fagus* L. Pp. 51-52. In: Strid, A. (ed.), Mountain flora of Greece 1. Cambridge.
 Αθανασιάδης Ν. 1986. Δασική Βοτανική (Δέντρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδας) (Μέρος II). Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
 Czeaczott H. 1933. Studium nad zmiennością liś ci buków: *Fagus orientalis* Lipsky, *F.*

- sylvatica* L. i form poś rednich. Cz. 1. Rocznik Dendrologiczny 5: 45-121.
- Comps B., Gömöry D., Letouzey J., Thiebaut B. & Petit R.J. 2001. Diverging trends between heterozygosity and allelic richness during postglacial colonization in the European beech. *Genetics* 157: 389-397.
- Demesure B., Comps B. & Petit R. 1996. Chloroplast DNA Phylogeography of the common Beech (*Fagus sylvatica* L.) in Europe. *Evolution* 50: 2515-2520.
- Denk T. 1999a. The taxonomy of *Fagus* in western Eurasia. 2: *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*. *Feddes Repertorium* 110: 381-412.
- Denk T. 1999b. The taxonomy of *Fagus* in western Eurasia, 1: *Fagus sylvatica* subsp. *orientalis*. *Feddes Repertorium* 110: 177-200.
- Denk T. 2003. Phylogeny of *Fagus* L. (Fagaceae) based on morphological data. *Plant Syst. Evol.* 240: 55-81.
- Denk T., Grimm G., Stögerer K., Langer M. & Hemleben V. 2002. The evolutionary history of *Fagus* in western Eurasia: Evidence from genes, morphology and the fossil record. *Plant Syst. Evol.* 232: 213-236.
- Duty J. 1985. Die *Fagus* – Sippen Europas und ihre geographisch – soziologische Korrelation zur Verbreitung der Assoziationen des Fagion s.l. *Vegetatio* 59: 177-184.
- Eleftheriadou E. & Raus Th. 1996. The vascular flora of the nature reserve Frakto Virgin Forest of Nomos Dramas (E. Makedonia, Greece). *Willdenowia* 25: 455-485.
- Filipova-Marinova M. 1995. The late Quaternary history of the genus *Fagus* L. Pp. 84-95. In: Bozilova E. & Tonkov S. (eds), *Advances in Holocene Paleoecology in Bulgaria, Sophia – Moscow*.
- Fukarek P. 1954. Neki osnovni podaci u vezi sa pitanjem bukve u Bosni i Hercegovini. *Narodni Šumar* 7-8: 1-20.
- Gailing O. & von Wuehlisch G. 2004. Nuclear Markers (AFLPs) and Chloroplast Microsatellites Differ Between *Fagus sylvatica* and *Fagus orientalis*. *Silvae Genetica* 53: 105-110.
- Gallois A., Audran J.C. & Borrus M. 1998. Assessment of genetic relationships and population discrimination among *Fagus sylvatica* L. by RAPD. *TAG* 97: 211-219.
- Gamisans J. & Hebrard J.-P. 1980. A propos de la végétation des forêts en Grèce du nord-est (Macédoine orientale et Thrace occidentale). *Doc. Phytosoc.* 5: 243-289 + app.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984, 1986, 1989. *Med-Checklist* 1, 3, 4. Genève & Berlin.
- Huntley B. & Birks H.J.B. 1983. An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0 – 13.000 years ago. Cambridge, UK.
- Mišić V. 1957. Varijabilitet i ekologija bukve u Jugoslaviji. *Biol. Inst. N. R. Srbije, Beograd*.
- Μουλόπουλος Χ. 1965. Τα δάση της οξιάς της Ελλάδος. Επετηρίς της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Pott R. 1997. Invasion of beech and establishment of beech forests in Europe. *Annali di Botanica* LV: 27-58.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997, 2002: *Flora Hellenica* 1-2. Koeltz, Königstein.
- Taberlet P., Fumagalli L., Wust-Sausy A. & Cosson J. 1998. Comparative phylo-

- geography and postglacial colonization routes in Europe *Molecular Ecology* 7: 453-464.
- Tsiripidis I. & Athanasiadis N. 2003. Contribution to the knowledge of the vascular flora of N.E. Greece: Floristic composition of the beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in the greek Rodopi. *Willdenowia* 33: 273-298.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb, D.A. 1964. *Flora Europaea* (1st ed.) 1-5. Cambridge University Press, Cambridge.
- Vettori C., Vendramin G.G., Anzidei M., Pastorelli R., Paffetti D. & Giannini R. 2004. Geographic distribution of chloroplast variation in Italian populations of Beech (*Fagus sylvatica* L.). *TAG* 109: 1-9.
- Vos P., Hogers R., Bleeker M., Reijans M., van de Lee T., Hornes M., Frijters A., Pot J., Peleman J., Kuiper M. & Zabeau M. 1995. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acid research* 23: 4407-4414.
- Weising K. & Gardner R.C. 1999. A set of conserved PCR primers for the analysis of simple sequence repeat polymorphisms in chloroplast genomes of decotyledonous angiosperms. *Genome* 42: 9-19.

Μελέτη των επιδράσεων φυτοπροστατευτικών προϊόντων στα φυτά που πρόκειται να προστατεύσουν.

Παπάζης Γ. & Κυπαρίσσης Α.

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 451 10 Ιωάννινα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι επιδράσεις φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων (Φ.Σ.) σε καλλιεργούμενα φυτά μέσω της τεχνικής του φθορισμού της χλωροφύλλης *in vivo*. Πραγματοποιήθηκαν 6 πειράματα με δύο φυτικά είδη (*Raphanus sativus*, *Spinacia oleracea*), στα οποία εξετάστηκε η επίδραση πέντε Φ.Σ. (Cupravit, Oikos, Savona, Bioclean, Dithane) σε δόσεις προτεινόμενες σύμφωνα με τον κατασκευαστή και διπλάσιες ή τριπλάσιες από αυτή. Σε κανένα από τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν δεν διαπιστώθηκε κάποια παρατεταμένη και στατιστικώς σημαντική επίδραση των Φ.Σ. Εντούτοις, μικρής έντασης επιδράσεις στη λειτουργία της φωτοσυνθετικής συσκευής παρατηρήθηκαν αμέσως μετά τον ψεκασμό (1 έως 4 ημέρες). Οι επιδράσεις αυτές ήταν άλλοτε θετικές και άλλοτε αρνητικές και εξαλείφθηκαν πλήρως μετά την πάροδο 6 ημερών από τον ψεκασμό.

A study on the effects of crop protective products on the plants under protection

Papazis G. & Kyparissis A.

Laboratory of Botany, Department of Biological Applications and Technology,
University of Ioannina, 451 10 Ioannina, Greece.

Abstract

The effects of crop protective products (P.P.) on the plants under protection was studied using the *in vivo* chlorophyll fluorescence technique. Six experiments were carried out, using two plant species (*Raphanus sativus*, *Spinacia oleracea*) and examining the effects of five P.P. (Cupravit, Oikos, Savona, Bioclean, Dithane) in the suggested by the manufacturer, double and triple doses. None of the experiments showed prolonged and statistically significant effects. However, slight effects on the function of the photosynthetic apparatus appeared immediately after spraying of P.P. (1 to 4 days). These effects were either negative or positive and were completely abolished 6 days after spraying.

Εισαγωγή

Οι εντατικές καλλιέργειες, συμβατικές και βιολογικές, χαρακτηρίζονται από μεγάλη μείωση της βιοποικιλότητας στην περιοχή καλλιέργειας. Ουσιαστικά, πρόκειται για μονοκαλλιέργειες στις οποίες το καλλιεργούμενο είδος καθίσταται εξαιρετικά ευπαθές σε επιβλαβείς οργανισμούς ή δεν μπορεί να ανταγωνιστεί ικανά άλλα είδη φυτών (ζιζάνια), με προφανή αρνητική επίπτωση τη μείωση της παραγωγικότητας. Σε τέτοιου είδους καλλιέργειες, η χρήση φυτοπροστατευτικών προϊόντων (ΦΠ) είναι διαδεδομένη και συνήθως αναγκαία, ώστε να ελέγχεται ικανοποιητικά ο πληθυσμός του εκάστοτε επιβλαβούς οργανισμού και να διατηρείται η παραγωγικότητα σε υψηλά επίπεδα.

Τα ΦΠ, βιολογικά και συμβατικά, για να προστατεύσουν από τα παθογόνα στην πλειοψηφία τους ψεκάζονται επάνω στα φυτά. Παράλληλα με την προστασία, τα ΦΠ αλληλεπιδρούν με τα φύλλα και ένα μέρος τους παραμένει στην επιφάνεια, ενώ κάποια ποσότητα είναι δυνατό να εισέλθει στο εσωτερικό τους, επηρεάζοντας πιθανώς τις φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού.

Μεταξύ των μεθόδων ελέγχου πιθανής φυτοτοξικότητας έχει χρησιμοποιηθεί ως γρήγορη, μη καταστροφική και ιδιαίτερα ευαίσθητη, αυτή του φθορισμού της χλωροφύλλης *in vivo*, με πολύ καλά αποτελέσματα στην διάκριση τοξικότητας ζιζανιοκτόνων που επιδρούν στην φωτοσύνθεση, καθώς και καταστάσεων καταπόνησης από περιβαλλοντικούς παράγοντες (έλλειψη νερού, υψηλές εντάσεις φωτός, ακραίες θερμοκρασίες, Gamon & Pearcy 1989, Groom & Baker 1992, White & Critchley 1999).

Σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη των πιθανών επιδράσεων φυτοπροστατευτικών προϊόντων με την μέθοδο του φθορισμού της χλωροφύλλης *in vivo*, σε φυτά που αναπτύχθηκαν υπό φυσικές συνθήκες σε γλάστρες. Εξετάστηκε η επίδραση δύο εντομοκτόνων, δύο μυκητοκτόνων-βακτηριοκτόνων και ενός μυκητοκτόνου, εκ των οποίων τα τέσσερα διαθέτουν έγκριση για χρήση σε βιολογικές καλλιέργειες.

Υλικά και μέθοδοι

Πραγματοποιήθηκαν ένα υπαίθριο και πέντε εργαστηριακά πειράματα, κατά τα οποία τα φυτά ψεκάστηκαν με διάφορα φυτοπροστατευτικά σκευάσματα ή απιονισμένο νερό (μάρτυρας), όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Τα Φ.Σ. που χρησιμοποιήθηκαν ήταν:

- Cupravit OB21 50 WP (οξυχλωριούχος Cu 50%). Μυκητοκτόνο-βακτηριοκτόνο εγκεκριμένο για βιολογικές καλλιέργειες (BK).
- Οίκος (εκχυλίσματα σπόρων *Azadirachta indica*, δραστική ουσία Azadirachtin A+B 3.2% w/v). Εντομοκτόνο, εγκεκριμένο για BK.
- Savona (άλατα καλίου λιπαρών οξέων 50,5% w/w) εντομοκτόνο, εγκεκριμένο και για BK.
- Bioclean (διάλυμα καλίου με βάση φυτικά εκχυλίσματα και φρούτα). Μυκητοκτόνο-βακτηριοκτόνο εγκεκριμένο για BK.
- Dithane M-45 72 WP (mancozeb 72%). Μυκητοκτόνο.

Οι μετρήσεις φθορισμού της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκαν με PAM-2100 (WALZ). Στο πρώτο πείραμα (υπαίθριο) μετρήθηκε το Yield πριν την ανατολή του

ηλίου και στη διάρκεια του μεσημεριού. Στα υπόλοιπα πέντε πειράματα (εργαστηριακά) πραγματοποιήθηκαν τα ακόλουθα δυο είδη μετρήσεων:

α) εξάρτηση των παραμέτρων του φθορισμού από την ένταση του φωτός (Rapid Light Curves). Τα φύλλα παρέμεναν για 1 min σε κάθε ένταση φωτισμού. β) εξάρτηση των παραμέτρων του φθορισμού από τον χρόνο παραμονής σε σταθερή ένταση φωτός 680 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Induction Curves).

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μετά τη δύση του ηλίου και αφού τα φύλλα είχαν παραμείνει στο σκοτάδι για τουλάχιστον μια ώρα.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Τα αποτελέσματα του υπαίθριου πειράματος φαίνονται στην Εικ. 1, ενώ αυτά των εργαστηριακών πειραμάτων στις Εικ. 2 - 6.

Σε κανένα από τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν δεν διαπιστώθηκε κάποια παρατεταμένη και στατιστικώς σημαντική επίδραση των φυτοπροστατευτικών σκευασμάτων.

Μικρής έντασης επιδράσεις στη λειτουργία της φωτοσυνθετικής συσκευής παρατηρούνται αμέσως μετά τον ψεκασμό (1 έως 4 ημέρες). Οι επιδράσεις αυτές είναι άλλοτε θετικές και άλλοτε αρνητικές και εξαλείφονται πλήρως μετά την πάροδο 6 ημερών από τον ψεκασμό. Για λεπτομέρειες δες λεζάντες των Εικόνων.

Πίνακας 1. Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν. Φαίνονται τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν, τα Φ.Π. που εξετάστηκαν, οι μεταχειρίσεις και ο αριθμός των φυτών κάθε πειράματος. Οι σκιασμένες περιοχές αφορούν την προτεινόμενη δόση σύμφωνα με τον κατασκευαστή του κάθε προϊόντος.

Πείραμα 1 - Υπαίθριο Φυτό: Ραπανάκι

Μέτρηση: Yield πρώιμο και μεσημεριανό

Μεταχειρίσεις	Σύμβολο	Αρ. φυτών
Μάρτυρας	M	21
Cupravit 250 g/100 l	C250	21
Cupravit 500 g/100 l	C500	21
Cupravit 1000 g/100 l	C1000	21

Πείραμα 2 - Εργαστηριακό Φυτό: Ραπανάκι

Μέτρηση σε προσκοτεινιασμένα φυτά:

α) Rapid Light Curves β) Induction Curves

Μεταχειρίσεις	Σύμβολο	Αρ. φυτών
Μάρτυρας	M	4
Cupravit 250 g/100 l	C250	4
Cupravit 500 g/100 l	C500	4
Cupravit 1000 g/100 l	C1000	4

Πείραμα 3 - Εργαστηριακό Φυτό: Σπανάκι

Μέτρηση σε προσκοτεινιασμένα φυτά:

α) Rapid Light Curves β) Induction Curves

Μεταχειρίσεις	Σύμβολο	Αρ. φυτών
Μάρτυρας	M	4
Oikos 112,5 cc/100 l	O1	4
Oikos 337,5 cc/100 l	O2	4

Πείραμα 4 - Εργαστηριακό Φυτό: Σπανάκι

Μέτρηση σε προσκοτεινιασμένα φυτά:

α) Rapid Light Curves β) Induction Curves

Μεταχειρίσεις	Σύμβολο	Αρ. φυτών
Μάρτυρας	M	4
Savona 1000 cc/100 l	S1	4
Savona 3000 cc/100 l	S2	4

Πείραμα 5 - Εργαστηριακό Φυτό: Σπανάκι

Μέτρηση σε προσκοτεινιασμένα φυτά:

α) Rapid Light Curves β) Induction Curves

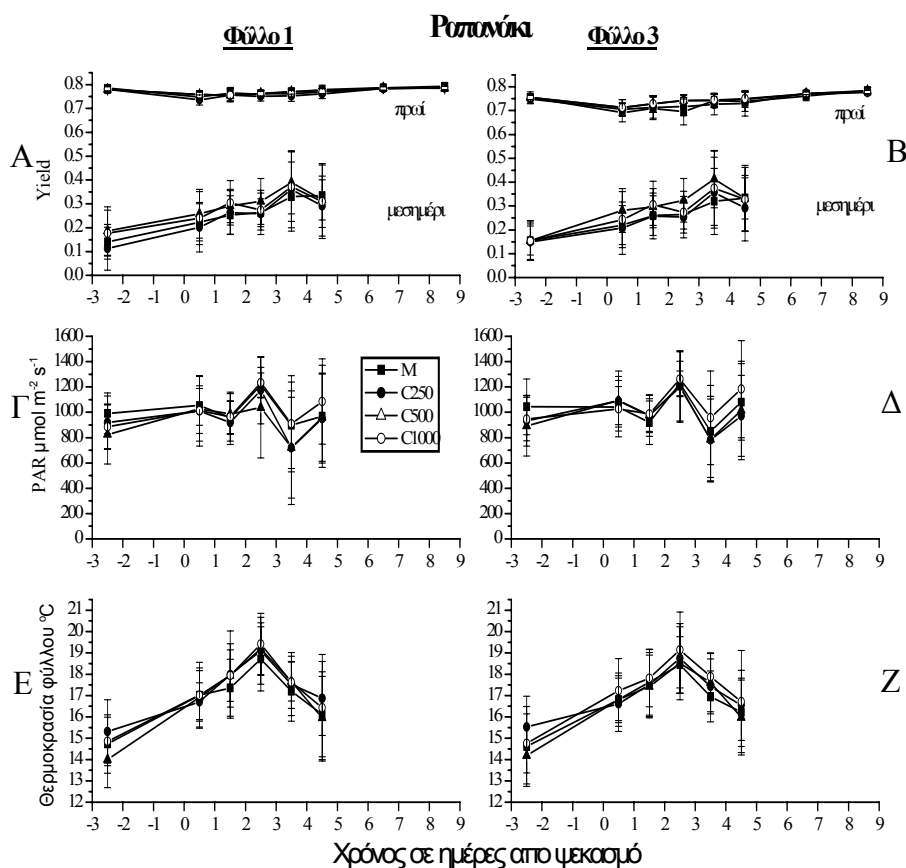
Μεταχειρίσεις	Σύμβολο	Αρ. φυτών
Μάρτυρας	M	4
Bioclean 300 cc/100 l	B1	4
Bioclean 900 cc/100 l	B2	4

Πείραμα 6 - Εργαστηριακό Φυτό: Σπανάκι

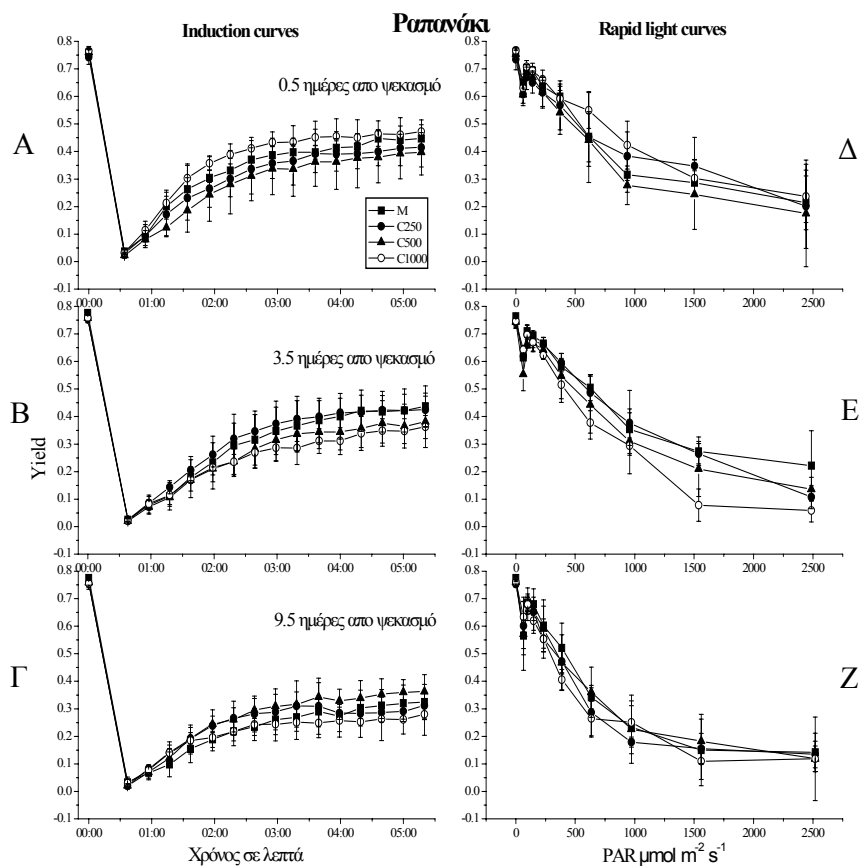
Μέτρηση σε προσκοτεινιασμένα φυτά:

α) Rapid Light Curves β) Induction Curves

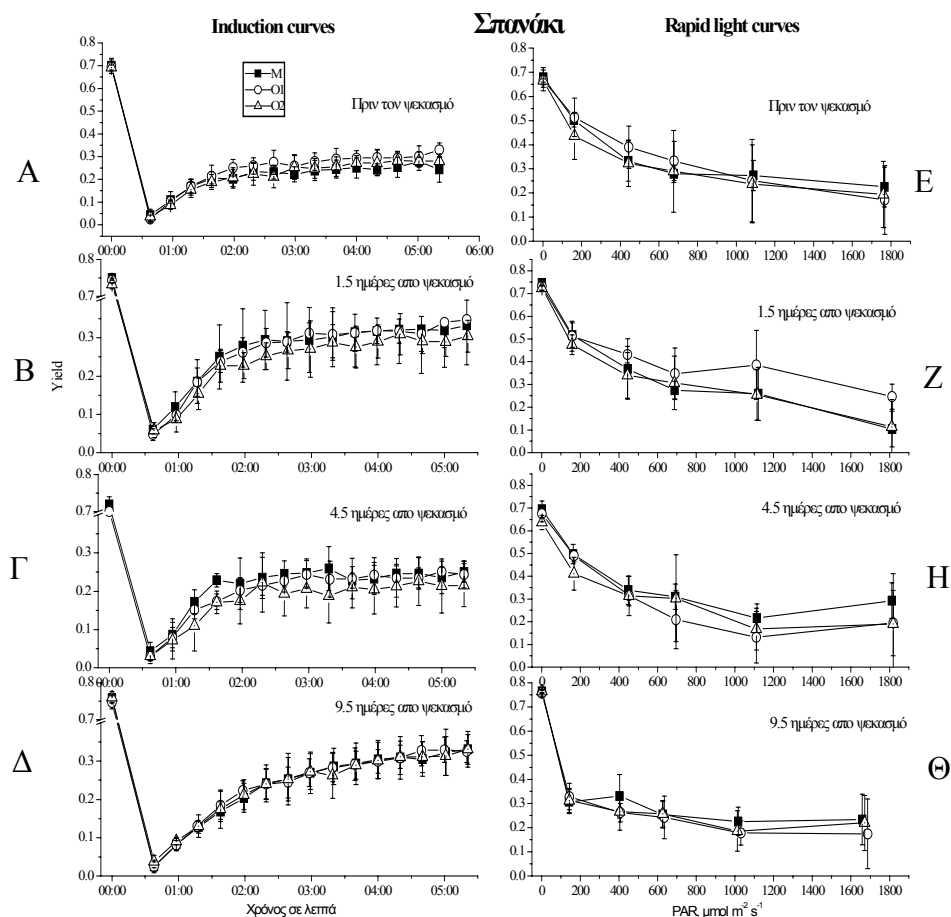
Μεταχειρίσεις	Σύμβολο	Αρ. φυτών
Μάρτυρας	M	4
Dithane 200 g/100 l	D1	4
Dithane 600 g/100 l	D2	4



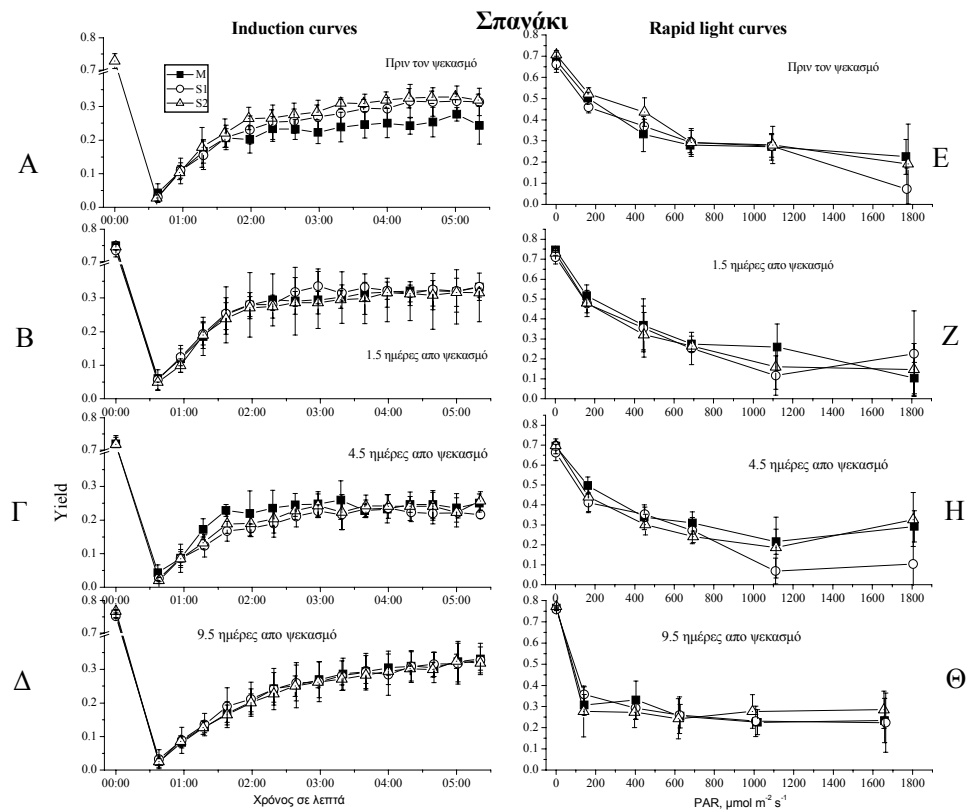
Εικόνα 1. Διακύμανση του Yield πριν την ανατολή του ηλίου και στη διάρκεια του μεσημεριού (A, B), της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας στο επίπεδο του φύλλου (PAR, Γ, Δ) και της θερμοκρασίας του φύλλου (Ε, Ζ) στη διάρκεια του πειράματος, για το πρώτο (A, Γ, Ε) και το τρίτο (B, Δ, Ζ) φύλλο από την κορυφή φυτών ραπανάκι. Δεν παρατηρείται καμία επίδραση λόγω ψεκασμού με Cupravit μεταξύ των μεταχειρίσεων.



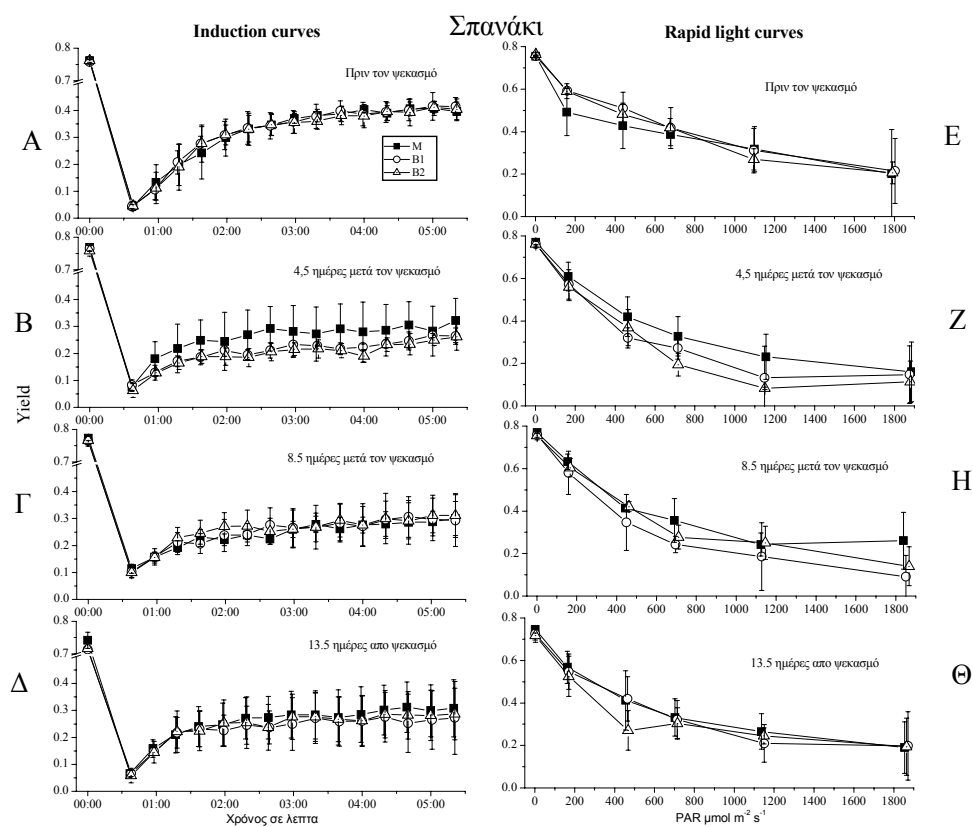
Εικόνα 2. Κινητική επαγωγής του φθορισμού (Induction Curves) και εξάρτησης από την ένταση του φωτός (Rapid Light Curves) σε τρεις διαφορετικούς χρόνους μετά τον ψεκασμό φυτών ραπανιού με Cupravite. Και οι δύο τύποι μέτρησης υποδεικνύουν μια ελαφρά αρνητική επίδραση στη μεταχείριση C1000 στις 3.5 ημέρες από τον ψεκασμό (B, E), η οποία όμως εξαλείφεται στο τέλος του πειράματος (Γ, Z).



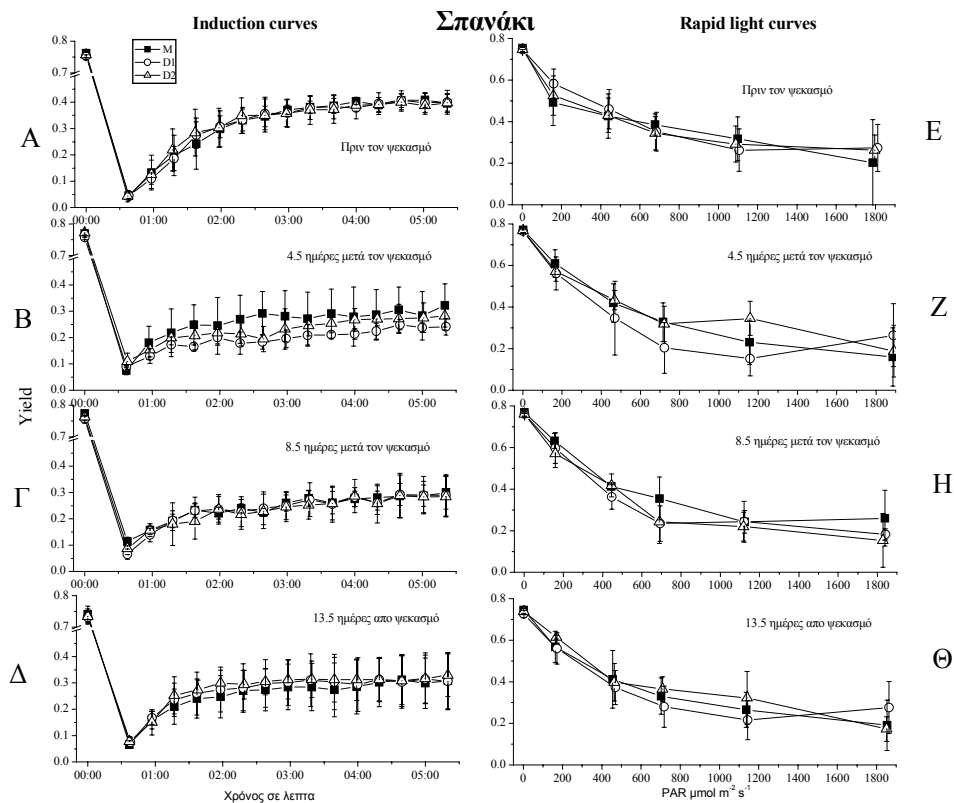
Εικόνα 3. Κινητική επαγωγής του φθορισμού (Induction Curves) και εξάρτησης από την ένταση του φωτός (Rapid Light Curves) σε τρεις διαφορετικούς χρόνους μετά τον ψεκάσμο φυτών σπανακιού με Οίκος. Και οι δύο τύποι μέτρησης υποδεικνύουν μια ελαφρά αρνητική επίδραση στη μεταχείριση O2 στις 4.5 ημέρες από τον ψεκάσμο (B, Z), η οποία όμως εξαλείφεται στο τέλος του πειράματος (Δ, Θ).



Εικόνα 4. Κινητική επαγωγής του φθορισμού (Induction Curves) και εξάρτησης από την ένταση του φωτός (Rapid Light Curves) σε τρεις διαφορετικούς χρόνους μετά τον ψεκασμό φυτών σπανακιού με Savona. Η κινητική επαγωγής του φθορισμού υποδεικνύει μια ελαφρά θετική επίδραση στις μεταχειρίσεις S1 και S2 στις 1.5 ημέρες από τον ψεκασμό (B, Z), η οποία όμως εξαλείφεται στο τέλος του πειράματος (Δ, Θ).



Εικόνα 5. Κινητική επαγωγής του φθορισμού (Induction Curves) και εξάρτησης από την ένταση του φωτός (Rapid Light Curves) σε τρεις διαφορετικούς χρόνους μετά τον ψεκασμό φυτών σπανακιού με Bioclean. Και οι δύο τύποι μέτρησης υποδεικνύουν μια ελαφρά αρνητική επίδραση στις μεταχειρίσεις B1 και B2 στις 4.5 ημέρες από τον ψεκασμό (B, Z), η οποία όμως εξαλείφεται στο τέλος του πειράματος (Δ, Θ).



Εικόνα 6. Κινητική επαγωγής του φθορισμού (Induction Curves) και εξάρτησης από την ένταση του φωτός (Rapid Light Curves) σε τρεις διαφορετικούς χρόνους μετά τον ψεκασμό φυτών σπανακιού με Dithane. Η κινητική επαγωγής του φθορισμού υποδεικνύει μια ελαφρά αρνητική επίδραση στις μεταχειρίσεις D1 και D2 στις 4.5 ημέρες από τον ψεκασμό (B, Z), η οποία όμως εξαλείφεται στο τέλος του πειράματος (Δ, Θ).

Βιβλιογραφία

- Gamon J. A. & Pearcy R.W. 1989. Leaf movement, stress avoidance and photosynthesis in *Vitis californica*. *Oecologia* 79: 475-481.
- Groom Q.J. & Baker N.R. 1992. Analysis of light-induced depressions of photosynthesis in leaves of a wheat crop during the winter. *Plant Physiology* 100: 1217-1223.
- White A. & Critchley C. 1999. Rapid light curves: A new fluorescence method to assess the state of the photosynthetic apparatus. *Photosynthesis Research*. 59: 63-72.

**Από τη φύση στο εργαστήριο και το Βαλκανικό Βοτανικό Κήπο
Κρουσσίων: *ex situ* διατήρηση του ενδημικού είδους
Centaurea huljakii H. Wagner**

Παπαναστάση Κ., Γρηγοριάδου Ε., Γρηγοριάδου Κ., Κρίγκας Ν. & Μαλούπα Ε.

Εργαστήριο Προστασίας και Αξιοποίησης Αυτοφύων και Ανθοκομικών ειδών,
Κέντρο Γεωργικής Έρευνας Μακεδονίας & Θράκης, Τ.Θ. 60 125, Θέρμη,
570 01 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Μελετήθηκε η φυτρωτικότητα σπερμάτων του τοπικού ενδημικού είδους *Centaurea huljakii* H. Wagner που αποτελεί μέρος της συλλογής του Βαλκανικού Βοτανικού Κήπου Κρουσσίων (BBKK). Δοκιμάστηκε η φυτρωτική ικανότητα σπερμάτων ηλικίας 1, 3 και 4 ετών. Τα σπέρματα δεν παρουσίασαν λήθαργο. Καλύτερα αποτελέσματα έδωσαν τα πιο πρόσφατα συλλεγμένα σπέρματα με φυτρωτική ικανότητα μεγαλύτερη του 90%, σε χρονικό διάστημα 14 ημερών, σε συνεχές σκοτάδι και θερμοκρασία $22 \pm 1^\circ\text{C}$. Ακολούθησαν διαδοχικές μεταφυτεύσεις στο θερμοκήπιο μέχρι την τελική εγκατάσταση των φυτών στο BBKK δύο μήνες αργότερα. Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ως προς το υπέργειο ύψος και τη διάμετρο των φυτών και μελετήθηκε η προσαρμογή τους μετά τη μεταφύτευσή τους στο φυσικό περιβάλλον του BBKK και δημιουργήθηκε η καμπύλη αύξησής. Η άνθηση και η ωρίμανση των σπερμάτων καθυστέρησε κατά 1 περίπου μήνα σε σχέση με τα φυτά που διατηρούνται στις μητρικές φυτείες.

**From nature to laboratory and the Balkan Botanic Garden of
Kroussia: *ex situ* conservation of the endemic species
Centaurea huljakii H. Wagner**

Papanastasi K., Grigoriadou E., Grigoriadou K., Krigas N. & Maloupa E.

Laboratory of Conservation and Evaluation of Native and Floricultural species,
Agricultural Research Center of Macedonia & Thrace, P.O. Box. 60 125, Themi,
57 001 Thessaloniki.

Abstract

Centaurea huljakii H. Wagner is a local endemic species, part of the Balkan Botanic Garden of Kroussia's (BBGK) plant collections since 1998. First results concerning the germination of 1, 3 and 4 years old seeds are presented. Seed dormancy was not detected. One year old seeds showed the highest germination percentage, exceeding 90%

in 14 days, in the dark at $22 \pm 1^\circ\text{C}$. Germination was followed by three sequential transplantings in the greenhouse until their final establishment in the BBGK two months later. The plants' height and diameter were measured, their adaptation in the natural environment of BBGK was monitored and the growth rate was studied under those conditions. Flowering as well as seed maturity of the plants in BBGK delayed for about a month in comparison to the plants maintained in mother collection.

Εισαγωγή

Το είδος *Centaurea huljakii* H. Wagner (Compositae) συμπεριλαμβάνεται στην Λίστα Ερυθρών Απειλούμενων Ειδών της IUCN ως Σπάνιο (Rare) για την Ελλάδα (Walter & Gillett 1997). Φύεται σε βραχώδη υποστρώματα χαμηλών και ενδιάμεσων υψομέτρων της χερσονήσου του Αγίου Όρους Χαλκιδικής. Ωστόσο έχει αναφερθεί και από τη γειτονική χερσόνησο της Σιθωνίας (Pavlidis 1976) αν και σύμφωνα με τους Gamal-Eldin & Wagenitz (1983) η αναφορά αυτή αφορά πιθανότατα στο είδος *Centaurea greuteri* Gamal-Eldin & Wagenitz.

Με σκοπό την *ex situ* διατήρηση του είδους διερευνήθηκαν: (i) η δυνατότητα διατήρησης των σπερμάτων, (ii) η φυτρωτική ικανότητα των σπερμάτων και (iii) η πορεία αύξησης του είδους στο θερμοκήπιο και στο φυσικό περιβάλλον του Βαλκανικού Βοτανικού Κήπου Κρουσσιών (BBKK).

Υλικά και μέθοδοι

Το ενδημικό είδος *Centaurea huljakii* (Εικ.1) συμπεριλήφθηκε στη συλλογή του εργαστηρίου Προστασίας και Αξιοποίησης των Αυτοφύων και Ανθοκομικών ειδών το καλοκαίρι του 1998 στα πλαίσια ερευνητικής αποστολής που πραγματοποιήθηκε στο νομό Χαλκιδικής. Ο ταξινομικός προσδιορισμός δειγμάτων του είδους έγινε σύμφωνα με τους Gamal-Eldin & Wagenitz (1983). Κατά τη διάρκεια της αποστολής συλλέχθηκαν επιπλέον ζωντανά φυτά που αποτέλεσαν και το μητρικό υλικό του είδους. Ακολούθησαν συλλογές σπερμάτων ετησίως τα οποία διατηρούνταν σε ξηρό περιβάλλον σε θερμοκρασία δωματίου (Εικ. 2α).

Για τη δοκιμή της φυτρωτικής ικανότητας των σπερμάτων της *C. huljakii* χρησιμοποιήθηκαν σπέρματα ηλικίας 1, 3 και 4 ετών που συλλέχθηκαν όλα τον μήνα Αύγουστο. Το μέσο βάρος του κάθε σπέρματος ήταν 1,3 mg ($n = 100$). Τα σπέρματα εμβαπτίστηκαν για 20 sec σε διάλυμα 0,5 g/l μυκητοκτόνου captan 88% και τοποθετήθηκαν σε τριβλία Petri διαμέτρου 7 cm με τέσσερα διηθητικά χαρτιά εμποτισμένα με 3 ml απιονισμένου νερού (Thanos et al. 1989, Γεωργίου & Ιωαννίδου 1996). Τα τριβλία τοποθετήθηκαν σε θάλαμο ανάπτυξης σε θερμοκρασία $22^\circ\text{C} \pm 1$ στο σκοτάδι.

Για τον προσδιορισμό της χρονικής πορείας φύτρωσης των σπερμάτων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις κάθε 7 ημέρες και προσδιορίστηκε η ταχύτητα φύτρωσης T_{50} (χρόνος επίτευξης του 50% του τελικού ποσοστού φύτρωσης). Κριτήριο φύτρωσης ορίστηκε η ορατή έξοδος του ριζιδίου (Εικ. 2β). Τα φυτρωμένα σπέρματα μεταφυτεύθηκαν σε ενιαία τελάρα σε μίγμα τύρφης (Terrahum): περλίτη (1:1) και συνεχίστηκε η ανάπτυξη τους για 15 ημέρες στο θερμοκήπιο (Εικ. 2γ). Ακολούθησαν δύο μεταφυτεύσεις αρχικά σε τελάρα πολλαπλών θέσεων όπου παρέμειναν για 30 ημέρες (Εικ. 2δ) και στη συνέχεια σε φυτοδοχεία 2,5 L (Εικ. 2ε). Και στις δύο

περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε μίγμα τύρφης (KTS2): περλίτη (2:1). Μετά από 2 μήνες παραμονής στα φυτοδοχεία, τα αναπτυγμένα φυτά εγκαταστάθηκαν στην τελική τους θέση στο BBKK σε υψόμετρο 600 m (Εικ. 2σ).

Κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στο θερμοκήπιο πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις ως προς το υπέργειο ύψος και τη διάμετρο των φυτών με σκοπό τη δημιουργία καμπύλης αύξησης κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες. Μετά την εγκατάστασή τους στο BBKK μελετήθηκαν τα στάδια ανάπτυξης κατά την *ex situ* διατήρηση. Ακολουθήθηκε το τελείως τυχαίοποιημένο σχέδιο σε ομάδες, με 4 ομάδες των 25 επαναλήψεων. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα SPSS 8.0 και οι μέσοι όροι συγκρίθηκαν με το κριτήριο Duncan για πιθανότητα $p \leq 0,05$.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Τα σπέρματα του είδους *Centaurea huljakii*, δεν παρουσίαζαν λήθαργο. Μέγιστη φυτρωτική ικανότητα παρατηρήθηκε σε σπέρματα 1 έτους στα οποία η φύτευση στις 21 μέρες έφτασε σε ποσοστό 94% (Εικ. 3). Στα σπέρματα με μεγαλύτερο χρόνο διατήρησης (3 και 4 ετών) σημειώθηκε μείωση του ποσοστού φύτευσης το οποίο όμως σε κάθε περίπτωση διατηρήθηκε μεγαλύτερο από 65 %. Η T_{50} για τα σπέρματα όλων των ηλικιών ήταν μικρότερη των 7 ημερών. Σε άλλα είδη περιορισμένης εξάπλωσης του γένους *Centaurea*, η φύτευση των σπερμάτων πραγματοποιήθηκε ικανοποιητικά στους 15°C (Καδής & Γεωργίου 1993). Η υψηλότερη θερμοκρασία των 22°C δεν φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά τη φυτρωτική ικανότητα των σπερμάτων της *C. huljakii*. Η διατήρηση των σπερμάτων σε ξηρό περιβάλλον σε θερμοκρασία δωματίου αποδίδει υψηλά ποσοστά φύτευσης τον πρώτο χρόνο. Τα επόμενα έτη σταδιακά μειώνονται χωρίς όμως να είναι χαμηλότερα από 65% μέχρι και το 4^ο έτος (Εικ. 3). Συνεπώς τα σπέρματα της *C. huljakii* διατηρούνται ικανοποιητικά σε θερμοκρασία δωματίου τουλάχιστον για 4 έτη. Το ποσοστό επιβίωσης κατά τη μεταφύτευση των αρτιβλάστων ήταν μεγαλύτερο από 85%. Ο ρυθμός αύξησης ήταν περιορισμένος τις πρώτες 20 μέρες μετά τη μεταφύτευση τους από τα τελάρα πολλαπλών θέσεων στα φυτοδοχεία 2,5 L, αυξήθηκε όμως αξιοσημείωτα από την 20^η μέχρι την 50^η ημέρα (Εικ. 4).

Τα φυτά μετά την εγκατάστασή τους στο BBKK που βρίσκεται σε υψόμετρο 600 m δεν παρουσίασαν προβλήματα στην ανάπτυξη τους. Το μέγεθος των φυτών ξεπέρασε τα 46 cm σε ύψος και τα 71 cm σε διάμετρο 10 μήνες μετά την εγκατάστασή του (Εικ. 4). Η άνθηση του πραγματοποιήθηκε κανονικά, αλλά καθυστέρησε κατά 1 περίπου μήνα σε σχέση με τα φυτά της μητρικής φυτείας. Η ωρίμανση των σπερμάτων ολοκληρώθηκε με ένα μήνα διαφορά σε σχέση με τα μητρικά φυτά και η συλλογή τους πραγματοποιήθηκε στο τέλος της καλοκαιρινής περιόδου. Το μέσο βάρος των σπερμάτων που συλλέχθηκαν από τον BBKK ήταν 1,08 mg ($n = 100$).

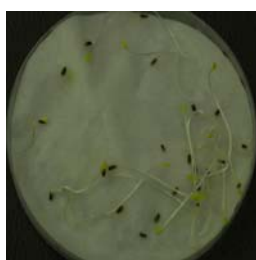
Η μορφολογία του είδους δεν προσφέρεται για αγενή αναπαραγωγή. Η εγγενής αναπαραγωγή κρίνεται καταλληλότερη δεδομένων των υψηλών ποσοστών φυτρωτικής ικανότητας των σπερμάτων και της δυνατότητας μακρόχρονης διατήρησής τους.



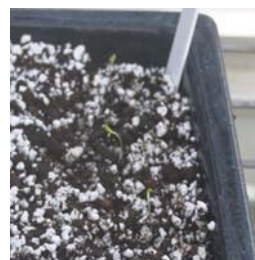
Εικόνα 1. Το είδος *Centaurea huljakii* H. Wagner στο φυσικό βιότοπό του.



α



β



γ



δ

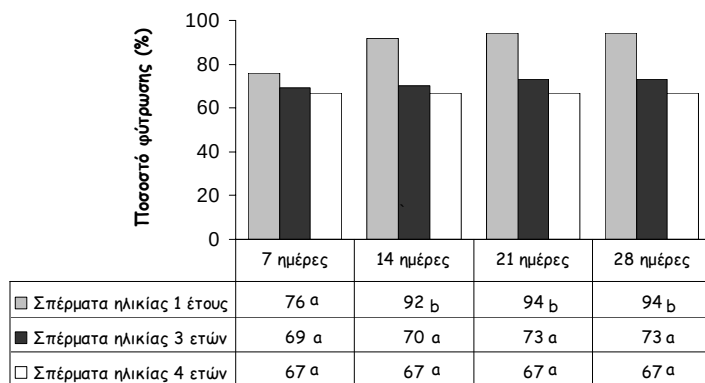


ε

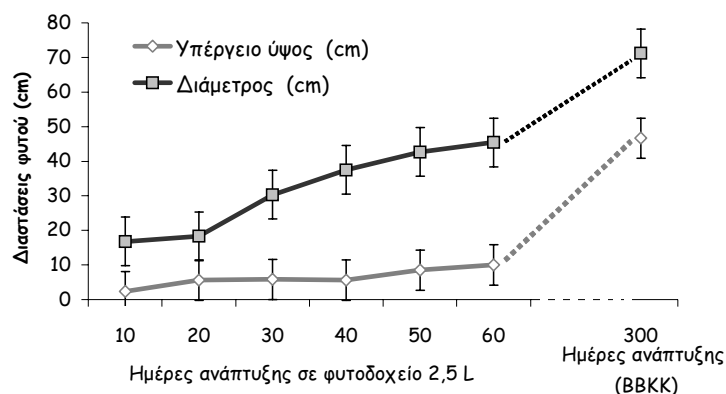


στ

Εικόνα 2. Η πορεία του είδους *Centaurea huljakii* από το εργαστήριο (α, β, γ, δ, ε) στο BBKK (στ).



Εικόνα 3. Ποσοστό φύτρωσης (%) σπερμάτων του είδους *Centaurea huljakii* σε χρονικό διάστημα 28 ημερών. - Μέσοι όροι στην ίδια στήλη με τον ίδιο δείκτη δεν διαφέρουν σημαντικά ($p \leq 0,05$), κριτήριο Duncan.



Εικόνα 4. Πορεία ανάπτυξης φυτών του είδους *Centaurea huljakii* στο θερμοκήπιο, από τη μεταφύτευσή τους σε φυτοδοχεία έως την εγκατάστασή τους στο BBKK και 10 μήνες αργότερα (διακεκομμένη γραμμή).

Βιβλιογραφία

- Γεωργίου Κ. & Ιωαννίδου Ε. 1996. Η φυσιολογία φύτρωσης των σπερμάτων των σπάνιων ενδημικών φυτών της Ελληνικής Χλωρίδας *Alyssum lesbiacum* και *A. euboicum*. Πρακτικά 6^{ου} Επιστημονικού Συνεδρίου της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας Κύπρου. Σελ. 240-243.
- Gamal-Eldin E. & Wagenitz G. 1983. Eine neue *Centaurea*-Art der Sektion *Phalolepis* (Compositae) aus Nordgriechenland (Chalkidike). Willdenowia 13: 323-327.
- Καδής Κ. & Γεωργίου Κ. 1993. Μηχανισμοί της φύτρωσης των σπερμάτων σε σπάνια και απειλούμενα (αυστηρώς προστατευόμενα) φυτά της Κυπριακής Χλωρίδας. Πρακτικά 15^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών. Σελ. 91-93.

- Pavlidis G. 1976. Untersuchungen über die Vegetationsverhältnise der Küste der Sithonia-Halbinsel. Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich.
- Thanos C., Georghiou K. & Skarou F. 1989. *Glaucium flavum* Seed Germination – an ecophysiological approach. *Annals of Botany* 63: 121-130.
- Walter K. & Gillett H. 1997. IUCN Red List of Threatened Plants. IUCN. The World Conservation Union.

Ανάπτυξη πρότυπου εκπαιδευτικού υλικού Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης για τους υγροτόπους Μεσολογγίου-Αιτωλικού με την εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών

Παπαπανάγου Ε., Τηνιακού Α. & Γεωργιάδης Θ.

Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Ρίο 26 500, Πάτρα.

Περίληψη

Η εκπαίδευση, η κατάρτιση και η αύξηση της περιβαλλοντικής συνειδητοποίησης σε μια ευρεία κλίμακα, απαιτούνται για να εξασφαλίσουν κοινωνική υιοθέτηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Το εκπαιδευτικό πακέτο «Υγρότοποι Μεσολογγίου: Ας τους γνωρίσουμε...», έχει αναπτυχθεί για να παρέχει τέτοια περιβαλλοντική εκπαίδευση και αγωγή στους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Περιλαμβάνει οδηγό και βιβλίο για τον καθηγητή, ένα CD-ROM και φύλλα εργασίας για το μαθητή. Στην εργασία αυτή περιγράφονται το εκπαιδευτικό πακέτο, οι αρχές σχεδιασμού του όπως υπαγορεύονται από την παιδαγωγική προσέγγιση και η αξιοποίηση του.

Development of a prototype educational material for the Messolongi-Aetoliko wetlands using New Technologies

Papapanagou E., Tiniakou A. & Georgiadis Th.

Department of Biology, University of Patras, 265 00 Patras, Greece.

Abstract

Education, training and enhance of environmental awareness, in a wide scale, are required in order to ensure social adoption of sustainable development. The educational package "Messolongi Wetlands: Let's Discover Them..." has been developed in order to provide such an Environmental Education and is addressed to Greek lower and upper secondary school students and their teachers. It includes a book and a pedagogical guide for the teacher, a hypermedia application/CD-ROM, and worksheets for the student. This paper presents the educational package, the principles of its design according to the pedagogical principles it serves and ways of its use are proposed.

Εισαγωγή

Η αναγκαιότητα αντιμετώπισης της οικολογικής κρίσης απαιτεί μια καινούργια αντίληψη για το περιβάλλον. Γύρω από την έννοια- κλειδί του περιβάλλοντος δομήθηκε η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (Π.Ε.), η οποία προσεγγίζει το περιβάλλον σφαιρικά, συστημικά και διεπιστημονικά.

Η έλλειψη εκπαιδευτικού υλικού για τους υγροτόπους Μεσολογγίου-Αιτωλικού, η αποτελεσματικότερη εφαρμογή προγραμμάτων Π.Ε. με την υποστήριξη εκπαιδευτικού υλικού (πρόταση Νο 19, UNESCO 1977) και οι νέες ευκαιρίες μάθησης που προσφέρει η χρήση των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική και μαθησιακή διαδικασία, μας οδήγησαν στο σχεδιασμό και στην ανάπτυξη του εκπαιδευτικού πακέτου «Υγρότοποι Μεσολογγίου: Ας τους γνωρίσουμε...». Απευθύνεται σε μαθητές Γυμνασίου και πρώτων τάξεων Λυκείου.

Μεθοδολογία

A. Αρχές σχεδιασμού

Σχεδιάστηκε σύμφωνα με τους στόχους της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης και βασικές αρχές της που εξυπηρετούνται είναι η διεπιστημονικότητα, η απόκτηση και αξιοποίηση εμπειρίας, η στοχαστική - κριτική μάθηση, η ολιστικότητα με κατεύθυνση προς την επίλυση προβλήματος και ανάληψη δράσης. Αυτό το επιτυγχάνει καθώς:

- θεωρεί το περιβάλλον στο σύνολό του φυσικό, δομημένο, τεχνολογικό, κοινωνικό, οικονομικό, πολιτικό, πολιτιστικό, ιστορικό, ηθικό, αισθητικό (Robottom 1987)
- προσεγγίζει το θέμα των υγροτόπων Μεσολογγίου διεπιστημονικά
- μέσω των προτεινόμενων δραστηριοτήτων ωθεί στην ενεργητική συμμετοχή και στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και επιχειρεί να κατευθύνει προς την προσπάθεια επίλυσης περιβαλλοντικών προβλημάτων και προς δράση ατομική ή συλλογική.

B. Εκπαιδευτικοί στόχοι

Για να σχεδιαστεί το εκπαιδευτικό υλικό τέθηκαν οι εξής γενικοί στόχοι:

- να είναι ένα πλήρες εύχρηστο εκπαιδευτικό πακέτο (υλικό για τον εκπαιδευτικό και τον μαθητή)
- να προσφέρει ένα μαθησιακό περιβάλλον ευχάριστο, φιλικό, μαθητοκεντρικό που θα υποστηρίξει την αποτελεσματική εφαρμογή προγραμμάτων Π.Ε. σύμφωνα με τις αρχές και τους στόχους της
- να συνδυάζει προηγούμενες γνώσεις, να έχει επεξηγήσεις ώστε να βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση του θέματος
- να παρέχει μαθησιακά κίνητρα και να διατηρεί το ενδιαφέρον των μαθητών.

Γ. Οι παιδαγωγικές αρχές του εκπαιδευτικού υλικού

Η ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού εξυπηρετεί τις ακόλουθες παιδαγωγικές αρχές:

- *Διερευνητική μάθηση (exploratory learning)*

Οι μαθητές εμπλέκονται σε δραστηριότητες και εργασίες που τους ενθαρρύνουν να παίξουν ρόλο παραγωγού γνώσης και όχι παραλήπτη. Μέσα από τα φύλλα εργασίας εκφράζονται γραπτά, κάνουν πειράματα, διαχειρίζονται πληροφορίες, συνθέτουν εργασίες, εμπλέκονται σε διάλογο μεταξύ τους, διατυπώνουν κριτική, αμφισβήτηση, υποθέσεις, συμπεράσματα. Ο εκπαιδευτικός κατευθύνει και καθοδηγεί.

- *Διαθεματική / διεπιστημονική προσέγγιση (interdisciplinary approach)*

Η διεπιστημονική προσέγγιση προϋποθέτει τη συστημική προσέγγιση και ενσωματώνει τις μεταξύ των επιστημών απόψεις και στοιχεία για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα.

Η διαθεματική προσέγγιση συνδέει τα γνωστικά αντικείμενα που ανήκουν σε διαφορετικά μαθήματα και τα ομαδοποιεί γύρω από ένα θέμα. Στο εκπαιδευτικό υλικό

«Υγρότοποι Μεσολογίου: Ας τους γνωρίσουμε...» και συγκεκριμένα στην εφαρμογή υπερμέσων, οι υγρότοποι Μεσολογίου προσεγγίζονται με αναφορές στην Ιστορία, τις Φυσικές Επιστήμες, την Κοινωνικές Επιστήμες κ.ά. Στα φύλλα εργασίας περιλαμβάνονται δραστηριότητες που εμπλέκουν με Νέα Ελληνικά-Ιστορία, Καλλιτεχνικά, Κοινωνικές επιστήμες (Θρησκευτικά, Δίκαιο, Οικιακή Οικονομία, Κοινωνιολογία κ.ά.), Βιολογία κ.ά.

- *Συνεργατική μάθηση (cooperative learning)*

Οι μαθητές ενθαρρύνονται στην ομαδική εργασία. Μέσα από αυτή αναπτύσσουν ικανότητες διαλόγου, επιχειρηματολογίας, αίσθησης λειτουργίας ομάδας.

Κύρια προϋπόθεση στη συνεργατική μάθηση είναι η εργασία σε μικρές ομάδες καθώς τα άτομα εργαζόμενα κατά αυτόν τον τρόπο μεγιστοποιούν τα ατομικά αλλά και τα συλλογικά επιτεύγματα και την ατομική και συλλογική παραγωγικότητα (Johnson & Johnson, 1992). Με το εκπαιδευτικό υλικό διαμορφώνεται ένα περιβάλλον εργασίας που επιτρέπει τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών που εργάζονται μπροστά στον ίδιο υπολογιστή όταν γίνεται χρήση της εφαρμογής υπερμέσων, αλλά και μεταξύ των μαθητών της ίδιας ομάδας και μεταξύ των διαφορετικών ομάδων κατά την επεξεργασία των φύλλων εργασίας είτε στην αίθουσα διδασκαλίας είτε στην ύπαιθρο.

- *Βιωματική προσέγγιση της γνώσης*

Η βιωματική μάθηση παραπέμπει σε ανοιχτές διδακτικές διαδικασίες. Η μέθοδος Project (μέθοδος των Σχεδίων Εργασίας), που είναι η κύρια μέθοδος προσέγγισης στην Π.Ε., σύμφωνα με αρκετούς παιδαγωγούς ταυτίζεται με τη βιωματική μάθηση (Χρυσοφίδης 2003).

Κατά την επεξεργασία των φύλλων εργασίας η εφαρμογή υπερμέσων παρέχει πηγές για την οικοδόμηση της γνώσης από τον μαθητή (εποικοδομητική μάθηση), περιέχοντας πληροφορίες που ο μαθητής προσεγγίζει με τον δικό του τρόπο. Επιλέγει τις κατάλληλες, συνδυάζει και συνθέτει.

Πρόσθετα η εφαρμογή υπερμέσων δρα και ως στοιχείο ανατροφοδότησης παραστάσεων και πληροφοριών που αποκομίστηκαν από τις επισκέψεις στο πεδίο. Καθοριστικός γι αυτό είναι ο ρόλος των φωτογραφιών του υγροτόπου, που αφενός παρέχουν πληροφορίες και αφετέρου ανακαλούν παραστάσεις και συντελούν στην πραγμάτωση των εκπαιδευτικών στόχων, σύμφωνα με τη γνωστική ταξινόμηση του Bloom (γνώση, κατανόηση, εφαρμογή, ανάλυση, σύνθεση και αξιολόγηση). Ταυτόχρονα γίνονται συναισθηματικές και ψυχοκινητικές ταξινομίες και ο συνδυασμός όλων αυτών προσφέρει ένα κατάλληλο ολοκληρωμένο μαθησιακό περιβάλλον ώστε να επιτευχθεί όχι μόνο η μάθηση, αλλά και η αγωγή.

Με βάση την εκμετάλλευση των έξι επιπέδων της γνωστικής ταξινόμησης του Bloom η εφαρμογή υπερμέσων έχει τη δομή δικτύου, που εμπεριέχει το στοιχείο της ανακάλυψης. Κατά αυτόν τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα στο μαθητή να εξερευνήσει τους υγροτόπους και τους υγροτόπους Μεσολογίου από μια ποικιλία προσεγγίσεων και διαδρομών ανάλογα με τις επιθυμίες του, αφορμώντας από διαφορετικές εμπειρίες, γνώσεις και κόμβους του δικτύου. Ο μαθητής καθώς πλοηγείται δημιουργεί το δικό του σχήμα υπερκειμένου, ανακαλεί προηγούμενες εμπειρίες, χρησιμοποιεί προηγούμενη γνώση, επιστρέφει σε κόμβους για ενημέρωση, δρα διερευνητικά και αναπτύσσει δεξιότητες δημιουργίας νέας γνώσης από άλλες, έτσι ώστε

το αποτέλεσμα να είναι κάτι παραπάνω από ένα απλό άθροισμα των συστατικών πληροφοριών του περιεχομένου της εφαρμογής (Μικρόπουλος 2000).

Αποτελέσματα

Το εκπαιδευτικό πακέτο «Υγρότοποι Μεσολογίου: Ας τους γνωρίσουμε...» που αναπτύξαμε, περιλαμβάνει: παιδαγωγικό οδηγό και βιβλίο για τον εκπαιδευτικό, εφαρμογή υπερμέσων/CD-ROM για το μαθητή και φύλλα εργασίας.

Στον Παιδαγωγικό οδηγό «το εκπαιδευτικό υλικό και η χρήση του» παρουσιάζονται ο σκοπός, οι στόχοι -τόσο οι γενικοί όσο και οι ειδικοί μαθησιακοί-, η δομή του εκπαιδευτικού υλικού και προτείνονται τρόποι αξιοποίησής του. Επίσης παρατίθεται η συνοπτική περιγραφή του λογισμικού της εφαρμογής υπερμέσων καθώς και οδηγίες εγκατάστασης και χρήσης του.

Το βιβλίο για τον εκπαιδευτικό περιέχει την απαραίτητη επιστημονική γνώση για την ανάπτυξη θεμάτων της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης στους υγροτόπους, κατάλληλα μετασχηματισμένη, ώστε να αποτελέσει μια στέρεη πηγή όχι μόνο πληροφόρησης αλλά και ευαισθητοποίησης.

Αποτελείται το βιβλίο από δυο θεματικές ενότητες:

Στην πρώτη επιχειρείται μια γενική αναφορά στους υγροτόπους ώστε ο εκπαιδευτικός να έλθει σε επαφή με βασικές έννοιες που σχετίζονται με αυτούς. Ειδικότερα, αναπτύσσονται: ο ορισμός, οι τύποι, οι αξίες, οι λειτουργίες των υγροτόπων και γίνεται αναφορά τόσο σε στοιχεία του αβιοτικού όσο και του βιοτικού περιβάλλοντος των υγροτόπων. Η ανάπτυξη αυτής της ενότητας ολοκληρώνεται με αναφορά στις απειλές των Ελληνικών υγροτόπων, την προστασία τους από το διεθνές, κοινοτικό και εθνικό δίκαιο και τη διαχείρισή τους.

Στη δεύτερη θεματική ενότητα, προσεγγίζεται η περιοχή Δέλτα Αχελώου, Λιμνοθάλασσες Μεσολογίου-Αιτωλικού, Εκβολές Ευήνου που αναφέρεται χάριν συντομίας ως Υγρότοποι Μεσολογίου. Περιγράφονται η θέση και η γεωλογία της περιοχής, το κλίμα-βιοκλίμα, τα στοιχεία των λιμνοθαλασσών, οι οικότοποι-οικοσυστήματα, η βλάστηση-χλωρίδα, η πανίδα, οι παραγωγικές δραστηριότητες, η περιοχή σαν τόπος διαβίωσης και πολιτιστικής ζωής και η προστασία της περιοχής από το διεθνές, κοινοτικό και εθνικό δίκαιο.

Η εφαρμογή υπερμέσων/CD-ROM συνδυάζει τις επιστημονικές γνώσεις με τις Νέες Τεχνολογίες. Παρουσιάζει ένα πλούσιο και ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον που ευνοεί τη διερευνητική, συνεργατική, ενεργητική και δημιουργική μάθηση με τη διεπιστημονική προσέγγιση του θέματος. Εισάγει τους μαθητές στους υγροτόπους μέσα από κείμενα και πλούσιο εποπτικό υλικό και συμβάλλει στην ευαισθητοποίησή τους.

Ο μαθητής/χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει μεταξύ των δυο βασικών θεματικών εννοιών «Υγρότοποι» και «Υγρότοποι Μεσολογίου», που είναι αντίστοιχες με αυτές του βιβλίου του εκπαιδευτικού. Κάθε μια θεματική ενότητα έχει τη δική της κεντρική οθόνη, από όπου ο μαθητής/χρήστης μπορεί να πλοηγηθεί μέσα από θερμές περιοχές – ενεργές λέξεις στα κεφάλαια της ενότητας και να επιλέξει τις ενεργές φωτογραφίες.

Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να ρυθμίσει τον ήχο.

Στις Εικ. 1 και 2 δείχνονται αντιπροσωπευτικές οθόνες από την δεύτερη θεματική ενότητα, που αφορά στη βλάστηση της περιοχής.



Εικόνα 1. Η οθόνη της επιμέρους ενότητας παραποτάμια βλάστηση.



Εικόνα 2. Η οθόνη της επιμέρους ενότητας το Δάσος του Φράξου.

Οι δύο θεματικοί χάρτες που υπάρχουν στο CD και αναφέρονται ως «ενεργοί χάρτες», έχουν θερμά σημεία, τα οποία μπορεί να επιλέξει ο μαθητής, οπότε προβάλλεται αντίστοιχη φωτογραφία, ανάλογα με το θέμα τους. Ο πρώτος χάρτης έχει ως θέμα τους οικοτόπους και ο δεύτερος τις απειλές της περιοχής.

Τα φύλλα εργασίας είναι αυτοτελή, έτσι ώστε να μπορούν είτε να συνδυαστούν με το CD, είτε να χρησιμοποιηθούν ανεξάρτητα στην τάξη ή το πεδίο. Κάθε ένα από τα έντεκα ενδεικτικά φύλλα εργασίας έχει ειδικούς μαθησιακούς στόχους. Περιλαμβάνουν ποικιλία δραστηριοτήτων με σκοπό ο μαθητής να εμπλακεί ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία. Έχουν δομηθεί έτσι ώστε να προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών για μάθηση και έρευνα, να παρέχουν τη δυνατότητα ανάδειξης των ιδεών τους και να τους ενθαρρύνουν να παίξουν ρόλο παραγωγού γνώσης.

Συζήτηση

Με γνώμονα ότι η οικολογική γνώση αποτελεί σχεδόν πάντα απαραίτητη προϋπόθεση ώστε να ληφθεί απόφαση για την επίλυση ενός περιβαλλοντικού ζητήματος (Hungerford et al. 1980) και ότι απαιτείται βαθιά κατανόηση ενός θέματος ώστε το άτομο να δείξει τάση για ανάληψη δράσης, οδηγηθήκαμε στην ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού που παρουσιάσαμε. Αυτό το υλικό έρχεται να καλύψει την έλλειψη αντίστοιχου τίτλου για την Π.Ε. στους υγροτόπους Μεσολογγίου-Αιτωλικού και να αποτελέσει ένα μέσο για πιο αποτελεσματική Π. Ε. σε ένα τόσο σημαντικό υγροτοπικό σύστημα, ενισχύοντας τους σκοπούς της με την παιδαγωγική αξιοποίηση των Νέων Τεχνολογιών.

Θεωρώντας ότι είναι σημαντικό να είναι ευαισθητοποιημένος και ο ίδιος ο εκπαιδευτικός, καθώς θα λειτουργήσει ως πρότυπο υπεύθυνης περιβαλλοντικής συμπεριφοράς (Hungerford et al. 1990, Marcinkowski et al. 1990), αναπτύξαμε το βιβλίο του εκπαιδευτικού.

Επειδή μέσω της χρήσης των υπολογιστών ενισχύεται η ενεργός προσέγγιση του περιβάλλοντος ως αντικείμενου μελέτης και ως μέσου ευαισθητοποίησης, δημιουργήσαμε την εφαρμογή υπερμέσων για το μαθητή η οποία:

- δρα ως πηγή άντλησης υλικού για τον μαθητή όσο και ευαισθητοποίησης

- δρα και ως στοιχείο ανατροφοδότησης παραστάσεων και πληροφοριών που αποκομίσθηκαν από τις επισκέψεις στο πεδίο
- μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επικουρικό διδακτικό μέσο στην αποτελεσματική εμπλοκή των μαθητών στην Π.Ε.

Με τα φύλλα εργασίας, οι προτεινόμενες δραστηριότητες:

- ευαισθητοποιούν τους μαθητές ως προς το περιβάλλον
- επιχειρούν να κατευθύνουν προς την προσπάθεια επίλυσης περιβαλλοντικών προβλημάτων
- ωθούν στην ενεργητική συμμετοχή και στη διαδικασία λήψης αποφάσεων και κατευθύνουν προς δράση, ατομική ή συλλογική

Το εκπαιδευτικό υλικό στο σύνολο του:

- συνδυάζει τις επιστημονικές γνώσεις με τις Νέες Τεχνολογίες
- δημιουργεί ένα πλούσιο και ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον που ευνοεί τη διερευνητική, τη συνεργατική, την ενεργητική και τη δημιουργική μάθηση
- στηρίζεται στη διεπιστημονική προσέγγιση του θέματος
- είναι εύχρηστο, δυναμικό, ευέλικτο, ανοικτό σε πολλαπλές προσεγγίσεις, προωθεί την κριτική σκέψη και παρέχει δυνατότητες ανάπτυξης της δημιουργικής σκέψης πάντα σύμφωνα με τις αρχές και τους στόχους της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης.

Η δημιουργία του εκπαιδευτικού πακέτου «Υγρότοποι Μεσολογίου: Ας τους γνωρίσουμε...» είναι μια προσπάθεια επιστημονικής έρευνας στον τομέα της Π. Ε. προστατευμένων περιοχών και συνεισφοράς στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των μαθητών Γυμνασίου και πρώτων τάξεων του Λυκείου.

Μετά από αυτή τη βασική προσπάθεια, το υλικό θα ενταχθεί στη διδακτική πρακτική ώστε να αξιολογηθεί και να αποτελέσει τη βάση για ανάπτυξη αντίστοιχου υλικού και για άλλες περιοχές της χώρας μας.

Το όλο εκπαιδευτικό πακέτο εκδόθηκε από τις Εκδόσεις του Πανεπιστημίου Πατρών.

Βιβλιογραφία

- Hungerford H., Peyton R. & Wilke R. 1980. Goals for curriculum development in environmental education. *Journal of Environmental Education* 11: 42-47.
- Hungerford H. & Volk T. 1990. Changing learner behaviour through environmental education. Paper prepared for the Round Table on Environment and Education at the World Conference on Education for All, sponsored by UNESCO, UNEP and UNICEF. Bangkok, Thailand.
- Johnson D.W. & Johnson R.T. 1992. Positive interdependence: Key to effective cooperation. Pp. 174-199. In: Hertz-Lazarowitz R. & Miller N. (eds), *Interaction in Cooperative Groups*, Cambridge.
- Marcinkowski T.J., Volk T.L. & Hungerford H.R. 1990. An environmental education approach to the training of middle level teachers: a teacher education programme specialization. Paris: UNESCO/UNEP.
- Μικρόπουλος Τ. 2000. Εκπαιδευτικό λογισμικό: θέματα σχεδίασης και αξιολόγησης λογισμικού υπερμέσων. Αθήνα.
- Robottom J. 1987. Environmental Education as Educational Reform. *Journal of Environmental Education* 14: 197-200.

UNESCO 1977. Η Διακήρυξη της Τυφλίδας. Εκδόσεις ΠΕΕΚΠΕ.

Χρυσafίδης Κ. 2003. Βιωματική-Επικοινωνιακή Διδασκαλία: Η Εισαγωγή της Μεθόδου Project στο Σχολείο: 43. Αθήνα.

Παρακολούθηση με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών των Τύπων οικοτόπων στον Τυρφώνα της λίμνης Χειμαδίτιδας, Β. Ελλάδα

¹Παπαστεργιάδου Ε., ²Ρετάλης Α., ³Αποστολάκης Α. & ¹Γεωργιάδης Θ.

¹Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας Φυτών, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

²Ινστιτούτο Διαστημικών Εφαρμογών & Τηλεπισκόπησης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών 152 36, Παλαιά Πεντέλη, Αθήνα.

³Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, ΕΚΒΥ, 14^ο χλμ. Θεσσαλονίκης-Μηχανιώνας 570 01, Θέρμη.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε συλλογή οικολογικών δεδομένων και πληροφοριών για τους τύπους οικοτόπων της λίμνης Χειμαδίτιδας (Β. Ελλάδα). Στις εναπομείνουσες τυρφώδεις περιοχές της λίμνης, σε επιλεγμένους σταθμούς, πραγματοποιήθηκε στη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου (Απρίλιος-Σεπτέμβριος 2002), παρακολούθηση της δομής των τύπων οικοτόπων και της διαδοχής της βλάστησης. Για τη διερεύνηση των αλλαγών των χρήσεων καλύψεων γης και της υδρόβιας βλάστησης χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές τηλεπισκόπησης καθώς και χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Επίσης καταγράφηκαν οι ανθρωπογενείς επιδράσεις στην περιοχή και διατυπώνονται διαχειριστικές προτάσεις που αποβλέπουν στην προστασία και ανόρθωση της δομής των τύπων οικοτόπων.

Monitoring of habitat types with Geographical Information Systems of Cheimaditida Fen, N. Greece

¹Papastergiadou E., ²Retalis A., ³Apostolakis A. & ¹Georgiadis T.

¹Department of Biology, Section of Plant Biology, University of Patras, 265 00 Patras, Greece.

²Institute for Space Applications & Remote Sensing, National Observatory of Athens, 152 36 Palaia Pendeli, Athens, Greece.

³The Goulandris Natural History Museum, Greek Biotope Wetland Centre, 14th km Thessaloniki-Mihaniona, 570 01 Thermi, Greece.

Abstract

In the present study was collected ecological data of habitat types of lake Cheimaditida (N. Greece). In selected stations of the remaining peat land areas of the lake, an integrated monitoring system of habitat types and the succession of vegetation

were applied during the vegetated period (April-September 2002). For the investigation of land cover /land use changes and aquatic vegetation remote sensing and Geographical Information Systems (GIS) techniques were used. Attempts were made to evaluate human impacts in the wetland and management proposals for the protection and rehabilitation of habitats, are given.

Εισαγωγή

Οι τυρφώνες είναι υγροτοπικά οικοσυστήματα που χαρακτηρίζονται από συσσώρευση οργανικής ουσίας στον πυθμένα, η οποία παράγεται και αποτίθεται με υψηλότερους ρυθμούς από ό,τι αποσυντίθεται (Christanis 1996). Βρίσκονται σε όλες τις βιογεωγραφικές περιοχές, αλλά ιδιαίτερα στις βόρειες, τις εύκρατες και τις τροπικές περιοχές της Γης. Αποτελούν μια από τις περισσότερες απειλούμενες κατηγορίες υγροτόπων παγκοσμίως. Η Ευρώπη έχει υποστεί τις μέγιστες απώλειες τυρφώνων και ο σχηματισμός της τύρφης έχει σταματήσει περίπου στο 60% της αρχικής περιοχής τυρφώνων σε όλες τις βιογεωγραφικές περιοχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης (DGXI 1999). Λόγω της σπανιότητας και της συνεχιζόμενης υποβάθμισης, τους οι τυρφώνες προστατεύονται, από την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ ως οικότοποι προτεραιότητας και από τη σύμβαση Ραμσάρ με το πρόσφατα εκδοθέν «Παγκόσμιο Σχέδιο Δράσης για τη Διατήρηση των Τυρφώνων» (Global Action Plan for Peatlands).

Η λίμνη Χειμαδίτιδα ανήκει στο υγροτοπικό σύστημα Ζάζαρη-Χειμαδίτιδα-Πετρών-Βεγορίτιδα (Ν. Φλώρινας), περιλαμβάνεται στον εθνικό κατάλογο των προτεινόμενων περιοχών για ένταξη στο δίκτυο “ΦΥΣΗ 2000”, με κωδικό GR1340005 και έχει χαρακτηριστεί ως Ζώνη Ειδικής Προστασίας (SPA, Οδηγία 79/409) (Dafis et al. 1996). Στη λίμνη βρίσκεται ένας από τους εναπομείναντες τυρφώνες της Ελλάδας, ο οποίος κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών έχει επηρεαστεί σημαντικά από ποικίλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ειδικότερα στα τέλη της δεκαετίας του '60, πραγματοποιήθηκαν μια σειρά εργασιών αποξήρανσης του υγροτόπου, που είχε ως αποτέλεσμα την ελάττωση της υδάτινης επιφάνειας της λίμνης στα σημερινά επίπεδα. Ανάμεσα σ' αυτά τα έργα ήταν και η κατασκευή αναχώματος στο ΒΑ τμήμα του υγροτόπου, για περιορισμό και προστασία της αγροτικής έκτασης από τα πλημμυρικά φαινόμενα (Papastergiadou et al. 2004). Οι δύο λίμνες από τα τέλη της δεκαετίας του 60 έως σήμερα, συνδέονται με τεχνητό κανάλι που ρέει από τη Ζάζαρη (599,2 m) στη Χειμαδίτιδα (591,3 m). Οι κύριες απειλές της λίμνης είναι η σοβαρή μείωση της στάθμης του ύδατος, ο ευτροφισμός, η επέκταση των καλλιεργειών σε υγροτοπικές περιοχές, η υπερβόσκηση, καθώς επίσης και οι διαδικασίες χερσοποίησης, με τους καλαμώνες να καλύπτουν σήμερα περίπου το 80% των ανοικτών υδάτων.

Στις τυρφώδεις περιοχές της λίμνης, σε επιλεγμένους σταθμούς, πραγματοποιήθηκε στη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου (Απρίλιος-Σεπτέμβριος 2002), παρακολούθηση της δομής των τύπων οικοτόπων και της διαδοχής της βλάστησης. Για τη διερεύνηση των αλλαγών των χρήσεων καλύψεων γης και της υδρόβιας βλάστησης χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές τηλεπισκόπησης, αεροφωτογραφίες και Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Επίσης καταγράφηκαν οι ανθρωπογενείς επιδράσεις στην περιοχή και διατυπώνονται διαχειριστικές προτάσεις που αποβλέπουν στην προστασία και ανόρθωση της δομής των τύπων οικοτόπων.

Υλικά και μέθοδοι

Οι δειγματοληψίες πεδίου πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της βλαστητικής περιόδου από τον Απρίλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2002, στην ευρύτερη περιοχή του υδροτόπου Χειμαδίτιδας. Ως ελάχιστη δειγματοληπτική επιφάνεια (quadrat) χρησιμοποιήθηκε η επιφάνεια των 20 m² και σε ορισμένες περιπτώσεις των 50 m². Σε κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια καταγράφηκαν όλα τα είδη φυτών με την τιμή κάλυψης- αφθονίας τους (Kent & Coker 1992). Για τη χαρτογραφική απεικόνιση των τύπων βλάστησης σημειώθηκαν οι γεωγραφικές συντεταγμένες των φυτοληψιών με τη χρήση GPS και σημείων παρουσίας ειδών. Επίσης πραγματοποιήθηκε η διάκριση των κοινοτήτων ανά τύπο οικοτόπου και η αντιστοίχιση με τους τύπους οικοτόπων της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ (Dafis et al. 1996).

Στα πλαίσια της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν αεροφωτογραφίες με ημερομηνίες λήψης 1945 και 1996 για την αποτύπωση των χρήσεων/καλύψεων γης. Οι αεροφωτογραφίες διορθώθηκαν γεωμετρικά με τη χρήση των λογισμικών επεξεργασίας εικόνας ERDAS Imagine 8.7 and Leica Photogrammetric Suite και εισήχθηκαν σε μία γεωγραφική βάση δεδομένων με τη βοήθεια του λογισμικού Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών ARGIS 8.3. Τέλος, εφαρμόζοντας τεχνικές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) στους θεματικούς χάρτες επισημάνθηκαν οι αλλαγές χρήσης/κάλυψης γης για την εξεταζόμενη χρονική περίοδο. Η ανάλυση και η επεξεργασία των αεροφωτογραφιών για τα έτη 1945 & 1996 παρείχε τα δεδομένα για τους τύπους χρήσης /κάλυψης γης και τις αντίστοιχες μεταβολές για την εξεταζόμενη χρονική περίοδο.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Στην περιοχή της Χειμαδίτιδας καταγράφηκαν τρεις τύποι οικοτόπων, οι οποίοι περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ:

3140 Σκληρά ολιγομεσοτροφικά ύδατα με βενθική βλάστηση Χαροειδών (κοινωνίες ειδών της Chara)

7210 (Ασβεστούχα έλη με *Cladium mariscus* και *Carex davalliana*)

6420 Μεσογειακοί λειμώνες με υψηλές πόες και βούρλα (Molinio-Holoschoenion), καθώς και τρεις τύποι οικοτόπων του CORINE BIOTOPE:

6450 (Ελληνικοί υπερ-Μεσογειακοί υγροί λειμώνες)

72A0 (53.1-Βλάστηση των ορίων νερού και ξηράς (Phragmitetea) – καλαμώνες)

72B0 (53.2-Large Sedge communities-Κοινωνίες των υψηλών βούρλων).

Στον Πίνακα 1 δίνεται η αντιστοίχιση των συνταξινομικών μονάδων βλάστησης που απαντούν στη λίμνη Χειμαδίτιδα με τους τύπους οικοτόπων της Οδηγίας 92/43/ και του CORINE. Οι τύποι οικοτόπων που αναγνωρίστηκαν στις τυρφώδεις περιοχές και προστατεύονται με την κοινοτική Οδηγία 92/43 είναι οι 3140 και 7210.

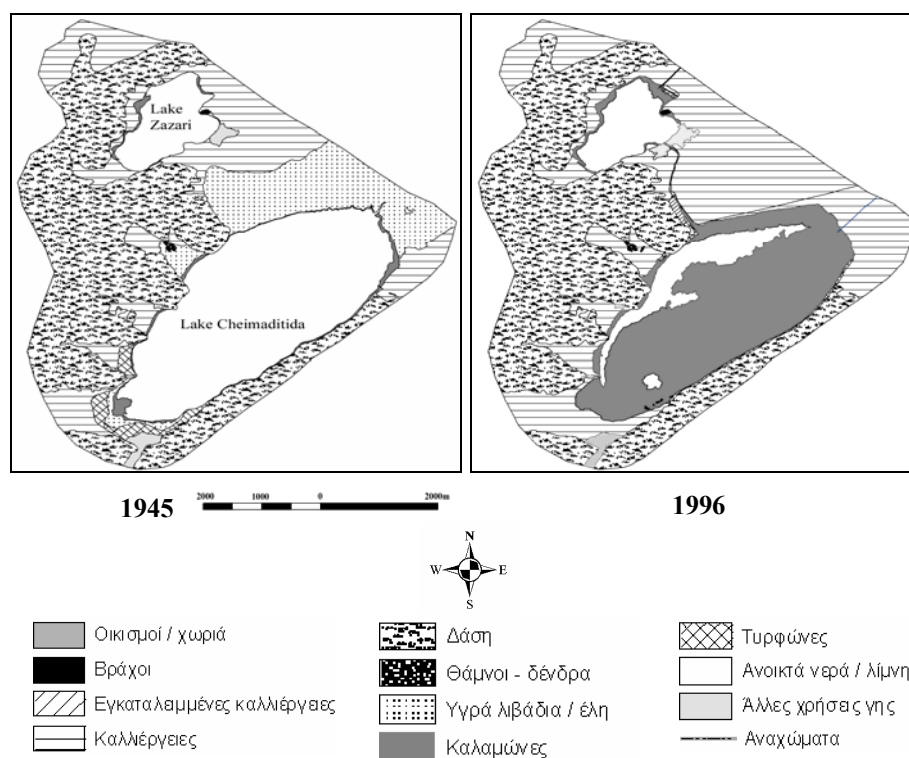
Πίνακας 1. Συνταξινόμικές μονάδες βλάστησης των λιμνών Χειμαδίτιδας-Ζάζαρης και αντιστοίχισή τους με τους τύπους οικοτόπων της Οδηγίας 92/43 & του CORINE.

CLASS	ORDER	ALLIANCE	ASSOCIATION	NATURA 2000 CODE (6-ψηφιος)
CHARETEA	Charetalia	Charion vulgaris	Chara vulgaris ass.	314011
PHRAGMITO- MAGNOCARICETEA	Phragmitetalia	Magnocaricion elatae	Cladietum marisci	721011
PHRAGMITO- MAGNOCARICETEA	Phragmitetalia	Phragmition australis	Typhetum latifoliae	72AO11
PHRAGMITO- MAGNOCARICETEA	Phragmitetalia	Magnocaricion elatae	Carex riparia ass.	72BO11
PHRAGMITO- MAGNOCARICETEA	Phragmitetalia	Phragmition australis	Alisma plantago-aquatica ass.	72AO21
PHRAGMITO- MAGNOCARICETEA	Phragmitetalia	Phragmition australis	Scirpetum lacustris tabaernemontanii	72AO12
PHRAGMITO- MAGNOCARICETEA	Phragmitetalia	Phragmition australis	Typhetum angustifoliae	72AO13
PHRAGMITO- MAGNOCARICETEA	Phragmitetalia	Phragmition australis	Phragmitetum australis	72AO14
MOLINIO- ARHENATHERETEA	Molinio- Arhenatheretalia	Molinio- Holoschoenion	Juncus inflexus ass.	642011
MOLINIO- ARHENATHERETEA (ARTEMISIETEA VULGARIS)	Trifolio- Hordeetalia?	Trifolion resupinati?	Ononis spinosa ass.	645011?

Σε ότι αφορά τον τύπο οικοτόπου 3140: Σκληρά oligομεσοτροφικά ύδατα με βενθική βλάστηση Χαροειδών (κοινωνίες ειδών της *Chara*), απαντά σε νερά πολύ πλούσια σε ανθρακικά, καθαρά και διαυγή, φτωχά σε θρεπτικά άλατα του αζώτου και του φωσφόρου και πλούσια σε βάσεις. Στην περιοχή μελέτης απαντά σε δύο σταθμούς εντός του οικοτόπου με *Cladium mariscus* στα σημεία όπου ρέει το νερό των καρστικών πηγών (Εικ. 1). Η εμφάνιση και η έκταση του οικοτόπου εξαρτάται άμεσα από την παροχή του νερού της πηγής και γι' αυτό το λόγο παρατηρείται κυρίως την περίοδο της άνοιξης. Κινδυνεύει κυρίως από την ποδοπάτηση των ζώων που βόσκουν μέσα στον οικοτόπο και από τη μείωση της παροχής του νερού η οποία στον έναν σταθμό που βρίσκεται κοντά στο εκκλησάκι της Αγίας Παρασκευής χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία με νερό της ποτίστρας που κατασκευάστηκε δίπλα στον οικοτόπο προτεραιότητας.

Σε ότι αφορά τον τύπο οικοτόπου 7210: Ασβεστούχα έλη με *Cladium mariscus* και *Carex davalliana*, περιλαμβάνει έλη με βούρλα με επικρατέστερο είδος το *Cladium mariscus*. Ο οικοτόπος απαντά σε δύο σταθμούς στο ΒΔ τμήμα της Χειμαδίτιδας, μετά τη ζώνη των καλαμώνων (Εικ. 1). Παρότι η έκτασή του είναι μικρή, από άποψη δομής η αντιπροσωπευτικότητά του είναι αρκετά καλή και τα είδη που συμμετέχουν σχηματίζουν πυκνή αδιαπέραστη βλάστηση σε τυρφώδες υπόστρωμα. Τα χαρακτηριστικά είδη είναι τα *Cladium mariscus*, *Cyperus longus*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, κ.ά. Το γένος *Cladium* αναπτύσσεται σε περιοχές όπου η τροφοδοσία με νερό είναι από καρστικά νερά πλούσια σε ανθρακικό ασβέστιο. Το

καρστικό σύστημα αποτελεί σπουδαίο παράγοντα ο οποίος ρυθμίζει την ανάπτυξη τυρφογενετικών φυτοκοινωνιών και την εισροή των κλαστικών υλικών στη λεκάνη ιζηματογένεσης και καθορίζει τον τύπο του τυρφώνα (Bottema 1974).



Εικόνα 1. Τύποι κάλυψης/χρήσης γης της λίμνης Χειμαδίτιδας τα έτη 1945 και 1996.

Η μείωση της στάθμης του ύδατος είχε επιπτώσεις στους τύπους οικοτόπων των τυρφώνων καθώς και στα υγρά λιβάδια που εντοπίζονταν περιμετρικά στην εξωτερική ζώνη των καλαμώνων (Εικ. 1), καθώς επίσης και πολλές άλλες γεωργικές δραστηριότητες, όπως το κάπνισμα και η υπερβόσκηση έχουν οδηγήσει στην υποβάθμιση της βλάστησης και την εισαγωγή των νιτρόφιλων ειδών. Σε αρκετές θέσεις η έντονη βόσκηση έχει διαταράξει τη δομή της βλάστησης με αποτέλεσμα να επιβιώνουν μόνο νιτρόφιλα είδη ή να επικρατεί το *Cynodon dactylon*.

Στην ευρύτερη περιοχή του υδροτόπου της Χειμαδίτιδας αναγνωρίστηκαν συνολικά 10 τύποι κάλυψης/ χρήσης γης και ψηφιοποιήθηκαν τα αντίστοιχα πολύγωνα τους. Το σύστημα ταξινόμησης που αναπτύχθηκε για τους τύπους κάλυψης χρήσης γης στη Χειμαδίτιδα δίνεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Σύστημα ταξινόμησης των τύπων κάλυψης /χρήσης γης που χρησιμοποιήθηκε για τον υγρότοπο της Χειμαδίτιδας, Β. Ελλάδα.

Τύποι κάλυψης / χρήσης γης	Περιγραφή
Αναχώματα	Αναχώματα, κανάλια αρδευτικά.
Οικισμοί /χωριά	Χωριά, λιγνοτορυχείο Αμυνταίου
Βράχοι	Βράχοι
Καλλιέργειες	Αγροτική γη με καλλιέργειες που αρδεύονται από τη λίμνη
Εγκατελειμμένες καλλιέργειες	Αγροτική γη που καλλιεργούνται παλαιότερα και σήμερα έχει εγκαταλειφθεί
Ανοικτά νερά/ λίμνη	Ανοικτά νερά της λίμνης στα οποία πιθανά να αναπτύσσονται υδρόβια φυτά των κλάσεων Potametea ή Lemnetae εσωτερικά της παράκτιας ζώνης
Τυρφώνες	Φυτοκοινότητες της ένωσης Magnocaricion elatae και στις πηγές κοινωνίες των ειδών των χαροφύτων (<i>Chara</i> sp.)
Υγρά λιβάδια/ έλη	Περιοχές οι οποίες κατακλύζονται περιοδικά από νερό και χαρακτηρίζονται με βλάστηση που αναπτύσσεται σε κορεσμένα με νερό εδάφη, συνήθως κοινωνίες της Molinio- Holoschoenion, Magnocaricetea ή στα περισσότερο υγρά εδάφη της Phragmitetalia
Καλαμώνες	Διάφορες κοινωνίες των καλαμώνων της Phragmitetalia
Θάμνοι & δένδρα	Υγρά εδάφη με <i>Salix alba</i> και υπολλειματικά αλλουβιακά δάση με <i>Alnus glutinosa</i>
Δάση	Δάση της βελανιδιάς <i>Quercus frainetto</i> στις περιβάλλουσες περιοχές του υγροτόπου

Στον υγρότοπο της Χειμαδίτιδας οι αλλαγές των χρήσεων /καλύψεων γης που αναλύθηκαν με βάση τα υπάρχοντα στοιχεία για την τελευταία 50-ετία και οι σημαντικότερες μεταβολές τους είναι: (α) σχεδόν πλήρης απώλεια του τυρφώνα (β) μείωση των ανοικτών υδάτων, (γ) αύξηση των καλαμώνων, (δ) αύξηση αλλά και επέκταση των καλλιεργούμενων εκτάσεων και (ε) μικρότερες αλλαγές στους υπόλοιπους τύπους καλύψεων/ χρήσεων γης (Εικ. 1).

Οι αλλαγές στις χρήσεις γης και οι σχετιζόμενες υδρολογικές διαταραχές, που προκαλούνται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες είναι από τις βασικές αιτίες για την υποβάθμιση των υγροτόπων παγκοσμίως (Papastergiadou et al. 2002, Tallis 1983). Οι επιπτώσεις αυτών των παρεμβάσεων έχουν ως αποτέλεσμα την αλλοίωση της τυπικής σύνθεσης των ειδών και της δομής της βλάστησης στη λίμνη Χειμαδίτιδα, τη διαμόρφωση ενδιαιτημάτων φτωχών σε είδη και, εντέλει, την υποβάθμιση του υποστρώματος. Οι συνεχιζόμενες παρεμβάσεις δε που αφορούν κυρίως την υπεράντληση των υδάτων για άρδευση, και το κάψιμο και θέρισμα της αναδυόμενης βλάστησης, έχουν ως άμεσο αποτέλεσμα την επέκταση των καλαμώνων, που σήμερα κυριαρχούνται από τα είδη *Typha angustifolia* και *Phragmites australis*, στον υγρότοπο, καθώς και τη μερική απώλεια της βιοποικιλότητας και της αλιευτικής αξίας (Εικ. 1). Η χαμηλή ποικιλότητα ειδών σε διάφορους τύπους βλάστησης του υγροτόπου σχετίζεται με την υψηλή διαταραχή αυτών των οικοτόπων λόγω των ανθρώπινων επιδράσεων. Σε τέτοιους βιότοπους η βλάστηση είναι δομικά υπανάπτυκτη (Papastergiadou et al. 2004). Η κυριαρχία ενός είδους ή η συγκυριαρχία μόνο μερικών ειδών στις λίμνες κυρίως

σημαίνει ότι ο βιότοπος είναι ακραίος με κάποιο τρόπο λόγω μερικών περιοριστικών παραγόντων.

Ευχαριστίες

Μέρος της παρούσας εργασίας χρηματοδοτήθηκε από το έργο Life “LIFE00NAT/GR/7242: “Conservation management of Cheimaditida - Zazari wetlands”. Οι αεροφωτογραφίες της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν με την έγκριση του Υπουργείου Γεωργίας για ερευνητικούς σκοπούς.

Βιβλιογραφία

- Bottema S. 1974. Late Quaternary Vegetation History of Northwestern Greece. Ph.D. Thesis, Groningen.
- Christanis K. 1996. The peat resources in Greece. International Peat Society: 87-90.
- Commission of European Communities 1991. CORINE Biotopes Manual. Part 2 Habitats of the European Community. Luxembourg.
- Dafis S., Papastergiadou E., Georgiou K., Babalonas D., Georgiadis T., Papageorgiou M., Lazaridou E. & Tsiaoussi B. (eds) 1996. The Greek Habitat Project: NATURA 2000. An Overview. Commission of the European Communities, Goulandris Natural History Museum.
- DGXI 1999. Conserving mires in European Union. Ecosystems Ltd Report.
- Kent M. & Coker P. 1992. Vegetation description and analysis: a practical approach. London.
- Papastergiadou E., Agami M. & Waisel Y. 2002. Restoration of aquatic vegetation in Mediterranean wetlands. In: Zalidis G., Crisman T. & Gerakis A. (eds), Restoration of Mediterranean Wetlands. Medwet, pp. 47-69.
- Papastergiadou E., Georgiadis Th., Retalis A. & Apostolakis A. 2006. Long-term changes of emergent macrophytes in Cheimaditida lake wetland, Greece. Verh. Internat. Verein. Limnol. 29: 1587-1590.
- Οδηγία 92/43/ΕΟΚ Συμβουλίου. Για τη διατήρηση φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας. Επίσημη Εφημερίδα Ευρωπαϊκών κοινοτήτων L206: 7-50.
- Tallis J.H. 1983. Changes in wetland communities. Pp. 311-344. In: Gore A.J.P. (ed.), Mires: swamp, bog, fen, and moors. General studies. Ecosystems of the World 4a, The Netherlands.

Επιδράσεις της υδατικής καταπόνησης σε φωτοσυνθετικές παραμέτρους του μεσογειακού είδους *Phlomis fruticosa* L.

Πέτσας Α. & Γραμματικόπουλος Γ.

Εργαστήριο Φυσιολογίας Φυτών, Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας,
Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Στην εργασία αυτή μελετήθηκαν οι άμεσες επιδράσεις της σοβαρής υδατικής καταπόνησης σε ορισμένες παραμέτρους των φωτεινών αντιδράσεων της φωτοσύνθεσης στο μαλακόφυλλο ημιφυλλοβόλο θάμνο *Phlomis fruticosa* L. για τον οποίο ήταν ήδη γνωστό ότι το σχετικό περιεχόμενό του σε νερό (RWC) ελαττώνεται κατά τη θερινή περίοδο σε επίπεδα που προσεγγίζουν ορισμένες ημέρες το 30%-40%, καθώς και ότι μετά από την επανυδάτωση των φύλλων του, αυτά ανακτούν το σύνολο σχεδόν της φωτοσυνθετικής τους δραστηριότητας. Τα νεαρά φυτά που χρησιμοποιήθηκαν χωρίστηκαν σε δύο ομάδες στις οποίες εφαρμόστηκαν διαφορετικά πρωτόκολλα ποτίσματος. Η ομάδα που δέχθηκε λιγότερο νερό αντιμετώπισε σοβαρή υδατική καταπόνηση (τελικό RWC= 20%-40%). Στα φυτά αυτά παρατηρήθηκε μικρή αλλά στατιστικά σημαντική μείωση της μέγιστης φωτοσυνθετικής απόδοσης καθώς και σημαντική αύξηση του λόγου ανενεργών προς ενεργά PSII. Οι μεταβολές αυτές ήταν αντιστρεπτές. Επίσης, η ενεργοποίηση του PSII από το φως στα καταπονημένα φυτά ήταν εξαιρετικά μισή ενώ η σταδιακή αύξηση στο NPQ δεν φάνηκε να επαρκεί για ικανοποιητικές αποδόσεις της φωτοσύνθεσης.

Water stress effects on photosynthetic parameters of the Mediterranean species *Phlomis fruticosa* L.

Petsas A. & Grammatikopoulos G.

Laboratory of Plant Physiology, Section of Plant Biology, Department of Biology,
University of Patras, 265 00 Patras, Greece.

Abstract

We investigated some direct effects of severe water stress on light reactions of photosynthesis of the malacophyllous semi-deciduous species *Phlomis fruticosa* L. It was already known that the RWC of this species is temporarily reduced to 30%-40% during the summer period and that its leaves retrieve almost their entire photosynthetic performance after rehydration. The young plants used in our experiment were split into two groups treated with different irrigation protocols. The group which received less

water confronted severe water stress (final RWC = 20%-40%). A small but statistically significant reduction of the maximum yield of photosynthesis as well as a significant increase of qB non-reducing PSII centers was exhibited by the stressed plants. Moreover, reduced ability for induction of PSII under moderate light was recorded for the stressed plants.

Εισαγωγή

Η Υδατική καταπόνηση από πολύ νωρίς έχει υποδειχθεί ως ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που ελαττώνουν τη φωτοσυνθετική απόδοση και φωτοσυνθετική ταχύτητα των φυτών. Η πλούσια βιβλιογραφία πάνω στο θέμα παρουσιάζει σχετική ομοιογένεια ως προς τα τελικά συμπεράσματα. Η έλλειψη νερού μειώνει την ταχύτητα αφομοίωσης του CO₂ ανά μονάδα επιφανείας και κάτω από σταθερές τις υπόλοιπες περιβαλλοντικές συνθήκες επειδή προκαλεί: 1) μείωση στη διάχυση του CO₂ προς τους μεσοκυττάρους χώρους του φύλλου ως αποτέλεσμα του κλεισίματος των στομάτων και 2) άμεση αναστολή/καταστολή βιοχημικών διαδικασιών ως αποτέλεσμα ιοντικού ή/και ωσμωτικού stress προερχόμενου από τις απώλειες νερού σε κυτταρικό επίπεδο (Lawlor D. 2002).

Οι προαναφερόμενες επιδράσεις έχουν βρεθεί τόσο σε C3 όσο και σε C4 φυτά αν και ο μεγάλος όγκος των εργασιών αφορά κυρίως καλλιεργούμενα είδη στα οποία η υδατική καταπόνηση εμφανίζεται σε σχετικά υψηλό σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC=85%-75%). Τις δύο τελευταίες δεκαετίες πραγματοποιήθηκαν αρκετές μελέτες και με αυτοφυή είδη ημίξηρων περιοχών (π.χ. Σκληρόφυλλα περιοχές με Μεσογειακό κλίμα) αλλά και ξηρών περιοχών (έρημικές και ημιερημικές περιοχές). Σε αυτές τις περιπτώσεις το περιεχόμενο σε νερό κατά τη φάση της καταπόνησης μπορεί να φθάσει σε τιμές γύρω στο 60% (τα ελάχιστα όρια του RWC σε κάθε μελέτη καθορίζονται από τη δυνατότητα ανάκαμψης της φωτοσυνθετικής διαδικασίας μετά την άρση της υδατικής καταπόνησης). Εντός των ορίων αυτών ελάχιστα είναι τα ευρήματα που υποδεικνύουν επιδράσεις της έλλειψης νερού στο πεδίο των φωτεινών αντιδράσεων και της λειτουργίας των δύο φωτοσυστημάτων

Η οικοφυσιολογική συμπεριφορά του μαλακόφυλλου ημιφυλλοβόλου θάμνου *Phlomis fruticosa* L. έχει μελετηθεί αρκετά στο παρελθόν (Grammatikopoulos et al. 1995; Kyriarisis et al. 1997; Grammatikopoulos 1999) και έχει διαπιστωθεί ότι α) το σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC) ελαττώνεται κατά τη θερινή περίοδο σε επίπεδα που προσεγγίζουν ορισμένες ημέρες το 30%-40%, καθώς και ότι β) μετά από την επανυδάτωση των φύλλων αυτά ανακτούν το σύνολο σχεδόν της φωτοσυνθετικής τους δραστηριότητας. Για τους παραπάνω λόγους ο θάμνος αυτός αποτελεί ένα πολύ καλό υλικό για τη μελέτη των άμεσων επιδράσεων της σοβαρής υδατικής καταπόνησης στις φωτεινές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης.

Υλικά και μέθοδοι

Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν 150 νεαρά φυτά *Phlomis fruticosa* L. σε γλάστρες (8 μήνες μετά τη φύτευσή τους στο εργαστήριο). Μετά από προσαρμογή στο φυσικό περιβάλλον για 2 περίπου μήνες διαχωρίστηκαν με βάση μορφολογικές μετρήσεις (επιφάνεια φύλλων, αριθμ.φύλλων, ύψος φυτού) σε 3 ομάδες (**Ομάδα 1**: καλά ποτισμένα **ΚΠ**, **Ομάδα2**: λίγο ποτισμένα **ΛΠ**, **Ομάδα3**: απότιστα **ΑΠ**). Κατά τακτά

χρονικά διαστήματα γινόταν εναλλαγή θέσης (rotation) των ομάδων και των ατόμων εσωτερικά της ομάδας σε όλη τη διάρκεια του πειράματος (60 ημέρες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού 20/5 – 20/7).

Μετρήσεις

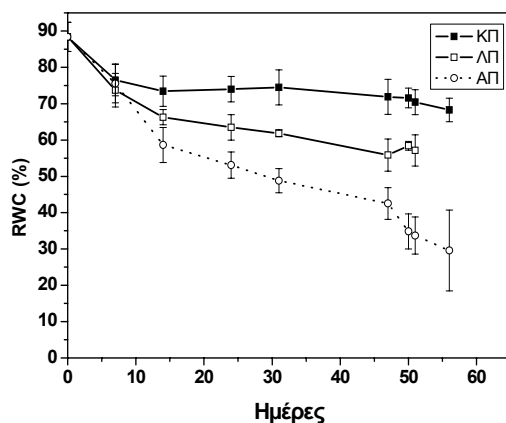
Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν οι εξής:

1) Σχετικό περιεχόμενο σε νερό (RWC %) 2) Μετρήσεις φθορισμού της χλωροφύλλης με φθορισμόμετρο χρονικής ανάλυσης (Plant Efficiency Analyser, PEA) με το οποίο εκτιμήθηκαν α) η μέγιστη απόδοση του PSII (Fv/Fmax) καθώς και β) τα σχετικά ποσοστά ενεργών/ανενεργών φωτοσυνθετικών κέντρων PSII (Lu and Zhang 1998) . 3) Μετρήσεις φθορισμού της χλωροφύλλης με φθορισμόμετρο pulse (MINI-PAM) με το οποίο πραγματοποιήθηκαν κινητικές επαγωγής του φθορισμού της χλωροφύλλης (induction curves).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

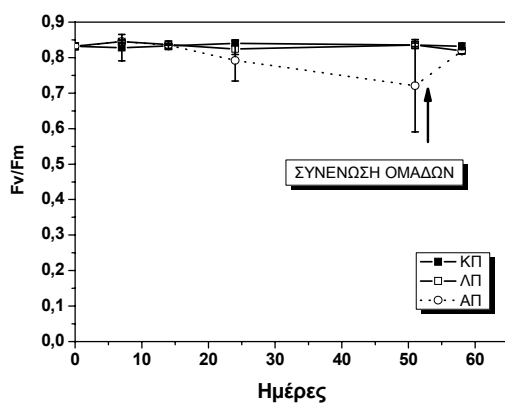
10 ημέρες μετά την έναρξη του πρωτοκόλλου των ποτισμάτων παρουσιάζεται σαφής διαφορά στην ελάττωση του περιεχομένου νερού στις 3 ομάδες η οποία αυξάνει σταδιακά με την πάροδο του χρόνου (Εικ. 1).

Με την πρόοδο της καταπονητικής περιόδου εμφανίζεται μείωση στην μέγιστη απόδοση του PS II στα απότιστα φυτά. Αν και η μείωση είναι σχετικά μικρή, αφορά τον πιο σταθερό δείκτη απόδοσης που συσχετίζεται με φαινόμενα φωτοαναστολής. Το φαινόμενο φαίνεται να είναι αντιστρεπτό μετά την άρση της καταπόνησης (Εικ. 2).

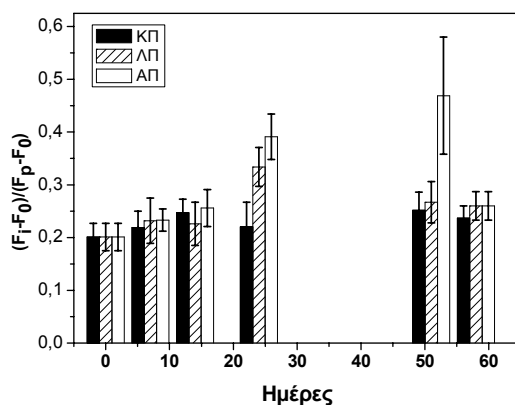


Εικόνα 1: Μεταβολές του RWC στις 3 ομάδες φυτών κατά τη διάρκεια του πειράματος (57 ημέρες). Μέσοι όροι $\pm$ SD (n = 8).

Επίσης παρουσιάζεται χαρακτηριστική αύξηση των ανενεργών σε σχέση με τα ενεργά PS II κέντρα στα φυτά που υπέστησαν σοβαρή υδατική καταπόνηση. Το φαινόμενο φαίνεται να είναι αντιστρεπτό μετά την άρση της καταπόνησης (Εικ. 3).



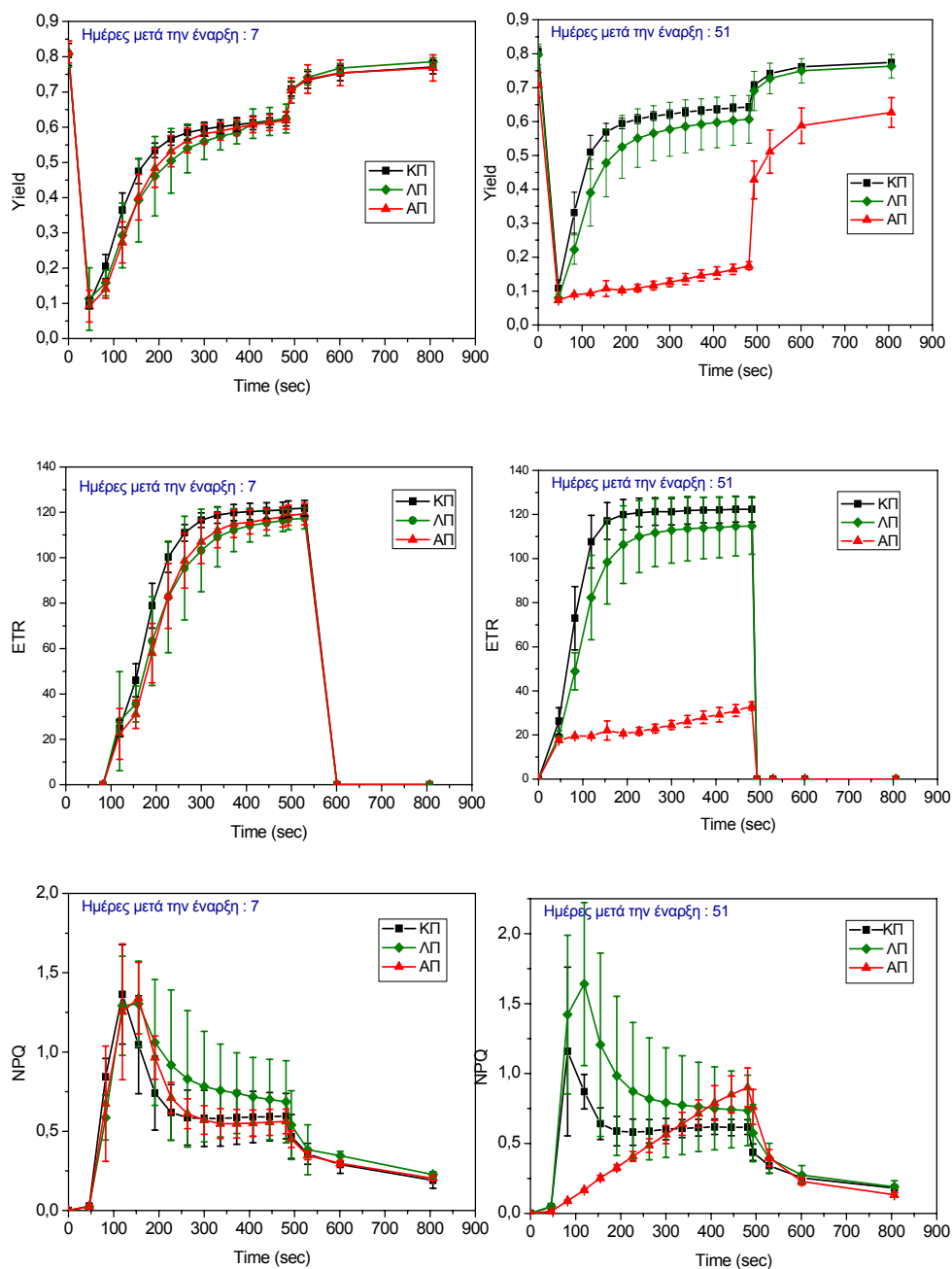
Εικόνα 2: Διακυμάνσεις της μέγιστης απόδοσης του PS II (F_v/F_m) στις 3 ομάδες φυτών κατά τη διάρκεια του πειράματος (57 ημέρες). Μετρήσεις του F_v/F_m πριν την ανατολή του ηλίου (predawn values). Μέσοι όροι $\pm$ SD ($n = 8$).



Εικόνα 3: Διακυμάνσεις του λόγου ανενεργών προς ενεργά PS II κέντρα στις 3 ομάδες φυτών κατά τη διάρκεια του πειράματος (57 ημέρες). Μέσοι όροι $\pm$ SD ($n = 8$).

Τα ιδιαίτερος καταπονημένα φυτά της ομάδας 3 επιδεικνύουν ανικανότητα αύξησης της απόδοσης του PSII ακόμη και κάτω από σχετικά ήπια ένταση φωτός στο τέλος της καταπονητικής περιόδου. Ως επακόλουθο, η ταχύτητα ροής ηλεκτρονίων (μέτρο της φωτοσυνθετικής ταχύτητας) στην ομάδα αυτή, εμφανίζεται εξαιρετικά μικρή σε σχέση με τις δύο άλλες ομάδες (Εικ. 4).

Η υδατική καταπόνηση ελλοτώνει τη μέγιστη φωτοσυνθετική απόδοση του PS II υποδεικνύοντας έτσι φαινόμενα φωτοαναστολής. Πρέπει να σημειωθεί ότι η επίδραση αυτή παρουσιάζεται σε RWC μικρότερα του 40%. Στις ίδιες τιμές RWC η ενεργοποίηση του PSII από το φως είναι εξαιρετικά μπρή ενώ η σταδιακή αύξηση στο NPQ δεν επαρκεί για ικανοποιητικές αποδόσεις της φωτοσύνθεσης. Το ποσοστό των ανενεργών PS II κέντρων αυξάνεται με την πρόοδο της υδατικής καταπόνησης. Τόσο η μέγιστη φωτοσυνθετική απόδοση όσο και το σχετικό ποσό των ανενεργών PS II κέντρων προσεγγίζουν τις αρχικές τιμές τους μετά την άρση της καταπόνησης. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες που έδειξαν ταχεία ανάκτηση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας στο περιβάλλον όταν αρθεί ο καταπονητικός παράγοντας.



Εικόνα 4: Κινητικές επαγωγής του φθορισμού της χλωροφύλλης (induction curves) στις 3 ομάδες φυτών. Η ένταση του ακτινικού φωτός $\approx 500 \mu\text{mole/m}^2.\text{sec}$. Παρουσιάζονται οι κινητικές επαγωγής της απόδοσης του PSII (Yield), της ταχύτητας ροής των ηλεκτρονίων (ETR) καθώς και της μή φωτοχημικής απόσβεσης του φθορισμού της χλωροφύλλης (NPQ), στις 7 και 51 ημέρες (έναρξη και τέλος της καταπονητικής περιόδου του πειράματος). Μέσοι όροι $\pm$ SD ($n = 6$).

Βιβλιογραφία

- Lawlor D. 2002. Limitation to Photosynthesis in Water-stressed Leaves: Stomata vs. Metabolism and the Role of ATP . Ann Bot. 89: 871-885.
- Grammatikopoulos G., Kyparissis A. & Manetas Y. 1995. Seasonal and diurnal gas exchange characteristics and water relations of the drought semi-deciduous shrub *Phlomis fruticosa* L. under Mediterranean field conditions. Flora 190: 71-78.
- Kyparissis A., Grammatikopoulos G. & Manetas Y. 1997. Leaf demography and photosynthesis as affected by the environment in the drought semi-deciduous Mediterranean shrub *Phlomis fruticosa* L. Acta Oecologica 18: 543-555.
- Grammatikopoulos G. 1999. Mechanisms for drought tolerance in two Mediterranean seasonal dimorphic shrubs. Aust. J. Plant. Physiol. 26: 587-593.
- Lu C. & Zhang J. 1998. Modifications in photosystem II photochemistry in senescent leaves of maize plants. J. Exp. Bot. 49: 1671-1679.

Εκτίμηση της κατάστασης διατήρησης των πληθυσμών της Κεφαλληνιακής ελάτης στον Εθνικό Δρυμό Αίνου – Πρώτα αποτελέσματα

Πολίτη Π.Ι. & Αριανούτσου Μ.

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής,
Τμήμα Βιολογίας, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος διδακτορικής διατριβής, η οποία έχει ως αντικείμενο την εκτίμηση της κατάστασης διατήρησης των πληθυσμών της κεφαλληνιακής ελάτης στον Εθνικό Δρυμό Αίνου. Η εργασία συνίσταται στη συστηματική επιτόπια παρακολούθηση (monitoring) των πληθυσμών της ελάτης καθώς και στον έλεγχο της πιθανής σχέσης της κατάστασης των πληθυσμών της με αβιοτικές παραμέτρους των ενδιαιτημάτων της. Τα πρώτα συγκεντρωθέντα αποτελέσματα περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με τα ποσοστά εμφάνισης και επιβίωσης των αρτιβλάστων της ελάτης κατά την πρώτη περίοδο δειγματοληψιών (Άνοιξη-Καλοκαίρι 2004). Τα δεδομένα αυτά συγκεντρώθηκαν από 20 επιφάνειες των 100 m² που είναι εγκατεστημένες σε 11 διαφορετικές περιοχές του Δρυμού. Οι περιοχές αυτές έχουν επιλεγεί με κριτήρια την εκπροσώπηση θέσεων που ευρίσκονται σε διαφορετικά υψόμετρα και προσανατολισμούς αλλά παρέχουν και ικανοποιητική επαναληψιμότητα στις διάφορες διακριτές περιπτώσεις. Ο μέσος όρος επιβίωσης αρτιβλάστων που καταγράφηκε είναι της τάξης του 35%. Τα αποτελέσματα που θα συγκεντρωθούν από τη μελέτη αυτή αναμένεται να απαντήσουν σε ερωτήματα όπως:

- Είναι ικανοποιητική η υφιστάμενη αναγέννηση του είδους στο Δρυμό Αίνου;
- Υπάρχει κάποιο πρότυπο στην αναγέννηση που σχετίζεται με τη θέση;
- Υπάρχει και τι είδους συσχέτιση μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων σε ό,τι αφορά την ελάτη στις περιοχές μελέτης;
- Ποιος είναι ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την φυσική αναγέννηση της ελάτης;

Evaluation of the conservation status of the population of Greek fir (*Abies cephalonica* L.) in the National Park of Mount Aenos (Kefalonia, Greece)

Politi P.G. & Arianoutsou M.

University of Athens, Department of Ecology and Systematics,
Faculty of Biology, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

The present study is part of a Ph.D. thesis concerning the evaluation of the conservation status of the population of the Greek fir (*Abies cephalonica* L.) in the National Park of Mount Aenos. The study mainly consists of regular monitoring of the *Abies* population. Evaluation of the existence of potential relations between the status of the fir population and its habitat characteristics is also one of the scopes of the project. Twenty (20) sampling sites of 100 m² were established in 11 different areas of the Park, chosen so that to represent as much as possible of the landscape heterogeneity, keeping always the necessary number for repetition. Emergence, establishment and survival of *Abies* seedlings were monitored during spring and summer of 2004. The average survival of the seedlings recorded was 35%. The overall results of this study are expected to answer questions like:

- Is the present regeneration of the species in the National Park of Aenos satisfactory?
- Is there a pattern in the regeneration that is related with the positioning on the site?
- What is the potential relationship between seedling establishment and habitat characteristics?

Εισαγωγή

Η *Abies cephalonica* παρουσιάζει την κύρια ανάπτυξή της στην ορεινομεσογειακή ζώνη βλάστησης, ζώνη ψυχρόβιων κωνοφόρων (Φοίτος 2001), η οποία στο όρος Αίνος επεκτείνεται έως τα 1628 m. Σε ορισμένες βορειοδυτικές πλαγιές παρατηρείται η εμφάνιση της ελάτης από τα 600 μέτρα, και σε επαφή με φυτοκοινότητες σκληροφύλλων αειφύλλων θάμνων *Quercus coccifera*.

Οι κλιματικές συνθήκες χαρακτηρίζονται από χαμηλές θερμοκρασίες και συχνές χιονοπτώσεις. Πρόκειται για περιοχή με ετήσιο βροχομετρικό ύψος άνω των 1200 mm. Η μέση θερμοκρασία του αέρα του θερμότερου μήνα είναι μικρότερη των 22°C και ο αντίστοιχος κλιματικός τύπος είναι Csb (με βάση το σύστημα του Koeppen).

Οι έντονες και συχνές διαταραχές που συνέβησαν στο παρελθόν (υλοτομία, πυρκαγιές) και οι συνεχείς αλόγιστες δράσεις του ανθρώπου στις μέρες μας, προκάλεσαν την υποβάθμιση της βλάστησης των μακί και την επικράτηση των φρυγάνων σε πολλές περιοχές που βρίσκονται εκτός των ορίων του Δρυμού (δηλ. 400-700 m υψόμετρο). Σε ορισμένες πλαγιές η υπερβόσκηση από αιγοπρόβατα έχει περιορίσει σημαντικά τις συστάδες με *Quercus coccifera* αντικαθιστώντας αυτές με *Phlomis fruticosa* (Politi & Marceno 2001). Το τελευταίο είναι ανθεκτικό στη φωτιά και στη βόσκηση (Arianoutsou & Margaritis 1984).

Η αρχική έκταση των πληθυσμών της ελάτης έχει μειωθεί στο ένα τέταρτο (Σάμιος 1908, Γενικό Διαχειριστικό Σχέδιο (Γ.Δ.Σ) Εθνικού Δρυμού Αίνου 1996). Αυτό έχει επηρεάσει αρνητικά την ίδια την ελάτη και πιθανόν ορισμένα είδη του υπορόφου της, καθώς δεν παρατηρείται επανεγκατάσταση στις περιοχές που κάλυπτε στο παρελθόν.

Οι μελέτες που έχουν γίνει μέχρι τώρα σε εθνικό και τοπικό επίπεδο αφορούν γενικά διαχειριστικά σχέδια και προτάσεις προστασίας και διαχείρισης του Δρυμού ("Σχέδιο Ανάπτυξης Νομού Κεφαλονιάς και Ιθάκης για το 3ο ΚΠΣ 2000-2006" - "Γενικό Διαχειριστικό Σχέδιο Εθνικού Δρυμού", Διεύθυνση Δασών 1996), ενώ οι περισσότερες έρευνες που έχουν γίνει σε ευρωπαϊκό επίπεδο αφορούν τη γενετική του είδους και αναδεικνύουν την αξία (καταλληλότητα) της *Abies cephalonica* ως είδους για

αναδάσωση Fady (1988, 1991a), Guidi & Pelleri (1990). Επίσης, έχουν γίνει ορισμένες μελέτες σχετικά με τη δομή της γενετικής ποικιλότητας της ελληνικής ελάτης (Fady 1990), αλλά και της σταθερότητας των χαρακτηριστικών της με την ηλικία (Fady 1991b).

Περιοχή μελέτης

Οι περιοχές μελέτης περιλαμβάνονται στην ευρύτερη περιοχή του Εθνικού Δρυμού, όπως έχει οριοθετηθεί από το Β.Δ. 776/1962 και αποτελεί το μικρότερο σε έκταση Εθνικό Δρυμό της Ελλάδας (πυρήνας 28.620 στρέμματα, προτεινόμενη περιφερειακή ζώνη 45.000 στρέμματα). Ο εν λόγω Δρυμός συμπεριλαμβάνεται στο κοινοτικό δίκτυο Ειδικών Ζωνών Διατήρησης Natura 2000 βάσει της Οδηγίας 92/43/ΕΕ.

Εκτείνεται σε γεωγραφικό μήκος 20° 38' και 20° 44' ανατολικά και σε γεωγραφικό πλάτος 38° 06' και 38° 10' βόρεια. Ο πυρήνας του Δρυμού αποτελείται από δύο τμήματα με σαφή διάκριση μεταξύ τους. Το μεγαλύτερο τμήμα του πυρήνα βρίσκεται στο όρος Αίνος, έχει έκταση 23.160 στρέμματα και αναπτύσσεται με κατεύθυνση ΒΔ-ΝΑ. Το δεύτερο τμήμα του πυρήνα βρίσκεται στο όρος Ρούδι, έχει έκταση 5.460 στρέμματα και αναπτύσσεται ΒΔ του Αίνου (Γενικό Διαχειριστικό Σχέδιο Δρυμού Αίνου 1996).

Έπειτα από σειρά συστηματικών επισκέψεων και λαμβάνοντας υπ' όψιν αφ' ενός την έντονη ανθρώπινη παρέμβαση στο Νότιο μέρος του όρους Ρούδι (υπερβόσκηση) και αφ' ετέρου το γεγονός ότι η βλάστηση της Βόρειας πλευράς αυτού προσομοιάζει με την κατάσταση που επικρατεί στο όρος Αίνο, καταλήξαμε στην επιλογή της μεγαλύτερης γεωγραφικής ενότητας του Αίνου για την πραγματοποίηση της έρευνας.

Η Κεφαλληνιακή ελάτη, είναι το κυρίαρχο δενδρώδες είδος στο Δρυμό με ποσοστό κάλυψης 93,4%. (Γ.Δ.Σ. Εθνικού Δρυμού Αίνου 1996).

Μεθοδολογία

Η γεωγραφική ενότητα του όρους Αίνος, ως οικολογική οντότητα, ελέγχθηκε συστηματικά για τον εντοπισμό διακριτών ενδιαιτημάτων. Σημαντικό ρόλο για την τελική επιλογή έπαιξε και η προσβασιμότητα των περιοχών.

Η περιοχή μελέτης χωρίσθηκε με βάση τις ισοϋψείς ανά 100 m από τα 1000 έως τα 1600 m. Παράλληλα με τις ισοϋψείς εγκαταστάθηκαν 20 επιφάνειες δειγματοληψίας των 100 m² (10x10) (Πίνακας 2) έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη πιθανή ετερογένεια (διαφορετικοί προσανατολισμοί) καθώς και η επαναληψιμότητα των θέσεων (Πίνακας 1).

Εντός των επιφανειών των 100 m² εγκαταστάθηκαν τυχαία 10 υποεπιφάνειες του 1 m² για τη συστηματική παρακολούθηση της εξέλιξης του πληθυσμού (Πίνακας 3).

Επιπλέον, σε 5 από τις ανωτέρω 10 υποεπιφάνειες του 1 m², οι οποίες επιλέχθηκαν με ένα εναλλασσόμενο γεωμετρικό πρότυπο (Εικ. 1) έγινε εκτίμηση παραμέτρων του αναπαραγωγικού δυναμικού των ατόμων της ελάτης (καταγραφή του αριθμού των σπερμάτων που έχουν πέσει στο έδαφος) κατά την περίοδο απολεπισμού των κώνων και πριν την κάλυψή τους από το χιόνι.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά των θέσεων δειγματοληψίας.

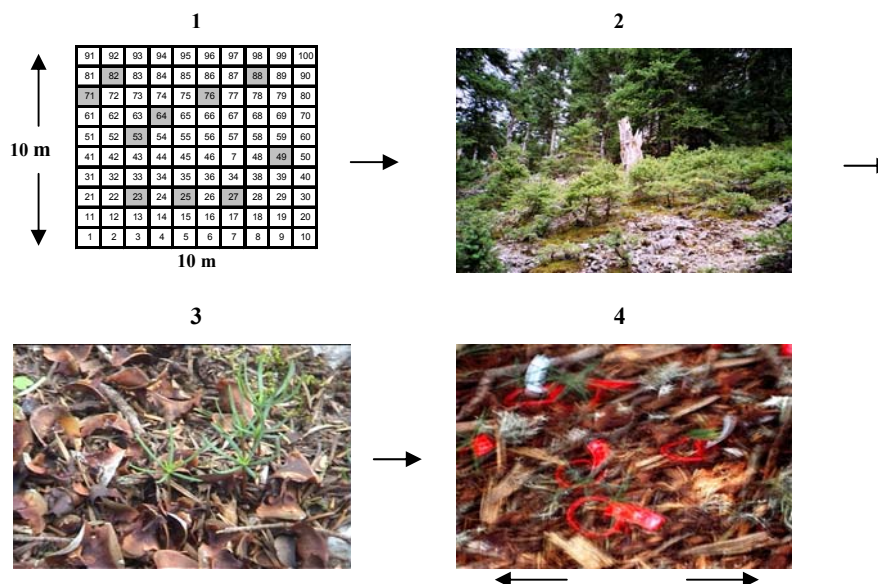
Κωδικός Περιοχής	Υψόμετρο (m)	Έκθεση	Κλίση (°)	Φυσιογραφία εδάφους
1A	1000	BΔ	30	πετρώδες
1B	1000	BΔ	25	πετρώδες
2A	1010	BA	3	πετρώδες με χώμα
2B	1010	B	3	πετρώδες με χώμα
11A	1100	N	0	χώμα
11B	1100	N	0	χώμα
3A	1100	NA	10	πετρώδες με χώμα
3B	1100	A	10	πετρώδες με χώμα
4A	1200	BA	45	πετρώδες
4B	1200	BA	45	πετρώδες
5A	1240	BΔ	10	πετρώδες
5B	1240	Δ	20	πετρώδες
6	1350	BA	35	πετρώδες
7A	1400	BA	35	πετρώδες
7B	1400	BA	5	πετρώδες
8A	1500	A	5	πετρώδες με χώμα
8B	1500	A	5	πετρώδες με χώμα
9	1600	N	5	πετρώδες
10A	1610	B	40	πετρώδες
10B	1610	B	40	πετρώδες

Πίνακας 2. Παράμετροι που καταγράφονται ανά θέση.

Οικολογικές παράμετροι	Βιολογικές παράμετροι
• Έκθεση • Κλίση • Υψόμετρο • Χαρακτηριστικά εδάφους • Απόσταση από δρόμο, βαθμός ανθρωπογενούς παρέμβασης • Άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (π.χ. εξάρσεις βράχων)	• Μορφομετρικά χαρακτηριστικά των ατόμων της ελάτης (ύψος, στήθια περίμετρο, προβολή κόμης, ύψος έναρξης διακλάδωσης) με παράλληλη χαρτογράφηση της θέσης τους. • Εκτίμηση παραμέτρων του αναπαραγωγικού δυναμικού ατόμων της ελάτης (έλεγχος παρουσίας / απουσίας κώνων στα άτομα της ελάτης, μέτρηση αριθμού κώνων σε 5 τυχαία άτομα)

Πίνακας 3. Παράμετροι που καταγράφονται ανά υποεπιφάνεια.

Οικολογικές παράμετροι	Βιολογικές παράμετροι
• Περιγραφή ενδιαιτήματος • Ποσοστό εδαφοκάλυψης • Ποσοστό κάλυψης από την κομοστέγη των δένδρων	• Μέτρηση εμφάνισης αρτιβλάστων (χαρτογράφηση και δακτυλίωση) • Μέτρηση εγκατάστασης αρτιβλάστων εκτίμηση επιβίωσης (φθινοπωρινή και εαρινή περίοδος) • Καταγραφή χαρακτήρων των αρτιβλάστων [π.χ. αριθμού κοτυληδόνων ανά αρτιβλαστο (εαρινή περίοδος)]



Εικόνα 1. 1, Γεωμετρικό πρότυπο επιλογής υποεπιφανειών 1 m². 2, παράδειγμα περιοχής μελέτης. 3, αρτίβλαστα 1ου χρόνου (ημερομηνία φωτογράφισης: 20 Ιουνίου 2004). 4, δακτυλίωση αρτίβλαστων.

Πρώτα αποτελέσματα - Συζήτηση

Από τις πρώτες επισκέψεις που πραγματοποιήθηκαν στο Δρυμό έχει διαπιστωθεί μεγαλύτερη πυκνότητα πληθυσμών και αναγέννηση στις B-BA εκθέσεις, έντονη βόσκηση στις BA, A και N, NA εκθέσεις αλλά και έντονες διαβρώσεις του εδάφους στα N, NA και A όρια του Δρυμού που πιθανά οφείλονται σε πυρκαγιές περασμένων χρόνων, στην έντονη βόσκηση αλλά και στις απότομες κλίσεις των κλιτύων.

Στις Εικ. 2 και 3 που ακολουθούν περιέχονται τα αποτελέσματα από τις πρώτες δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν κατά το διάστημα Ιουνίου-Οκτωβρίου 2004.

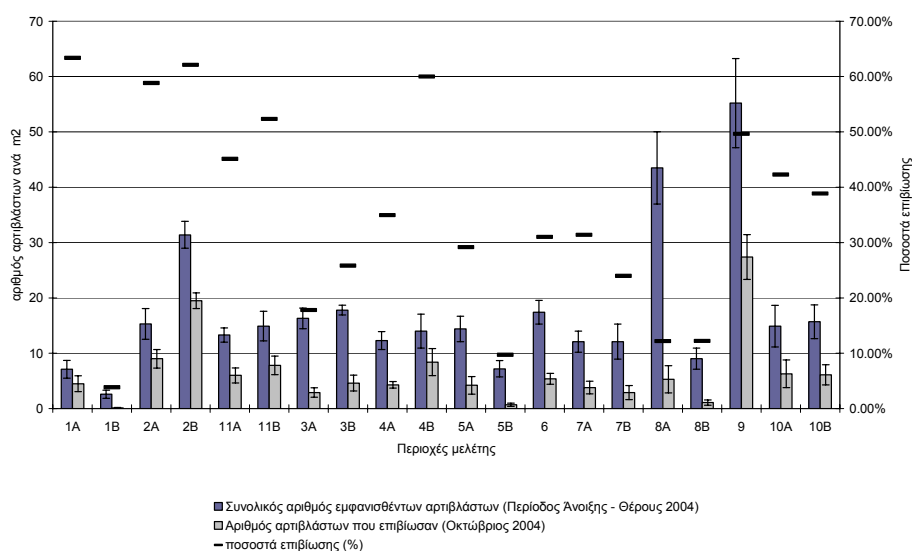
Από τα αποτελέσματα της πρώτης περιόδου δειγματοληψιών (Εικ. 2 & 3) παρατηρούνται τα εξής:

Ο συνολικός αριθμός αρτίβλαστων τα οποία μετρήθηκαν και δακτυλιώθηκαν κατά την περίοδο Άνοιξη-Καλοκαίρι 2004 είναι 2887 εκ των οποίων επιβίωσαν τα 1303 (μέτρηση Οκτωβρίου 2004).

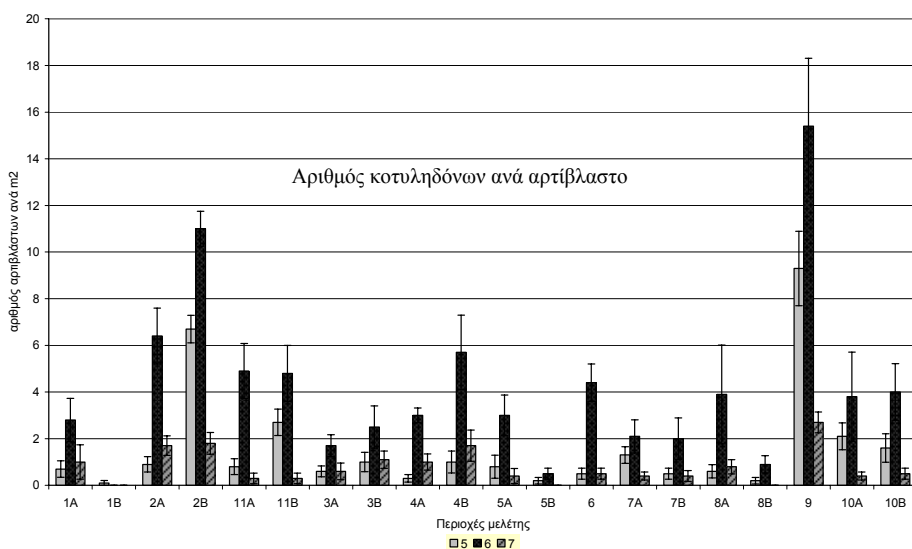
Διαπιστώνεται ότι ο αριθμός των εμφανισθέντων αρτίβλαστων αυξάνεται καθώς αυξάνεται το υψόμετρο και το ίδιο ισχύει με τον αριθμό των αρτίβλαστων που επιβιώνουν.

Έντονη διακύμανση καταγράφεται επίσης και στα ποσοστά επιβίωσης, με μέγιστο 63,38% (1A) και ελάχιστο 3,85% (1B). Από παρατηρήσεις στο πεδίο εκτιμάται ότι πιθανόν η διαφορά αυτή να οφείλεται στην προστασία (nursing effect) που προσφέρουν τα μικρά δενδρύλλια της περιοχής 1A, καθώς είναι το μόνο χαρακτηριστικό που

διαχωρίζει αυτή την περιοχή από την 1B. Πρόκειται για περιοχές που βρίσκονται στα όρια του Δρυμού και υπόκεινται σε έντονη βόσκηση.



Εικόνα 2. Καταγραφή αριθμού αρτιβλάστων κατά την περίοδο δειγματοληψιών Άνοιξης-Φθινοπώρου 2004 και ποσοστά (%) επιβίωσης αυτών.



Εικόνα 3. Καταγραφή αριθμού κοτυληδόνων ανά αρτιβλαστο που επιβίωσε.

Τα περισσότερα αρτίβλαστα που επιβιώνουν εμφανίζονται με 6 κοτυληδόνες. Ωστόσο, επί του παρόντος δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία για τη σχέση επιβίωσης και αριθμού κοτυληδόνων ανά αρτίβλαστο.

Συμπερασματικά, από τα μέχρι τώρα δεδομένα φαίνεται ότι σημαντικότερο ρόλο στην εγκατάσταση των αρτιβλάστων παίζει η προστασία που προσφέρουν τα μεγαλύτερα άτομα, ακολουθεί η κλίση, το υψόμετρο και η έκθεση της κάθε περιοχής.

Βιβλιογραφία

- Arianoutsou-Faraggitaki M. & Margaris N.S. 1982. Phrygane (East Mediterranean) Ecosystems and Fire. *Ecologia Mediterranea* 8(1-2): 473-480.
- Γενικό Διαχειριστικό Σχέδιο Εθνικού Δρυμού Αίνου 1996. Διεύθυνση Δασών Κεφαλονιάς και Ιθάκης, σελ. 83-88.
- Fady B. 1988. Comparison of the growth strategies of *Cedrus atlantica* & *Abies cephalonica*. *Forêt Méditerranéenne* 10(2): 397-406.
- Fady B. 1990. Genetic variability of height growth components of the Greek fir (*Abies cephalonica*). *Canadian Journal of Forest Research* 20: 1453-1460.
- Fady B. 1991a. Variation of vegetative flushing in *Abies cephalonica* Loudon in an experimental site. *Annales des Sciences Forestières* 48: 73-85.
- Fady B. 1991b. Variability of juvenile Greek firs and stability of characteristics with age. *Silvae Genetica* 40: 91-99.
- Guidi L. & Pelleri F. 1990. Prime osservazioni su due impianti sperimentali di abete Greco dell' appennino centro meridionale. *Annali dell' istituto sperimentale per la selvicoltura Arezzo*. Estratto dal 21: 109-134.
- Politi P.G. & Marceno C. 2001. Lineamenti geobotanici di Monte Aenos (Cefalonia, Grecia). Διπλωματική Διατριβή, Università di Palermo, σελ. 43-50.
- Σάμιος K.M. 1908. Τα δάση της Κεφαλληνίας. Εθνικό Τυπογραφείο, Αθήνα, σελ. 127-131.
- Φοίτος Δ.Γ. 2001. Μαθήματα Γεωβοτανικής. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα, σελ. 112.

Επίδραση ψευδαργύρου και μολύβδου στην έκφραση της γλουταμικής αφυδρογονάσης της αγγουριάς

Πριμηκύριος Ν.Ι., Μαρουλάκη Μ.Ι., Κονσολάκης Γ. & Λουλακάκης Κ.Α.

Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης.

Περίληψη

Η αύξηση των συγκεντρώσεων των βαρέων μετάλλων στο περιβάλλον και η συνεπακόλουθη πρόκληση τοξικοτήτων σε όλο το φάσμα των ζωντανών οργανισμών, αποτελεί σήμερα μείζον περιβαλλοντικό πρόβλημα. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων ψευδαργύρου και μολύβδου στην έκφραση του ενζύμου της γλουταμικής αφυδρογονάσης (GDH), καθώς και των ενζύμων συνθετάση της γλουταμίνης (GS) και συνθάση του γλουταμικού (GOGAT) (εμπλέκονται στην αφομοίωση της αμμωνίας) σε σπορόφυτα αγγουριάς *in vitro*. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης των δύο υπό δοκιμή βαρέων μετάλλων και της ενεργότητας και της ανοσοεντοπιζόμενης πρωτεΐνης της GDH. Αντίθετα, η συγκέντρωση των δύο μετάλλων φαίνεται να συσχετίζεται αρνητικά με τα επίπεδα των ενζύμων της GS και GOGAT.

Εισαγωγή

Λόγω διάφορων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων αυξάνονται στο περιβάλλον. Η περίσσεια βαρέων μετάλλων προκαλεί φυτοτοξικά συμπτώματα στα ανώτερα φυτά, όπως παρεμπόδιση του φυτρώματος των σπόρων, καθυστέρηση ανάπτυξης, απώλεια φωτοσυνθετικών χρωστικών, υπεροξειδωση λιπιδίων κ.λπ. (Hall, 2002). Αν και η αφομοίωση της αμμωνίας είναι μια σημαντική μεταβολική διαδικασία στα φυτά, λίγες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί όσον αφορά την επίδραση των βαρέων μετάλλων. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η απόκριση στον ψευδάργυρο (Zn) και το μόλυβδο (Pb) του ενζύμου γλουταμική αφυδρογονάση (GDH) σε σχέση με τα επίπεδα των άλλων ενζύμων που εμπλέκονται στην αφομοίωση της αμμωνίας (συνθετάση της γλουταμίνης [GS] και συνθάση του γλουταμικού [GOGAT]) σε *in vitro* καλλιέργειες φυταρίων αγγουριάς.

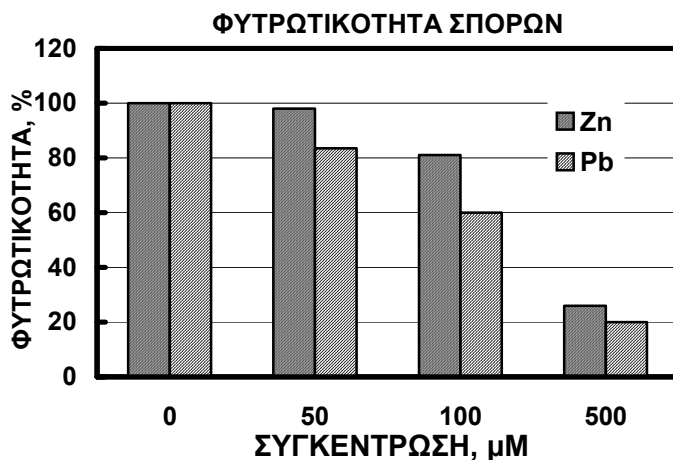
Υλικά και μέθοδοι

Σπόροι αγγουριάς (*Cucumis sativus* cv. Knossos) βλάστησαν *in vitro* σε θρεπτικό μέσο με τα άλατα του MS (εκτός από NH_4NO_3) στο οποίο προστέθηκαν 0, 50, 100 και 500 μM ZnSO_4 ή Pb-EDTA. Επίσης, μοσχεύματα από τα προαναφερθέντα σπορόφυτα υποκαλλιεργήθηκαν σε θρεπτικό μέσο MS, τροποποιημένο ώστε να περιέχει 20 mM KNO_3 ως μόνη πηγή αζώτου και στο οποίο προστέθηκαν 0, 50, 100 και 500 μM ZnSO_4 ή Pb-EDTA. Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε θάλαμο σταθερών συνθηκών με θερμοκρασία

25±1°C, φωτοπερίοδο 16/8 h λευκού φωτός φθορισμού (2800-3000 Lux) και συγκομίστηκαν τρεις εβδομάδες αργότερα. Η εκχύλιση των πρωτεϊνών, οι προσδιορισμοί των ενζυμικών ενεργοτήτων, η αποδιατακτική SDS ηλεκτροφόρηση και η ανάλυση κατά western πραγματοποιήθηκαν όπως έχει ήδη περιγράψει (Loulakakis et al. 2002).

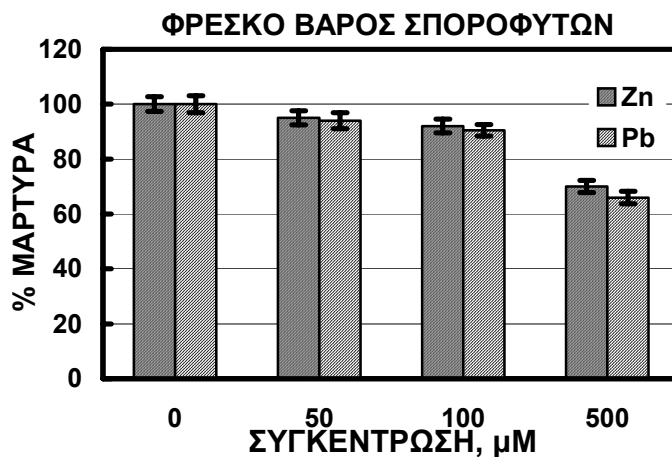
Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η παρουσία του Zn ή του Pb σε οποιαδήποτε συγκέντρωση στο μέσο είχε δυσμενείς επιπτώσεις στις παραμέτρους βλάστησης και αύξησης των σποροφύτων. Τόσο η φυτρωτικότητα των σπόρων όσο και το φρέσκο βάρος και γενικότερα τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυταρίων επηρεάστηκαν αρνητικά με την αύξηση της συγκέντρωσης των μετάλλων στο θρεπτικό μέσο (Εικ. 1 και 2). Η επίδραση των δύο μετάλλων στο φρέσκο βάρος ήταν εντονότερη όταν χρησιμοποιήθηκαν μοσχεύματα ως αρχικό υλικό. Παρόμοια συμπτώματα τοξικότητας τεκμηριώνονται καλά από τη βιβλιογραφία (Hall 2002). Η τοξικότητα πιθανότατα οφείλεται στη σύνδεση των βαρέων μετάλλων στις σουλφυδρυλικές, αμινικές ή ιμινικές ομάδες των πρωτεϊνών ή και στην υποκατάσταση ενός απαραίτητου στοιχείου με συνέπεια την πρόκληση ανεπάρκειας. Επιπλέον, οι υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων μπορούν να προκαλέσουν την παραγωγή ελεύθερων ριζών και ενεργών μορφών οξυγόνου, με συνέπεια την οξειδωτική καταπόνηση (Hall 2002).

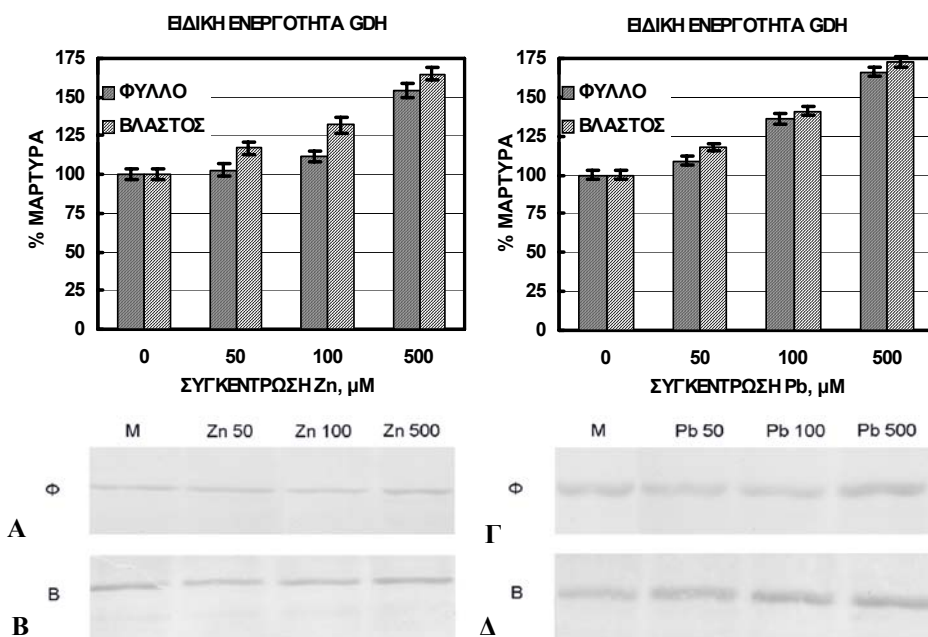


Εικόνα 1. Φυτρωτικότητα σπερμάτων αγγουριάς *in vitro*, υπό την επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων Zn και Pb. Σπέρματα αγγουριάς αποστειρώθηκαν και τοποθετήθηκαν σε θρεπτικό μέσο MS χωρίς σακχαρόζη και αμμωνιακά ιόντα, παρουσία 0, 50, 100 και 500 μM ZnSO_4 ή Pb-EDTA .

Η συγκέντρωση των δύο μετάλλων στο μέσο καλλιέργειας, συσχετίστηκε θετικά με την ειδική ενεργότητα και τα επίπεδα πρωτεΐνης της GDH. Στα 500 μM του ψευδάργυρου η ενεργότητα της GDH αυξήθηκε κατά 54% και 65% στα φύλλα και τους βλαστούς ενώ για την ίδια συγκέντρωση του μολύβδου η αύξηση ήταν 66% και 73%, αντίστοιχα (Εικ. 3Α και 3Γ). Παρόμοιες μεταβολές παρουσίασε και η ποσότητα της ανοσοενοπιζόμενης



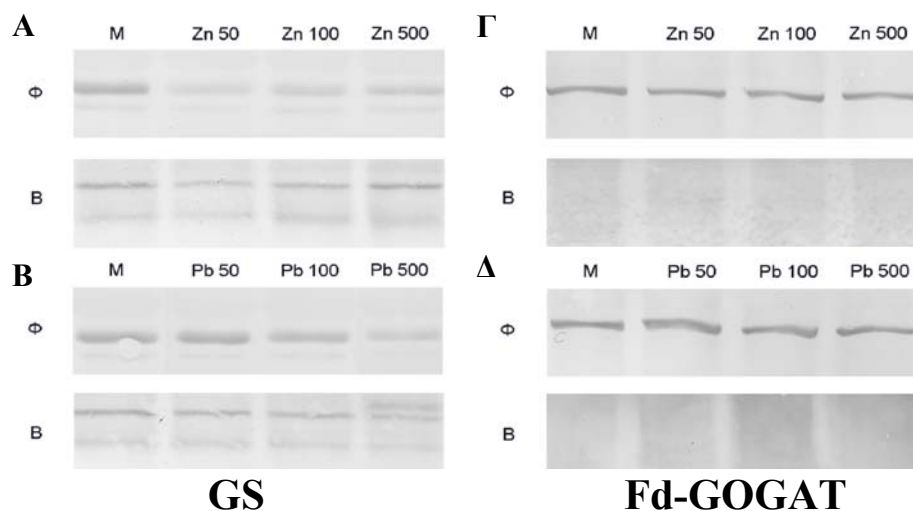
Εικόνα 2. Φρέσκο βάρος φυταρίων αγγουριάς που αναπτύχθηκαν *in vitro* σε διαφορετικές συγκεντρώσεις Zn και Pb. Σπορόφυτα αγγουριάς αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό μέσο MS χωρίς σακχαρόζη και αμμωνιακά ιόντα, παρουσία 0, 50, 100 και 500 μM ZnSO₄ ή Pb-EDTA και το φρέσκο βάρος τους προσδιορίστηκε 3 εβδομάδες μετά το φύτεμα των σπερμάτων.



Εικόνα 3. Ειδική ενεργότητα (Α και Γ) και ανοσοεντοπιζόμενη πρωτεΐνη (Β και Δ) της GDH σε φύλλα και βλαστούς φυτών αγγουριάς υπό την επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων (0, 50, 100 και 500 μM) Zn (Α και Β) και Pb (Γ και Δ).

πρωτεΐνης της GDH (Εικ. 3B και 3Δ). Αντίθετα, η παρουσία Zn ή Pb στο υλικό καλλιέργειας προκάλεσε μείωση στις ενζυμικές ενεργότητες και τα επίπεδα πρωτεΐνης της GS και της Fd-GOGAT (Εικ. 4). Παρόμοια απόκριση έχει επίσης περιγραφεί για το Cd, στον αραβόσιτο (Boussama et al. 1999) και το φασόλι (Gouia et al. 2000).

Η επαγωγή της GDH είναι ένα χαρακτηριστικό φαινόμενο υπό διάφορες συνθήκες καταπόνησης, όπως η αλατότητα, η ανεπάρκεια ύδατος και η γήρανση των φύλλων. Φαίνεται λοιπόν, ότι η περίσσεια βαρέων μετάλλων προκαλεί μια απόκριση καταπόνησης. Όπως σε φυτά υπό την επίδραση Cd, όπου έχουν παρατηρηθεί υψηλά ενδογενή επίπεδα αμμωνίου (Boussama et al. 1999· Gouia et al. 2003), ο Zn και ο Pb μπορεί να προκαλούν τη συσσώρευση αμμωνίου στους ιστούς της αγγουριάς, η οποία αυξάνει στη συνέχεια την έκφραση της GDH. Αφ' ετέρου, η επαγωγή της GDH, από τον ψευδάργυρο και το μόλυβδο μπορεί να είναι αναγκαία για την αναπλήρωση των αποθεμάτων του γλουταμικού οξέος, αμινοξυ που απαιτείται για τη σύνθεση πεπτιδίων που πραγματοποιούν την αποτοξίνωση από τα βαρέα μέταλλα δεσμευοντάς τα, όπως οι μεταλλοθειονίνες και οι φυτοχλατίνες.



Εικόνα 4. Ανοσοεντοπιζόμενη πρωτεΐνη της GS (A και B) και της Fd-GOGAT (Γ και Δ) σε φύλλα και βλαστούς φυτών αγγουριάς υπό την επίδραση διαφορετικών συγκεντρώσεων (0, 50, 100 και 500 μ M) Zn (A και Γ) και Pb (B και Δ).

Περαιτέρω μελέτη απαιτείται, προκειμένου να διευκρινιστεί ο συσχετισμός των προαναφερθέντων αποτελεσμάτων με τα ενδογενή επίπεδα βαρέων μετάλλων, με τη χρήση ενός απλούστερου *in vitro* συστήματος, όπως κάλλοι ή αιωρούμενες καλλιέργειες κυττάρων, στο οποίο να μην υπάρχουν αλληλεπιδράσεις από τα φαινόμενα της πρόσληψης των μεταλλικών ιόντων από τη ρίζα και της μεταφοράς τους μέσω του ξυλώματος.

Βιβλιογραφία

- Boussama N., Ouariti O., Suzuki A. & Ghorbal M.H. 1999. Cd-stress on nitrogen assimilation. *J. Plant Physiol.* 155: 310-317.
- Gouia H., Ghorbal M.H. & Meyer C. 2000. Effects of cadmium on activity of nitrate reductase and on other enzymes of the nitrate assimilation pathway in bean. *Plant Physiol. Biochem.* 38: 629-638.
- Gouia H., Suzuki A., Brulfert J. & Ghorbal M.H. 2003. Effects of cadmium on the co-ordination of nitrogen and carbon metabolism in bean seedlings. *J. Plant Physiol.* 160: 367-376.
- Hall J. L. 2002. Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *J. Exp. Bot.* 53: 1-11.
- Loulakakis K.A., Primikiris N.I., Nikolantonakis M.A. & Roubelakis-Angelakis K.A. 2002. Immunocharacterization of *Vitis vinifera* L. ferredoxin-dependent glutamate synthase and its spatial and temporal changes during leaf development. *Planta* 215: 630-638.

Ανάλυση της χλωρίδας της περιοχής γύρω από τη λίμνη Πετρών (Δ. Μακεδονία)

Πυρινή Χ., Καραγιαννακίδου Β. & Μπαμπαλόνας Δ.[†]

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Η λίμνη Πετρών είναι μια φυσική λίμνη του νομού Φλώρινας, που περιβάλλεται από χαμηλούς ασβεστολιθικούς ορεινούς όγκους. Η περιοχή είναι έντονα υποβαθμισμένη, κυρίως εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας (υπερβόσκηση, ξύλευση, πυρκαγιές).

Ο αριθμός των φυτικών taxa που βρέθηκαν να αναπτύσσονται στην περιοχή των λόφων γύρω από τη λίμνη ανέρχεται σε 396 και ανήκουν σε 49 οικογένειες και 224 γένη. Αναλύοντας το βιόσφαιμα της χλωρίδας των λόφων προέκυψε ότι τα ημικρυπτόφυτα υπερέχουν με ποσοστό 46% και ακολουθούν τα θερόφυτα με ποσοστό 33,8%, ενώ από τις μορφές ανάπτυξης της χλωρίδας ιδιαίτερα αυξημένα είναι τα ποσοστά των πολυετών (52,6%) και μονοετών (33,8%) ποοδών. Η χωρολογική ανάλυση φανερώνει το μεσογειακό χαρακτήρα της χλωρίδας (38,9% μεσογειακά γεωστοιχεία), που αποδίδεται στη γεωγραφική θέση της περιοχής μέσα στον Ελλαδικό χώρο και κατ' επέκταση στο Μεσογειακό χώρο.

An analysis of the flora around Petron lake (W. Macedonia)

Pirini Ch., Karagianakidou B., Babalonas D.[†]

Institute of Systematic Botany and Phytogeography, Division of Botany, Department of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

Petron lake is a natural lake surrounded by limestone hills of low altitude. The natural habitats are very degraded, mostly because of human impact (intense grazing, lumbering, fires).

The flora of the hills consists of 396 taxa, which belong to 49 families and 224 genera. The analysis of the life spectrum of the flora revealed the prevalence of the hemicryptophytes (46%). The therophytes follows with a percentage of 33,8%, while the percentages of the perennial (52,6%) and annual (33,8%) herbs are much increased. The chorological analysis reveals that the flora has a certain Mediterranean character, as it is evidenced by the high percentage of the Metiterranean elements (46%). Generally, this

fact is attributed to the geographical position of the lake within the Greek and the Mediterranean area.

Εισαγωγή

Η λίμνη Πετρών είναι μια λίμνη της βορείου Ελλάδος. Βρίσκεται στη δυτική Μακεδονία, στα ανατολικά του νομού Φλώρινας κοντά στα όρια με τον νομό Πέλλης (γεωγραφικό μήκος: 21° 43' και γεωγραφικό πλάτος 40° 43').

Πρόκειται για μια φυσική λίμνη με μέσο υψόμετρο 572 m που περιβάλλεται από ορεινούς ασβεστολιθικούς όγκους που δεν υπερβαίνουν τα 1000 m και εκτείνονται νότια, ανατολικά, βορειοανατολικά, βόρεια και βορειοδυτικά της λίμνης Πετρών. Μεταξύ των λοφωδών εξάρσεων όπου το ανάγλυφο χαρακτηρίζεται από μικρές κλίσεις, καθώς και περιμετρικά της λίμνης, οι εκτάσεις καλλιεργούνται είτε με δημητριακά είτε με άλλες ποτιστικές και μη καλλιέργειες (αμπέλια, παντζάρια, καλαμπόκια κ.λπ.). Ιδιαίτερα νοτιοδυτικά και δυτικά της λίμνης Πετρών, η έκταση είναι πεδινή και επικoinώνει με τις πεδινές καλλιεργούμενες εκτάσεις της λίμνης Χειμαδίτιδας.

Οι κάτοικοι εκτός από την γεωργία ασχολούνται σε σημαντικό βαθμό και με την κτηνοτροφία, με αποτέλεσμα οι λόφοι γύρω από τη λίμνη Πετρών, που είναι και το πεδίο έρευνας της μελέτης, να εμφανίζονται έντονα υποβαθμισμένοι, εξαιτίας της υπερβόσκησης, αφού για πολλά χρόνια η κύρια απασχόληση των κατοίκων της περιοχής ήταν η κτηνοτροφία.

Ως αποτέλεσμα της υπερβόσκησης είναι η ανάπτυξη σήμερα στην περιοχή, ποώδους κυρίως βλάστησης, στην οποία συμμετέχουν σποραδικά άτομα ελάχιστων θάμνων, καθώς και μεμονωμένα άτομα του δενδρώδους είδους *Quercus trojana* (μακεδονική δρυς), που εμφανίζεται να επικρατεί στην δασική βλάστηση της ευρύτερης περιοχής.

Τα φυτικά είδη που αναπτύσσονται στην περιοχή έχουν να αντιμετωπίσουν τις αντίζοες εδαφικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν το επιφανειακά πετρώδες υπόστρωμα ή το πολύ λεπτό στρώμα εδάφους, που είναι ο κανόνας στις εκτάσεις αυτές και είναι αποτέλεσμα της έντονης διάβρωσης λόγω έλλειψης πυκνής βλάστησης.

Η σχετικά παρατεταμένη περίοδος ξηρασίας καθώς και οι χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα επιτείνουν την αντιζοότητα των εδαφικών συνθηκών. Έτσι τα φυτικά είδη που φύονται και επικρατούν στην περιοχή είναι κυρίως βραχύβια ή ταχυνυξή ή πολυετή με ειδικές προσαρμογές που προσπαθούν να εκμεταλλευτούν τα μικρά χρονικά διαστήματα των ευνοϊκών συνθηκών της άνοιξης και του φθινοπώρου και σχηματίζουν ως βλάστηση ξηροφυτικά στεππικής μορφής γρασίδια.

Υλικά και μέθοδοι

Οι συλλογές των φυτικών δειγμάτων, προκειμένου να αναγνωρισθούν και να ταξινομηθούν στη συνέχεια στο εργαστήριο, έγιναν με πολλές επισκέψεις στην περιοχή. Ο αριθμός των φυτικών δειγμάτων που συλλέχθηκαν ανέρχεται σε 996 και κατατέθηκαν στο Μουσείο του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας (TAU). Για τον προσδιορισμό των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκε κυρίως το έργο "Flora Europaea" (Tutin et al. 1964-1980 και Tutin et al. 1993). Συμπληρωματικά, για ορισμένα taxa, χρησιμοποιήθηκαν η "Mountain Flora of Greece" (Strid 1986 και Strid & Tan 1991), η Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Davis 1965-1985), η Flora Hellenica (Strid & Tan 1997), καθώς και άλλες μεμονωμένες εργασίες.

Αποτελέσματα - Συζήτηση*Χλωριδική ανάλυση*

Το σύνολο των φυτικών ειδών και υποειδών που βρέθηκαν να αναπτύσσονται στους λόφους γύρω από τη λίμνη Πετρώων ανέρχεται σε 396. Απ' αυτά το 1 είναι Πτεριδόφυτο και τα 395 Σπερματόφυτα, απ' τα οποία τα 2 είναι Γυμνόσπερμα και τα 393 Αγγειόσπερμα. Η πλουσιότερη μεγάλη ταξινομική ενότητα είναι τα Δικότυλα, των οποίων ο συνολικός αριθμός ανέρχεται σε 332 taxa, ενώ τα υπόλοιπα 61 είναι Μονοκότυλα.

Η κατανομή του αριθμού των οικογενειών, γενών, ειδών και υποειδών στις μεγάλες ταξινομικές ενότητες φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κατανομή οικογενειών, γενών, ειδών και υποειδών στις μεγάλες ταξινομικές ενότητες.

Συστηματική μονάδα	Οικογένειες	Γένη	Είδη	Υποείδη	Taxa	Ποσοστό%
Πτεριδόφυτα	1	1	1	-	1	0,3
Γυμνόσπερμα	2	2	2	-	2	0,5
Δικότυλα	42	179	263	69	332	83,8
Μονοκότυλα	4	42	53	8	61	15,4
Σύνολο	49	224	319	77	396	100

Οι πέντε πλουσιότερες σε taxa οικογένειες Αγγειόσπερμων είναι κατά σειρά οι: Compositae, Leguminosae, Gramineae, Labiatae, Caryophyllaceae (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Οι πλουσιότερες σε taxa οικογένειες Μονοκότυλων και Δικότυλων (με αριθμό taxa > 10).

	ΔΙΚΟΤΥΛΑ		ΜΟΝΟΚΟΤΥΛΑ	
	Οικογένειες	Αρ. taxa	Οικογένειες	Αρ. taxa
1	Compositae	62	Gramineae Liliaceae	44 14
2	Leguminosae	44		
3	Labiatae	30		
4	Caryophyllaceae	27		
5	Cruciferae	25		
6	Boraginaceae	13		
7	Scrophullariaceae	14		
8	Rosaceae	11		
9	Rubiaceae	13		
10	Umbeliferae	10		
	Σύνολο	249		58

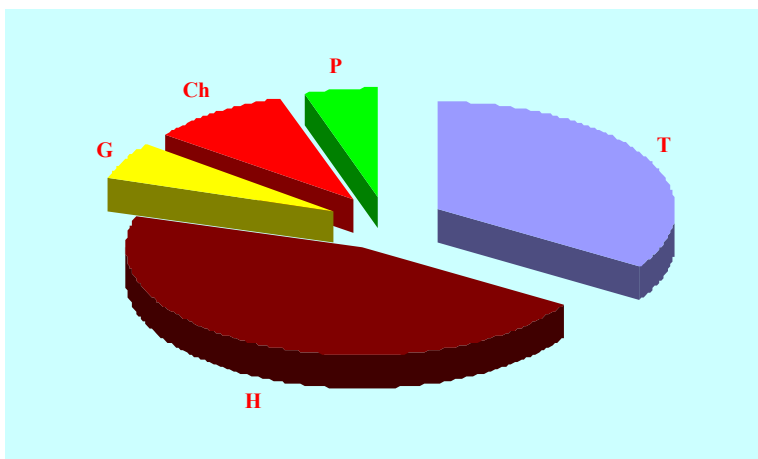
Όπως φαίνεται από τους σχετικούς πίνακες, τα 396 φυτικά taxa κατανέμονται σε 77 υποείδη και 319 είδη, που ανήκουν σε 224 γένη και 49 οικογένειες.

Από τις 49 οικογένειες που συμμετέχουν στη σύνθεση της χλωρίδας των λόφων που

μελετήθηκαν, δέκα οικογένειες Δικότυλων και δύο οικογένειες Μονοκότυλων αντιπροσωπεύονται με περισσότερα από 10 taxa η κάθε μία, το σύνολο δε των taxa αυτών των οικογενειών ανέρχεται σε 307. Δηλαδή, το 77,5% του συνολικού αριθμού των taxa που καταγράφηκαν ανήκει στις 12 αυτές οικογένειες που αντιπροσωπεύουν μόνο το 24,5% του συνολικού αριθμού των οικογενειών.

Βιοτικές μορφές - Βιοφάσμα

Τα 396 είδη και υποείδη που συμμετέχουν στη διαμόρφωση της χλωρίδας των λόφων γύρω από τη λίμνη Πετρών, κατανέμονται σε πέντε θεμελιώδεις βιομορφές του συστήματος Raunkiaer (1934): θερόφυτα (T = 134), ημικρυπτόφυτα (H = 182), γεώφυτα (G = 23), χαμαίφυτα (Ch = 37) και φανερόφυτα (P = 20). Από αυτά το 46% αντιπροσωπεύουν τα ημικρυπτόφυτα, το 33,8% τα θερόφυτα, το 9,4% τα χαμαίφυτα, το 5,8% τα γεώφυτα και το 5% τα φανερόφυτα (Εικ. 1).



Εικόνα 1. Σχηματική απεικόνιση του βιοφάσματος της περιοχής.

Τα υψηλά ποσοστά των Ημικρυπτοφύτων και Θεροφύτων συμφωνούν απόλυτα με τον χαρακτήρα της μελετούμενης περιοχής.

Το αυξημένο ποσοστό των Θεροφύτων αποδίδεται στην επίδραση του ξηρού και θερμού μεσογειακού κλίματος στην ευρύτερη περιοχή καθώς επίσης και στις υπάρχουσες καλλιεργούμενες εκτάσεις που ευνοούν την εξάπλωση και αποίκιση σημαντικού αριθμού θεροφύτων, ενώ το μεγάλο ποσοστό των Ημικρυπτοφύτων κατατάσσουν την περιοχή μας στο εύκρατο (ύψυγρο) μεσογειακό βιοκλιματικό όροφο βλάστησης.

Μορφές ανάπτυξης

Από την κατάταξη των ειδών σε μορφές ανάπτυξης (Πίνακας 3) συνάγεται το συμπέρασμα πως τα πολυετή σε συνδυασμό με τα μονοετή ποώδη είδη, επικρατούν στην περιοχή, με ποσοστά 52,6% και 33,8% αντίστοιχα. Στην οικολογική μορφή των πολυετών ειδών υπάγεται κυρίως η βιομορφή των

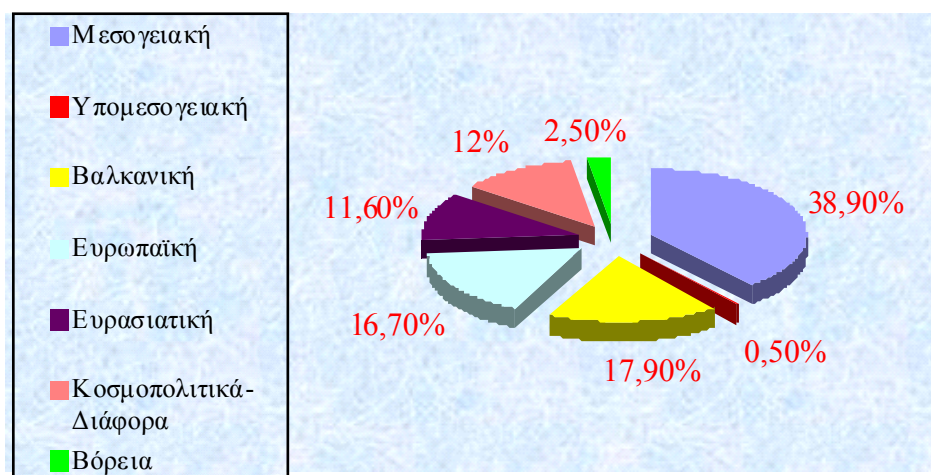
Ημικρυπτοφύτων, ενώ στα μονοετή είδη υπάγεται κυρίως η βιομορφή των Θεροφύτων, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με το βιόφασμα της μελετούμενης περιοχής.

Πίνακας 3. Κατανομή μορφών ανάπτυξης.

Μορφή ανάπτυξης	Taxa	Ποσοστό %
Δενδρώδη (T)	3	0,8
Θαμνώδη (S)	28	7,0
Πολυετή (P)	208	52,6
Διετή (B)	23	5,8
Μονοετή (A)	134	33,8
Σύνολο	396	100

Χωρολογική ανάλυση - Χωρολογικό φάσμα

Στη χλωριδική σύνθεση των λόφων γύρω από τη λίμνη Πετρών μετέχουν διάφορου φυτογεωγραφικής προέλευσης χωρολογικά στοιχεία.



Εικόνα 2. Σχηματική απεικόνιση της κατανομής των χωρολογικών στοιχείων της χλωρίδας της περιοχής σε ενότητες.

Από την επεξεργασία του χωρολογικού φάσματος (Εικ. 2) προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετοχής στη χλωρίδα της περιοχής κατέχει η Μεσογειακή χωρολογική ενότητα (154 taxa, ποσοστό 38,9%), ακολουθούν τα taxa με Βαλκανική χωρολογία (71 taxa, ποσοστό 17,9%), τα Ευρωπαϊκά (66 taxa, ποσοστό 16,7%), τα Κοσμοπολιτικά-Διάφορα (47 taxa, ποσοστό 11,9%), τα Ευρασιατικά (46 taxa, 11,6%), και τέλος έρχονται τα Βόρεια (10 taxa, ποσοστό 2,5%) και τα Υπομεσογειακά (2 taxa, ποσοστό 0,5%).

Η υπεροχή της Μεσογειακής χωρολογικής ενότητας ήταν αναμενόμενη, αφού το υπό μελέτη οικοσύστημα βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου καθώς

επίσης και λόγω του γεγονότος ότι στη Μεσογειακή χωρολογική ενότητα ανήκει ένας σημαντικός αριθμός ξηροφυτικού συνήθως χαρακτήρα θεροφύτων, που αντικατοπτρίζουν τις οικολογικές συνθήκες του περιβάλλοντος στην περιοχή των λόφων γύρω από τη λίμνη Πετρών. Δηλαδή, οι τοπικές εδαφικές κυρίως συνθήκες ευνοούν την αυξημένη παρουσία των Θεροφύτων.

Ακολουθεί η Βαλκανική χωρολογική ενότητα που αν και υστερεί σε έκταση έναντι των μεγάλων ενότητων, εντούτοις μετέχει με σημαντικό ποσοστό και η συμμετοχή αυτή είναι καθοριστική στη διαμόρφωση του χλωριδικού χαρακτήρα της περιοχής με την παρουσία σχετικά μεγάλου αριθμού βαλκανικών ενδημικών και μη φυτικών taxa που στην πλειονότητά τους είναι στενότοπα είδη του βαλκανικού χώρου. Συνέπεια αυτού είναι να εμπλουτίζεται η χλωρίδα της περιοχής των λόφων με αξιόλογα στενότοπα είδη, σπάνια στον ευρύτερο ευρωπαϊκό χώρο, που την καθιστούν φυτογεωγραφικά ενδιαφέρουσα.

Με παρόμοιο ποσοστό συμμετέχει και η Ευρωπαϊκή χωρολογική ενότητα που αντικατοπτρίζει το βαθμό επίδρασης στη χλωρίδα των λόφων, με είδη τυπικά Ευρωπαϊκά. Ακολουθούν η Ευρασιατική και η ενότητα Κοσμοπολιτικά-Διάφορα με παρόμοια ποσοστά στη χλωρίδα της περιοχής, εμπλουτίζοντάς τη με φυτά των στεπικών και ημιεργικών διαπλάσεων του κεντροευρασιατικού χώρου.

Πίνακας 4. Κατανομή των taxa της χλωρίδας των λόφων γύρω από τη λίμνη Πετρών με βάση τον βαθμό επικινδυνότητας κατά IUCN και το καθεστώς προστασίας.

TAXA	Endem.	IUCN GR	IUCN W	ER L	Eu Council	ΠΔ
<i>Aethionema saxatile</i> ssp. <i>graecum</i>	*	R	?		R	Y
<i>Alkanna graeca</i>	*				R	Y
<i>Allium macedonicum</i>	*	R	R	R	R	Y
<i>Alyssum heldreichii</i>	*	R	R	R	R	Y
<i>Astragalus baldaccii</i>	*	R	R	R	R	Y
<i>Centaurea spruneri</i>	*	R	R	R	R	
<i>Dianthus gracilis</i> ssp. <i>armerioides</i>	*					Y
<i>Goniolimon dalmaticum</i>	*	?	R			Y
<i>Stachys plumosa</i>	*	R	R	R	R	Y
<i>Ventenata macra</i>		?	?			Y
<i>Verbascum adenanthum</i>	*	K	R	K	K	Y

R = σπάνια, K = ανεπαρκώς γνωστά, ? = δεν μπορεί να ενταχθεί σε κάποια κατηγορία εξαιτίας έλλειψης πληροφοριών, * = ενδημικό, Y = το taxon προστατεύεται από το Π.Δ. 67/1981

Συμμετοχή ενδημικών ειδών και καθεστώς προστασίας της χλωρίδας

Τα ενδημικά είδη αποτελούν μια ενδιαφέρουσα κατηγορία χλωριδικών στοιχείων, από την άποψη του γεωγραφικού χώρου που εκτείνεται η εξάπλωσή τους, που συνήθως είναι μια καθορισμένη και περιορισμένης έκτασης περιοχή. Οι ενδημίτες αποτελούν τα

χαρακτηριστικότερα παραδείγματα στενότοπης χωρολογικής εξάπλωσης φυτικών ειδών και τα αίτια γι' αυτό μπορεί κατά περίπτωση να είναι διάφορα. Μπορεί να σχετίζονται με αυτό καθ' εαυτό το φυτικό είδος ή να οφείλονται σε εξωτερικούς εδαφικούς ή κλιματικούς παράγοντες.

Από τα 396 taxa που αναγνωρίστηκαν στην μελετηθείσα περιοχή, τα 95 (με σχετικά υψηλό ποσοστό 24%) είναι ενδημικά και από αυτά το 11,6% εντάσσεται σε κάποιες από τις κατηγορίες επικινδυνότητας της IUCN (σε επίπεδο Ελλάδας, σε παγκόσμιο επίπεδο, στον Ευρωπαϊκό Ερυθρό Κατάλογο των Παγκοσμίως Απειλούμενων Ζώων και Φυτών, στον Κατάλογο του Συμβουλίου της Ευρώπης) και στο καθεστώς προστασίας του Προεδρικού Διατάγματος Π.Δ. 67/1981.

Βιβλιογραφία

- Davis P.H. (ed.) 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands 1-9. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Emberger L. 1942. Un projet d' une classification des climats du point de vue phytogeographique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 77.
- Emberger L. 1955. Une classification biogeographique des climats. Rev. Trav. Fac. Sci. Montpellier, Bot. 7:3-43.
- Greutier W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984-1989. Med. Checklist 1, 3, 4. Geneve.
- Pignatti S. (ed.) 1982. Flora d' Italia 1-3. Bologna.
- Raunkiaer C. 1934. The life-forms of plants and statistical plant geography. Oxford, Clarendon Press.
- Sauvage C. 1963. Le quotient pluvio thermique d' Emberger, son utilisation et la representation géographique, de ses variations au Maroc.-Ann. Phys.lobe et Meteo. Inst. Sci. cherif. 20: 11-23.
- Strid A. (ed) 1986. Mountain Flora of Greece 1. Cambridge.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1991. Mountain Flora of Greece 2. Edimburgh.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Kōeltz, Königstein.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. Flora Europaea 1 (2nd edition). Cambridge, University Press, Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968-1980. Flora Europaea 2-5. Cambridge, University Press, Cambridge.
- Μαυρομάτης Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδας, σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης, βιοκλιματικοί χάρτες. Δασική Έρευνα Ι (παράρτημα).
- Πυρινή Χ. 2001. Χλωριδική - Φυτοκοινωνιολογική ανάλυση των στεππόμορφων γρασιδιών στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης Πετρών. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.

Εποχική διακύμανση του φθορισμού των χλωροπλαστών και παρουσία αμύλου σε εσωτερικούς ιστούς του βλαστού των φυτών *Platanus orientalis* L. και *Euphorbia acanthothamnus* Heldr. & Sart. ex Boiss.

Ρέντζου Α. & Ψαράς Γ.Κ.

Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Βλαστοί των ειδών *Platanus orientalis* (χειμερινό φυλλοβόλο) και *Euphorbia acanthothamnus* (διμορφικό, χωρίς φύλλα το καλοκαίρι) μελετήθηκαν ως προς την παρουσία και κατανομή πράσινων πλαστιδίων στο ξύλωμα, τις ακτίνες και την εντεριώνη τους, στη διάρκεια ενός έτους. Οι παρατηρήσεις στηρίχθηκαν στον *in vivo* φθορισμό της χλωροφύλλης και πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια μικροσκοπίου επιφθορισμού. Στον πλάτανο μετά την έκπτυξη των φύλλων την Άνοιξη, τα επίπεδα του παρατηρούμενου φθορισμού σημείωσαν προοδευτική αύξηση φθάνοντας στο μέγιστο λίγο πριν την πτώση τους. Το είδος *Euphorbia acanthothamnus* φαίνεται να ακολουθεί διαφορετικό πρότυπο. Η εντεριώνη διατηρεί υψηλό επίπεδο φθορισμού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ενώ οι ακτίνες εντεριώνης δίνουν ασθενικό φθορισμό χλωροφύλλης στην αρχή του χειμώνα, πριν από την έκπτυξη των φύλλων. Χαρακτηριστικό είναι πως την περίοδο που τα φυτά στερούνται φύλλων ο φθορισμός των εσωτερικών χλωροπλαστών του βλαστού δεν είναι αμελητέος, κάτι που πιθανότατα να υποδεικνύει μικρή έστω συμμετοχή στο συνολικό φωτοσυνθετικό ισοζύγιο των φυτών. Πιστεύεται βέβαια πως κύριος ρόλος των πράσινων πλαστιδίων στους εσωτερικούς ιστούς του βλαστού είναι η ανακύκλωση του προερχόμενου από την αναπνοή CO₂ και η προστασία έναντι συνθηκών αναεροβίωσης. Στους ίδιους ιστούς διερευνήθηκε και η παρουσία αμύλου με μεθόδους ιστοχημείας και παρατήρηση σε συμβατικό οπτικό μικροσκόπιο φωτεινού πεδίου. Παρατηρήθηκε πως για όσο διάστημα τα φυτά διαθέτουν φύλλα, συσσωρεύουν σημαντικές ποσότητες αμύλου, τις οποίες καταναλώνουν κατά τη διάρκεια της δύσκολης για αυτά περιόδου, που για το *P. orientalis* φαίνεται να είναι ο χειμώνας ενώ για το *E. acanthothamnus* είναι το καλοκαίρι-φθινόπωρο.

Annual chlorophyll auto-fluorescence and starch distribution in internal stem tissues of the woody species *Platanus orientalis* and *Euphorbia acanthothamnus* Heldr. & Sart. ex Boiss.

Rentzou A. & Psaras G.K.

Section of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras, 265 00 Patras, Greece.

Abstract

The occurrence and distribution of green plastids in internal stem tissues, i.e. cortex, wood ray parenchyma and pith cells, was examined with epi-fluorescence microscopy. Green plastids in deep stem tissues are supposed to help toward respiratory CO₂ recycle. Chlorophyll auto-fluorescence in internal stem tissues of the winter deciduous species *Platanus orientalis* increases in spring during leaf bursting, reaching its maximum before leaf shedding. A drought deciduous species, *Euphorbia acanthothamnus*, follows a completely different pattern. Pith parenchyma cells show strong chlorophyll fluorescence throughout the year, whereas fluorescence level of wood ray cells seems to be relatively low during the leafless summer period. The low level of fluorescence throughout seasons which are believed to be stressful for the plants indicates that stems' contribution in total photosynthetic activity may not be negligible. Starch accumulation was also investigated. Period following leaf bursting seems to be the investive one with maximum values of starch reserves being recorded in December for *P. orientalis* and April for *E. acanthothamnus*. Metabolic rates fall gradually during stressful periods.

Εισαγωγή

Χωρίς αμφιβολία τα φύλλα είναι τα κύρια φωτοσυνθετικά όργανα των φυτών. Ωστόσο, πράσινα είναι και άλλα όργανα όπως βλαστοί, καρποί, μέρη του άνθους, ακόμα και ρίζες. Πρόσφατα, έχει αναθερμανθεί το ενδιαφέρον για τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα των βλαστών (βλ. Nilsen 1995, Pfanz & Aschan 2001, Aschan & Pfanz 2003, Manetas 2004). Η φωτοσύνθεση στους βλαστούς διακρίνεται (Nilsen 1995 και Aschan & Pfanz 2003) σε δύο κατηγορίες: (α) φωτοσύνθεση σε πράσινους βλαστούς που καλύπτονται από επιδερμίδα με στόματα, τα οποία επιτρέπουν την είσοδο CO₂ από την ατμόσφαιρα (stem photosynthesis), και (β) φωτοσύνθεση που γίνεται στο φλοιό βλαστών (corticular photosynthesis) με δευτερογενή ανάπτυξη, οι οποίοι καλύπτονται από το περίδερμα, δευτερογενή προστατευτικό ιστό χωρίς στόματα. Στην πρώτη περίπτωση (stem photosynthesis) η φωτοσυνθετική δραστηριότητα έχει θετικό αποτέλεσμα στο ισοζύγιο του άνθρακος του φυτού. Είναι επίσης ευνόητο ότι σ' αυτή την περίπτωση η επιδερμίδα είναι διαφανής, επιτρέποντας την άφιξη φωτός στον περιφερειακώς του βλαστού κατανομημένο φωτοσυνθετικό ιστό (χλωρόεγχυμα). Στην περίπτωση της φωτοσύνθεσης του φλοιού (corticular photosynthesis), τίθενται δύο ερωτήματα: πού βρίσκεται το CO₂ και τι φωτεινές συνθήκες επικρατούν. Σύμφωνα με τις υπάρχουσες πληροφορίες, η φωτοσύνθεση αυτή του φλοιού μπορεί να μην είναι τόσο σημαντική στο ισοζύγιο του άνθρακα, αλλά είναι ιδιαίτερα σημαντική για την προστασία των εσωτερικών ιστών του βλαστού που δεν αερίζονται ικανοποιητικά, από φαινόμενα ανοξίας (Nilsen 1995, Pfanz & Aschan 2001, Aschan & Pfanz 2003).

Η εντεριώνη είναι ιστός παρεγχυματικός ο οποίος βρίσκεται στο κέντρο του βλαστού. Παρεγχυματικά κύτταρα βρίσκονται επίσης και στο ξύλο ή συνοδεύοντας τα αγγεία είτε ως κύτταρα των ακτίνων της εντεριώνης. Ο ρόλος της εντεριώνης δεν είναι διευκρινισμένος. Σε άλλα φυτά η εντεριώνη είναι ιστός ζωντανός, σε άλλα τεμαχίζεται ή νεκρώνεται, άλλοτε είναι ιστός ομοιογενής, άλλοτε όχι κ.ο.κ. Σε παλαιότερη μελέτη περί της κατανομής χλωροφύλλης σε νεαρούς βλαστούς ξυλωδών φυτών (Scott 1907) αναφέρεται και η ύπαρξη χλωροπλαστών και στην εντεριώνη (*Betula alba*). Έκτοτε, οι πληροφορίες επί τού θέματος είναι σπάνιες. Η πρώτη πιθανότητα εργασία που αναφέρει

την παρουσία λειτουργικών χλωροπλαστών σε εσωτερικούς ιστούς του βλαστού, και συγκεκριμένα σε παρεγχυματικά κύτταρα ξύλου, έγινε πολλά χρόνια αργότερα (Wiebe 1975). Εν συνεχεία, οι Larcher et al. (1988) διεπίστωσαν την παρουσία εν δυνάμει λειτουργικών χλωροπλαστών στο ξύλο και σε περιφερειακά κύτταρα της εντεριώνης στο φυτό *Fagus sylvatica*, οι δε VanCleve et al. (1993) και Buns et al. (1993) στο ξύλο και σε περιφερειακά κύτταρα της εντεριώνης στα φυτά *Populus* και *Taxus baccata* αντιστοίχως. Οι παρατηρήσεις αυτές οδήγησαν τους Aschan & Pfanz (2003) να προτείνουν μια τρίτη κατηγορία φωτοσύνθεσης εσωτερικών ιστών, τη φωτοσύνθεση του ξύλου (wood photosynthesis).

Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η παρουσία χλωροπλαστών στους εσωτερικούς ιστούς του βλαστού των φυτών *P. orientalis* και *E. acanthothamnus* με μικροσκόπιο φθορισμού κατά τη διάρκεια του έτους. Παράλληλα μελετήθηκε στους ίδιους ιστούς η παρουσία αμύλου.

Υλικά και μέθοδοι

Πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες ανά μήνα ώστε να μελετηθεί η δραστηριότητα των φυτών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Οι παρατηρήσεις έγιναν σε εγκάρσιες τομές ώριμων δευτερογενών βλαστών δύο έως τριών ετών, με διάμετρο 2-3 mm. Οι τομές έγιναν με μικροτόμο ολισθήσεως τύπου Leica SM2000R. Χρησιμοποιήθηκε οπτικό μικροσκόπιο φθορισμού τύπου AxioPlan (με λυχνία HBO 50W, Osram) της εταιρείας Zeiss εφοδιασμένο με τα κατάλληλα φίλτρα (σειρά 450-490).

Για τον εντοπισμό του περιεχόμενου στις ακτίνες και την εντεριώνη των βλαστών αμύλου, πραγματοποιήθηκαν παρόμοιες λεπτές εγκάρσιες τομές οι οποίες εμβαπτίστηκαν σε διάλυμα J₂-KJ (Lugol) και παρατηρήθηκαν σε συμβατικό μικροσκόπιο φωτεινού πεδίου. Το αντιδραστήριο Lugol προσδίδει στο άμυλο χαρακτηριστικό κυανο-ιώδες χρώμα.

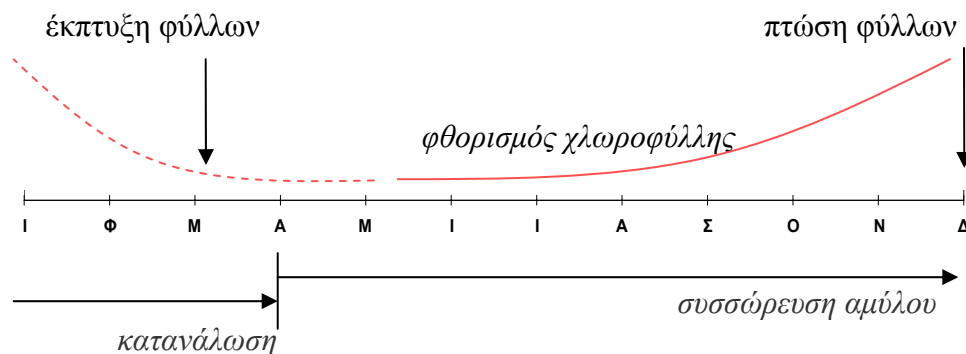
Αποτελέσματα - Συζήτηση

Platanus orientalis. Μετά την έκπτυξη των φύλλων την Άνοιξη, το επίπεδο του παρατηρούμενου φθορισμού στο εσωτερικό του βλαστού σημειώνει προοδευτική αύξηση φθάνοντας στο μέγιστο λίγο πριν την πτώση των φύλλων (βλ. Εικ. 1).

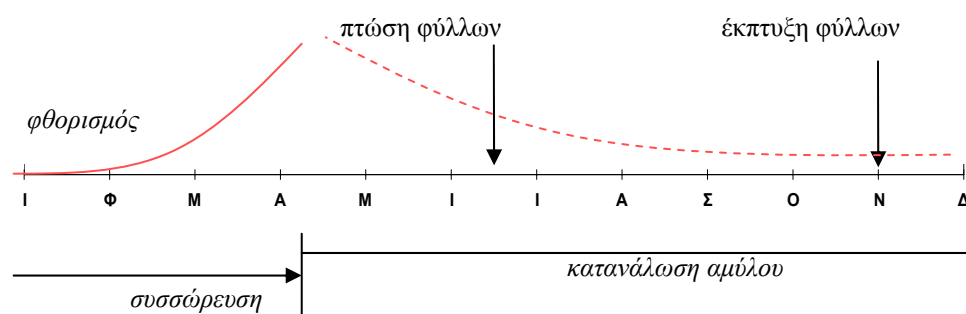
Euphorbia acanthothamnus. Η εντεριώνη διατηρεί υψηλό επίπεδο φθορισμού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ενώ οι ακτίνες εντεριώνης δίνουν ασθενικό φθορισμό χλωροφύλλης στην αρχή του χειμώνα, πριν από την έκπτυξη των φύλλων (βλ. Εικ. 2).

Πιστεύεται πως κύριος ρόλος των πράσινων πλαστιδίων στους εσωτερικούς ιστούς του βλαστού είναι η ανακύκλωση του προερχόμενου από την αναπνοή CO₂ και η προστασία έναντι συνθηκών αναεροβίωσης (Pfanz et al. 2002). Στους ίδιους ιστούς διαπιστώθηκε και η παρουσία αμύλου. Κατά την περίοδο που τα φυτά στερούνται φύλλων ο φθορισμός των εσωτερικών χλωροπλαστών του βλαστού πιθανότατα υποδεικνύει μικρή αλλά όχι αμελητέα συμμετοχή στο συνολικό φωτοσυνθετικό ισοζύγιο των φυτών.

Παρατηρήθηκε επίσης ότι τα φυτά συσσωρεύουν σημαντικές ποσότητες αμύλου στα κύτταρα της εντεριώνης, τις οποίες καταναλώνουν κατά τη διάρκεια της δύσκολης για αυτά περιόδου, που για το *P. orientalis* φαίνεται να είναι ο χειμώνας ενώ για το *E. acanthothamnus* είναι το καλοκαίρι-φθινόπωρο.



Εικόνα 1. Εποχική διακύμανση αμύλου και φθορισμού χλωροπλάστων στους εσωτερικούς ιστούς του βλαστού του *Platanus orientalis*. Ποιοτική εκτίμηση.



Εικόνα 2. Εποχική διακύμανση αμύλου και φθορισμού χλωροπλάστων στις ακτίνες του βλαστού του φυτού *Euphorbia acanthothamnus*. Ποιοτική εκτίμηση.

Η συσσώρευση αμύλου στους χλωροπλάστες των εσωτερικών ιστών δεν αποτελεί βεβαίως μέτρο της φωτοσυνθετικής τους δραστηριότητας, επειδή το υλικό αυτό μπορεί να μεταφέρεται για αποθήκευση από άλλους, περισσότερο αποδοτικούς φωτοσυνθετικούς ιστούς (Pfanzen & Aschan 2001). Παρ' όλ' αυτά η παρουσία αμύλου υποδεικνύει την ενεργό συμμετοχή των κυττάρων της εντεριώνης στις μεταβολικές διεργασίες του φυτού.

Είναι προφανές ότι για τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, είναι απαραίτητος ο κατάλληλος φωτισμός. Στο εσωτερικό βλαστού ηλικίας ενός έτους φτάνει το 0.5% ενώ σε παλαιότερους βλαστούς το 0.1% του προσπίπτοντος φωτός (Wiebe 1975). Είναι προφανές ότι οι φωτεινές συνθήκες στο κέντρο του βλαστού εξαρτώνται και από τις οπτικές ιδιότητες των εξωτερικών ιστών. Σύμφωνα με αυτά και με τα δεδομένα των Larcher et al. (1988), οι συνθήκες φωτισμού επιτρέπουν στους χλωροπλάστες των εσωτερικών ιστών να λειτουργήσουν τουλάχιστον το φωτοσύστημα II. Η άποψη αυτή υποστηρίζεται και για άλλους εσωτερικούς ιστούς όπως ο φλοιός (Manetas 2004). Έτσι, τα δεδομένα από τη μελέτη της φωτοσύνθεσης του φλοιού υποδεικνύουν ότι οι

χλωροπλάστες των εσωτερικών ιστών είναι προσαρμοσμένοι να λειτουργούν σε ημίφως. Συνεπώς, μπορούμε μεν να υποθέσουμε ότι το λιγοστό φως που φτάνει στο ξύλο και στην εντεριώνη θα επιτρέπει κάποια λειτουργία των χλωροπλάστων, μένει όμως αυτό να επιβεβαιωθεί και με άλλες μεθόδους.

Βιβλιογραφία

- Aschan G. & Pfanz H. 2003. Non-foliar photosynthesis - a strategy of additional carbon acquisition. *Flora* 198: 81-97.
- Buns R., Acker G. & Beck E. 1993. The plastids of the Yew Tree (*Taxus baccata* L.): Ultrastructure and Immunocytochemical Examination of Chloroplastic Enzymes. *Botanica Acta* 106: 32-41.
- Larcher W., Lutz C., Nagele M. & Bodner M. 1988. Photosynthetic functioning and ultrastructure of chloroplasts in stem tissues of *Fagus sylvatica*. *Journal of Plant Physiology* 132: 731-737.
- Manetas Y. 2004. Probing cuticular photosynthesis through in vivo chlorophyll fluorescence measurements: evidence that high internal CO₂ levels impede both electron flow and non-photochemical quenching. *Physiologia Plantarum* 120: 509-517.
- Nilsen E.T. 1995. Stem Photosynthesis: Extent, Patterns, and Role in Plant Carbon Economy. Pp. 223-240. In: Gartner B. (ed.), *Plant stems, physiology and functional morphology*. San Diego, Academic Press.
- Pfanz H. & Aschan G. 2001. The existence of bark and stem photosynthesis in woody plants and its significance for the overall carbon gain. An eco-physiological and ecological approach. *Progress in Botany* 62: 477-510.
- Pfanz H., Aschan G., Langenfeld-Heyser R., Wittman C. & Loose M. 2002. Ecology and ecophysiology of tree stems: corticular and wood photosynthesis. *Naturwissenschaften* 89: 147-162.
- Scott D.G. 1907. On the distribution of chlorophyll in the young shoots of woody plants. *Annals of Botany* 21: 437-439.
- VanCleve B., Forreiter C., Sauter J.J. & Apel K. 1993. Pith cells of poplar contain photosynthetically active chloroplasts. *Planta* 189: 70-73.
- Wiebe H. 1975. Photosynthesis in wood. *Physiologia Plantarum* 33: 245-246.

Νυχτερινή άνθιση στο φυτό *Capparis spinosa* L.: Μελέτη της υδατικής κατάστασης ανθικών ιστών

Ριζοπούλου Σ., Αργυρόπουλος Α., Μαργαρίτη Β. & Φιλίππου Κ.

Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Μελετήσαμε την υδατική κατάσταση ανθικών ιστών στο φυτό *Capparis spinosa* L. (κάππαρη). Η κάππαρη ανθίζει κατά την περίοδο της καλοκαιρινής ξηρασίας (Ιούλιο-Αυγουστο). Τα άνθη ξεδιπλώνονται με τη δύση του ήλιου και παραμένουν ανοιχτά κατά τη διάρκεια της νύχτας. Δηλαδή κάθε άνθος ζει για 12 ώρες, περίπου. Η σπαργή των πετάλων διατηρείται κατά τη διάρκεια της άνθισης και αυτό οφείλεται στην ελάττωση του Ψs κατά τη διάρκεια της νύχτας και στην αύξηση του Ψ και Ψs κατά το χάραμα, ταυτόχρονα με μείωση της συσσώρευσης οσμωτικά ενεργών ουσιών. Η συγκέντρωση των ολικών σακχάρων βρέθηκε 100 φορές υψηλότερη από εκείνη της προλίνης. Το ποσοστό των ακόρεστων λιπαρών οξέων που είναι υψηλότερο από εκείνο των κεκορεσμένων στα πέταλα, επηρεάζει την διαπερατότητα των μεμβρανών και ως ένα βαθμό την υδατική συμπεριφορά των πετάλων.

Nocturnal anthesis of *Capparis spinosa* L.: Water relations of flowers

Rhizopoulou S., Argiropoulos A., Margariti B. & Philippou K.

Section of Botany, Department of Biology, University of Athens, Panepistimioupoli, GR-157 84 Athens, Greece.

Abstract

The water relations of flowers of *Capparis spinosa* that expand at dusk and last only for a night, during the flowering period of the species that coincides the dry summer in Mediterranean region, were studied. Turgor of petals was sustained mainly due to a decline in solute potential during the night and to a raise in water potential and solute potential at sunrise, concomitantly with a decrease in solute accumulation. Estimates of total sugars made in floral tissues of nine successive flowers along newborn stems were 100-fold higher than those of proline accumulation. Unsaturated fatty acids were identified as major components of lipids in petals, thereby influencing the fluidity of membranes. It is considered that these characteristics can greatly modify the water status of floral tissues of *C. spinosa*.

Εισαγωγή

Η άνθιση (γράφεται *άνθιση* από το ρήμα ανθίζω ή *άνθηση* από το ρήμα ανθώ και σύμφωνα με τον Θεόφραστο) σχετίζεται με την αντίληψη των ευοίωνων συνθηκών για το λουλούδιασμα, από το φυτικό σώμα (Herrera 1992, van Doorn & van Meeteren 2003). Τα λίγα φυτά που ανθίζουν κατά το θέρους στο Μεσογειακό οικοσύστημα (Ish-Shalom-Gordon 1993), μεταξύ αυτών και η *Capparis spinosa* L. (Capparaceae), έχουν ν' αντιμετωπίσουν έλλειμμα νερού, υψηλές εντάσεις φωτός και υψηλές θερμοκρασίες (Eisikowitch et al. 1986, Rhizopoulou et al. 1997). Ο βιολογικός κύκλος της *Capparis spinosa* L., διαρκεί από τον Μάιο ως τον Οκτώβριο και η άνθισή της είναι νυχτερινή (Dafni et al. 1987, Petanidou et al. 1996). Σε προηγούμενες εργασίες μελετήσαμε τα φύλλα και τις ρίζες της κάππαρης (Rhizopoulou 1990, Rhizopoulou et al. 1997, Rhizopoulou & Psaras 2003). Στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε την υδατική κατάσταση ιστών των βραχύβιων λουλουδιών της *Capparis spinosa*.

Υλικά και μέθοδοι

Η συλλογή του υλικού έγινε από αυτοφυή φυτά *C. spinosa*, στην Πανεπιστημιούπολη του Ε.Κ.Π.Α. (38°14.3' N, 23°47.8' E). Οι μετρήσεις υδατικού δυναμικού (Ψ) και οσμωτικού δυναμικού (Ψ_s) πετάλων και σεπάλων έγιναν το βράδυ (22.00 μ.μ.) και το πρωί (06.00 μ.μ.). Ολικά σάκχαρα, λιπαρά οξέα και προλίνη προσδιορίστηκαν σε υλικό βραδινής και πρωινής συλλογής. Κατά την διάρκεια των μετρήσεων η μέγιστη ημερήσια θερμοκρασία διακυμάνθηκε μεταξύ 29°C και 31°C και το ύψος νετού ήταν 0 mm.

Το Ψ και το Ψ_s πετάλων και σεπάλων μετρήθηκαν σε dew-point psychrometer, με αδιαβατικούς θαλάμους C-52 (Wescor, HR-33T, Inc. Logan, Utah, U.S.A.). Η πίεση σπαργής (Ψ_p) υπολογίστηκε ως η αλγεβρική διαφορά των Ψ και Ψ_s . Οι προσδιορισμοί Ψ έγιναν σε δίσκους από πέταλα και σέπαλα διαμέτρου 6 mm. Το Ψ_s μετρήθηκε στους ίδιους δίσκους, ύστερα από πάγωμα των ιστών σε υγρό άζωτο και την επαναφορά τους σε θερμοκρασία εργαστηρίου. Προσδιορίσαμε ότι ο χρόνος εξισορρόπησης των ανθικών ιστών στους θαλαμίσκους ήταν 2 ώρες, για Ψ και Ψ_s (Schneider et al. 2000). Η ελεύθερη προλίνη προσδιορίστηκε σύμφωνα με την μέθοδο των Bates et al. (1973), τα ολικά σάκχαρα σύμφωνα με την μέθοδο των Dubois et al. (1956), τα ολικά λίπη και τα λιπαρά οξέα σύμφωνα με πρωτόκολο των Meletiou-Christou et al. (1990).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Τα άνθη της *C. spinosa* ξεδιπλώνονται με τη δύση του ήλιου και παραμένουν ανοιχτά κατά τη διάρκεια της νύχτας, ταιριάζοντας την επίδειξη των παροχών τους (γύρη, νέκταρ) με την δραστηριότητα επικονιαστών (Cornes & Cornes 1989, Petanidou & Ellis 1993). Έχει δημοσιευτεί ότι η μέλισσα *Proxyllocopa olivieri* επισκέπτεται τ' άνθη *C. spinosa* αποβραδís, ενώ οι μικρές μέλισσες το πρωί (Dafni et al. 1987).

Υπολογίστηκε ότι η επιφάνεια της στεφάνης ($28 \pm 2 \text{ cm}^2$) του άνθους της κάππαρης είναι μεγαλύτερη από τη στεφάνη άλλων φυτών που ανθίζουν κατά το θέρους στο Μεσογειακό οικοσύστημα. Το μέγεθος της στεφάνης που αποτελεί στοιχείο επίδειξης για το φυτό κι έλξης για τους επικονιαστές (Herrera 2005), τελικά συνεισφέρει στην επισκεψιμότητα ανά μονάδα χρόνου (Dafni et al. 1997). Ωστόσο, η μεγάλη στεφάνη, προϋποθέτει αφ' ενός μεγάλο ενεργειακό κόστος για την διατήρησή της σε άνυδρες

συνθήκες κι αφ' ετέρου αυξημένη πρόσληψη νερού (Herrera 2005) σε σχέση με μια μικρή στεφάνη. Κάθε άνθος της κάππαρης, το οποίο αποτελείται από 4 σέπαλα, 4 πέταλα, πολλυάριθμα ιώδη νήματα κι έναν ευέλικτο ύπερο, ζει για μια νύχτα. Οι ανθικοί οφθαλμοί εμφανίζονται σε νέους βλαστούς, σε διαδοχική σειρά και βρίσκονται σε διαφορετικό στάδιο ανάπτυξης. Παρατηρήσαμε ότι η έκπτυξη του άνθους ολοκληρώνεται σε 30 min περίπου, μεταξύ 19.00 και 20.00 μ.μ. Η άνθηση κατά το σούρουπο συνδυάζεται με την ελάττωση της θερμοκρασίας και της φωτεινής ακτινοβολίας και με την αύξηση της σχετικής υγρασίας στην ατμόσφαιρα (van Doorn & van Meeteren 2003). Η διαφοροποίηση των ανθικών ιστών της κάππαρης έχει ολοκληρωθεί (Leins & Metzner 1979), πριν από την έναρξη της διαδικασίας του ξεδιπλώματος του άνθους. Παρατηρήσαμε ότι τα 2 από τα 4 σέπαλα ενός ώριμου μπουμπουκιού είναι μισάνοιχτα από τις 07.00 π.μ. και παραμένουν έτσι (μισάνοιχτα) ως τις 19.00 μ.μ. Τότε, σέπαλα και πέταλα ξεδιπλώνονται ταυτόχρονα με τους στήμονες και τον ύπερο. Παρ' όλο που λευκά άνθη, σαν τα άνθη της κάππαρης, δεν έχουν έντονη αντίθεση με το υπόστρωμα όπου βρίσκονται (Spraethe et al. 2001) ώστε να γίνουν αντιληπτά από τους επικονιαστές (Vorobyev et al. 1999), στα πέταλα ανθέων της *C. spinosa* προσδιορίστηκαν χρωστικές που απορροφούν στην UV περιοχή (Αλεξανδρίδης 2004) και είναι ορατές από τα έντομα.

Η άνθηση ολοκληρώνεται όταν η στεφάνη μαραίνεται (Li et al. 2001). Οι τιμές Ψ και Ψ_s των πετάλων της *C. spinosa* βρέθηκαν πιο αρνητικές σε σχέση με τις αντίστοιχες των σεπάλων. Η στατιστική διαφορά μεταξύ $\Psi_{\text{πετάλων}}$ και $\Psi_{\text{σεπάλων}}$ τη νύχτα δεν ήταν σημαντική. Αντίθετα, σημαντικές διαφορές ($p < 0.005$) προέκυψαν στις τιμές Ψ πριν από την ανατολή του ήλιου. Ομοίως για το Ψ_s . Το χάραμα, το $\Psi_{\text{πετάλων}}$ βρέθηκε υψηλότερο από $\Psi_{\text{πετάλων}}$ της νύχτας (Πίνακας 1) και από $\Psi_{\text{φύλλων}}$ το χάραμα (Rhizopoulou et al. 1997, Rhizopoulou & Psaras 2003). Φαίνεται ότι το $\Psi_{\text{πετάλων}}$ κατά τη διάρκεια της νύχτας ανέρχεται και η υδατική κατάσταση των ιστών εξισορροπεί με την υδατική κατάσταση του εδάφους, γεγονός που συμφωνεί με μετρήσεις που έγιναν σε άνθη βαμβακιού (Trolinder et al. 1993). Η υψηλότερη τιμή σπαργής στα πέταλα (0,53 MPa) που προσδιορίστηκε χωρίς το πρωί, συντελεί στη διατήρηση της ανοιχτής στεφάνης.

Οι τιμές Ψ και Ψ_s των πετάλων *C. spinosa* είναι συγκρίσιμες τόσο με Ψ και Ψ_s ανθικών ιστών από σιτάρι που υφίσταται καταπόνηση από έλλειμμα νερού (Westgate et al. 1996), όσο και με τα φύλλα φρεατόφυτων (Donovan et al. 2001). Τελικά τα πέταλα χάνουν τη σπαργή τους όταν $\Psi = -1.32$ MPa, στις 10.00 π.μ. Η ζωή του άνθους τελειώνει. Το απόγευμα, το επόμενο μπουμπουκί, κατά μήκος του βλαστού, θ' ανθίσει. Σε ορισμένες πειπτώσεις, όταν θάμνοι *C. spinosa* μεγαλώνουν κοντά σε πηγάδια, συρρικνωμένοι ανθικοί ιστοί διατηρούνται ως το απόγευμα πάνω στους βλαστούς, επιμηκύνοντας τη ζωή του άνθους, για λίγες ώρες.

Στην έκπτυξη των ανθικών ιστών της κάππαρης συνεισφέρει κι ένας μηχανισμός χαλάρωσης (cell wall relaxation) των κυτταρικών τοιχωμάτων, που επιτρέπει την είσοδο νερού και το ξεδιπλωμα της στεφάνης, ταχύτατα. Βρήκαμε μια πολυγονιδιακή οικογένεια εξπανσινών που εκφράζεται σε φύλλα, πέταλα και νήματα της κάππαρης (Ioannidi et al. 2001, Ioannidi et al. 2003, Ιωαννίδη 2003, Νικήτας 2004).

Τα περιεχόμενο σε ολικά λίπη σε βραδινά πέταλα είναι παρόμοιο με αυτό των πρωινών πετάλων (32.5 ± 0.8 mg g⁻¹ d.w.). Η συμμετοχή των λιπαρών οξέων διαφέρει μεταξύ των φρέσκων νυχτερικών και των γηρασμένων πρωινών πετάλων (Πίνακας 3).

Τα ακόρεστα λιπαρά οξέα επηρεάζουν την διαπερατότητα των μεμβρανών και την διατροφή των επικονιαστών (Kevan & Baker 1983).

Πρόσφατα υποστηρίχθηκε (van Doorn & van Meeteren 2003) ότι το ξεδίπλωμα του άνθους οφείλεται στην παρουσία σακχάρων, επειδή έτσι ελαττώνεται το Ψs σε περιόδους υδατικού ελλείμματος. Επίσης, προλίνη συσσωρεύεται σε φυτικούς ιστούς υπό συνθήκες καταπόνησης (Taylor 1996). Το περιεχόμενο σε προλίνη στα πέταλα ήταν 20-φορές μικρότερο από ότι σε φύλλα της κάππαρης και 10-φορές μεγαλύτερο από ότι σε φύλλα άλλων φυτών που αναπτύσσονται στο ίδιο οικοσύστημα (Rhizopoulou et al. 1990, Diamantoglou & Rhizopoulou 1992). Η *C. spinosa* φύτεται σε ένα έδαφος φτωχό σε άζωτο και η προλίνη μπορεί να παίζει το ρόλο ως ένωση του αζώτου που μεταφέρεται από τα φύλλα σε αναπαραγωγικούς ιστούς (Rhizopoulou et al. 1990, Taylor 1996). Το περιεχόμενο σε προλίνη στα γηρασμένα πρωινά άνθη ήταν μικρότερο από ότι φρέσκα νυχτερινά άνθη. Οι τιμές κυμαίνονται στα πέταλα από 1.9 mg g⁻¹d.w. το βράδυ ως 1.5 mg g⁻¹d.w. το πρωί, στα σέπαλα από 1.5 mg g⁻¹d.w. το βράδυ ως 1.4 mg g⁻¹d.w. το πρωί, στη γύρη 1.2 mg g⁻¹d.w. και στα νήματα 0.9 mg g⁻¹d.w.

Η μεγαλύτερη συγκέντρωση σακχάρων (384 mg g⁻¹d.w.) προσδιορίστηκε σε νυχτερινά πέταλα. Στα πρωινά πέταλα, η συγκέντρωση ελαττώθηκε κατά 26%, ποσοστό που εναρμονίζεται με την αύξηση του Ψs_{πέταλων} (24,3 %). Στα βραδινά σέπαλα, η συγκέντρωση ολικών σακχαρών βρέθηκε 354 mg g⁻¹d.w. κι ελαττώθηκε κατά 25% ως το πρωί (Πίνακας 2). Στα βραδινά νήματα, το περιεχόμενο σε ολικά σάκχρα ήταν 273 mg g⁻¹d.w. κι ελαττώθηκε κατά 3 % στα πρωινά νήματα. Στη γύρη, το περιεχόμενο σε ολικά σάκχρα ήταν 174 mg g⁻¹d.w. το βράδυ, κι ελαττώθηκε κατά 17% ως το πρωί.

Η σύντομη ζωή των ανθέων σχετίζεται μ' ένα μικρό κόστος διατήρησης του άνθους (Ashman & Schoen 1994) και βραχύχρονες παροχές. Άλλωστε, το βραχύβιο άνθος είναι χαρακτηριστικό σε άλλα φυτικά είδη, όπως *Selenicereus*, *Oenothera*, *Mirabilis* που φύονται σε τροπικές περιοχές, στο αναριχώμενο *Quisqualis indica*, στα γένη *Gynandritis*, *Haloxylon* or *Rhanterium* που μεγαλώνουν σ' ερημικό περιβάλλον (Omar 2000) και στο παραθαλάσσιου *Pangratiun maritimum* (Eisikowitch & Galil 1971).

Πίνακας 1. Υδατικές σχέσεις σε ανθικούς ιστούς του φυτού *Capparis spinosa* L.

Ανθικοί ιστοί	Χρόνος (ώρες)	Υδατικό δυναμικό (Ψ) (MPa)	Οσμωτικό δυναμικό (Ψs) (MPa)	Πίεση σπαργής (Ψp) (MPa)
Σέπαλα	2200	-1.15±0.02	-1.35±0.03	0.20
	0600	-0.42±0.01	-0.93±0.04	0.51
Πέταλα	2200	-1.16±0.03	-1.37±0.02	0.21
	0600	-0.59±0.06	-1.12±0.04	0.53
	0800	-1.22±0.06	-1.39±0.03	0.17
	1000	-1.32±0.03	-1.38±0.07	0.06

Πίνακας 2. Συσσώρευση οσμωτικά ενεργών ουσιών σε ανθικούς ιστούς.

Ανθικοί ιστοί	Χρόνος (ώρες)	Οσμωτικό δυναμικό (Ψs) (MPa)	Προλίνη mg g ⁻¹ d.w.	Ολικά σάκχαρα mg g ⁻¹ d.w.
Σέπαλα	2200	1.35±0.03	1.42±0.07	355±0.6
Πέταλα	2200	1.37±0.02	1.96±0.04	384±0.6
	0600	1.12±0.04	1.51±0.01	102±0.4
Νήματα	2200		0.93±0.04	273±0.7
	0600		0.64±0.03	268±0.9
Γύρη	2200		1.22±0.02	175±0.5
	0600		1.75±0.03 *	144±0.3 *

Πίνακας 3. Λιπαρά οξέα σε πέταλα του φυτού *Capparis spinosa* L.

Λιπαρά οξέα	Νυχτερινά πέταλα, 2 ώρες μετά την ανάπτυξη της στεφάνης (% επί των ολικών λιπαρών οξέων)	Πρωινά πέταλα, 12 ώρες μετά την ανάπτυξη της στεφάνης (% επί των ολικών λιπαρών οξέων)
C 15:0		1.802
C 16:1	1.984	3.125
C 17:0	5.862	8.765
C 17:1	2.915	
C 18:0		2.933
C 18:1	10.279	16.104
C 18:2	16.518	20.143
C 18:3	9.945	2.797
C 20:2	3.093	7.844
C 20:3		1.706
C 20:4	24.697	16.115
C 20:5	4.559	5.448
C 22:0		2.189
C 22:1	8.572	5.941
C 22:2	4.259	2.538
C 22:6	3.696	2.549
C 23:0	3.570	

Ευχαριστίες

Η έρευνα αυτή ενισχύθηκε οικονομικά από τον Ε.Λ.Κ.Ε. του Ε.Κ.Π.Α. (70/4/5720). Ευχαριστούμε τον Τάσο Λεγάκη και τη Σόνια Μελετίου-Χρήστου για γόνιμες συζητήσεις και τους Κ. Μαργαζή, Α. Sciandra και Κ. Σπάλα για εργαστηριακή βοήθεια.

Βιβλιογραφία

- Αλεξανδρίδης Ν. 2004. Μελέτη της ανθικής επίδειξης. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ.
- Ashman T.-L. & Schoen D.J. 1994. How long should flowers live? *Nature* 371, 788-791.
- Bates L.S., Waldren R.P. & Teare L.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
- Cornes M.D. & Cornes C.D. 1989. The wild flowering plants of Bahrain. Immel Publishing, London.
- Dafni A., Eisikowitch D. & Ivri Y. 1987. Nectar flow and pollinators' efficiency in two co-occurring species of *Capparis* (Capparaceae) in Israel. *Plant Systematics and Evolution* 157: 181-186.
- Dafni A., Lehrer M. & Kevan P.G. 1997. Spatial flower parameters and insect spatial vision. *Biological Review* 72: 230-282.
- Diamantoglou S. & Rhizopoulou S. 1992. Free proline accumulation in sapwood, bark and leaves of three evergreen sclerophylls and a comparison with an evergreen conifer. *Journal of Plant Physiology* 140: 361-365.
- Donovan L.A., Linton M.J. & Richards J.H. 2001. Predawn plant water potential does not necessarily equilibrate with soil water potential under well-watered conditions. *Oecologia* 129: 328-335.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A. & Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry* 38: 350-356.
- Eisikowitch D. & Galil J. 1971. Effect of wind on the pollination of *Pancratium maritimum* L. (Amaryllidaceae) by hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae). *Journal of Animal Ecology* 40: 673-678.
- Eisikowitch, D., Ivri, Y. & Dafni A. 1986. Reward partitioning in *Capparis* spp. along ecological gradient. *Oecologia* 71: 47-50.
- Herrera C.M. 1992. Individual flowering time and maternal fecundity in a summer-flowering Mediterranean shrub: making the right prediction for the wrong season. *Acta Oecologica* 13: 13-24.
- Herrera J. 2005. Flower size in *Rosmarinus officinalis*: individuals, populations and habitats. *Annals of Botany* 95: 431-437.
- Ioannidi E., Alexandres N. & Rhizopoulou S. 2001. Ephemeral anthesis of *Capparis spinosa* L. Proceedings of Annual Meeting of ASPB, the Rhodes Island, USA.
- Ioannidi E., Nikitas G. & Rhizopoulou S. 2003. An expansin family in caper (*Capparis spinosa* L.). Proceedings of 25th Annual Conference of Hellenic Society of Biological Sciences. Lesvos, Greece.
- Ιωαννίδη Ε. 2003. Προσδιορισμός εξπανσινών σε φύλλα της *Capparis spinosa* L. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ.
- Ish-Shalom-Gordon N. 1993. Floristic composition and floral phenology of the

- Mediterranean batha of Ariel, Samaria. Vegetatio 109: 191-200.
- Kevan P.G. & Baker H.G. 1983. Insects as flower visitors and pollinators. Annual Review of Entomology 28: 407-453.
- Leins P. & Metzenauer G. 1979. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Capparis-Blüten. Botanische Jahrbücher für Systematik 100: 542-554.
- Li Q.J., Xu Z.F., Kress W.J., Xia Y.M., Zhang L., Deng X.B., Gao J.Y. & Bai, Z.L. 2001. Flexible style that encourages outcrossing. Nature 410: 413.
- Meletiου-Christou M.S., Diamantoglou S. & Mitakos K. 1990. Analysis of lipids of *Citrullus lanatus* during seed germination and seedling growth. Journal of Experimental Botany 41: 1455-1460.
- Νικήτας Γ. 2004. Οι εξπανσίνες και το άνθος της *Capparis spinosa* L. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας ΕΚΠΑ.
- Omar S. 2000. Desert flowers growing for Kuwait. Kuwaiti Digest 26: 23-28.
- Petanidou T. & Ellis W. 1993. Pollinating fauna of a phryganic ecosystem: composition and diversity. Biodiversity Letters 1: 6-22.
- Petanidou T., van Laere A.J. & Smets E. 1996. Change in floral nectar components from fresh to senescent flowers of *Capparis spinosa* (Capparidaceae), a nocturnally flowering Mediterranean shrub. Plant Systems Evolution 199: 79-92.
- Rhizopoulou S. 1990. Physiological responses of *Capparis spinosa* L. to drought. Journal of Plant Physiology 136: 341-348.
- Rhizopoulou S., Diamantoglou S. & Passiakou L. 1990. Free proline accumulation in leaves, stems and roots of four Mediterranean native phrygana species. Acta Oecologica 11: 585-593.
- Rhizopoulou S., Heberlein K. & Kassianou A. 1997. Field water relations of *Capparis spinosa* L. Journal of Arid Environments 36: 237-248.
- Rhizopoulou S. & Psaras G.K. 2003. Development and structure of drought-tolerant leaves of the Mediterranean shrub *Capparis spinosa* L. Annals of Botany 92: 377-383.
- Schneider K., Alexandredes N., Zervou D., Ioannidi E., Athanasopoulos A. & Rhizopoulou S. 2000. On flower development I. Physiological aspects. Proceedings 22nd Meeting of HSBS, Skiathos, 234-235.
- Spaethe J., Tautz J. & Chittka L. 2001. Visual constraints in foraging bumblebees: flower size and color affect search time and flight behavior. Proceedings National Academy Science USA 98: 3898-3903.
- Taylor C.B. 1996. Proline and water deficit: ups, downs, ins and outs. The Plant Cell 8: 1221-1224.
- Trolinder N.L., McMichael B.L. & Upchurch D.R. 1993. Water relations of cotton flower petals and fruit. Plant Cell and Environment 16: 755-760.
- van Doorn W.G. & van Meeteren U. 2003. Flower opening and closure: a review. Journal of Experimental Botany 54: 1801-1812.
- Vorobyev M., de Ibarra N.H., Brandt R. & Giurfa M. 1999. Do white and green look the same to a bee? Naturwissenschaften 86, 592-594.
- Westgate E.M., Passioura B.J. & Munns R. 1996. Water status and ABA content of floral organs in drought-stressed wheat. Australian Journal of Plant Physiology 23: 763-772.

Υδρόβια και υγρόφιλη χλωρίδα της Ελλάδας. Βιβλιογραφική επισκόπηση και προσθήκη νέων στοιχείων

Σαρίκα Μ.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Με την παρούσα εργασία επιχειρείται η καταγραφή της ελληνικής υδρόβιας και υγρόφιλης μακροφυτικής χλωρίδας. Στην επισκόπηση αυτή εκτός από τις βιβλιογραφικές αναφορές λαμβάνονται υπόψη και πρωτότυπα στοιχεία προερχόμενα από υδροτόπους οι οποίοι δεν είχαν έως τώρα μελετηθεί από βοτανική άποψη (Έλος Σούρπης, Δέλτα Σπερχειού, Λιμνοθάλασσα Αταλάντης, παράκτιο έλος στον Ωρωπό Αττικής). Σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί ο αριθμός των φυτικών taxa που απαντούν στους ελληνικούς υδροτόπους ανέρχεται σε 824 (180 υδρόβια, 644 υγρόφιλα). Μεταξύ αυτών υπάρχουν taxa η εξάπλωση των οποίων στην Ελλάδα περιορίζεται σε παράκτιους υδροτόπους (30 taxa), σε υδροτόπους χαμηλού υψομέτρου της ενδοχώρας (139 taxa), σε υδροτόπους ορεινών περιοχών (137 taxa), σε νησιωτικές υδροτοπικές περιοχές (36 taxa) και σε ορυζώνες (16 taxa). Ορισμένα από αυτά τα φυτικά taxa (61) παρουσιάζουν ιδιαίτερο χωρολογικό ενδιαφέρον γιατί εμφανίζονται μόνο σε έναν ή το πολύ σε δύο υδροτόπους ή σε υδροτόπους που βρίσκονται σε μία μόνο ευρύτερη γεωγραφική περιοχή.

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως υπάρχουν υγρότοποι οι οποίοι φιλοξενούν σημαντικό αριθμό σπάνιων στην Ελλάδα φυτικών taxa. Οι υγρότοποι αυτοί βρίσκονται είτε σε μεμονωμένα υδάτινα οικοσυστήματα (π.χ. Λίμνη Μητρικού, Δέλτα Πηνειού) είτε εντός μιας ευρύτερης γεωγραφικής περιοχής (π.χ. υγρότοποι Αμβρακικού Κόλπου). Οι υδροτοπικές αυτές περιοχές παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς αποτελούν κέντρα ποικιλότητας, την διατήρηση των οποίων οφείλουμε να διασφαλίσουμε.

Aquatic and hygrophilous flora of Greece. Bibliographical review and addition of new records

Sarika M.

Institute of Systematic Botany, Section of Ecology and Systematics, Department of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

This study is an attempt to record the aquatic and hygrophilous flora of Greece. This

review is based on bibliographical references and unpublished data, from areas whose flora has never been investigated. According to the information gathered until now, the number of taxa that occur in Greek wetlands is 824 (180 aquatic plants, 644 hygrophilous plants). Among them there are taxa that grow exclusively in coastal wetlands (30 taxa), in inland wetlands of low altitudes (139 taxa), in wetlands of high altitudes (137 taxa), in island wetlands (36 taxa) and in rice fields (16 taxa). Sixty one of them are of an interesting chorology as their distribution is restricted only in one or two wetlands or in the wetlands of a particular geographical region.

Data analysis shows that a significant number of plants rare in Greece are hosted in wetlands which either constitute a particular aquatic ecosystem or lie within a wider geographical region. These wetlands are particularly interesting and need to be protected due to their biodiversity.

Εισαγωγή

Από τα τέλη του 19ου αιώνα έως και σήμερα πλήθος βοτανικών ερευνών έχουν πραγματοποιηθεί σε χερσαία οικοσυστήματα της χώρας μας. Αντίθετα η χλωρίδα των ελληνικών υγροτόπων παρέμενε για αρκετά χρόνια ανεπαρκώς γνωστή. Μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 1980 λίγα υδάτινα οικοσυστήματα είχαν μελετηθεί από χλωριδική άποψη, όμως τελευταία οι υγρότοποι αποτελούν όλο και πιο συχνά αντικείμενο χλωριδικών ή φυτοκοινωνιολογικών ερευνών (Σαρίκα-Χατζηνικολάου 1999, Sarika et al. 2003). Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον που παρουσιάζουν τα υδρόβια μακρόφυτα από οικολογική και ταξινομική άποψη (Sculthorpe 1967) και η αναγνώριση των υγροτοπικών αξιών που χρειάζονται άμεση προστασία, αποτέλεσαν πιθανόν τους κυριότερους λόγους για την απόκτηση καλύτερης γνώσης της μακροφυτικής χλωρίδας και βλάστησης. Στα υδάτινα οικοσυστήματα, τα μακρόφυτα επηρεάζουν ιδιαίτερα τις φυσικοχημικές ιδιότητες της παράλιας ζώνης και των αβαθών υδάτων (Hutchinson 1975, Marshall & Westlake 1978, Wetzel 1990). Συμβάλλουν σημαντικά στην παραγωγικότητα των λιμνών και παίζουν πρωταρχικό ρόλο στη ρύθμιση του μεταβολισμού των υδάτινων οικοσυστημάτων (Best 1982).

Οι υγρότοποι μολονότι αποτελούν σημαντικούς φυσικούς πόρους με πολλαπλές αξίες, δέχονται έντονες ανθρωπογενείς πιέσεις και περιλαμβάνονται ανάμεσα στις πιο υποβαθμισμένες περιοχές της Ευρώπης. Είναι γνωστό πως φιλοξενούν πλήθος φυτικών και ζωικών ειδών πολλά από τα οποία είναι σπάνια ή/και απειλούμενα και συμβάλλουν στη διατήρηση της ποικιλότητας σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Έτσι η υποβάθμισή τους ακολουθείται από μείωση της ποικιλότητας και πιθανή εξαφάνιση ειδών. Κατά τα τελευταία 60 έτη η Ελλάδα έχασε περισσότερο από τα δύο τρίτα των υγροτοπικών της εκτάσεων, κυρίως από αποξηράνσεις (Ζαλίδης & Μαντζαβέλας 1994). Παρόλα αυτά διατηρεί ακόμη έναν αξιόλογο αριθμό μικρών και μεγάλων υγροτόπων εθνικής και διεθνούς σημασίας, ένα ανεκτίμητο φυσικό κεφάλαιο που οφείλουμε να διαφυλάξουμε.

Στην παρούσα εργασία καταγράφονται τα υδρόβια και υγρόφιλα μακρόφυτα που απαντούν στην Ελλάδα και περιλαμβάνονται είτε σε δημοσιευμένες εργασίες που αφορούν τη χλωρίδα και/ή τη βλάστηση συγκεκριμένων υγροτόπων, είτε υπάρχουν διάσπαρτα σε καταλόγους που αναφέρονται στη χλωρίδα ευρύτερων περιοχών της χώρας. Εκτός από τις βιβλιογραφικές αναφορές στην επισκόπηση αυτή λαμβάνονται

υπόψη και πρωτότυπα μη δημοσιευμένα στοιχεία προερχόμενα από τέσσερις υγροτόπους που ερευνήθηκαν για πρώτη φορά από χλωριδική άποψη. Σκοπός της εργασίας είναι η αξιολόγηση των δεδομένων από ταξινομική και φυτογεωγραφική άποψη και η ανάδειξη υγροτοπικών περιοχών ιδιαίτερου ενδιαφέροντος (υψηλή ποικιλότητα/υψηλό ποσοστό σπάνιων ειδών) με προτεραιότητα στη λήψη μέτρων προστασίας και διατήρησης. Επιδιώκεται επίσης η αναγνώριση απειλούμενων ειδών που χρειάζονται προστασία. Πρέπει να σημειωθεί πως τα αποτελέσματα είναι προκαταρκτικά και κάποια από αυτά ενδεχομένως να τροποποιηθούν μετά την ολοκλήρωση του βιβλιογραφικού ελέγχου.

Υλικά και μέθοδοι

Τα βιβλιογραφικά δεδομένα που έχουν έως τώρα συγκεντρωθεί για την καταγραφή της ελληνικής υγροτοπικής χλωρίδας προέρχονται από τα έργα Mountain Flora of Greece (Strid 1986a, Strid & Tan 1991a), Flora Hellenica (Strid & Tan 1997, 2002) και 77 δημοσιευμένες εργασίες, 51 πρόσφατες (1980-2003) και 26 παλαιότερες (1910-1980).

Επειδή πολλές αναφορές για υδρόβια και υγρόφιλα φυτά βρίσκονται διάσπαρτες σε εργασίες που αφορούν ευρύτερες περιοχές και όχι συγκεκριμένους υγροτόπους, ήταν απαραίτητο για την ορθή αξιολόγηση των δεδομένων να υιοθετηθούν κριτήρια χαρακτηρισμού των υδρόβιων και υγρόφιλων taxa. Στην παρούσα εργασία υδρόβια θεωρούνται τα φυτά που αναπτύσσονται στο νερό, σε έδαφος καλυμένο με νερό ή σε έδαφος που συνήθως διαβρέχεται (Weaver & Clements 1938, Sculthorpe 1967) ή πίο απλά τα φυτά που ζουν κοντά ή μέσα στο νερό (Haslam 1978). Ως υγρόφιλα χαρακτηρίζονται τα φυτά που αναπτύσσονται πάντα ή πολύ συχνά σε μόνιμα ή εποχιακά υγρές θέσεις και σε εκτάσεις που κατακλύζονται περιοδικά.

Τα νέα μη δημοσιευμένα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν τη μακροφυτική χλωρίδα τεσσάρων υγροτόπων στους οποίους δεν είχε έως τώρα πραγματοποιηθεί προηγούμενη βοτανική έρευνα. Οι υγρότοποι αυτοί είναι: Έλος Σούρπης (Νομός Μαγνησίας), Δέλτα Σπερχειού (Νομός Φθιώτιδος), Λιμνοθάλασσα Αταλάντης (Νομός Φθιώτιδος), Παράκτιο έλος στην περιοχή του Ωρωπού (Νομός Αττικής).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

A. Τύποι υγροτόπων

Οι υγρότοποι από τους οποίους προέρχεται μεγάλο μέρος των στοιχείων που έχουν έως τώρα συγκεντρωθεί μπορεί να ενταχθούν στους πιο κάτω τύπους του Συστήματος Ταξινόμησης υγροτόπων του Γραφείου Ραμσάρ (Ζαλίδης & Μαντζαβέλας 1994):

Παράκτιοι υγρότοποι: δέλτα ποταμών (12), λιμνοθάλασσες (19), υφάλμυρα έλη (11), ιλυώδη, αμμώδη και αλατούχα πεδία, αβαθείς μικρές λίμνες και έλη με $\pm$ γλυκό νερό, ρυάκια και πηγές στην παράκτια ζώνη. Οι τρεις τελευταίοι τύποι απαντούν είτε στις παρυφές μεγαλύτερων οικοσυστημάτων (π.χ. δέλτα ποταμών, λιμνοθάλασσες) είτε μεμονωμένα (π.χ. έλη Σχοινιά, Σούρπης, Λιτοχώρου κ.ά.).

Εσωτερικοί υγρότοποι: ποταμοί και ρυάκες με συνεχή ροή (19), ποταμοί και ρυάκες με ασυνεχή ροή (12), ποτάμιες πλημμυρογενείς πεδιάδες, μόνιμες λίμνες γλυκού νερού (32), μικρές εποχιακές λίμνες και εποχιακά έλη γλυκού νερού (8), μικρές μόνιμες λίμνες και μόνιμα έλη γλυκού νερού (7), αλικοί υγρότοποι (4), έλη με τυρφώδη πυθμένα (2),

πηγές γλυκού νερού (5).

Τεχνητοί υγρότοποι: ορυζώνες (12), διώρυγες (16), τάφροι (4), αλυκές (1).

B. Χλωρίδα

Ο συνολικός αριθμός των taxa που έχουν έως τώρα καταγραφεί ανέρχεται σε 824 (180 υδρόβια, 44 υγρόφιλα). Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτει πως 30 taxa (2 υδρόβια, 28 υγρόφιλα) περιορίζουν την εμφάνισή τους σε παράκτιους υγροτόπους, 139 taxa (44 υδρόβια, 95 υγρόφιλα) σε υγροτόπους χαμηλών υψομέτρων της ενδοχώρας, 137 taxa (9 υδρόβια, 164 υγρόφιλα) σε υγροτόπους ορεινών περιοχών, 36 taxa (5 υδρόβια, 31 υγρόφιλα) σε νησιωτικές υγροτοπικές περιοχές και 16 taxa σε ορυζώνες. Ορισμένα από τα taxa αυτά, είναι γνωστά μόνο από ένα ή το πολύ δύο υγροτόπους ή από υγροτόπους μιας συγκεκριμένης ευρύτερης γεωγραφικής περιοχής, και παρουσιάζουν ιδιαίτερο χωρολογικό ενδιαφέρον. Τα ενδιαφέροντα αυτά taxa είναι τα εξής:

Σε παράκτιους υγροτόπους: *Althenia filiformis* Petit: Γνωστό μόνο από την περιοχή του Ωρωπού (Koumpli-Sovantzi 1995) και τη Νάξο (Koumpli-Sovantzi & Yannitsaros 1993). Το είδος έχει εξαπλώση στις λιμνοθάλασσες της Δυτικής Μεσογείου αλλά και στη ΒΔ Αφρική, τη Ν Ευρώπη, την Τουρκία και τη Ν Ρωσία μέχρι το Ν Ιράν. *Typha laxmanii* Lepechin: Πολύ σπάνιο είδος στην Ελλάδα, αφού από όσο γνωρίζουμε υπάρχει μία μόνο παλαιά αναφορά του από ελώδεις θέσεις κοντά στις Λεπτοκαρυές (Zaganiaris 1940). Πρόσφατα βρέθηκε στην περιοχή του Αμβρακικού κόλπου (Sarika et al. in press).

Σε υγροτόπους χαμηλών υψομέτρων της ενδοχώρας: *Azolla caroliniana* Wild.. Ξενόφυτο αμερικανικής προέλευσης που έχει εγκατασταθεί στις δυτικές, κεντρικές και νότιες περιοχές της Ευρώπης. Στην Ελλάδα γνωστό μόνο από το Δέλτα του Νέστου όπου φαίνεται πως έχει εγκλιματισθεί (Raus 1982). *Elatine campylosperma* Seubert: Γνωστό μόνο από την περιοχή της Στροφυλιάς στην ΒΔ Πελοπόννησο (Raabe & Koumpli-Sovantzi 2002). *Euphorbia palustris* L.: Πολύ σπάνιο είδος στην Ελλάδα αφού υπάρχουν μόνο λίγες παλαιές αναφορές (Sibthorpe & Smith 1806, Stephanides 1940, 1948). Πρόσφατα βρέθηκε στη λίμνη Καλοδίκη (Sarika-Hatzinikolaou et al. 1996). *Glyceria maxima* (Hartman) Holmberg: Γνωστό μόνο από την περιοχή του Εθνικού Δρυμού Πρεσπών (Παυλίδης 1985). *Lemna minuscula* Herter: Ξενόφυτο αμερικανικής προέλευσης. Στην Ελλάδα έχει εγκατασταθεί στα δέλτα των ποταμών Νέστου και Γαλλικού (Raus 1991). *Lindernia dubia* (L.) Pennel: Ξενόφυτο βορειοαμερικανικής προέλευσης, ευρέως διαδεδομένο ζιζάνιο των ελληνικών ορυζώνων, σπάνιο όμως σε φυσικά ενδιαιτήματα. Γνωστό μόνο από τον ποταμό Νέστο (Raus 1991). *Lindernia procumbens* (Krock.) Borbas: Ευρασιατικό είδος με υπο-ωκεάνια και υπο-μεσογειακή κατανομή, χαρακτηριστικό των κοινοτήτων των βραχύβιων νανωδών γραμινόμορφων ελοφύτων, που αναπτύσσονται σε υγρές, λασπώδεις ή αμμώδεις τοποθεσίες στις περισσότερες περιοχές της Κεντρικής και ΝΑ Ευρώπης. Στην Ελλάδα είναι γνωστό μόνο από τις λίμνες Μεγάλη Πρέσπα και Κερκίνη (Raus et al. 2002). *Ludwigia peploides* (Kunth) Raven subsp. *montevidensis* (Speng.) Raven: Ξενόφυτο νοτιοαμερικανικής προέλευσης. Έχει εγκλιματισθεί ευρέως σε ποταμούς της βορειοδυτικής Ευρώπης, ιδιαίτερα στη Γαλλία και το Βέλγιο. Πρόσφατα αναφέρθηκε και από την Τουρκία. Οι θέσεις ανεύρεσής του στις λίμνες Τριχωνίδα και Λυσιμαχία είναι οι μοναδικές έως τώρα στην Ελλάδα. *Marsilea quadrifolia* L.: Σύμφωνα με τον καθορισμό της IUCN ανήκει στην κατηγορία “Τρωτά” (Vulnerable) για ολόκληρο τον ευρωπαϊκό χώρο. Στην

Ελλάδα είναι γνωστό μόνο από τη λίμνη Κερκίνη (Παπαστεργιάδου 1990). *Myriophyllum heterophyllum* Michx: Γνωστό μόνο από τέλματα και μικρές λίμνες στον Εθνικό Δρυμό Πρεσπών (Παυλίδης 1985). *Najas gracilima* Magnus: Ξενόφυτο, ευρέως εξαπλούμενο στην εύκρατη Α. Ασία και Β. Αμερική. Γνωστό από τη λίμνη Κερκίνη (Παπαστεργιάδου 1990) και τους ορυζώνες Καλοχωρίου (Raus & Raabe 2002a). *Potamogeton berdoldii* Fieber: Στην Ελλάδα είναι γνωστό μόνο από τους ποταμούς Τράγο και Εράσινο στην Πελοπόννησο (Koumpli-Sovantzi et al. 1997). *Potamogeton coloratus* Hornem.: Γνωστό μόνο από τη λίμνη Βουλκαριά στην Αιτωλοακαρνανία (Κουμπλή-Σοβαντζή 1983). *Potamogeton filiformis* Pers.: Στην Ελλάδα έχει αναφερθεί μόνο από τον ποταμό Λουδία (Λαυρεντιάδης 1956) και την τεχνητή λίμνη Άγρα (Παπαστεργιάδου 1990). *Potamogeton polygonifolius* Rouret: Σπάνιο είδος στην Ελλάδα γνωστό από την Κέρκυρα (Stephanides 1940) ενώ παλαιές αναφορές από άλλες περιοχές της χώρας θεωρούνται σύμφωνα με τους Dandy (1980) και Akeroyd & Preston (1987) αμφίβολες ή λανθασμένες. Η ανεύρεσή του στη λίμνη Καλοδίκη (Sarika-Hatzinikolaou et al. 1996) επιβεβαιώνει την παρουσία του στην ηπειρωτική Ελλάδα. *Riccia fluitans* L.: Στην Ελλάδα γνωστό μόνο από τη λίμνη Κερκίνη (Παπαστεργιάδου 1990) και τον ποταμό Τράγο (Koumpli-Sovantzi et al. 1997). *Ricciocarpos natans* (L.) Corda: Μία μόνο γνωστή αναφορά από στάσιμα νερά κοντά στον ποταμό Ρήχιο (Παπαστεργιάδου 1990). *Sparganium emersum* Rehmman: Γνωστό μόνο από τον Εθνικό Δρυμό Πρεσπών (Παυλίδης 1985). *Typha minima* Funck: Σπάνιο είδος αυστηρά προστατευόμενο από τη συνθήκη της Βέρνης. Στην Ελλάδα βρέθηκε πρόσφατα για πρώτη φορά στον αρχαιολογικό χώρο της Ολυμπίας, στις όχθες του ποταμού Κλάδεου (Yannitsaros & Vassiliadis 2003). *Utricularia australis* R. Br.: Είδος γνωστό από τις περισσότερες περιοχές της Ευρώπης, αλλά σπάνιο στα Βαλκάνια. Στην Ελλάδα γνωστό από τις λίμνες Καλοδίκη (Sarika-Hatzinikolaou et al. 1996) και Στυμφαλία (Koumpli-Sovantzi et al. 1997). Η παρουσία του στην Κρήτη θεωρείται αμφίβολη από τους Taylor (1972) και Greuter et al. (1989). *Utricularia gibba* L.: Παντροπικό είδος που στην Ευρώπη έχει εγκλιματισθεί στην Ισπανία και την Πορτογαλία. Εμφανίζεται όμως και σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες ως τυχαία εισαγόμενο ζιζάνιο σε ενυδρεία και βοτανικούς Κήπους. Από την Ελλάδα υπάρχει μία μόνο αναφορά από τη λίμνη Καλοδίκη (Sarika-Hatzinikolaou et al. 1996). *Utricularia minor* L.: Κοινό στην Ευρώπη, σπάνιο στην περιοχή της Μεσογείου (Taylor 1972). Στην Ελλάδα έχει αναφερθεί μόνο από την τεχνητή λίμνη Άγρα και από κανάλι που συνδέει τις λίμνες Μικρή και Μεγάλη Πρέσπα (Παπαστεργιάδου 1990).

Σε υγροτόπους ορεινών περιοχών: *Carex canescens* L.: Στην Ελλάδα γνωστό μόνο από την περιοχή Ντόμπρο-Πόλε στο όρος Βόρας (Hartvig 1991a). *Carex lasiocarpa* Tausch: Στην Ελλάδα γνωστό μόνο από την περιοχή Ντόμπρο-Πόλε στο όρος Βόρας (Hartvig 1991a). *Carex limosa* L.: Έχει συλλεγεί μία μόνο φορά στην Ελλάδα, στο όρος Βόρας σε τυρφώνα με Sphagnum στη θέση Ντόμπρο-Πόλε (Hartvig 1991a). *Equisetum fluviatile* L.: Έχει βρεθεί μόνο στο όρος Βόρας στη θέση Ντόμπρο-Πόλε. Είναι ένα είδος που αναπτύσσεται σε ελώδεις τοποθεσίες, συχνά σε αβαθή νερά στις όχθες λιμνών και απαντά σχεδόν σε όλες τις εύκρατες περιοχές του Βορείου Ημισφαιρίου (Christiansen 1986). *Juncus acutiflorus* Hoffm.: Ευρείας εξάπλωσης ευρωπαϊκό είδος η μοναδική αναφορά του οποίου από την Ελλάδα είναι από τη θέση Ντόμπρο-Πόλε στο όρος Βόρας (Strid & Tan 1999a). Η ελώδης αυτή τοποθεσία είναι η νοτιότερη περιοχή ανεύρεσης

του *Juncus acutiflorus* στην Ευρώπη αλλά και των παραπάνω αναφερθέντων ειδών. *Rhynchospora alba* (L.) Vahl: Η μοναδική πολύ απομονωμένη τοποθεσία ανεύρεσής του στην Ελλάδα σε τυρφώνα με *Sphagnum* στη θέση Ντόμπρο-Πόλε του όρους Βόρας αποτελεί μία σημαντική επέκταση της εξάπλωσής του ΝΑ. Οι πλησιέστερες θέσεις εμφάνισης του είδους είναι στη Ρουμανία, Κροατία και τα Κεντρικά Απέννινα (Hartvig 1991b). *Soldanella carpatica* Vierh.: Στην Ελλάδα γνωστό μόνο από τη Ροδόπη, όπου εμφανίζεται σε δάση *Picea abies* σε υγρές πετρώδεις θέσεις στις όχθες ρυάκων. Το είδος αυτό εξαπλώνεται στα βουνά της ανατολικοκεντρικής και νοτιοανατολικής Ευρώπης, από τη Ν Πολωνία έως τη ΒΑ Ελλάδα (Raus 1986). *Aconitum lamarkii* Reichenb.: Στην Ελλάδα έχει αναφερθεί μόνο από τη Ροδόπη, από μικτό δάσος *Picea abies*-*Fagus sylvatica* σε υγρή σκιερή θέση κοντά σε μικρό ρυάκι. Εξαπλώνεται στα βουνά της νότιας και νοτιοκεντρικής Ευρώπης (Strid 1986b). *Carex flava* L.: Το είδος αυτό είναι γνωστό στην Ελλάδα μόνο από λιβάδια σε ανοίγματα δασών *Picea abies* στη Ροδόπη (Hartvig 1991a). *Lilium rhodopeum* Delip.: Ενδημικό στην κεντρική Ροδόπη στα σύνορα μεταξύ Ελλάδας και Βουλγαρίας (Andersson 1991). *Carex hordeistichos* Vill.: Η μοναδική αναφορά του είδους για την Ελλάδα είναι από το Μέτσοβο από υγρές θέσεις κοντά σε πηγή. Η ανεύρεσή του γεφύρωσε το χάσμα που υπήρχε ανάμεσα στις γνωστές θέσεις εμφάνισης του είδους στην πρώην Γιουγκοσλαβία και τη Βουλγαρία και αυτές στην κεντρική και νότια Ανατολία (Hellmann & Raus 1999). *Nathecium scardicum* Kosánin: Σπάνιο είδος, ενδημικό σε σερπεντίνες γνωστό μόνο από λίγες τοποθεσίες στην ΒΔ Ελλάδα (Σμόλικας, Μαυροβούνι), την Αλβανία και την πρώην ΝΔ Γιουγκοσλαβία (Strid & Tan 1991b). *Plantago reniformis* G. Beck: Στην Ελλάδα γνωστό μόνο από τον Τυμφορηστό (Gustavsson 1978). *Achillea lingulata* Waldst. & Kit.: Γνωστό στην Ελλάδα μόνο από τα Πιέρια όρη όπου αναπτύσσεται σε υγρά λιβάδια (Franzen 1991). *Glyceria nemoralis* (Uechtr.) Uechtr. & Körn.: Η μοναδική αναφορά του είδους από την Ελλάδα είναι από το Νομό Πέλλας, από σκιερή θέση σε μικρό ρυάκι σε δάσος με *Fagus*. Η *Glyceria nemoralis* είναι ένα δασικό είδος της Κ. και Α. Ευρώπης με πλησιέστερες τοποθεσίες ανεύρεσης στη Βουλγαρία (Strid & Tan 1999b). *Sparganium angustifolium* Michx.: Είδος πολύ σπάνιο στη Βαλκανική Χερσόνησο. Στην Ελλάδα γνωστό μόνο από το Πετρίτσι της Μακεδονίας (Zaganiaris 1940) και τα όρη Σμόλικας (Hartvig 1978) και Τύμφη (Sarika-Hatzinikolaou et al. 1997) στην Ήπειρο. *Saxifraga aizoides* L.: Στην Ελλάδα το είδος αυτό έχει βρεθεί μόνο στο όρος Τζένα, σε ελώδεις τοποθεσίες κοντά σε ορεινούς ρυάκες (Alden & Strid 1986). *Veronica oetea* L.-Å. Gustavsson: Είδος ενδημικό της Οίτης γνωστό μόνο από δύο μικρά εποχιακά λιμνίδια. Κινδυνεύει από την κατασκευή δρόμων και την εξόρυξη βωξίτη (Gustavsson 1978).

Σε νησιωτικές υγροτοπικές περιοχές: *Anagallis tenella* (L.) L.: Γνωστό μόνο από την Κρήτη (Turland et al. 1993). *Antinoria insularis* Parl.: Γνωστό μόνο από την Κρήτη (Bergmeier & Matthäs 1995) και τη Λέσβο (Hansen & Nielsen 1993) όπου αναπτύσσεται σε εποχιακά υγρές θέσεις. *Bellis longifolia* Boiss. & Heldr.: Ενδημικό στην Κρήτη, όπου σποραδικά απαντά σε υγρές θέσεις κοντά σε πηγές και δολίνες (Strid 1991). *Callitriche cophocarpa* Sendtn.: Γνωστό μόνο από τη λίμνη Αγιάς στην Κρήτη (Greuter 1973). *Callitriche pulchra* Schotsman: Γνωστό μόνο από τη Γαύδο (Greuter 1973, Turland et al. 1993, Bergmeier et al. 1997). *Carex idaea* Greuter, Matthäs & Risse: Ενδημικό στην Κρήτη (Turland et al. 1993). *Cirsium creticum* (L.) d' Uvr. subsp. *dictaeum* Greuter, Matthäs & Risse: Ενδημικό στην Κρήτη (Greuter 1973, Turland et al.

1993). *Eleocharis caduca* (Delilie) Schult.: Σπάνιο είδος στην Ελλάδα γνωστό μόνο από τη λίμνη Κουρνά στη Δ. Κρήτη (Greuter & al 2002). Κύριο κέντρο εξάπλωσης του είδους είναι η ανατολική Τροπική Αφρική. *Eleocharis multicaulis* (Sm.) Desv.: Γνωστό μόνο από την Κρήτη (Κυδωνία) (Greuter 1973). *Fimbristylis ferruginea* (L.) Vahl: Το είδος αυτό έχει κύρια εξάπλωση σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές (De Filippis 1980). Στην Ελλάδα είναι γνωστό μόνο από την Κρήτη (Turland et al. 1993). *Liguidambar orientalis* Miller: Ενδημικό στη Ρόδο και την ΝΔ Ανατολία (Calström 1978). *Marsilea aegyptiaca* Willd.: Η μοναδική γνωστή αναφορά για το είδος αυτό από την Ελλάδα είναι από την Ελαφόνησο (Bergmeier & Raus 1999). Σύμφωνα με τον Crabbe (1964) η *Marsilea aegyptiaca* εξαπλώνεται κυρίως στην Αίγυπτο και την ΝΔ Ασία ενώ στην Ευρώπη είναι γνωστή μόνο από τη Μολδαβία και το Δέλτα του Βόλγα. *Ranunculus tripartitus* DC.: Στην Ελλάδα έχει αναφερθεί μόνο από τη Μύκονο. Ο ελληνικός πληθυσμός βρίσκεται πολύ μακριά από την κύρια περιοχή εξάπλωσης του είδους που είναι τα ατλαντικά τμήματα της Ευρώπης, από την Ισπανία έως τη ΒΔ Γερμανία (Strid 2002).

Σε ορυζώνες: *Ammania senegalensis* Lam.: Η ανεύρεση του είδους στην Πελοπόννησο σε ορυζώνες μεταξύ Καλαμάτας και Μεσσήνης (Raus & Raabe 2002b) αποτελεί τη μόνη γνωστή έως τώρα αναφορά για την Ευρώπη. *Bergia capensis* L.: Παλαιотροπικής καταγωγής ζιζάνιο, που στην Ευρώπη μέχρι πρόσφατα ήταν γνωστό μόνο σε ορυζώνες της Α. Ισπανίας. Στην Ελλάδα βρέθηκε στην Πελοπόννησο σε ορυζώνες μεταξύ Καλαμάτας και Μεσσήνης (Raabe 2001). *Eclipta prostrata* (L.) L.: Ξενόφυτο από την τροπική και θερμή-εύκρατη Αμερική, που στην Ελλάδα είναι γνωστό μόνο από ορυζώνες νότια του αεροδρομίου της Καλαμάτας (Raus & Raabe 2002a). *Eleocharis parvula* (Roem. & Schult.) Bluff & al.: Γνωστό από ορυζώνες νότια του ποταμού Σπερχειού (ΝΑ της Λαμίας, Β των Θερμοπυλών). Αυτή είναι η μοναδική ελληνική αναφορά της *Eleocharis parvula* που εμφανίζεται σε εκτεταμένες περιοχές της Ευρώπης, της Β Αμερικής και τοπικά στην Α Ασία κυρίως κατά μήκος των ακτών (Raus & Raabe 2002c). *Rotala ramosior* (L.) Koehne: Ετήσιο ελόφυτο με ευρεία εξάπλωση στην Αμερική, συνήθως σε περιοδικά κατακλυζόμενες περιοχές. Στην Ελλάδα βρέθηκε πρόσφατα σε ορυζώνες στην περιοχή των Λεχαινών Ηλείας (Raabe & Raus 2002).

Γ. Υγρότοποι με ιδιαίτερο ενδιαφέρον

Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτει πως υπάρχουν μεμονωμένοι υγρότοποι ή υγρότοποι εντός μιας συγκεκριμένης ευρύτερης γεωγραφικής περιοχής οι οποίοι φιλοξενούν σημαντικό αριθμό φυτών με περιορισμένη εξάπλωση (σπάνιων) στην Ελλάδα. Οι υγρότοποι αυτοί και ο αριθμός των σπάνιων taxa που φιλοξενούν αναφέρονται στη συνέχεια.

Υγρότοποι Εθνικού Δρυμού Πρεσπών (31 taxa), Υγρότοποι ΒΔ Πελοποννήσου (23 taxa), Δέλτα Πηνειού (14 taxa), Λίμνη Μητρικού (11 taxa), Λίμνη Καλοδίκη (11 taxa), Υγρότοποι Αμβρακικού Κόλπου (10 taxa), Λίμνη Κερκίνη (7 taxa), Δέλτα Νέστου (5 taxa), Υγρότοποι στο όρος Βόρας (20 taxa), Υγρότοποι στο όρος Τύμφη (9 taxa), Υγρότοποι στο όρος Οίτη (8 taxa), Υγρότοποι στο όρος Ροδόπη (8 taxa).

Η καταγραφή της ελληνικής υγροτοπικής μακροχλωρίδας που επιχειρείται με την εργασία αυτή αποκαλύπτει σπάνια, απειλούμενα και ενδημικά taxa που υποδεικνύουν υγροτόπους με ιδιαίτερο ενδιαφέρον, περισσότερο ή λιγότερο ευάλωτους σε απειλές

υποβάθμισης ή εξαφάνισης. Με τον τρόπο αυτό η παρούσα προσπάθεια είναι πιθανόν να συμβάλλει στην ανάδειξη του εθνικού κεφαλαίου “Υγρότοποι”, στην εκτίμηση των αξιών τους και στην λήψη μέτρων διατήρησης και αναβάθμισης τόσο του βιοτικού όσο και του αβιοτικού περιβάλλοντός τους.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ το συνάδελφο Ιωάννη Μπαζό για τη βοήθειά του στο γλωσσικό έλεγχο και την τελική διαμόρφωση του κειμένου.

Βιβλιογραφία

- Akeroyd J.R. & Preston C.D. 1987. Floristic notes from the Aegean region of Greece. *Willdenowia* 16: 349-372.
- Aldén B. & Strid A. 1986. *Saxifraga aizoides* L. In: Strid A. (ed), Mountain Flora of Greece 1: 369.
- Andersson I.A. 1991. *Lilium rhodopeum* Delip. In: Strid A. & Tan K. (eds), Mountain Flora of Greece 2: 686.
- Bergmeier E. & Matthäs U. 1995. Additions to the flora of W Crete. *Willdenowia* 25(1): 81-99.
- Bergmeier E. & Raus Th. 1999. Verbreitung und Einnischung von Arten der Isoeto-Nanojuncetea in Griechenland. Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz 17(2): 463-479.
- Bergmeier E., Jahn R. & Jagel A. 1997. Flora and vegetation of Gavdos (Greece), the southernmost European island. I. Vascular flora and chorological relations. *Candollea* 52: 305-358.
- Best E.P.H. 1982. Effects of Water Pollution on Freshwater Submerged Macrophytes. *Water Pollution Management Rev.* 2: 27-56.
- Carlström A. 1987. A survey of the flora and phytogeography of Rodhos, Simi, Tilos and Marmaris peninsula. (SE Greece, SW Turkey). Thesis, University of Lund, Sweden.
- Christiansen S.G. 1986. *Equisetum fluviatile* L. In: Strid A. (ed), Mountain Flora of Greece 1: 12.
- Crabbe J.A. 1964. *Marsilea aegyptiaca* Willd. In: Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds), *Flora Europaea* 1: 24.
- Dandy J.E. 1980. *Potamogeton* L. In: Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds), *Flora Europaea* 5: 7-11.
- De Filippis R.A. 1980. *Fimbristylis ferruginea* (L.) Vahl. In: Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds), *Flora Europaea* 5: 284.
- Franzén R. 1991. *Achillea lingulata* Waldst. & Kit. In: Strid A. & Tan K. (eds), Mountain Flora of Greece 2: 441-442.
- Greuter W. 1973. Additions to the flora of Crete, 1938-1972. *Ann. Mus. Goulandris* 1: 15-83.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1989. Med-Checklist 4. Genève.
- Greuter W., Koumpli-Sovantzi L. & Yannitsaros A. 2002. *Eleocharis caduca* (Cyperaceae): redeemed species of Tropical African origin discovered in Crete (Greece). *Bot. Chron.* 15: 17-30.

- Gustavsson L.-Å. 1978. Floristic reports from the high mountains of Sterea Ellas, Greece 1. Bot. Notiser 131: 7-25.
- Hansen A. & Nielsen H. 1993. Contribution to the flora of Lesvos (Mitilini), Greece. Willdenowia 23: 143-156.
- Hartvig P. 1978. Floristic notes from the mountains of the western Greece. Ann. Musei Goulandris 4: 27-38.
- Hartvig P. 1991a. *Carex* L. In: Strid A. & Tan K. (eds), Mountain Flora of Greece 2: 840-864.
- Hartvig P. 1991b. *Rhynchospora alba* (L.) Vahl. In: Strid A. & Tan K. (eds), Mountain Flora of Greece 2: 840.
- Haslam S.M. 1978. River plants. Cambridge.
- Hellmann V. & Raus Th. 1999. *Carex hordeistichos* Vill. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 18. Willdenowia 29: 64.
- Hutchinson G. 1975. A treatise on limnology 2. New York.
- Koumpli-Sovantzi L. & Yannitaros A. 1993. A contribution to the coastal flora of the Kiklades (Greece). Willdenowia 23: 121-135.
- Koumpli-Sovantzi L. 1995. *Althenia filiformis* Petit (Zannichelliaceae) in Greece. Phytion (Horn, Austria) 35(2): 243-245.
- Koumpli-Sovantzi L., Vallianatou I. & Yannitaros A. 1997. A contribution to the hydrophilous flora of Peloponnisos (Greece). Feddes Repertorium 108(5-6): 453-461.
- Λαυρεντιάδης Γ. 1956. Έρευναι επί της υδροβίου και ελοβίου χλωρίδος των εμβρυοφύτων της Ελληνικής Μακεδονίας. Διατριβή επί Διδακτορία. Θεσσαλονίκη.
- Marshall E.J.P. & Westlake D.F. 1978 Recent studies on the role of aquatic macrophytes in their ecosystem. Proc. EWRS 5th Symp. on Aquatic Weeds, 1978: 34-51.
- Παπαστεργιάδου Ε. 1990. Φυτοκοινωνιολογική και οικολογική μελέτη των υδρόβιων μακροφύτων (υδροφύτων) στη Βόρεια Ελλάδα. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Επιστημονική Επετηρίδα της Σχολής Θετικών Επιστημών, Παράρτημα αρ. 24, Θεσσαλονίκη.
- Παυλίδης Γ.Α. 1985. Γεωβοτανική μελέτη του εθνικού δρυμού των Πρεσπών Φλωρίνης. Μέρος Α: Οικολογία, Χλωρίδα, Φυτογεωγραφία, Βλάστηση, Θεσσαλονίκη.
- Raabe U. & Koumpli-Sovantzi L. 2002. Μελέτη της χλωρίδας απειλούμενων υγροτόπων της Αργολίδας. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, Κεφαλονιά, Μάιος 2002: 286-289.
- Raabe U. & Raus Th. 2002. *Rotala ramosior* (L.) Koehne. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 21. Willdenowia 32: 202.
- Raabe U. 2001. *Bergia capensis* L. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 20. Willdenowia 31: 323.
- Raus Th. & Raabe U. 2002a. Paddy weeds-a neglected subject of Greek floristics. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας, Κεφαλονιά, Μάιος 2002: 290-300.
- Raus Th. & Raabe U. 2002b. *Ammania senegalensis* Lam. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 21. Willdenowia 32: 202.
- Raus Th. & Raabe U. 2002c. *Eleocharis parvula* (Roem. & Schult.) Bluff & al. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 21. Willdenowia 32: 204.
- Raus Th. 1982. *Azolla caroliniana* Wild. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-

- Checklist Notulae 6. Willdenowia 12: 183.
- Raus Th. 1986. *Soldanella carpatica* Vierh. In: Strid A. (ed), Mountain Flora of Greece 1: 746.
- Raus Th. 1991. Notes on rare vascular wetland plants of Greece. Bot. Chron. 10: 567-578.
- Raus Th., Strid A. & Tan K. 2002. *Lindernia procumbens* (Krock.) Borbas. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 21. Willdenowia 32: 203-204.
- Σαρίκα-Χατζηνικολάου Μ. 1999. Χλωριδική και φυτοκοινωνιολογική έρευνα υδάτινων οικοσυστημάτων της Ηπείρου. Διδακτορική Διατριβή Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Sarika M., Dimopoulos P. & Yannitsaros A. Contribution to the knowledge of the wetland flora and vegetation of Amvrakikos Gulf (Western Greece). Willdenowia 00: 000-000 (in press).
- Sarika M., Koumpli-Sovantzi L. & Yannitsaros A. 1996. The vascular flora of lake Kalodhiki (Ipiros, NW Greece). Webbia 50(2): 223-236.
- Sarika M., Koumpli-Sovantzi L. & Yannitsaros A. 1997. Macrophytes in four alpine ecosystems of N. Pindos (Ipiros, Greece). Phytos 37(1): 19-30.
- Sarika-Hatzinikolaou M., Yannitsaros A. & Babalonas D. 2003. The macrophytic vegetation of seven aquatic ecosystems of Epirus (NW Greece). Phytocoenologia 33(1): 93-151.
- Sculthorpe C.D. 1967. The Biology of Aquatic Vascular Plants. London.
- Sibthorp J. & Smith J.E. 1806. Florae Graecae prodromus 1. London.
- Stephanides Th. 1940. A synoptic survey of the fresh-water flora of Corfu. Act. Inst. Bot. Univ. Athenes 1: 211-234.
- Stephanides Th. 1948. The aquatic and semi-aquatic flora of the Ionian islands. (D. Mazziari: "Flora Septinsularis", Zante 1851). In: Th. Stephanides: A survey of the freshwater Biology of Corfu and of certain regions of Greece. Prakt. Hell. Hydrobiol. Inst. Acad. Athens 2: 187-201.
- Strid A. (ed.) 1986a. Mountain Flora of Greece 1. Cambridge.
- Strid A. 1986b. *Aconitum lamarkii* Reichenb. In: Strid A. (ed.), Mountain Flora of Greece 1: 205-206.
- Strid A. 1991. *Bellis longifolia* Boiss. & Heldr.: In: Strid A. & Tan K. (eds), Mountain Flora of Greece 2: 405.
- Strid A. 2002. *Ranunculus tripartitus* DC. In: Strid A. & Tan K. (eds), Flora Hellenica 2: 67.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1991a. Mountain Flora of Greece 2. Edinburgh.
- Strid A. & Tan K. 1991b. *Nathecium scardicum* Kosānin. In: Strid A. & Tan K. (eds), Mountain Flora of Greece 2: 645.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Strid A. & Tan K. 1999a. *Juncus acutiflorus* Hoffm. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 18. Willdenowia 29: 66.
- Strid A. & Tan K. 1999b. *Glyceria nemoralis* (Uechtr.) Uechtr. & Körn. In: Greuter W. & Raus Th. (eds), Med-Checklist Notulae 18. Willdenowia 29: 65.
- Taylor P. 1972. *Utricularia* L. In: Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore

- D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds), Flora Europaea 3: 296-297. Cambridge University Press, Cambridge.
- Turland N.J., Chilton L. & Press J. 1993. Flora of the Cretan area. Annotated checklist & atlas. London.
- Weaver J.E. & Clements F.E. 1938. Plant ecology (second edition). New York.
- Wetzel R.G. 1990. Land-Water interfaces: Metabolic and limnological regulators. Verh. Internat. Limnol. 24: 6-24.
- Yannitsaros A. & Vassilisdis D. 2003. *Typha minima* Funck in Greece. Phytion (Horn, Austria) 43(2): 263-269.
- Zaganiaris D. 1940. Herbarium macedonicum. Tertium et quartum mille. Epist. Epet. Schol. Fis. Math. Epist. Panepist. Thessalonikis 6: 38-139.
- Ζαλίδης Χ.Γ. & Μαντζαβέλας Α.Α. (Συντ. Έκδ.) 1994. Απογραφή των ελληνικών υγροτόπων ως φυσικών πόρων (Πρώτη προσέγγιση). Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). Κουμπλή-Σοβαντζή Λ. 1983. Έρευνες στα τραχειόφυτα των λιμνών και άλλων υδροβιοτόπων της Αιτωλοακαρνανίας. Ταξινομική, χλωριδική, φυτογεωγραφική, οικολογική μελέτη. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Συγκριτική μελέτη των παραλιακών δασών *Pinus pinea* σε προστατευόμενες περιοχές

Σπανού Σ., Γεωργιάδης Θ. & Τηνιακού Α.

Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται οι δασικές συστάδες τριών παραλιακών δασών κουκουναριάς (*Pinus pinea*) σε τρεις προστατευόμενες περιοχές της Ελλάδας ως προς τη χλωριδική τους σύνθεση, το κλίμα και τις διαχειριστικές πρακτικές. Πρόκειται για το δάσος της Στροφιλιάς στη νότιο-δυτική Πελοπόννησο, του Σχινιά στην Αττική και το δάσος Κουκουναριές στη Σκιάθο. Και τα τρία δάση παρουσιάζουν παρόμοια φυσιογνωμία αν και βρίσκονται σε διαφορετικούς βιοκλιματικούς ορόφους.

Comparative study of three littoral *Pinus pinea* forests in three protected areas in Greece

Spanou S., Georgiadis Th. & Tiniakou A.

Section of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras,
265 00 Patras, Greece.

Abstract

In the present study we have examined as far as their floristic composition, climate and management practices are concerned, the forest stands of three littoral *Pinus pinea* forests in three protected areas in Greece. These areas are Strofilia forest in south-west Peloponnese, Schinias forest in Attiki and 'Koukounaries' forest in Skiathos Island. All three forests have similar physiognomy although they are found in different bioclimatic levels.

Εισαγωγή

Η κουκουναριά (*Pinus pinea*) είναι ένα είδος που φύτεται αποκλειστικά στην Μεσογειακή λεκάνη και σχηματίζει πολύ όμορφα παραθαλάσσια δάση. Στη χώρα μας είναι πολύ δύσκολο να καθοριστεί πού είναι αυτοφυής και πού έχει εισαχθεί.

Το μεγαλύτερο σήμερα σε έκταση δάσος κουκουναριάς στην Ελλάδα είναι το Δάσος Στροφιλιάς που βρίσκεται στην ΒΔ Πελοπόννησο, ενώ μικρότερης έκτασης είναι το Αισθητικό δάσος Σχινιά στην Αττική και το δάσος 'Κουκουναριές' στη Σκιάθο. Το δάσος Στροφιλιάς, η λιμνοθάλασσα Κοτυχίου και το σύνολο της ευρύτερης περιοχής, αποτελούν ένα βιότοπο διεθνούς ενδιαφέροντος και εντάσσονται στις διατάξεις της

Σύμβασης Ramsar (1971). Η περιοχή έχει επίσης προταθεί για ένταξη στο Δίκτυο Natura 2000, όπως και το Αισθητικό δάσος Σχινιά και το δάσος 'Κουκουναριές' στη Σκιάθο.

Αν και το είδος φύεται κυρίως σε προστατευόμενες περιοχές, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται συρρίκνωση των εκτάσεων που καλύπτει, η οποία οφείλεται σε πολλούς παράγοντες, τόσο εδαφολογικούς-κλιματολογικούς όσο και ανθρωπογενείς, που εμποδίζουν τη φυσική του αναγέννηση. Και τα τρία δάση που εξετάστηκαν παρουσιάζουν παρόμοια φυσιγνωμία. Στο σχηματισμό τους συμμετέχουν τα *P. pinea* και *P. halepensis* (με εξαίρεση το δάσος Στροφιλιάς όπου έχουμε και συστάδες με *Quercus macrolepis*), βρίσκονται πάνω σε αμμώδεις σχηματισμούς θινών κατά μήκος της παραλίας, ενώ πίσω από τα δάση βρίσκονται υγροτοπικοί σχηματισμοί. Από βιοκλιματική άποψη, οι περιοχές της Στροφιλιάς και του δάσους 'Κουκουναριές' στη Σκιάθο ανήκουν στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο και παρουσιάζουν έντονο μεσο-μεσογειακό χαρακτήρα, ενώ το δάσος του Σχινιά ανήκει στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα επίσης ήπιο (με σπάνιους παγετούς και χιόνια) και παρουσιάζει έντονο θερμο-μεσογειακό χαρακτήρα, σύμφωνα με τον Μαυρομμάτη (1980).

Υλικά και μέθοδοι

Τα χλωριδικά στοιχεία για τις τρεις υπό μελέτη περιοχές συλλέχτηκαν σε διάφορες χρονικές περιόδους από τον Μάιο του 1997 έως και τον Απρίλιο του 2005. Για τον προσδιορισμό των ειδών χρησιμοποιήθηκαν τα: Flora Europea (Tutin et al. 1964-1980, 1993), Flora D'Italia (Pignatti 1982) κ.ά. Όσον αφορά την ονοματολογία ακολουθήθηκε η Flora Hellenica (Strid & Tan 1993, 2002) και επιπλέον ελήφθησαν υπ' όψη τα ονοματολογικά στοιχεία που δίνονται από το Med-Checklist (Greuter et al. 1984, 1986, 1989) και από τη Flora Europaea (Tutin et al. 1964-1980, 1993).

Για τον χαρακτηρισμό και την ένταξη των χλωριδικών taxa σε κατηγορίες βιομορφών ακολουθήσαμε το σύστημα του Ellenberg (1956). Για τον καθορισμό των χωρολογικών τύπων των taxa ακολουθήσαμε το σύστημα χωρολογικής διαίρεσης της Ευρώπης του Pignatti (1982).

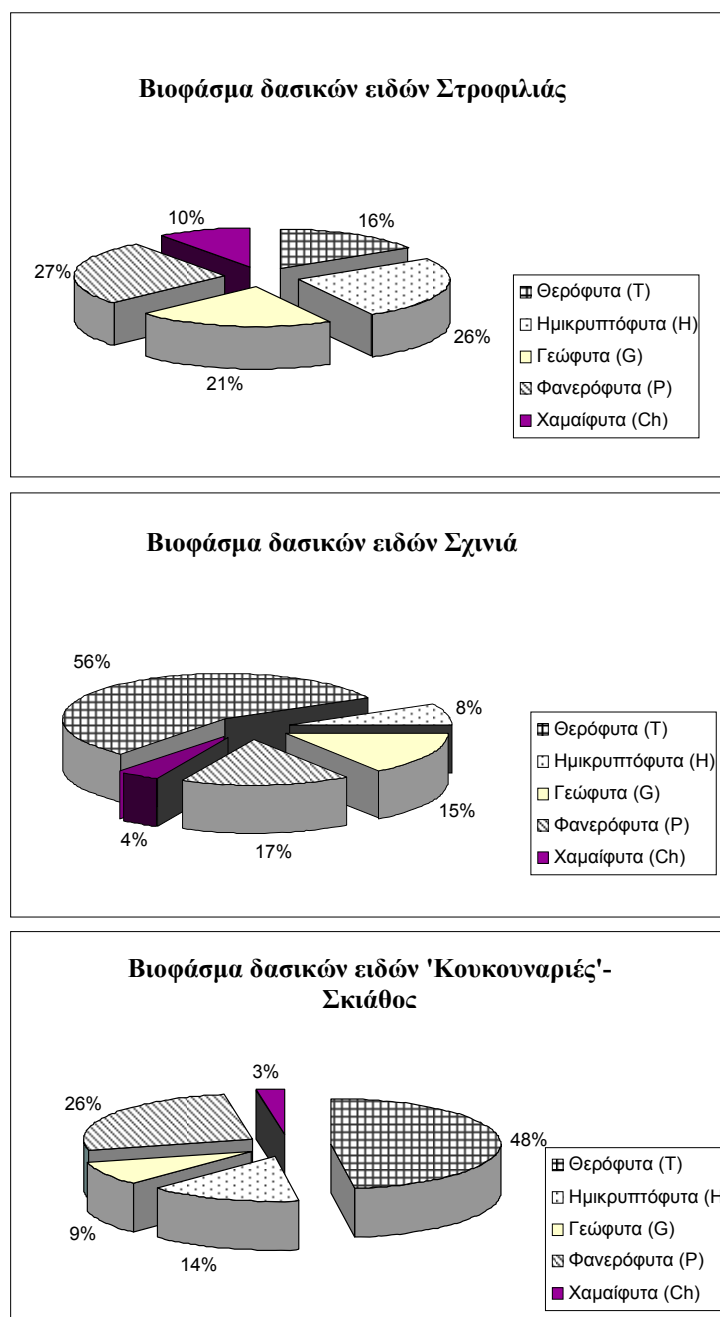
Για τη μελέτη των μονάδων βλάστησης ακολουθείται η ονοματολογία και κωδικοποίηση των τύπων οικοτόπων σύμφωνα με το Δίκτυο Natura 2000 (Ντάφης et al. 2001).

Για τη φυτοκοινωνιολογική ανάλυση των μονάδων βλάστησης ακολουθήσαμε τη φυτοκοινωνιολογική μέθοδο του Braun-Blanquet (1964) και χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα TWINSpan (Hill 1979).

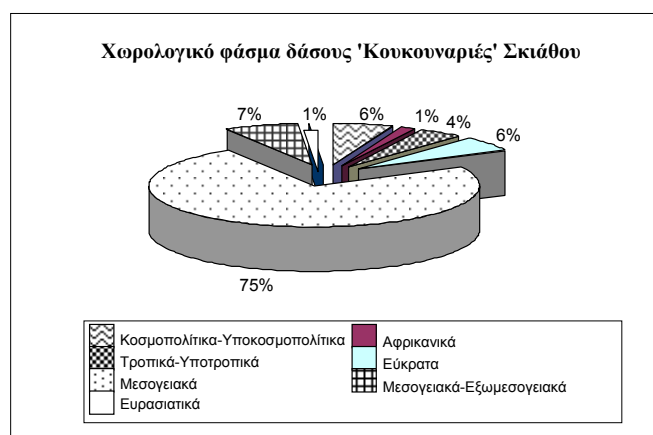
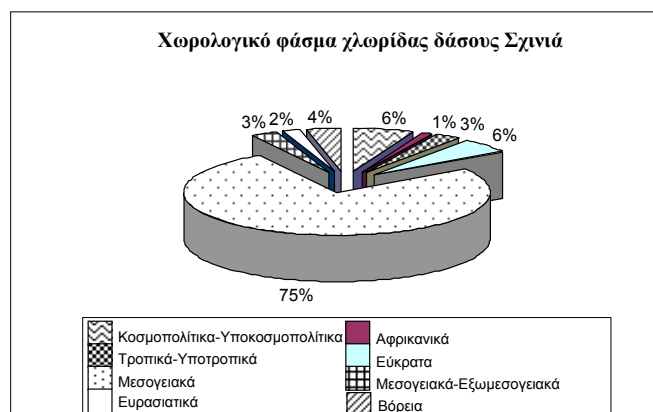
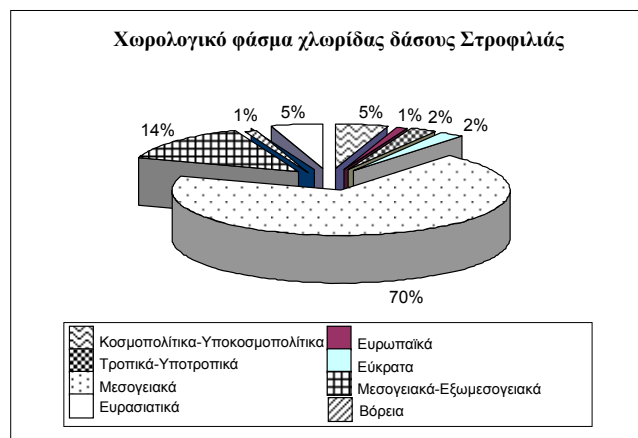
Αποτελέσματα

1. Χλωριδική ανάλυση

Στροφιλιά (Πελοπόννησος). Στις δασικές συστάδες της περιοχής Στροφιλιάς καταγράφηκαν 81 taxa. Τα 81 αυτά taxa κατανέμονται σε βιομορφές ως εξής: Φανερόφυτα 27%, Ημικρυπτόφυτα 26%, Γεώφυτα 21%, Θερόφυτα 16% και Χαμαίφυτα 10%. Από τη δε χωρολογική ανάλυση φαίνεται καθαρά η επικράτηση του Μεσογειακού στοιχείου με ποσοστό 70%, ενώ ακολουθούν τα Μεσογειακά-Εξωμεσογειακά taxa με 14%.



Εικόνα 1. Βιοφάσματα της χλωρίδας των περιοχών μελέτης.



Εικόνα 2. Χωρολογικά φάσματα της χλωρίδας των περιοχών μελέτης.

Σχινιάς (Αττική). Στις δασικές συστάδες της περιοχής καταγράφηκαν 108 taxa. Από την ανάλυση του βιοφάσματος φαίνεται η επικράτηση των Θεροφύτων με ποσοστό 56%. Από τη χωρολογική ανάλυση φαίνεται και στην περιοχή του δάσους Σχινιά η επικράτηση του Μεσογειακού στοιχείου με ποσοστό 75%, ενώ ακολουθούν τα Κοσμοπολιτικά-Υποκοσμοπολιτικά και τα Εύκρατα και τα δύο με ποσοστό 6%.

Κουκουναριές (Σκιάθος). Στις δασικές συστάδες της περιοχής καταγράφηκαν 69 taxa. Από την ανάλυση του βιοφάσματος φαίνεται η επικράτηση των Θεροφύτων με ποσοστό 48%. Από τη χωρολογική ανάλυση φαίνεται, και στη Σκιάθο, καθαρά η επικράτηση του Μεσογειακού στοιχείου με ποσοστό 75%.

2. Βλάστηση

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται αποκλειστικά η δασική βλάστηση των τριών περιοχών. Στα πλαίσια της μελέτης των δασικών συστάδων τους διακρίθηκαν οι ακόλουθοι δασικοί τύποι οικοτόπων, με κωδικούς, σύμφωνα με την κωδικοποίηση του προγράμματος NATURA 2000 (Ντάφης et al. 2001):

2250: Λόχμες των παραλιών με άρκευθους (*Juniperus* sp.),

2270: Θίνες με δάση από *Pinus pinea* ή/και *Pinus pinaster*,

9350: Δάση Βαλανιδιάς με *Quercus macrolepis* και

9540: Μεσογειακά δάση πεύκης με ενδημικά μεσογειακά είδη πεύκης περικλειομένων των *Pinus mugo* και *Pinus leucodermis*.

Όσον αφορά την συνταξινόμική κατάταξη των δασικών μονάδων βλάστησης για τις τρεις περιοχές, οι συστάδες κουκουναριάς (κωδ. 2270) κατατάσσονται για τις περιοχές Στροφιλιάς και Σχινιά ως εξής: Κλάση, *Quercetea ilicis*. Τάξη, *Pistacio-Rhamnetalia*. Συνένωση, *Ceratonio-Rhamnion*. Ενώ οι συστάδες *P. pinea* στο δάσος Κουκουναριές της Σκιάθου ανήκουν στην Τάξη: *Quercetalia ilicis* και υπάγονται στη Συνένωση: *Quercion ilicis*. Οι δε συστάδες με *P. halepensis* (κωδ. 9540) παρουσιάζουν την ίδια κατάταξη για τις περιοχές Στροφιλιάς, Σχινιά και 'Κουκουναριές' Σκιάθου, ήτοι: Κλάση, *Quercetea ilicis*. Τάξη, *Pistacio-Rhamnetalia*. Συνένωση, *Ceratonio-Rhamnion*. Οι λόχμες των παραλιών με άρκευθους (κωδ. 2250) που απαντούν στις αμμοθίνες της Στροφιλιάς και του Σχινιά κατατάσσονται ως εξής: Κλάση, *Quercetea ilicis*. Τάξη, *Pistacio-Rhamnetalia*. Συνένωση, *Juniperion lyciae*. Τέλος, τα Δάση Βαλανιδιάς *Quercus macrolepis* (κωδ. 9350) που απαντούν μόνο στην περιοχή της Στροφιλιάς κατατάσσονται ως εξής: Κλάση, *Quercetea ilicis*. Τάξη, *Pistacio-Rhamnetalia* και Συνένωση, *Ceratonio-Rhamnion*.

Στην περιοχή της Στροφιλιάς οι συστάδες της *P. pinea* καταλαμβάνουν μικρότερη έκταση από αυτές της *P. halepensis* και βρίσκονται σε θέσεις βόρειες και πιο εσωτερικά από την παραλία. Η αναγέννηση της κουκουναριάς είναι εξαιρετικά περιορισμένη. Η περιοχή μελέτης γενικά χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλία τύπων οικοτόπων.

Το δάσος του Σχινιά παρουσιάζει επίσης μια μεγάλη ποικιλία μονάδων βλάστησης, η οποία και αντικατοπτρίζει τις ποικίλες εδαφικές και υδατικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Παρουσιάζει όμως και έντονα τα σημάδια της υποβάθμισης, κυρίως λόγω της ανθρώπινης παρέμβασης, ιδιαίτερα στο δυτικό τμήμα του όπου βρίσκονται οι συστάδες με *P. pinea*.

Το δάσος 'Κουκουναριές' στη Σκιάθο χαρακτηρίζει η *P. pinea*, η οποία επικρατεί. Η *P. halepensis* εμφανίζεται στο ΒΑ άκρο του δάσους όπου και επικρατεί.

Επιπρόσθετα, για την περιοχή του δάσους της Στροφιλιάς (Πελοπόννησος) κατασκευάστηκε λεπτομερής χάρτης των τύπων οικοτόπων, όπως αυτοί καθορίζονται από το πρόγραμμα Natura 2000, με τη μέθοδο Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.), χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο αεροφωτογραφίες και ορθοφωτοχάρτες κλίμακας 1:20000 της Γ.Υ.Σ. σε συνδυασμό με δειγματοληψίες που έγιναν στο πεδίο.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Στο δάσος της Στροφιλιάς η *P. pinea* φαίνεται να υποχωρεί σταδιακά και τη θέση της να παίρνει η *P. halepensis* η οποία έχει λιγότερες οικολογικές απαιτήσεις όσον αφορά την αναγέννηση και την εξάπλωσή της. Ο υπόροφος των συστάδων με *P. pinea* αποτελείται κυρίως από αείφυλλα-σκληρόφυλλα είδη, όπως τα: *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Quercus coccifera*. Παρόμοια σύνθεση εμφανίζει και στις θέσεις με *P. halepensis*. Η κουκουναριά εμφανίζει πολύ περιορισμένη αναγέννηση, η οποία παρατηρείται κυρίως σε περιοχές που έχουν δημιουργηθεί ξέφωτα από πτώσεις δέντρων εξαιτίας των ισχυρών ανέμων.

Στο δάσος του Σχινιά οι συστάδες με *P. pinea* είναι περιορισμένης έκτασης και καταλαμβάνουν κυρίως το δυτικό μέρος του δάσους, ενώ η *P. halepensis* σχηματίζει αμιγές δάσος ανατολικά με διάσπαρτα άτομα *P. pinea*. Η αναγέννηση της *P. pinea* είναι και σε αυτό το δάσος εξαιρετικά περιορισμένη, κυρίως λόγω των ανθρώπινων επιδράσεων και ιδιαίτερα της οικοπεδοποίησης των θέσεων όπου φύονται οι συστάδες της *P. pinea*. Ο θαμνώδης υπόροφος τόσο της *P. pinea* όσο και της *P. halepensis* δεν είναι συνεχής, αλλά διατηρείται εκεί που συνήθως έχει διασπαστεί η κομοστέγη. Επίσης εξαρτάται άμεσα από την ανθρώπινη παρουσία, η οποία και είναι έντονη στην περιοχή. Τα είδη που επικρατούν είναι τα *Pistacia lentiscus*, *Juniperus phoenicea*, *Quercus coccifera*, *Myrtus communis*. Αντίθετα από ότι πιστεύεται, στο δάσος του Σχινιά δεν κυριαρχεί η κουκουναριά (*P. pinea*) αλλά η χαλέπιος πεύκη (*P. halepensis*).

Στο θαμνώδη υπόροφο του δάσους 'Κουκουναριές' στη Σκιάθο εμφανίζεται η *Quercus ilex* (αριά), η οποία έχει σημαντική πληθοκάλυψη σε όλα τα σημεία του δάσους και δεν απαντάται στις άλλες δύο περιοχές μελέτης. Επιπλέον, εμφανίζονται με σημαντική κάλυψη οι υψηλοί θάμνοι *Pistacia lentiscus*, *Erica arborea*, *Arbutus unedo*. Σε ορισμένες θέσεις σημαντική πληθοκάλυψη έχουν τα είδη *Myrtus communis*, *Rubus ulmifolius*, *Rubia peregrina*. Η ποώδης στρώση είναι σχεδόν αμελητέα. Μεγάλη πληθοκάλυψη στο θαμνώδη υπόροφο εμφανίζει και το είδος *Cistus salviifolius*. Ο υπόροφος των συστάδων με *P. halepensis* είναι παρόμοιος με αυτόν της *P. pinea* αλλά εδώ παρουσιάζονται επιπλέον και τα είδη *Smilax aspera* και *Olea oleaster*. Το δάσος της *P. pinea* στη Σκιάθο μπορεί να θεωρηθεί προστάδιο της κλίμακας της αριάς (*Q. ilex*) ή του σταδίου με *P. halepensis*. Οι συστάδες *P. pinea* παρουσιάζουν μικρή αναγέννηση. Αν και έχουν σχετικά καλά αναπτυγμένο υπορόφο και δεν βόσκονται, εντούτοις δέχονται έντονες ανθρώπινες παρεμβάσεις αφού οι 'Κουκουναριές' είναι μία από τις πιο πολυσύχναστες παραλίες της Σκιάθου.

Βιβλιογραφία

Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Wien, Springer.

- Ellenberg H. 1956. Grudlangen der Vegetationsgliederung. 1 Teil: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: Walter W. (ed.), Einführung in die Phytologie IV-I. Stuttgart.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds.) 1984, 1986. Med-Checklist 1, 3. Geneve & Berlin.
- Hill M.O. 1979. TWINSpan-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ithaca, New York, USA.
- Μαυρομμάτης Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις Κλίματος και Φυσικής Βλάστησης. Βιοκλιματικοί χάρτες. Δασική Έρευνα 1. Ίδρυμα Δασικών Ερευνών, Αθήνα.
- Ντάφης Σ. Παπαστεργιάδου Ε. & Λαζαρίδου Θ. 2001. Νέος Τεχνικός Οδηγός Χαρτογράφησης. ΕΚΒΥ – Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Θεσσαλονίκη.
- Pignatti S. 1982. Flora d'Italia 1-3. Bologna.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.E. (eds) 1993. Flora Europaea 1 (2nd ed.). Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.E. (eds) 1964-1980. Flora Europaea 2-5. Cambridge.

Παρακολούθηση της δυναμικής ορεινών οικοσυστημάτων της περιοχής της Ηπείρου μέσω δορυφορικής εικόνας

Σταγάκης Σ. & Κυπαρίσσης Α.

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών και Τεχνολογιών,
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 451 10 Ιωάννινα.

Περίληψη

Στη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τον δορυφόρο SPOT-4 για την εξαγωγή του δείκτη βλάστησης NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) και, μέσω αυτού, τη μελέτη της δυναμικής τεσσάρων περιοχών με διαφορετική βλάστηση. Για κάθε τύπο βλάστησης κατασκευάστηκαν χρονοσειρές διάρκειας 7 ετών, οι οποίες διορθώθηκαν με τη μέθοδο BISE (Best Index Slope Extraction) και ομαλοποιήθηκαν μέσω προσαρμοσμένης FFT (Fast Fourier Transform) δύο σημείων. Διαπιστώθηκε ότι η ετήσια διακύμανση του δείκτη NDVI αποδίδει ικανοποιητικά το αναπτυξιακό πρότυπο του κάθε τύπου βλάστησης, με τα φυλλοβόλα να παρουσιάζουν έντονη εποχιακότητα, ενώ σχετικά σταθερές τιμές του δείκτη εμφανίζονται για τα αείφυλλα στη διάρκεια του έτους. Με περαιτέρω επεξεργασία των χρονοσειρών εξάχθηκαν τιμές σχετικής ετήσιας παραγωγικότητας και εξετάστηκε η συσχέτισή τους με μετεωρολογικά δεδομένα (θερμοκρασία, βροχόπτωση). Για το δάσος της οξιάς, διαπιστώθηκε ισχυρή θετική συσχέτιση της παραγωγικότητας με τη βροχόπτωση του Ιουλίου και τη θερμοκρασία του Ιουνίου.

Monitoring vegetation dynamics of mountainous ecosystems in the area of Epirus using remote sensing

Stagakis S. & Kyparissis A.

Laboratory of Botany, Department of Biological Applications and Technologies,
University of Ioannina, 451 10 Ioannina, Greece.

Abstract

In this study, data from the SPOT-4 satellite were used for the extraction of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for four areas with different vegetation. For the construction of annual NDVI time-series the BISE (Best Index Slope Extraction) algorithm was used to correct erroneous data and second-order adjusted FFT (Fast Fourier Transform) algorithm was used to smooth the NDVI curves. It was concluded that the annual fluctuation of NDVI represents the growth pattern of the different vegetation types. The deciduous species showed patterns with intense seasonality, while the annual variability of the index for evergreen species was relatively

low. Further processing of the NDVI time-series resulted in relative annual productivity values and the correlation of these values with meteorological data (precipitation, temperature) was examined. The oak forest showed strong positive correlation of the annual productivity with the precipitation of July and the temperature of June.

Εισαγωγή

Χρησιμότητα των δορυφορικών δεδομένων. Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των οικολογικών ερευνών μέχρι πρότινος ήταν η εστίασή τους σε συγκεκριμένους οργανισμούς, πληθυσμούς ή βιοκοινωνίες, που βρίσκονταν σε συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές. Τα αποτελέσματα των παραδοσιακών αυτών ερευνών σπανίως μπορούν να επεκταθούν σε μεγαλύτερη χωρική κλίμακα, για παράδειγμα στο οικοσύστημα. Ταυτόχρονα, τα μοντέλα που βασίζονται σε τέτοιου είδους δεδομένα αδυνατούν να κάνουν προβλέψεις για φαινόμενα παγκόσμιας κλίμακας, όπως είναι οι κλιματικές αλλαγές.

Η παρακολούθηση οικοσυστημάτων μέσω δορυφορικών δεδομένων δίνει ενδεχομένως λύσεις σε τέτοιου είδους προβλήματα, αφού παρέχει τη δυνατότητα συνεχούς παρακολούθησης των οικοσυστημάτων για μεγάλες χρονικές περιόδους, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει τεράστια ποσά χωρικών δεδομένων. Η αναπτυσσόμενη τεχνολογία των διάφορων αισθητήρων που χρησιμοποιούν οι σύγχρονοι δορυφόροι μας δίνει την δυνατότητα για εξαγωγή διαφόρων δεικτών οι οποίοι σχετίζονται με τη δυναμική της βλάστησης.

Δείκτες βλάστησης. Προκειμένου να εξαχθούν οι διάφοροι δείκτες βλάστησης από δορυφορικά δεδομένα χρησιμοποιείται η ανακλαστικότητα στην ερυθρή (RED), την μπλε (BLUE) και την κοντινή υπέρυθη (NIR) περιοχή του φάσματος. Οι δείκτες βλάστησης στηρίζονται στο γεγονός ότι η χλωροφύλλη απορροφά την μπλε και κόκκινη ακτινοβολία ενώ η κοντινή υπέρυθη ανακλάται από τα φύλλα. Στην μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης NDVI: $NDVI = (R_{NIR} - R_{RED}) / (R_{NIR} + R_{RED})$, όπου R_{NIR} είναι η ανακλαστικότητα στην κοντινή υπέρυθη περιοχή του φάσματος και R_{RED} είναι η ανακλαστικότητα στην ερυθρή περιοχή.

Υλικά και μέθοδοι

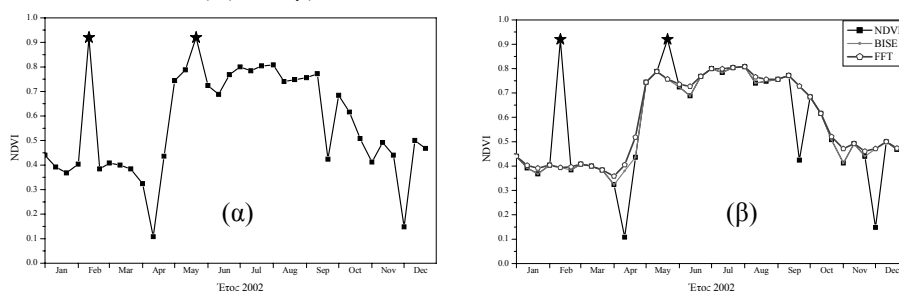
Δορυφορικά δεδομένα. Τα δορυφορικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη προέρχονται από το γαλλικό δορυφόρο SPOT-4, ο οποίος λειτουργεί στο πλαίσιο του προγράμματος SPOT VEGETATION program (VGT) από τον Απρίλιο του 1998, παρέχοντας δεδομένα με ανάλυση 1x1 km (<http://www.free.vgt.vito.be/>). Το πρόγραμμα VGT προσφέρει τρία προϊόντα στο διαδίκτυο: VGT-P (φυσικό προϊόν), VGT-S1 (προϊόν καθημερινής σύνθεσης) και VGT-S10 (προϊόν σύνθεσης ανά δεκαήμερο). Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιούμε το τελευταίο προϊόν, το οποίο παρέχει τρεις εικόνες για κάθε μήνα (ημέρες 1-10, 11-20 και 21-τέλος του μήνα). Τα VGT-S10 δημιουργούνται από επιλογή των εικονοστοιχείων των VGT-S1 με το μεγαλύτερο NDVI για κάθε δεκαήμερο. Αυτή η επιλογή έχει οριστεί ως μέθοδος MVC (Maximum Value Compositing) και συντελεί στην ελαχιστοποίηση του θορύβου λόγω συννεφιάς και μεταβλητότητας των ατμοσφαιρικών συνθηκών διαύγειας.

Περιοχές μελέτης. Για μια τέτοιου είδους μελέτη είναι απαραίτητες μεγάλης έκτασης περιοχές (>1x1 km), με κυρίαρχο ένα συγκεκριμένο είδος. Επιλέχθηκαν

τέσσερις περιοχές στην ορεινή περιοχή της Ηπείρου, που καλύπτουν τα ζητούμενα της μελέτης. Ένα δάσος δύο ειδών βελανιδιάς (*Quercus cerris*, *Quercus frainetto*) ανατολικά του χωριού Κήποι (Lat 39° 50,663', Lon 20° 49,054') σε υψόμετρο 773m και ένα δάσος οξιάς (*Fagus sylvatica*) δυτικά της λίμνης του Μετσόβου (Lat 39° 47,946', Lon 21° 1,339') σε υψόμετρο 1371m επιλέχθηκαν ως αντιπροσωπευτικά των φυλλοβόλων ειδών με θερινό κύκλο ανάπτυξης. Ως αντιπρόσωποι των αείφυλλων ειδών επιλέχθηκαν ένα δάσος πεύκου (*Pinus nigra*) νότια του χωριού Φλαμπουράρι (Lat 39° 50,625', Lon 21° 0,803') σε υψόμετρο 950m και μια περιοχή αείφυλλων σκληρόφυλλων ειδών νότια του χωριού Πέτρα (Lat 39° 45,243', Lon 21° 3,391') σε υψόμετρο 785m.

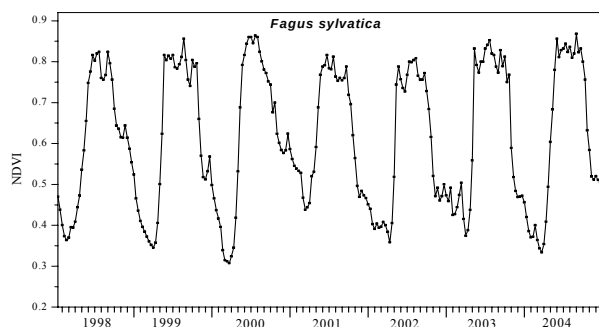
Μετεωρολογικά Δεδομένα. Τα μετεωρολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν τιμές ημερήσιας βροχόπτωσης και ημερήσιας μέσης, μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας από τον μετεωρολογικό σταθμό του εργαστηρίου Μετεωρολογίας του τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και τον μετεωρολογικό σταθμό του ΕΘΙΑΓΕ στο Μέτσοβο.

Εξαγωγή και διόρθωση των τιμών NDVI. Τα προϊόντα VGT παρέχουν τη δυνατότητα αναγνώρισης των σημείων με έντονη νέφωση, καθώς τέτοια σημεία έχουν οριστεί να δίνουν την ακραία τιμή NDVI = 0.92 (Εικ. 1α). Τα σημεία αυτά διορθώθηκαν, ενώ επιπροσθέτως χρησιμοποιήθηκε ο αλγόριθμος BISE (Best Index Slope Extraction), σύμφωνα με τη μέθοδο των White et al. (1997). Μετά την εφαρμογή της BISE, ήταν απαραίτητη η ομαλοποίηση των διορθωμένων καμπυλών, για την οποία επιλέχθηκε η μέθοδος της προσαρμοσμένης FFT (Fast Fourier Transform) δύο σημείων (Roerink et al., 2000) (Εικ. 1β).

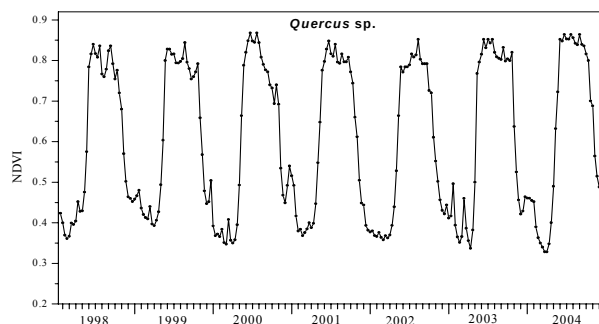


Εικόνα 1. (α) Απεικόνιση των πρωτογενών δεδομένων NDVI για το δάσος της οξιάς το έτος 2002, με αστεράκι είναι τα σημεία έντονης συννεφιάς (β) διορθώσεις λανθασμένων σημείων με τη μέθοδο BISE και ομαλοποίηση των δεδομένων με τη μέθοδο FFT.

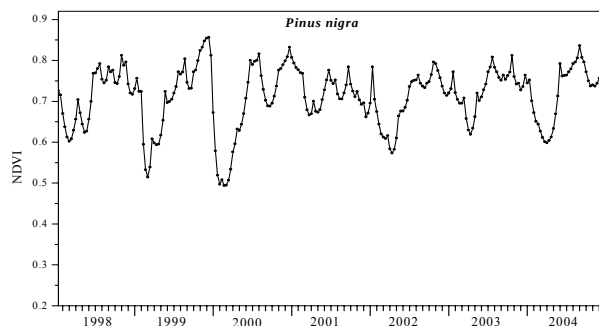
Συσχέτιση των μεταβολών του NDVI με μετεωρολογικά δεδομένα. Για τη συσχέτιση των μεταβολών του NDVI με τα μετεωρολογικά δεδομένα βροχόπτωσης και θερμοκρασίας παρουσιάζονται ενδεικτικά μόνο τα αποτελέσματα για το δάσος οξιάς. Πραγματοποιήθηκαν οι εξής συσχετίσεις: (α) συνολικής παραγωγικότητας (ολοκλήρωμα της καμπύλης NDVI από 21/4 έως 21/10) και (β) της έναρξης (21/4-11/6) και της λήξης (11/9-21/10) της αναπτυξιακής περιόδου με τη βροχόπτωση κάθε μήνα, και (γ) των ίδιων παραμέτρων με τη μέση θερμοκρασία κάθε μήνα. Οι συσχετίσεις αυτές μας παρείχαν ενδείξεις για την επίδραση της βροχόπτωσης και της μέσης θερμοκρασίας κάθε μήνα στην παραγωγικότητα.



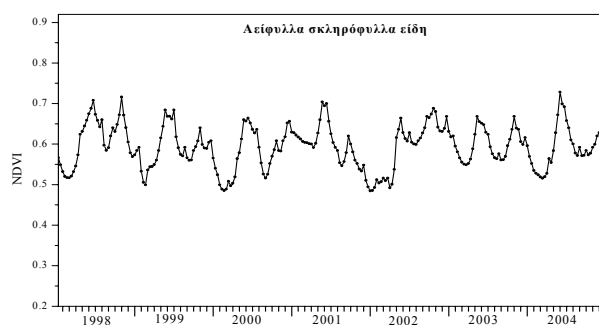
Εικόνα 2. Εποχιακή διακύμανση του NDVI για το δάσος της οξιάς των ετών 1998-2004 με βάσει την διόρθωση BISE και την ομαλοποίηση FFT.



Εικόνα 3. Εποχιακή διακύμανση του NDVI για το δάσος των ειδών βελανιδιάς των ετών 1998-2004 με βάση την διόρθωση BISE και την ομαλοποίηση FFT.



Εικόνα 4. Εποχιακή διακύμανση του NDVI για το δάσος του πεύκου των ετών 1998-2004 με βάση την διόρθωση BISE και την ομαλοποίηση FFT.



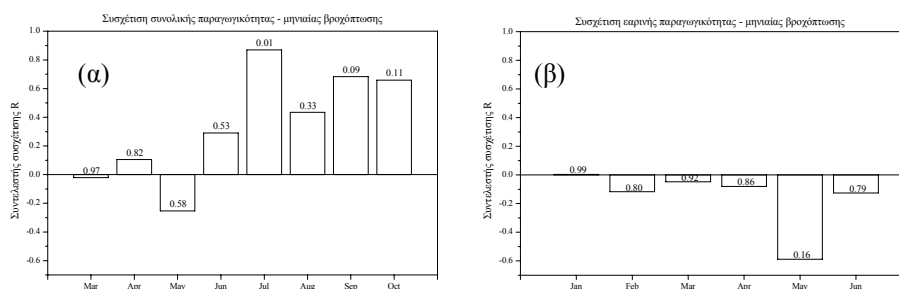
Εικόνα 5. Εποχιακή διακύμανση του NDVI για τα αειφύλλα σκληρόφυλλα είδη των ετών 1998-2004 με βάση την διόρθωση BISE και την ομαλοποίηση FFT.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Ετήσια μεταβολή του NDVI. Βασισμένοι στην υπόθεση της περιοδικότητας του NDVI (Sellers et al. 1996), καλύψαμε το κενό των τριών πρώτων μηνών του 1998 με τους μέσους όρους των υπόλοιπων έξι ετών για την συγκεκριμένη περίοδο. Από τα συνολικά γραφήματα φαίνεται κατ' αρχάς η περιοδικότητα που εμφανίζει το NDVI ανά έτος. Ιδιαίτερα στα φυλλοβόλα είδη είναι ξεκάθαρες οι περίοδοι ανάπτυξης και πτώσης των φύλλων (Εικ. 2 και 3), καθώς οι τιμές του NDVI παρουσιάζουν ένα πλατό κοντά στο 0.3-0.5 το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι φτάνουν σε ένα πλατό σταθερότερων τιμών 0.80-0.85. Στα αείφυλλα είδη, όπως ήταν αναμενόμενο, το NDVI διατηρεί σχετικά σταθερές τιμές καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με χαρακτηριστικές τιμές 0.7-0.8 για το πεύκο (Εικ. 4) και 0.6-0.7 για τα σκληρόφυλλα (Εικ. 5).

Από τα τελικά γραφήματα εξάγονται άμεσα συμπεράσματα για την έναρξη, τη διάρκεια και τη λήξη της αναπτυξιακής περιόδου των δύο φυλλοβόλων ειδών και το πώς μεταβάλλονται στο χρόνο από το 1998 μέχρι σήμερα. Οι αναπτυξιακές περίοδοι και για τα δύο είδη δείχνουν εξαιρετική σταθερότητα και στη διάρκεια τους αλλά και στις ημερομηνίες αρχής και τέλους. Δεδομένου ότι δεν διαθέτουμε καθημερινά δεδομένα αλλά δεδομένα δεκαημέρου δεν μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι όταν υπάρχει διαφορά ενός δεκαημέρου ανάμεσα σε κάποιες χρονιές διαφέρουν όντως δέκα ημέρες γιατί η MVC μπορεί να έχει διαλέξει μέγιστες τιμές που μπορεί να έχουν ακόμα και μία ή δύο μέρες διαφορά. Κατά συνέπεια οι διαφορές δεκαημέρου που παρατηρούνται δεν θεωρούνται σημαντικές.

Βέβαια, αν και οι διορθώσεις μας έδωσαν μια βελτιωμένη εικόνα, τα γραφήματα εξακολουθούν να παρουσιάζουν διακυμάνσεις, ειδικά κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Εμπειρικά μπορούμε να υποθέσουμε ότι η χιονόπτωση, που είναι έντονο φαινόμενο στις περιοχές αυτές το χειμώνα, είναι ο βασικός παράγοντας που δεν μπορεί να εξαλειφθεί με την διόρθωση BISE όταν το φαινόμενο διαρκεί συνεχόμενα για παραπάνω από τρία δεκαήμερα. Η επίδραση που έχει το χιόνι στο NDVI είναι παρόμοια με τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις, δηλαδή μειώνει την πραγματική τιμή του. Η τιμή NDVI που μας δίνει το καθαρό χιόνι είναι -0.1 με +0.1, ενώ η βλάστηση 0.2 με 0.8 (James & Kalluri 1994), οπότε περίοδοι έντονης χιονόπτωσης είναι αναγνωρίσιμες και διορθώνονται. Το πραγματικό πρόβλημα είναι ότι το χιόνι παραμένει στον υπόροφο για

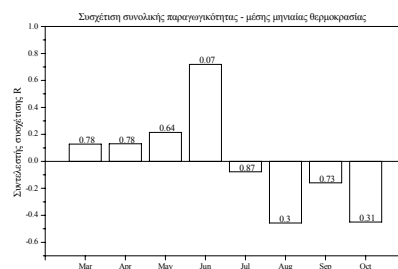


Εικόνα 6. Συσχετίσεις ανάμεσα στο ολοκλήρωμα της καμπύλης NDVI της οξιάς (α) της συνολικής αναπτυξιακής περιόδου (β) της αρχής αναπτυξιακής περιόδου. Οι τιμές που αναγράφονται πάνω από κάθε στήλη είναι το επίπεδο σημαντικότητας P.

πολύ καιρό μετά την χιονόπτωση ελαττώνοντας την τιμή NDVI χωρίς να είμαστε σε θέση να αναγνωρίσουμε τις λανθασμένες τιμές χωρίς την βοήθεια των μετεωρολογικών δεδομένων χιονόπτωσης.

Μελέτη συσχέτισης μεταβολών NDVI με μετεωρολογικά δεδομένα. Όπως φαίνεται και στην Εικ. 6(α), η συνολική παραγωγικότητα κάθε έτους της οξιάς εξαρτάται ισχυρότερα από την βροχόπτωση του Ιουλίου και είναι και η μόνη συσχέτιση που είναι στατιστικά σημαντική ($R=0.869$ $P=0.011$). Στην Εικ. 6(β) φαίνεται η συσχέτιση της έναρξης της αναπτυξιακής περιόδου με την βροχόπτωση των σχετικών μηνών. Αρχικά, το αποτέλεσμα αυτό φαίνεται παράδοξο αλλά μιας και τα δεδομένα βροχόπτωσης που έχουμε μπορεί να περιλαμβάνουν και χιονόπτωση τότε η αρνητική συσχέτιση που εμφανίζεται ενδέχεται να οφείλεται από την αρνητική επίδραση της ανοιξιάτικης χιονόπτωσης στην έκπτυξη των φύλλων.

Ενδιαφέρον φαίνεται να υπάρχει στην Εικ. 7 το οποίο μας δείχνει μια τάση για θετική συσχέτιση της συνολικής παραγωγικότητας με τις θερμοκρασίες των εαρινών μηνών και ισχυρή και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την θερμοκρασία του Ιουνίου. Ωστόσο, στη συνέχεια η συσχέτιση γίνεται αρνητική για τους επόμενους μήνες, υποδεικνύοντας ότι από τον Ιούλιο και μετά υψηλές θερμοκρασίες επηρεάζουν αρνητικά την παραγωγικότητα πιθανώς λόγω έντασης της ξηρασίας. Αυτό συμφωνεί και με την ισχυρή εξάρτηση της παραγωγικότητας από τις βροχοπτώσεις του Ιουλίου που φαίνεται στην Εικ. 6(α).



Εικόνα 7. Συσχετίσεις ανάμεσα στο ολοκλήρωμα της καμπύλης NDVI της οξιάς της συνολικής αναπτυξιακής περιόδου και τη μέση θερμοκρασία κάθε μήνα για τα έτη 1998-2004. Οι τιμές που αναγράφονται πάνω από κάθε στήλη είναι το επίπεδο σημαντικότητας P.

Βιβλιογραφία

- James M.E. & Kalluri S.N.V. 1994. The Pathfinder AVHRR land data set: an improved coarse resolution dataset for terrestrial monitoring. *International journal of Remote Sensing* 15: 3347-3363
- Roerink G.J., Menenti M. & Verhoef W. 2000. Reconstructing cloudfree NDVI composites using Fourier analysis of time series. *International Journal of Remote Sensing* 21(9): 1911-1917.
- Sellers P.J., Los S.O., Tucker C.J., Justice C.O., Dazlich D.A., Collatz G.J. & Randal D.A. 1996b. A revised land surface parameterization (SiB2) for atmospheric GMCs. Part 2: The generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from satellite data. *Journal of Climate* 9: 706-737.
- VEGETATION Programme. 1998. SPOT Vegetation User Guide, http://www.spotimage.fr/data/images/vege/vegetat/book1/e_frame.htm.
- White M., Thornton P. & Running S. 1997. A continental phenology model for monitoring vegetation responses to interannual climatic variability. *Global Biogeochemical Cycles* 11: 217-234.

Μελέτη της διαπερατότητας της κυτταρικής μεμβράνης των κυανοβακτηρίων σε νερό

Σταματάκης Κ. & Παπαγεωργίου Γ.Χ.

Εργαστήριο Βιολογίας, Ε.ΚΕ. ΦΕ. Δημόκριτος, 153 10 Αγία Παρασκευή Αττικής.

Περίληψη

Το νερό μεταφέρεται μέσω της κυτταρικής μεμβράνης από δύο βασικές οδούς: με διάχυση μέσω της λιπιδικής διπλοστοιβάδας και με διευκολυνόμενη μεταφορά μέσω μεμβρανικών πόρων, των *υδατοπορινών*. Διαφορετικές ενέργειες ενεργοποίησης (E_a) χαρακτηρίζουν τις δύο οδούς: $E_a \approx 15 \text{ kcal mol}^{-1}$ για μεταφορά με διάχυση και $E_a \approx 5 \text{ kcal mol}^{-1}$ για μεταφορά μέσω υδατοπορινών. Η μεταφορά του νερού μέσω φυτικής κυτταρικής μεμβράνης μετράται δύσκολα, ιδιαίτερα σε μικροβιακά φυτά. Στη παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια νέα μέθοδος με την οποία η κινητική της μεταφοράς νερού στο μονοκύτταρο κυανοβακτήριο του γλυκού νερού *Synechococcus* sp PCC7942 (S7942) μπορεί να απεικονισθεί με τον φθορισμό της Chl *a*. Η μέθοδος αξιοποιεί την ιδιότητα των κυττάρων S7942 να είναι παθητικά περατά σε NaCl στην κατεύθυνση μέσο αιώρησης $\rightarrow$ κυτόπλασμα αλλά αδιαπέρατα στην αντίθετη κατεύθυνση. Τα κύτταρα φορτώνονται αρχικά με NaCl, κατόπιν συρρικνώνονται σε υπερ-οσμωτικό διάλυμα βεταΐνης της γλυκίνης (μη περατή ουσία, $\text{Osm} = 0.985 \text{ Osm.kg}^{-1}$) και στη συνέχεια επαναιωρούνται σε υπο-οσμωτικό μέσο ($\text{Osm} = 0.080 \text{ Osm.kg}^{-1}$). Η τελευταία διαδικασία προκαλεί αύξηση του φθορισμού της Chl *a* λόγω οσμωτικής εισόδου του νερού στα κύτταρα και της διόγκωσής των. Η αύξηση φθορισμού της Chl *a* (είσοδος νερού) αναστέλλεται μερικώς παρουσία με HgCl_2 . Υπολογισμός της ενέργειας ενεργοποίησης για την είσοδο του νερού στα κύτταρα (με διαγράμματα Arrhenius) έδωσε τις εξής τιμές: $E_a = 4.9 \text{ kcal mol}^{-1}$, απουσία HgCl_2 , και $E_a = 11.9 \text{ kcal mol}^{-1}$ παρουσία HgCl_2 . Τα αποτελέσματα αυτά ικανοποιούν τα κριτήρια για διευκολυνόμενη είσοδο νερού στα κύτταρα μέσω υδατοπορινών, δηλ. ευαισθησία σε ιόντα Hg^{2+} και χαμηλή E_a . Επιπροσθέτως η μερική αναστολή της εισόδου νερού από τα ιόντα Hg^{2+} υποδηλώνει συμμετοχή και της οδού διαμεμβρανικής μεταφοράς νερού με διάχυση.

Studies on facilitated water transport in cyanobacteria

Stamatakis K. & Papageorgiou G.C.

Institute of Biology, NCSR Demokritos, 153 10 Athens, Greece.

Abstract

Water is transported across plasma membranes via two major routes: By diffusion through the lipid bilayer and by facilitated transport through water-selective protein

channels, the so-called *aquaporins*. Different activation energies (E_a) characterize the two paths, $E_a \approx 15 \text{ kcal mol}^{-1}$ for diffusional water transport and $E_a \approx 5 \text{ kcal mol}^{-1}$ for facilitated water transport. Also, the facilitated water transport is inhibited by Hg^{2+} ions. Water transport is difficult to measure in microbial plant cells. Here we present a model assay, with which net water movements across the cell membrane of freshwater cyanobacterium *Synechococcus* sp PCC7942 (S7942) can be followed kinetically by means of chlorophyll (Chl) *a* fluorometry. The method takes advantage of the property of S7942 cells to be passively permeable to NaCl in the direction medium-to-cytoplasm but impermeable in the reverse direction. In the assay, S7942 cells were first loaded with NaCl, and then they were shrunk in hyper-osmotic glycine betaine (impermeable osmoticum; $\text{Osm} = 0.985 \text{ Osm.kg}^{-1}$). Upon injecting these cells into hypo-osmotic medium ($\text{Osm} = 0.080 \text{ Osm.kg}^{-1}$), Chl *a* fluorescence rose to a maximum due to the osmotically-driven water uptake by the cells. The rise of Chl *a* fluorescence (water uptake) was partially inhibited by HgCl_2 . Arrhenius plots of water uptake rates gave $E_A = 4.9 \text{ kcal mol}^{-1}$, in the absence of HgCl_2 , and $E_A = 11.9 \text{ kcal mol}^{-1}$ in its presence. The results satisfy the usual criteria for facilitated water transport through aquaporins, namely sensitivity to Hg^{2+} ions and low activation energy. On the other hand, the partial inhibition of water uptake by Hg^{2+} ions indicates a contribution by the diffusional pathway.

Εισαγωγή

Αιώρηση κυττάρων S7942 σε υπερ-οσμωτικό μέσο προκαλεί την συρρίκνωση τους που συνοδεύεται από απόσβεση του φθορισμού της χλωροφύλλης (Chl) *a* (Stamatakis & Papageorgiou 1998). Η μη-φωτοχημική αυτή απόσβεση οφείλεται σε αναδιανομή της ηλεκτρονικής διέγερσης των φυκοβιλισωμάτων (PBS), μέρος της οποίας αντί να καταλήξει στις φθορίζουσες Chl *a* του φωτοσυστήματος II (PS II) μεταφέρεται στις μη φθορίζουσες Chl *a* του φωτοσυστήματος I (PS I) (Stamatakis & Papageorgiou 2001). Σχετίζεται επίσης με το μηχανισμό φωτοεγκλιματισμού των κυανοβακτηρίων (light state transitions) που ρυθμίζει τη διανομή της ηλεκτρονικής διέγερσης των PBS στα PS II και PS I (Allen & Mullineux 2004). Έτσι η γνωστή αύξηση του φθορισμού της Chl *a* που χαρακτηρίζει τον φωτοεγκλιματισμό των κυανοβακτηρίων εμφανίζεται μόνο όταν τά κυττάρων βρίσκονται σε σε υπο-οσμωτικό αιώρημα. Σε υπερ-οσμωτικό αιώρημα ο φθορισμός παραμένει σταθερός (Papageorgiou & Alygizaki-Zorba 1997).

Η εξάρτηση του φθορισμού της Chl *a* από τον οσμωτικό όγκο των κυανοβακτηριακών κυττάρων μας επιτρέπει να μελετήσουμε φυσικές ιδιότητες των κυτοπλασματικών τους μεμβρανών που είναι δύσκολο, ή και αδύνατο, να μελετηθούν με άλλες μεθόδους (Papageorgiou & Stamatakis 2004). Στην παρούσα εργασία διερευνώνται οι μηχανισμοί μεταφοράς νερού προς και από τά κύτταρα του S7942 κάτω από την επίδραση διαφοράς οσμωτικής πίεσης μεταξύ αιωρήματος και κυτοπλάσματος. Χρησιμοποιούνται κύτταρα που έχουν φορτωθεί με NaCl (περατή ουσία κατά την κατεύθυνση αιώρημα $\rightarrow$ κυτόπλασμα, αδιαπέρατη στην αντίθετη κατεύθυνση) και κατόπιν έχουν συρρικνωθεί με επαναιώρηση σε υπερ-οσμωτικό διάλυμα βεταΐνης της γλυκίνης (μή περατή ουσία). Τα κύτταρα αυτά αφ' ενός έχουν συσσωρεύσει οσμωτικά δραστικό NaCl στο κυτόπλασμα, αφ' ετέρου δε έχουν αποβάλει μέρος του κυτοπλασματικού νερού τους. Όταν επαναιωρηθούν σε υπο-οσμωτικό μέσο

προσλαμβάνουν νερό και διογκώνονται λόγω διαφοράς οσμωτικής πίεσης, διαδικασία που απεικονίζεται ως αύξηση του φθορισμού της Chl *a*.

Υλικά και μέθοδοι

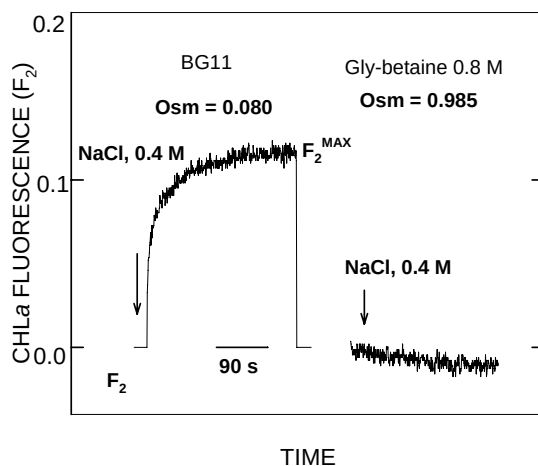
Το κυανοβακτήριο S7942 καλλιεργήθηκε σε BG11, ρυθμισμένο σε pH 7.5 με 20 mM HEPES NaOH, (ΒΔΑ, Βασικό Διάλυμα Αιώρησης) (Papageorgiou GC et al. 1998). Ο φθορισμός της Chl *a* μετρήθηκε με κινητικό φθορισμόμετρο PAM-100 (Walz, Effeltrich, Germany), το οποίο παράγει περιοδικούς παλμούς διέγερσης, το φώς μέτρησης, (650 nm; $\lambda = 25$ nm; 1.6 kHz; 1 μ s; 70 nmol photons m⁻² s⁻¹) και ανιχνεύει μόνο συγχρονα σήματα φθορισμού σε $\lambda > 690$ nm.

Κύτταρα (συγκέντρωση 240 μ g Chl *a* ml⁻¹) φορτώνονται με NaCl και συρρικνώνονται οσμωτικά με αιώρηση σε ΒΔΑ που περιέχει 0.4 M NaCl, 0.8 M βεταΐνη γλυκίνης, 20 μ M DCMU (3-3,4-διχλωροφενυλ-1,1-διμεθυλουρία) και 30 μ M CCCP (καρβοκυανιδο-μ-φαινυλδραζόνη) (για την παρεμπόδιση ενεργούς αποβολής ιόντων Na⁺ από τους αντιμεταφορείς Na⁺/H⁺ της κυτταρικής μεμβράνης, Nitschmann & Packer 1992). Τα κύτταρα του S7942 δεν αντιλαμβάνονται το NaCl ως οσμωδραστική ουσία διότι είναι παθητικά περατά σε αυτό. Αντίθετα αντιλαμβάνονται ως οσμωδραστική ουσία την βεταΐνη (Papageorgiou et al. 1998, Stamatakis et al. 1999).

Στα πειράματα που περιγράφονται, 20 μ l κυττάρων S7942 εισάγονται με μικροσύριγγα σε 600 μ l ΒΔΑ (το οποίο περιέχει ακόμη 0.4 M NaCl, 20 μ M DCMU και 30 μ M CCCP) στην κυψελίδα μέτρησης του φθορισμομέτρου υπό συνεχή ανάδευση διέγερση με φώς μέτρησης.

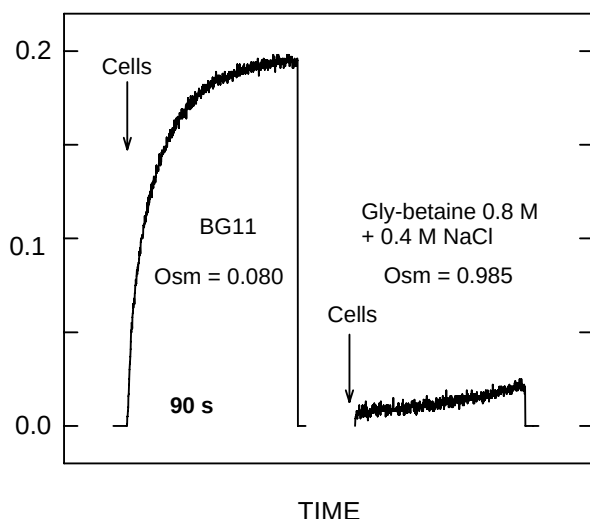
Αποτελέσματα

Η Εικόνα 1 παρουσιάζει την μεταβολή του φθορισμού της Chl *a* κυττάρων S7942 που βρίσκονται σε υπο-οσμωτικό αιώρημα (0.080 Osm kg⁻¹, αριστερά) και σε υπερ-οσμωτικό αιώρημα (0.985 Osm kg⁻¹, δεξιά) ύστερα από άλμα συγκέντρωσης NaCl ($\Delta C = 0.4$ M).



Εικόνα 1. Επίδραση άλματος συγκέντρωσης NaCl ($\Delta C = 0.4$ M) στον φθορισμό της Chl *a* κυττάρων του S7942: (α) Σε υπο-οσμωτικό διάλυμα αιώρησης των (0.080 kg⁻¹) και (β) σε υπερ-οσμωτικό διάλυμα αιώρησης των (0.985 kg⁻¹).

Στην πρώτη περίπτωση (Εικ. 1) τα κύτταρα προσλαμβάνουν NaCl και νερό από το μέσο αιώρησης τους με αποτέλεσμα την αύξηση του κυτταρικού τους όγκου η οποία απεικονίζεται κινητικά από το ίχνος φθορισμού της Chl *a*.



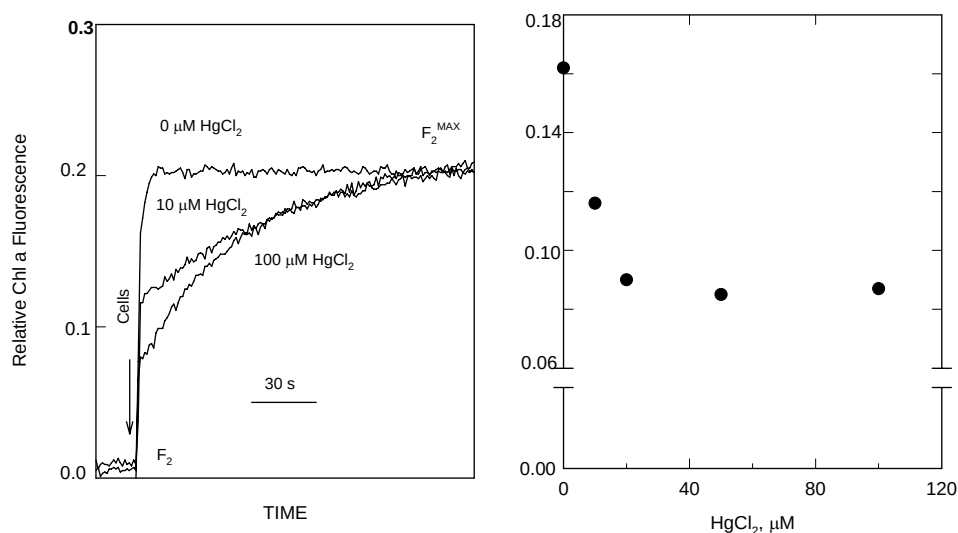
Εικόνα 2. Η αύξηση του φθορισμού Chl *a* ως αποτέλεσμα της οσμωτικής εισόδου νερού στα κύτταρα του S7942. Φορτωμένα με NaCl και υπερ-οσμωτικά συρρικνωμένα κύτταρα εισάγονται (α) σε υπο-οσμωτικό μέσο (0.080 kg-1) και (β) σε υπερ-οσμωτικό μέσο (0.985 kg-1).

Το ανώτατο όριο αύξησης του κυτταρικού όγκου καθορίζεται από την ελαστική παραμόρφωση του κυτταρικού περιβλήματος (κυτταρική μεμβράνη + κυτταρικό τοίχωμα). Αντίθετα, στη δεύτερη περίπτωση (Εικ. 1 δεξιά), η μεταβολή του φθορισμού είναι αμελητέα διότι το υπερ-οσμωτικό αιώρημα εμποδίζει την είσοδο νερού στα κύτταρα. Στο πείραμα της Εικ. 2, κύτταρα S7942 φορτωμένα με NaCl και συρρικνωμένα εισάγονται είτε σε υπο-οσμωτικό διάλυμα (αριστερά) είτε σε υπερ-οσμωτικό διάλυμα (δεξιά) κάτω από συνεχή καταγραφή του σήματος φθορισμού της Chl *a*. Στο υπο-οσμωτικό μέσο τα κύτταρα βρίσκονται σε σημαντική διαφορά δυναμικού του νερού μεταξύ κυτοπλάσματος τους και αιωρήματος, γεγονός που προκάλεσε είσοδο νερού σε αυτά με αποτέλεσμα την αύξηση του οσμωτικού όγκου τους όπως απεικονίζεται στη άνοδο του φθορισμού της Chl *a*. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται γρήγορη καταγραφή οσμωτικής εισόδου νερού σε κυανοβακτήρια.

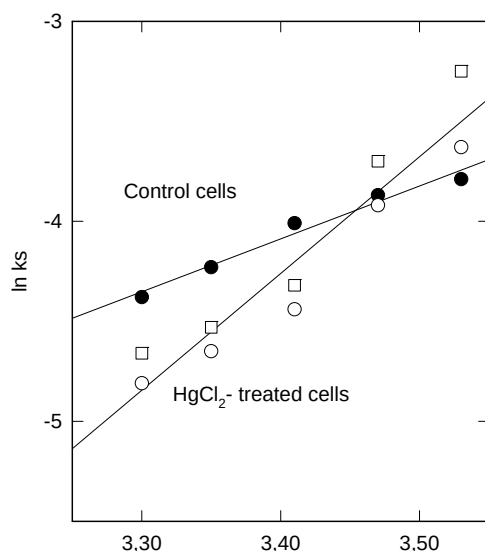
Τα ιόντα υδραργύρου αντιδρούν με τα κυστεϊνικά αμινοξικά κατάλοιπα των υδατοπορινών και επιδρούν στην μεταφορά νερού μέσω των υδατοπορινών. Η Εικ. 3 παρουσιάζει την ανασταλτική δράση του HgCl₂ στην οσμωτική είσοδο νερού σε φορτωμένα με NaCl και υπερ-οσμωτικά συρρικνωμένα κύτταρα του S7942.

Κύτταρα εισήχθησαν σε υπο-οσμωτικό ΒΔΑ παρουσία DCMU (20μM), CCCP (30 μM) με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις HgCl₂. Η ταχύτητα εισόδου του νερού ελαττώθηκε αυξανόμενης της συγκέντρωσης HgCl₂ (Εικ. 3α) και σε συγκέντρωση 30 μmoles Hg²⁺ (Εικ. 3β) αναστάλθηκε η αρχική αύξηση του φθορισμού. Η αναστολή από τα ιόντα υδραργύρου αφορούσε το 50-60 % της οσμωτικής εισόδου νερού στα κύτταρα. Η Εικ. 4 απεικονίζει τα Arrhenius plots της εισόδου νερού στα φορτωμένα με NaCl και

υπερ-οσμωτικά συρρικνωμένα κύτταρα του S7942 απουσία HgCl_2 (κύτταρα μάρτυρες) και παρουσία 75 μmol HgCl_2 .



Εικόνα 3. Επίδραση του HgCl_2 στην οσμωτική είσοδο του νερού σε κύτταρα του S7942, όπως καταγράφηκε από το φθορισμό της Chl α. Φορτωμένα με NaCl και υπερ-οσμωτικά συρρικνωμένα κύτταρα S7942 εισάγονται σε ΒΔΕ παρουσία HgCl_2 (οι τελικές συγκεντρώσεις HgCl_2 εμφανίζονται στο διάγραμμα) (α) Επίδραση στη κινητική του φθορισμού της Chl α. (β) Επίδραση στη τελική τιμή του φθορισμού της Chl α (η αύξηση του φθορισμού στα πρώτα 600 ms)



Εικόνα 4. Διαγράμματα Arrhenius της αρχικής ταχύτητας εισόδου νερού σε φορτωμένα με NaCl και συρρικνωμένα κύτταρα S7942, απουσία και παρουσία 75 μM HgCl_2 . Ως αρχική τιμή ταχύτητας χρησιμοποιήθηκε η τιμή του φθορισμού της Chl α στα 600 ms.

Συζήτηση

Υδατοπορίνες είναι άφθονες στα ανώτερα φυτά (Maurel et al. 2002, Tyerman et al. 2002). Στα κυανοβακτήρια εμπλέκονται στην παθητική είσοδο του CO₂ (Tschernov et al. 2001) και τη ρύθμιση του οσμωτικού stress (Allakhverdiev et al. 2000). Οσμωτικά ελεγχόμενες κινήσεις νερού διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης είναι δύσκολο να μετρηθούν. Τα κυανοβακτήρια όμως αποτελούν εξαίρεση διότι οι οσμωτικά ελεγχόμενες αλλαγές του κυτταρικού τους όγκου, μπορούν να εμφανισθούν μέσω αλλαγών στο φθορισμό της Chl *a*.

Στην παρούσα εργασία η είσοδος του νερού στα κύτταρα του S7942 προκαλεί αύξηση του φθορισμού της Chl *a* γεγονός το οποίο μπορεί να μετρηθεί κινητικά με χρονική ανάλυση της τάξης των ms. Σε συνθήκες συνθήκες η είσοδος νερού απαιτεί $E_a = 4.9 \text{ kcal mol}^{-1}$, παρουσία δε ιόντων υδραργύρου αναστέλλεται μερικώς η είσοδος του νερού και η ενέργεια ενεργοποίησης ανέρχεται σε $E_a = 11.9 \text{ kcal mol}^{-1}$. Η παρουσία ιόντων υδραργύρου αναστέλλει την είσοδο νερού στα κύτταρα μέσω διαμεμβρανικών πρωτεϊνών πόρων, η είσοδος του οποίου επιτυγχάνεται μέσω της μεμβρανικής διπλοστιβάδας. Σύμφωνα δε με τις τιμές της E_a η είσοδος του νερού στα κύτταρα επιτυγχάνεται 10⁵ φορές γρηγορότερα απουσία ιόντων Hg²⁺. Κατά τη διάρκεια της φάσης δυναμικής ισορροπίας εισόδου-εξόδου νερού περίπου 50-60% του συνολικού νερού διαχέεται μέσω της λιπιδικής διπλοστιβάδας.

Βιβλιογραφία

- Allakhverdiev S.I., Sakamoto A., Nishiyama Y. & Murata N. 2000. *Plant Physiol* 122: 1201-1208.
- Allen J.F. & Mullineux C.W. 2004. In: Papageorgiou GC and Govindjee (eds), *Chlorophyll Fluorescence: A Signature of Photosynthesis*. Springer Verlag & Kluwer Academic Publishers (in press).
- Maurel C., Javot H., Lauvergeat V., Gerbeau P., Tournaire C., Santoni V. & Heyes J 2002. Pp. 105-148. In: Stein W.D. & Zeuthen T. (eds), *International Review of Cytology*, Vol 215. Elsevier.
- Nitschmann W.H. & Packer L. 1992. *Arch. Biochem. Biophys.* 294: 347-352.
- Papageorgiou G.C. & Alygizaki-Zorba A. 1997. *Biochim Biophys Acta* 1335: 1-4.
- Papageorgiou G.C., Alygizaki-Zorba A., Ladas N. & Murata N. 1998. *Physiol. Plant.* 103: 215-224.
- Papageorgiou G.C. & Stamatakis K. 2004. In: Papageorgiou GC and Govindjee (eds), *Chlorophyll Fluorescence: A Signature of Photosynthesis*. Springer Verlag & Kluwer Academic Publishers (in press).
- Stamatakis K., Ladas N.P., Alygizaki-Zorba A. & Papageorgiou G.C. 1999. *Arch. Biochem. Biophys.* 370: 240-249.
- Stamatakis K. & Papageorgiou G.C. 1998. Pp. 47-54. In: Argyroudi-Akoyunoglou J.H. (ed.), *The Chloroplast: From Molecular Biology to Biotechnology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Stamatakis K. & Papageorgiou G.C. 2001. *Biochim Biophys Acta* 1506: 172-181.
- Tschernov D., Helman Y., Keren N., Luz B., Ohad I., Reinhold L., Ogawa T. & Kaplan A. 2001. *J. Biol. Chem.* 276: 23450-23455.
- Tyerman S.D., Niemietz C.M. & Bramley H. 2002. *Plant Cell Environ.* 25: 173-194.

Επίδραση κλάσματος από υπολείμματα ελαιοτριβείων στην αύξηση φυτών αγγουριού (*Cucumis sativus* L.)

Σταματελοπούλου Α., Ψυχογιού Μ., Ελ Μουμπάρακ Μ.Α., & Αγγελόπουλος Κ.

Εργαστήριο Φυσιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών,
Πανεπιστημιούπολη, 265 00 Πάτρα.

Περίληψη

Μελετήθηκε η επίδραση 4 συγκεντρώσεων τοξικού κλάσματος από υπολείμματα ελαιοτριβείων στην αύξηση και σε παραμέτρους φθορισμού της χλωροφύλλης των φύλλων φυτών αγγουριού (*Cucumis sativus* L. ποικιλίας κοντό) σε υδροπονικό σύστημα. Το τοξικό κλάσμα προστέθηκε στο θρεπτικό διάλυμα ανάπτυξης των φυτών σε αναλογία 0%, 1%, 2%, 4% και 6% v/v. Διαπιστώθηκε ότι αναλογίες μικρότερες του 2% είχαν ως αποτέλεσμα μια ευεργετική επίδραση στις παραμέτρους αύξησης του ξηρού βάρους βλαστού, φύλλων και ρίζας σε σχέση με το μάρτυρα, ενώ στις μεγαλύτερες αναλογίες διαπιστώθηκε βαθμιαία καθυστέρηση της αύξησης τους. Επίσης διαπιστώθηκε ότι αυξανόμενη της αναλογίας του τοξικού κλάσματος στο θρεπτικό διάλυμα είχε ως αποτέλεσμα τη σταδιακή μείωση του λόγου f_v/f_m και την αύξηση του f_o . Τα ανωτέρω αποτελέσματα δείχνουν μια δοσοεξαρτώμενη φυτοτοξική δράση του τοξικού κλάσματος στην αύξηση των φυτών αγγουριού αλλά και επίδραση στο φωτοσυνθετικό σύστημα των φύλλων.

The effect of an olive mill wastewaters fraction on the growth of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.)

Stamatelopoulos E., Psihogios M., EL Mubarak M.A & Angelopoulos K.

Laboratory of Plant Physiology, Department of Biology, University of Patras,
Panepistimioupolis 265 00 Patras.

Abstract

The effect of 4 concentrations of an olive mill wastewaters fraction on growth and chlorophyll fluorescence parameters was studied in cucumber seedlings (*Cucumis sativus* L var. konto) grown in hydroponic system. The toxic fraction (ultrafiltration concentrate) was added in the nutrient solution in ratios 0%, 1%, 2%, 4% and 6%. It was found that the presence of this fraction in ratios lower than 2% resulted beneficial effects on stem, leaf and root dry weights in relation to the control, but in higher ratios an increasing delay of their growth was found out. It was also found that increasing the ratio of the toxic fraction in the nutrient solution resulted a gradual decrease of the ratio f_v/f_m

and an increase of f_0 . The previous results show dose response effects of toxic fraction on cucumber seedlings growth and on their leaf photosynthetic system.

Εισαγωγή

Οι περισσότερες μονάδες παραγωγής ελαιολάδου στις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου παράγουν μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων (κοινώς κατσίγαρος), που φθάνει σε όγκο περίπου στα $30 \times 10^6 \text{ m}^3$, και τα διαθέτουν σε λεκάνες απορροής και υδάτινους ταμιευτήρες με συνέπεια να εμφανίζονται προβλήματα ρύπανσης (Hadrami et al. 2004). Τα υγρά απόβλητα ελαιοτριβείου εμφανίζουν τοξική επίδραση κατά υδροβίων οργανισμών, βακτηρίων και ανωτέρων φυτών τόσο κατά τη διάρκεια της βλάστησης των σπερμάτων τους όσο και της αύξησής τους (Mendia et al. 1986, Capasso et al. 1991, Paixao et al. 1999). Προκειμένου να ευρεθούν κατάλληλοι τρόποι διάθεσης του κατσίγαρου έχουν εκπονηθεί αρκετές μελέτες (Tsonis 1988, Casa et al. 2003). Οι περισσότερες από αυτές τις μελέτες επικεντρώνονται στην προεπεξεργασία των υγρών αποβλήτων με τη χρήση διαφόρων μικροοργανισμών και διαφορετικών αερόβιων ή αναερόβιων διαδικασιών (D' Annibale et al. 2000, Piperidou et al. 2000). Έχει αποδειχθεί ότι τα φαινολικά συστατικά του κατσίγαρου είναι η κύρια πηγή φυτοτοξικότητάς του (Capasso et al. 1991, Bonari et al. 1993, Aliotta et al. 2000, Angelopoulos et al. 2004). Επίσης έχουν γίνει μελέτες για να προσδιοριστούν οι πηγές τοξικότητάς τους (Tomati & Galli 1992) προκειμένου ο κατσίγαρος να διατεθεί σε καλλιεργούμενα εδάφη χωρίς να προκαλεί φυτοτοξικά προβλήματα. Δεν υπάρχουν όμως δεδομένα για την πιθανή φυτοτοξικότητα του κατσίγαρου σε καλλιεργούμενα είδη κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής τους. Πρόσφατα οι Hadrami et al. (2004) δημοσίευσαν δεδομένα για την επίδραση του κατσίγαρου στην αύξηση φυτών καλαμποκιού, σίτου και ρεβιθιού που αναπτύχθηκαν σε εδαφικό υπόστρωμα. Ένας άλλος τρόπος διάθεσης του κατσίγαρου είναι η αξιοποίηση των διαφόρων χημικών ενώσεων μετά από διαχωρισμό τους προκειμένου να αξιοποιηθούν ως προστατευτικά έναντι διαφόρων παρασίτων στον αγροτικό τομέα ή να αξιοποιηθεί το υδάτινο τμήμα των υπολειμμάτων για άρδευση των καλλιεργειών (Paraskeva et al. 2004). Ένα κλάσμα που θα περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό από το μίγμα των φαινολικών θα μπορούσε να απομονωθεί και να χρησιμοποιηθεί ως αναστολέας ανάπτυξης αυτοφυών φυτών σε καλλιέργειες (Angelopoulos et al. 2004, Paraskeva et al. 2004).

Στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης του κλάσματος μετά από υπερδιήθηση αποβλήτων ελαιοτριβείου από το Νομό Αχαΐας στην αύξηση φυτών Αγγουριού (*Cucumis sativus* L. var. konto) με σκοπό να μελετηθούν τα φαινόμενα φυτοτοξικότητας του κλάσματος και να χρησιμοποιηθεί ως φυτοπροστατευτικό σε καλλιέργειες.

Υλικά και μέθοδοι

Φυτικό υλικό και υδροπονικό σύστημα: Χρησιμοποιήθηκαν φυτά αγγουριού (*Cucumis sativus* L. var. konto). Σπόροι αγγουριού από το εμπόριο τοποθετήθηκαν σε μικρά πλαστικά δοχεία με υπόστρωμα τύρφη (*sphagnum*) προκειμένου να βλαστήσουν. Τα φυτά παρέμειναν στα δοχεία μέχρι την εμφάνιση του πρώτου κανονικού φύλλου. Μετά τα φυτά μεταφέρθηκαν στο υδροπονικό σύστημα αποτελούμενο από μεγάλα πλαστικά δοχεία όγκου 18 λίτρων, όπου και παρέμειναν για 7-10 ημέρες (πριν προστεθεί

το τοξικό κλάσμα) προκειμένου να προσαρμοστούν στο θρεπτικό διάλυμα ανάπτυξης. 12 φυτάρια τοποθετήθηκαν σε πλαίσια κατάλληλα διαμορφωμένα για τη στήριξη των φυτών που επέπλεαν στο θρεπτικό διάλυμα. Με αντλία και ένα δίκτυο πλαστικών σωλήνων παρέχόταν αέρας στο ριζικό σύστημα.

Θρεπτικά διαλύματα: Για την ανάπτυξη των φυτών χρησιμοποιήθηκαν δύο τύποι θρεπτικών διαλυμάτων (τροποποιημένο UTAH wheat solutions) (Bugbee 2003). Ένα αρχικό διάλυμα (starter solution) που περιείχε N 3mM, P 0.5mM, K 1.5mM, Ca 1mM, Mg 0.5mM, S 0.5mM, Fe 10μM, Fe-EDDHA (Fe 6%) 25μM, Mn 3μM, B 2μM, Zn 3μM, Cu 0.3μM και Mo 0.09μM και ένα συμπληρωματικό διάλυμα αύξησης (vegetative refill) με σύσταση N 6mM, P 0.5mM, K 4.5mM, Ca 1mM, Mg 0.3mM, S 0.3mM, Fe 2.5μM, Fe-HEDTA 5μM, Mn 6μM, B 1μM, Zn 1μM, Cu 0.3μM και Mo 0.03μM. Το pH του θρεπτικού διαλύματος ήταν 4.5 +/- 0.5. Ο όγκος και το pH του θρεπτικού διαλύματος διατηρούνταν κατά το δυνατόν σταθερά κατά τη διάρκεια του πειράματος με την προσθήκη θεικού οξέος 5N μετά την προσθήκη του συμπληρωματικού θρεπτικού διαλύματος αύξησης. Το pH και ο όγκος διορθώνονταν κάθε δύο ημέρες.

Τοξικό κλάσμα: Ελέγχθηκε η φυτοτοξικότητα του κλάσματος που ελήφθη ως συμπυκνώμα μετά από υπερδιήθηση (Paraskeva et al. 2004). Το κλάσμα αυτό περιείχε φαινολικά συστατικά 2760 mg/l, διάφορα σάκχαρα 25.000 mg/l, P 85 mg/l, N 410 mg/l και διάφορα ιόντα (Ca 375 mg/l, Mg 110 mg/l, Na 57 mg/l, K 2420 mg/l, Cl 965 mg/l, SO₄ 140 mg/l). Το κλάσμα αποστειρώθηκε πριν τη χρήση του στους 100 °C για 30 λεπτά. Σε αυτά τα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν 5 χειρισμοί. Ο μάρτυρας, και αραιώσεις 1%, 2%, 4% και 6% v/v τοξικού κλάσματος με την προσθήκη του στο αρχικό θρεπτικό διάλυμα.

Συνθήκες ανάπτυξης των φυτών: Η ημερήσια θερμοκρασία στο θάλαμο ανάπτυξης των φυτών κυμαινόταν μεταξύ 22-24 °C. Η φωτοπερίοδος ήταν 14/10 ημέρα/νύχτα και η ένταση του φωτός πάνω από τα φυτά κατά τη διάρκεια της ημέρας ήταν 750 μE·m⁻²·s⁻¹ προερχόμενη από 4 λαμπτήρες νατρίου υψηλής πίεσεως 400 Watt και 2 λαμπτήρες φθορίου.

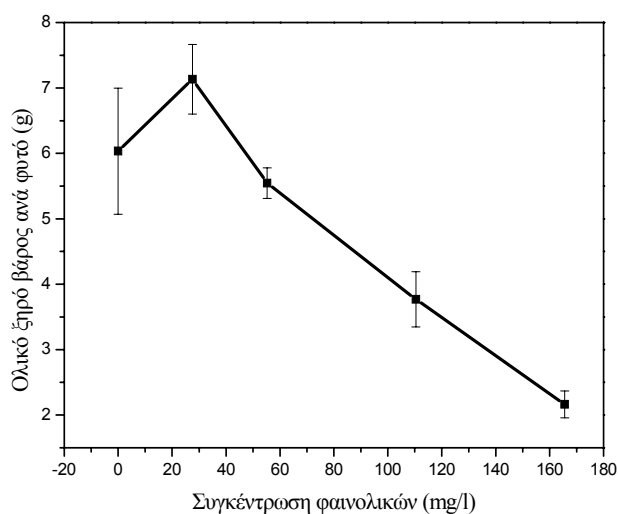
Σχεδιασμός πειράματος: Ως πειραματική μονάδα θεωρήθηκε ολόκληρο το φυτό. 3 δείγματα φυτών ελαμβάνοντο από κάθε χειρισμό ανά 10 ημέρες περίπου για μέτρηση παραμέτρων αύξησης όπως νωπό, ξηρό βάρος και επιφάνεια φύλλων, νωπό και ξηρό βάρος βλαστών, μίσχων και ρίζας με καταστρεπτική μέθοδο προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των δεικτών αύξησης - σχετικός ρυθμός αύξησης (RGR) και ρυθμός καθαρής αφομοίωσης (NAR).

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Η επίδραση σε παραμέτρους αύξησης.

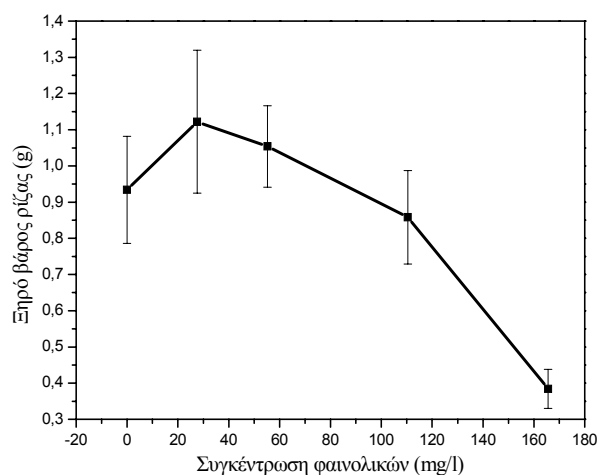
Στα γραφήματα (1) (2) (3) και (4) παρουσιάζονται οι επιδράσεις αυξανόμενων συγκεντρώσεων του συμπυκνώματος υπερδιήθησης (τοξικό κλάσμα) στο θρεπτικό διάλυμα ανάπτυξης των φυτών, στο ξηρό βάρος όλου του φυτού, της ρίζας και των φύλλων ως και στη φυλλική επιφάνεια περίπου 40 ημέρες μετά την προσθήκη του τοξικού κλάσματος. Οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις του τοξικού κλάσματος εκφράσθηκαν ως συγκεντρώσεις ολικών φαινολικών ενώσεων στο θρεπτικό διάλυμα διότι υποθέσαμε ότι τα φαινολικά συστατικά του χρησιμοποιηθέντος κλάσματος είναι η κύρια αιτία της φυτοτοξικής δράσης του. Από τα ανωτέρω αποτελέσματα διαπιστώνεται

ότι αυξανόμενη της συγκέντρωσης των φαινολικών συστατικών του κλάσματος πάνω από 60 mg/l έχουμε μια αυξανόμενη παρεμπόδιση σε όλες τις παραμέτρους αύξησης. Επίσης για συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των 160 mg/l παρατηρήθηκε ότι τα φυτά υφίστανται από τις πρώτες ώρες ένα κλωνισμό με κύριο χαρακτηριστικό την απότομη μείωση του υπέργειου τμήματος και εν συνεχεία το μεταχρωματισμό και την καταστροφή και του ριζικού συστήματος, φαινόμενο που έχει αναφερθεί και σε άλλες περιπτώσεις επίδρασης μίγματος φαινολικών οξέων σε φυτάρια αγγουριού (Blum et al. 1985). Τα φαινόμενα αυτά είναι πιο έντονα όσο μεγαλύτερες είναι οι συγκεντρώσεις του τοξικού κλάσματος και εν μέρει αντιστρεπτά (αποτελέσματα που δεν εμφανίζονται)

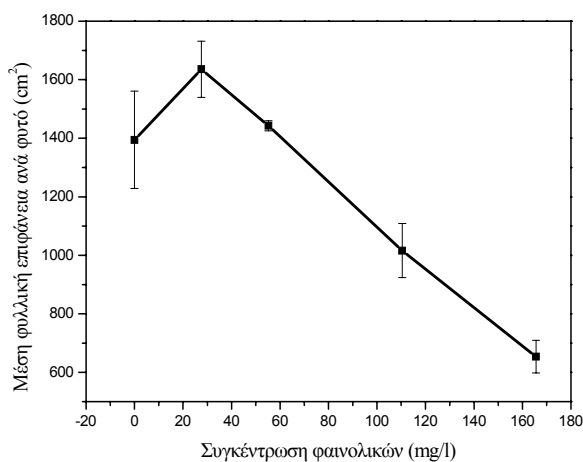


Γράφημα (1) Μεταβολές ολικού ξηρού βάρους ανά φυτό σε αυξανόμενες συγκεντρώσεις τοξικού κλάσματος.

Αντιθέτως σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις φαινολικών μεταξύ 20-40 mg/l παρατηρήθηκε μια θετική επίδραση σε όλες τις ανωτέρω παραμέτρους. Το φαινόμενο αυτό έχει παρατηρηθεί και στην περίπτωση της παρεμπόδισης της βλάστησης σπερμάτων από χυμό τομάτας. Μια εξήγηση για το φαινόμενο αυτό είναι ότι μπορεί να έχουμε τη δράση δύο παραγόντων. Ένας από αυτούς μπορεί να είναι κάποιος παράγοντας που προωθεί την αύξηση (π.χ. η προσθήκη K^+ ή κάποιου άλλου παράγοντα αύξησης) και ένας άλλος παράγοντας που καθυστερεί την αύξηση (π.χ. φαινολικά συστατικά) και ότι το τελικό αποτέλεσμα και των δύο δράσεων εξαρτάται από την συγκέντρωση των παραγόντων που δρουν. Υποθέτουμε ότι σε χαμηλές συγκεντρώσεις ο παράγοντας που προάγει την αύξηση υπερισχύει (Evenary 1949). Ανάλογες είναι και οι επιδράσεις στους δείκτες αύξησης. Ο σχετικός ρυθμός αύξησης (RGR) μειώνεται για συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 60 mg/l φαινολικών ενώ ο καθαρός ρυθμός αφομοίωσης (NAR) μειώνεται συνεχώς αυξανόμενη της συγκέντρωσης των φαινολικών (αποτελέσματα που δεν εμφανίζονται).



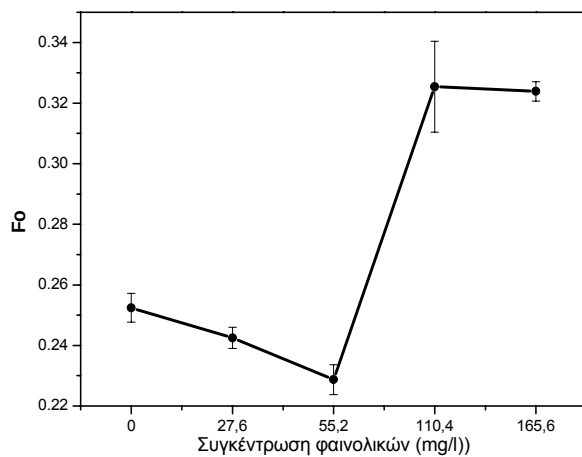
Γράφημα (2) Μεταβολές ξηρού βάρους ρίζας ανά φυτό σε αυξανόμενες συγκεντρώσεις τοξικού κλάσματος.



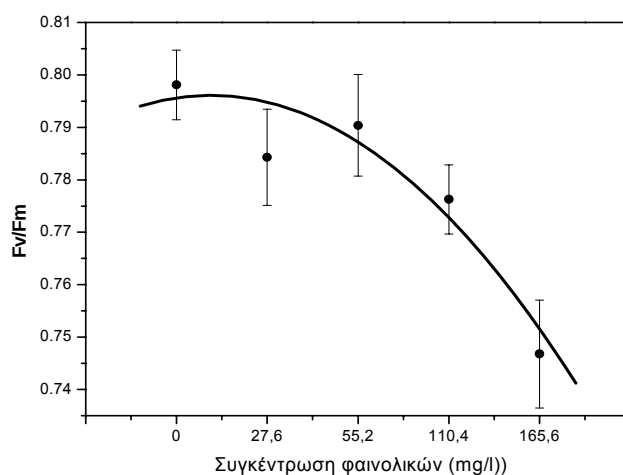
Γραφ. (3) Μεταβολές της φυλλικής επιφάνειας ανά φυτό σε αυξανόμενη συγκέντρωση τοξικού κλάσματος.

Η επίδραση στους δείκτες φθορισμού της χλωροφύλλης (F_o και F_v/F_m).

Η μέτρηση των δεικτών φθορισμού της χλωροφύλλης πριν την προσθήκη του τοξικού κλάσματος και μετά έδειξε μεταβολές τόσο στο F_o και όσο και στο λόγο F_v/F_m . Ανάλογες μεταβολές στους δείκτες F_o και F_v/F_m έχουν παρατηρηθεί στην περίπτωση ορισμένων ζιζανιοκτόνων που παρεμποδίζουν τη σύνθεση της χλωροφύλλης και κατ' επέκταση το φωτοσυνθετικό σύστημα PSII (Judi et al. 1990).



Γράφημα (5).Επίδραση του τοξικού κλάσματος στο F₀.



Γράφημα(6) Επίδραση του τοξικού κλάσματος στο F_v/F_m

Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα αυτής της εργασίας συνοψίζονται ως εξής:

1. Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων πολυφαινολικών ενώσεων προκαλεί φαινόμενα φυτοτοξικότητας και καθύστερηση σε όλες τις παραμέτρους αύξησης. Αντιθέτως σε μικρές συγκεντρώσεις κάτω από 50 ppm έχουμε φαινόμενα βελτίωσης των παραμέτρων αύξησης.
2. Οι τοξικές ενώσεις απορροφώνται από το ριζικό σύστημα και μεταφέρονται στο φωτοσυνθετικό σύστημα όπου προκαλούν βλάβες.

Βιβλιογραφία

- Aliotta G., Cafiero G., De Feo V., Di Blasio B., Iacovino R. & Oliva A. 2000. Allelochemicals from Rue (*Ruta graveolens* L.) and Olive (*Olea europea* L.) oil mill waste as potential natural pesticides. *Current Topics in Phytochemistry* 3: 167-177.
- Angelopoulos K.C., Tenentes G., Stamatelopoulou E., Paraskeva C.A., Kanellopoulou D.G. & Koutsoukos P.G. 2004. Phytotoxicity evaluation of olive mill vegetable water. *Hellenic Society for Biological Sciences, Proceedings of 26th Scientific Conference, Volos 2004*: 5.
- Blum U., Dalton B.R. & Shann J.R. 1985. Effects of various mixtures of ferulic acid and some of its microbial metabolic products on cucumber leaf expansion and dry matter in nutrient culture. *Journal of Chemical Ecology* 11: 619-641.
- Bonari E., Macchia M., Angelini L.G. & Ceccarini L. 1993. The wastewaters from olive oil extraction: their influence on the germinative characteristics of some cultivated and weed species. *Agricoltura Mediterranea* 123: 273-280.
- Bugbee B. 2003. Nutrient management in recirculating hydroponic culture. *South Pasific Soil-less Culture Conference*, N. Palmerston, N. Zealand.
- Capasso R., Cristinzio G., Evidente A. & Scognamiglio F. 1991. Isolation, spectroscopy and selective phytotoxic effects of polyphenols from vegetable wastewater. *Phytochemistry* 31: 4125-4128.
- Casa R., D' Annibale A., Pieruccetti F., Stazi S.R., Sermanni G.G. & Lo Cascio B. 2003. Reduction of phenolic components in olive mill wastewater by an enzymatic treatment and its impact on durum wheat (*Triticum durum* Dasf.) germinability. *Chemosphere* 50: 959-966.
- D' Annibale A., Stazi S.R., Vinciguerra V. & Sermanni G.G. 2000. Oxirane-immobilized *Lentinula edodes* laccase: Stability and phenolics removal efficiency in olive mill wastewater. *J. Biotechnol.* 77: 265-273.
- Evenary M. 1949. Germination inhibitors. *The Botanical Review* XV: 174.
- Judi B.M., Lower W.R., Miles C.D., Thomas M.W. & Krause G.F. 1990. Chlorophyll fluorescence of a higher plant as an assay for toxicity assessment of soil and water. Pp. 308-318. In: Wang W., Gorsuch J.W. & W.R. Lower (eds), *Plants for Toxicity Assessment ASTM STP 1091*, Philadelphia.
- Mendia L., Carbone P., D'Antonio G. & Mendia M. 1986. Treatment of olive oil waste waters. *Water Sci. Technol.* 18: 125-136.
- Paixao S.M., Mendoca E., Picado A. & Anselmo A.M. 1999. Acute toxicity evaluation of olive mill wastewaters: A comparative study of three aquatic organisms. *Environ. Toxicol.* 14: 263-269.
- Paraskeva C., Kanellopoulou D., Angelopoulos K. & Koutsoukos, P. 2004. Olive mill wastewaters separation into fractions with nutrition value or phytotoxic effects. *Hellenic Society for Biological Sciences, Proceedings of 26th Scientific Conference, Volos*, 277.
- Piperidou C.I., Constantina I. Chaidou C.I., Staikas C.D., Soulti K., Pilidis G.A. & Balis G. 2000. Bioremediation of olive oil mill wastewater: chemical alternations induced by *Azotobacter vinelandii*. *J. Agric. Food Chem.* 48: 1941-1948.

- Tomati U. & Galli E. 1992. The Fertilizing Value of Waste Waters from the Olive Processing Industry. Pp:117-126. In: Kubat J. (ed.), Humus, its Structure and Role in Agriculture and Environment, Vol. 25. Elsevier Science, Amsterdam.
- Tsonis S. 1988. Treatment of liquid wastes from olive mills. PhD Thesis, Department of Civil Engineering, University of Patras, Patras, Greece, 387 pp.

**Εναπόθεση φαινολικών συστατικών στο στρώμα των
επιεφυμενιδικών κηρών κατά την έκπτυξη των φύλλων της
ροδακινιάς (*Prunus persica* L.)**

Σταυρουλάκη Β., Νικολόπουλος Δ., Λιακόπουλος Γ. & Καραμπουρνιώτης Γ.

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Εργαστήριο
Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, Βοτανικός, 118 55 Αθήνα.

Περίληψη

Στην παρούσα ανακοίνωση μελετάται η εξέλιξη εναπόθεσης φαινολικών συστατικών στο στρώμα των επιεφυμενιδικών κηρών κατά τη διάρκεια της έκπτυξης φύλλων ροδακινιάς (*Prunus persica* L.). Οι μετρήσεις αφορούν σε απομόνωση του κλάσματος και ποιοτική και ποσοτική ανάλυση του μέσω υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης, καθώς και λήψη μικροφωτογραφιών από μικροσκόπιο φθορισμού των επιφανειών των φύλλων. Οι μικροφωτογραφίες χαρακτηρίζονταν από την εκτομή διακριτού φθορισμού ο οποίος προέρχεται από τα παραπάνω συστατικά. Επιπλέον λόγω διαφορετικού προτύπου εναπόθεσή τους πάνω από τα καταφρακτικά κύτταρα συγκριτικά με τα τυπικά επιδερμικά κύτταρα, καθίσταται δυνατή η απεικόνιση των στοματικών συμπλόκων. Η τελευταία ιδιότητα των επιεφυμενιδικών κηρών, καθώς ο εκπεμπόμενος φθορισμός αυξάνεται κατά την πορεία ωρίμανσης κάθε στοματικού συμπλόκου, επέτρεψε τη μελέτη του προτύπου εμφάνισης των στομάτων και την κατασκευή χαρτών στοματικής πυκνότητας. Οι πιθανές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της διαδικασίας εναπόθεσης των φαινολικών συστατικών και της οντογένεσης των στομάτων συζητώνται.

**Deposition of phenolic compounds in the epicuticular waxes during
expansion of peach leaves (*Prunus persica* L.)**

Stavroulaki V., Nikolopoulos D., Liakopoulos G. & Karabourniotis G.

Agricultural University of Athens, Department of Agricultural Biotechnology,
Laboratory of Plant Physiology, Iera Odos 75, Botanikos, 118 55 Athens, Greece.

Abstract

The present study depicts aspects of the progressive deposition of phenolic compounds in the epicuticular wax layer of peach (*Prunus persica* L.) leaves during expansion. Measurements were conducted on the isolated phenolic fraction of the epicuticular waxes which was analyzed qualitatively and quantitatively using high performance liquid chromatography and, additionally, leaf surfaces were viewed under

the fluorescence microscope where microphotographs were recorded. These were characterized by the occurrence of distinct fluorescence, which was emitted from the above-mentioned compounds. Moreover, due to the different deposition pattern of these compounds above guard cells compared to the typical epidermal cells, the microphotographs could be used for the visualization of stomatal complexes. This last feature of the epicuticular waxes, since the fluorescence emission is increased in the course of development of each stomatal complex, allowed the depiction of the stomatal appearance pattern and the construction of stomatal density maps. The possible interactions between the deposition of phenolic compounds and the ontogeny of stomata are discussed.

Εισαγωγή

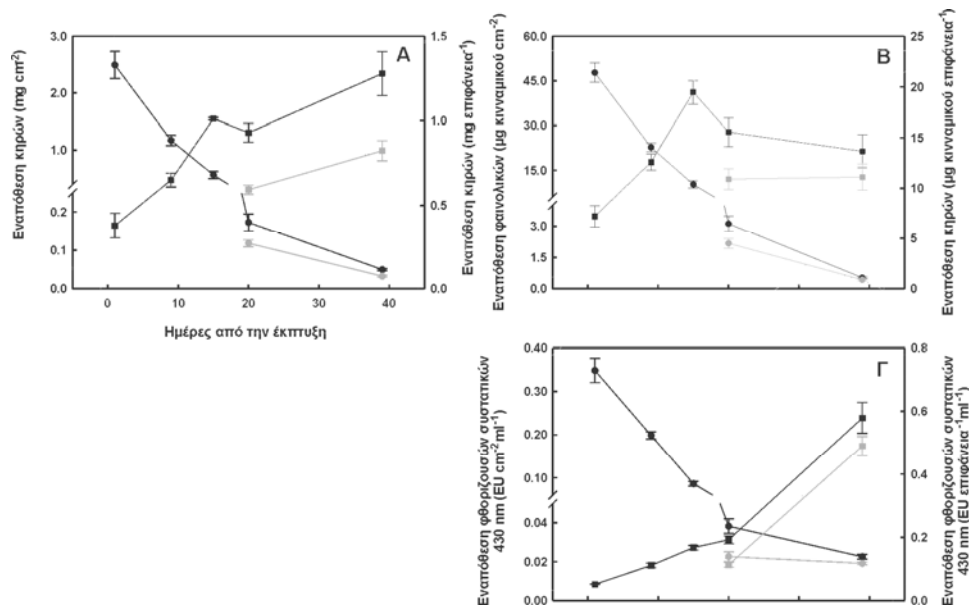
Η ανάπτυξη του ελάσματος του φύλλου συνοδεύεται από τη δημιουργία της εφυμενίδας, ενός εξωτερικού στρώματος από εναποθέσεις υδρόφοβων υλικών. Η ανώτερη στοιβάδα της εφυμενίδας συνίσταται από αλειφατικούς υδρογονάνθρακες και παράγωγά τους τα οποία αναφέρονται ως επεφυμενιδικοί κηροί (ΕΚ). Στα μόρια αυτά βρίσκονται εστεροποιημένα φαινολικά συστατικά των οποίων η παρουσία πιστεύεται ότι αποτελεί ένα ακόμα αμυντικό φράγμα έναντι αβιοτικών και βιοτικών παραγόντων. Επιπλέον, τα φαινολικά συστατικά των ΕΚ θα μπορούσαν ενδεχομένως να συμμετέχουν ως χημικά σήματα κατά την αλληλεπίδραση φυτών-μικροοργανισμών, ειδικά μετά από ενζυμική τους υδρόλυση. Τέλος, η χημική σύσταση της εφυμενίδας είναι πιθανόν να εμπλέκεται στον καθορισμό της κυτταρικής διαφοροποίησης (Gray et al. 2000, Holroyd et al. 2002), ενδεχομένως μέσω της αλλαγής στην περατότητα της εφυμενίδας σε ένα έως τώρα άγνωστο χημικό παράγοντα (Hetherington & Woodward 2003).

Η παρουσία φαινολικών συστατικών στους ΕΚ προσφέρει, μέσω του εκπεμπόμενου φθορισμού, τη δυνατότητα καταμέτρησης επιδερμικών εξαρτημάτων όπως οι τρίχες και οι αδένες αλλά και των στομάτων (Karabourniotis et al. 2001). Στην παρούσα ανακοίνωση διερευνάται η δυνατότητα της χρήσης του φθορισμού των φαινολικών συστατικών των ΕΚ στην μελέτη του προτύπου κατανομής των στομάτων κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των φύλλων. Επίσης μελετάται η πορεία εναπόθεσης φαινολικών συστατικών και η χημική τους σύσταση στο εκχυλίσμα με χλωροφόρμιο εφυμενιδικό κλάσμα στα διάφορα στάδια ανάπτυξης.

Υλικά και μέθοδοι

Φύλλα ροδακινιάς (*Prunus persica* L.) διαφόρων αναπτυξιακών σταδίων υποβλήθηκαν σε πλύσεις με χλωροφόρμιο για την απομάκρυνση των ΕΚ. Τα χλωροφορμικά εκπλύματα αναλύθηκαν φασματοσκοπικά (απορρόφηση στο UV, φασματοφωτόμετρο 160A, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan και εκπομπή φθορισμού, FP-920) συμπυκνώθηκαν υπό κενό και αφού προσδιορίστηκε η απόδοση σε βάρος, υποβλήθηκαν σε αλκαλική υδρόλυση (Liakopoulos et al. 2001) και τελικά το κλάσμα των φαινολικών συστατικών αναλύθηκε μέσω υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (VP Series, Shimadzu Corporation).

Για τη μέτρηση των στομάτων λήφθηκαν ψηφιακές μικροφωτογραφίες από άθικτα φύλλα ανά σταθερά διαστήματα κατά μήκος και πλάτος του ελάσματος (Karabourniotis et al. 2001). Για κάθε φύλλο κατασκευάστηκε χάρτης στοματικής πυκνότητας ενώ για

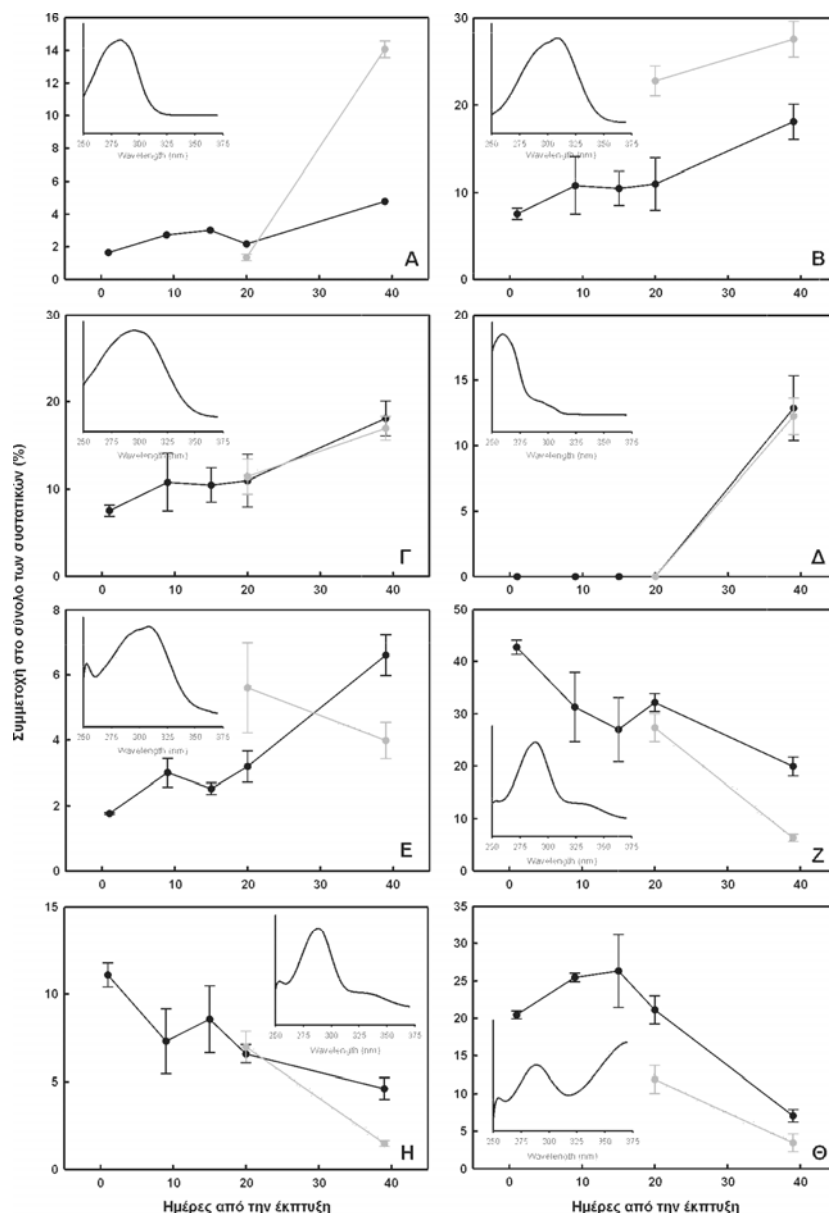


Εικόνα 1. Εναπόθεση επιεφυμενιδικών κηρών (Α), φαινολικών συστατικών (Β) και φθορίζοντων συστατικών (Γ) στο στρώμα των επιεφυμενιδικών κηρών φύλλων ροδακινιάς διάφορων αναπτυξιακών σταδίων. Κάθε παράμετρος είναι εκφρασμένη ως προς μονάδα επιφάνεια φύλλου (κύκλοι) ή ως προς το σύνολο της επιφάνειας κάθε φύλλου (τετράγωνα). Με ανοικτό χρώμα παριστάνονται οι τιμές της προσαζονικής ενώ με σκούρο οι τιμές της αποαζονικής επιφάνειας. Οι τιμές είναι μέσοι όροι 3-5 επαναλήψεων με το τυπικό σφάλμα του μέσου.

κάθε αναπτυξιακό στάδιο μετρήθηκαν τουλάχιστον πέντε επαναλήψεις. Συνολικά μετρήθηκαν περισσότερες από 1200 φωτογραφίες. Τέλος, κάθε χάρτης πυκνότητας συνδυάστηκε ώστε να προκύψει ένας μέσος χάρτης πυκνότητας για κάθε αναπτυξιακό στάδιο.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Κατά την πορεία έκπτυξης των φύλλων, τόσο η συγκέντρωση ανά επιφάνεια φύλλου των επιεφυμενιδικών υλικών τα οποία παραλαμβάνονται με χλωροφόρμιο όσο και των φαινολικών συστατικών (επίσης των φθορίζοντων υλικών) μειώνεται δραστικά (Εικ. 1). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει τον υψηλό βαθμό προστασίας των νεαρών φύλλων μέσω των παραπάνω συνιστωσών. Σε κάθε περίπτωση, οι τιμές των παραμέτρων ήταν υψηλότερες για την αποαζονική συγκριτικά με την προσαζονική επιφάνεια, όπως αναμένεται σε ένα υποστοματικό φύλλο όπου ο βαθμός εναπόθεσης του επιεφυμενιδικού στρώματος και των φαινολικών συστατικών είναι ιδιαίτερα υψηλός πάνω από τα καταφρακτικά κύτταρα (Karabourniotis et al. 2001). Ανά συνολική επιφάνεια, ο βαθμός εναπόθεσης των φαινολικών συστατικών ήταν σταθερός από το ήμισι έως το τέλος της έκπτυξης ενώ η παρουσία των φθορίζοντων συστατικών παρουσίασε αύξηση (Εικ. 1), υποδηλώνοντας ποιοτικές αλλαγές των συστατικών



Εικόνα 2. Σχετική συνεισφορά των κύριων δομών στο σύνολο των φαινολικών συστατικών τα οποία έχουν εναποτεθεί στο στρώμα των επιφυμειδικών κηρών σε φύλλα διαφόρων αναπτυξιακών σταδίων. Μόνο συστατικά με ελάχιστη συνεισφορά 5% επί του συνόλου (σε οποιοδήποτε αναπτυξιακό στάδιο) συμπεριλαμβάνονται. Στα ένθετα παρουσιάζονται τα φάσματα απορρόφησης στο UV των αντίστοιχων συστατικών. Άλλες λεπτομέρειες όπως στην Εικ. 1.



Εικόνα 3. Χάρτες πυκνότητας στομάτων φύλλων ροδακινιάς σε διάφορα αναπτυξιακά στάδια. Τα χρώματα αντιστοιχούν σε τιμές πυκνότητας στομάτων σύμφωνα με την χρωματική κλίμακα (σε σχετικές μονάδες). Τα ίχνη του ελάσματος των φύλλων βρίσκονται υπό κλίμακα. Για τη δημιουργία κάθε χάρτη, το ήμισι του ελάσματος μετρήθηκε ενώ στην εικόνα παρουσιάζεται διπλασιασμένο. Ημέρες έκπτυξης από πάνω προς τα κάτω: 1, 9, 15, 20 και 39. Το μαύρο χρώμα υποδηλώνει την έλλειψη στομάτων κάτω από το μικροσκόπιο φθορισμού.

τα οποία είναι υπεύθυνα για την εκπομπή φθορισμού. Πράγματι, εξετάζοντας την ποσοστιαία σύσταση των φαινολικών συστατικών (Εικ. 2), παρατηρούμε ότι αυτή μειώνεται για ορισμένα συστατικά ενώ αυξάνεται για άλλα. Στην πλειοψηφία των συστατικών, οι αυξομειώσεις είναι όμοιες μεταξύ των δύο επιφανειών. Η χρήση του φθορισμού επέτρεψε τη λεπτομερή καταγραφή της στοματικής πυκνότητας ανά στάδιο ανάπτυξης (Εικ. 3). Η εμφάνιση των στομάτων είναι σύμφωνη με το βασιπέταλο πρότυπο ανάπτυξης. Είναι αξιοσημείωτο ότι στο στάδιο της πλήρους έκπτυξης η μέγιστη στοματική πυκνότητα εμφανίζεται στο μέσον του ελάσματος.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τον Καθηγητή κ. Ιωάννη Μανέτα και την Επικ. Καθ. κ. Γ. Πετροπούλου του Εργαστηρίου Φυσιολογίας Φυτών του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών για την φιλοξενία και καθοδήγηση κατά την πραγματοποίηση των αναλύσεων μέσω υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης.

Βιβλιογραφία

- Gray J.E., Holroyd G.H., van der Lee F.M., Bahrami A.R., Sijmons P.C., Woodward F.I., Schuch W. & Hetherington A.M. 2000. The *HIC* signalling pathway links CO₂ perception to stomatal development. *Nature* 408: 713-716. Hetherington and Woodward. 2003. *Nature* 424: 901.
- Holroyd G.H., Hetherington A.M. & Gray J.E. 2002. A role for the cuticular waxes in the environmental control of stomatal development. *New Phytologist* 153: 433-439.
- Karabourniotis G., Tzobanoglou D., Nikolopoulos D. & Liakopoulos G. 2001. Epicuticular phenolics over guard cells: Exploitation for in situ stomatal counting by fluorescence microscopy and combined image analysis. *Annals of Botany* 87: 631-639.
- Liakopoulos G., Stavrianakou S. & Karabourniotis G. 2001. Analysis of epicuticular phenolics of *Prunus persica* and *Olea europaea* leaves: Evidence on the chemical origin of the UV-induced blue fluorescence of stomata. *Annals of Botany* 87: 641-648.

Εξάπλωση και αιθέρια έλαια του *Origanum onites* L. στη Χίο

Στεφανάκη Α., Κοκκίνη Σ. & Καρούσου Ρ.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Καταγράφηκε η εξάπλωση του *Origanum onites* L. στο νησί της Χίου και η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο φυτών από 17 πληθυσμούς τους μήνες Ιούνιο έως Αύγουστο. Συνολικά προστέθηκαν 47 νέες περιοχές εξάπλωσης διάσπαρτες σε όλο το νησί. Η περιεκτικότητα των φύλλων σε αιθέριο έλαιο (3,70%-5,46%) είναι σημαντικά μεγαλύτερη από ολόκληρο το υπέργειο τμήμα του φυτού (1,21%-3,28%) (mL 100g⁻¹ ξ. β.). Τα φυτά κατά τη θερινή περίοδο έχουν δύο μορφές φύλλων με σημαντική διαφορά στις διαστάσεις: μεγάλα (6,0-23,0mm x 3,0-12,0mm) και μικρά (1,5-5,0mm x 1,0-4,0mm). Οι δύο μορφές φύλλων συχνά συνυπάρχουν στο ίδιο άτομο. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ των δύο μορφών φύλλων.

Distribution and essential oils of *Origanum onites* L. on the island of Chios

Stefanaki A., Kokkini S. & Karousou R.

Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, School of Biology, Aristotle
University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece

Abstract

The distribution of *Origanum onites* L. on the island of Chios, Greece, as well as the volatile oil content of 17 different populations during summer was examined. Forty seven new localities spread all over the island were added. The volatile oil content is significantly higher in the leaves (3.70%-5.46%) than in the whole aerial part of the plant (1.21%-3.28%) (mL 100g⁻¹ dry weight). Plants have two types of leaves during the summer period: large (6.0-23.0mm x 3.0-12.0mm) and small (1.5-5.0mm x 1.0-4.0mm). The two leaf-types often coexist in the same plant. The volatile oil content does not differ significantly between the two leaf-types.

Εισαγωγή

Το *Origanum onites* είναι ένα ανατολικομεσογειακής προέλευσης taxon που απαντάται στην Ελλάδα και τη Μικρά Ασία (Ietswaart 1980). Ένας απομονωμένος πληθυσμός, που αναφέρεται στις Συρακούσες της Σικελίας, είναι πιθανόν να έχει μεταφερθεί εκεί από τους αρχαίους Έλληνες αποίκους (Ruberto et al. 1993). Στην

Ελλάδα εξαπλώνεται κυρίως στα νησιά του Αιγαίου, το νοτιοανατολικό τμήμα της ηπειρωτικής χώρας, την Κέρκυρα και τους Παξούς (Vokou et al. 1988, Kokkini & Vokou 1989). Στην παρούσα εργασία καταγράφηκε η εξάπλωση του *O. onites* στο νησί της Χίου και προσδιορίστηκε η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο κατά τους θερινούς μήνες διαφορετικών πληθυσμών του νησιού. Επίσης επιχειρήθηκε συσχέτιση της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο με τις δύο διαφορετικές μορφές φύλλων που εμφάνιζαν τα φυτά των διαφορετικών πληθυσμών.

Υλικά και μέθοδοι

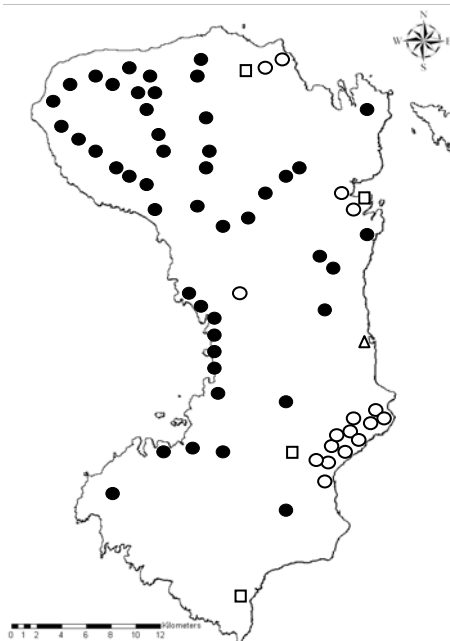
Για τη συλλογή του φυτικού υλικού πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες στην περιοχή μελέτης τους μήνες Ιούνιο έως Αύγουστο. Για τον προσδιορισμό των δειγμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα: Flora Europea (Fernandes & Heywood 1972) και Ietswaart 1980.

Τα δείγματα κατατέθηκαν στο Herbarium του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (TAU).

Η καταγραφή της εξάπλωσης του *O. onites* στο νησί έγινε με βάση προσωπικές συλλογές και παρατηρήσεις στο πεδίο καθώς και βιβλιογραφικές αναφορές (Rechinger 1943, Snogerup et al. 2001).

Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο φυτών που συλλέχθηκαν από 17 πληθυσμούς διάσπαρτους σε όλο το νησί προσδιορίστηκε με υδροαπόσταξη σε συσκευή τύπου Clevenger. Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο εκφράστηκε σε mL 100g⁻¹ ξηρού βάρους.

Οι διαστάσεις των φύλλων μετρήθηκαν σε αποξηραμένα δείγματα. Από κάθε δείγμα μετρήθηκαν 8 φύλλα από το μέσον του βλαστού.



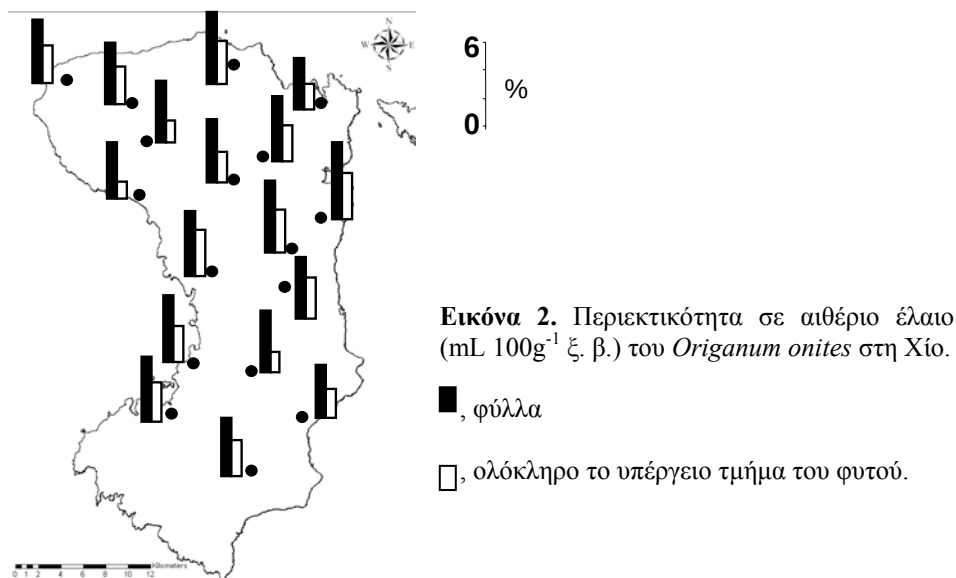
Εικόνα 1. Εξάπλωση του *Origanum onites* στη Χίο.

- , προσωπικές συλλογές και παρατηρήσεις στο πεδίο
- , νέες περιοχές εξάπλωσης
- Δ, συλλογές Rechinger 1943
- , συλλογές Snogerup et al. 2001

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η εξάπλωση του *Origanum onites* στη Χίο διευρύνθηκε σημαντικά με 47 νέες περιοχές διάσπαρτες σε όλο νησί (Εικ. 1). Απαντάται σε υψόμετρο 0-500 m σε πολλούς διαφορετικούς τύπους βλάστησης, όπως φρύγανα, πευκοδάση, υγρότοποι, καθώς και μέσα σε οικισμούς. Ιδιαίτερα διαδεδομένο είναι στο Δ, ΒΔ και ΝΑ τμήμα του νησιού, ενώ στο ΝΔ τμήμα η εξάπλωσή του είναι σποραδική.

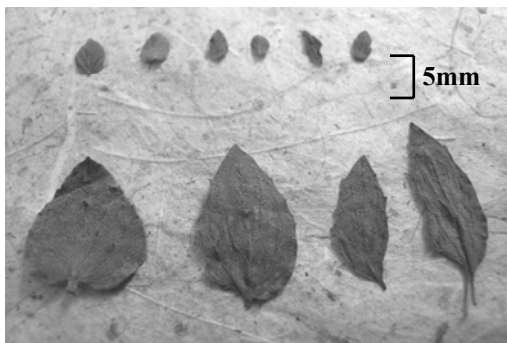
Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο στα φύλλα κυμάνθηκε από 3,70% έως 5,46%, ενώ υπολογισμένη για ολόκληρο το υπέργειο τμήμα του φυτού ήταν αρκετά μικρότερη (1,21%-3,28%) (Εικ.2). Ανάλογες τιμές αναφέρονται σε πληθυσμούς από περιοχές της Ελλάδας (Vokou et al. 1988, Arnold et al. 1993), της Ιταλίας (Ruberto et al. 1993), της Κύπρου (Arnold et al. 1993) και της Τουρκίας (Baser et al. 1993).



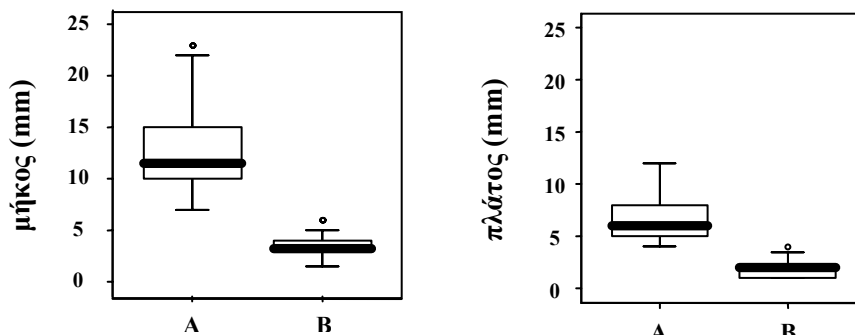
Τα φυτά έχουν δύο μορφές φύλλων κατά τη θερινή περίοδο με σημαντική διαφορά στις διαστάσεις: μεγάλα ($6,0\text{-}23,0\text{mm} \times 3,0\text{-}12,0\text{mm}$) και μικρά ($1,5\text{-}5,0\text{mm} \times 1,0\text{-}4,0\text{mm}$) (Εικ. 3, 4). Τα μεγάλα φύλλα, σε αντίθεση με τα μικρά, παρουσιάζουν μεγάλο εύρος διακύμανσης στις διαστάσεις τους (Εικ. 4). Τα μεγάλα φύλλα εκφύονται ανά δύο από το βλαστό, ενώ τα μικρά εκφύονται από το βλαστό κατά ομάδες (Εικ. 5 Α, Β). Οι δύο τύποι φύλλων συχνά συνυπάρχουν στο ίδιο άτομο (Εικ. 5 Γ). Η ύπαρξη δύο διαφορετικών μορφών φύλλων αναφέρεται και σε άλλα γένη της οικογένειας Labiatae (Καρούσου 1995 και οι εκεί αναφορές).

Συγκρίθηκε η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο δειγμάτων που εμφάνιζαν

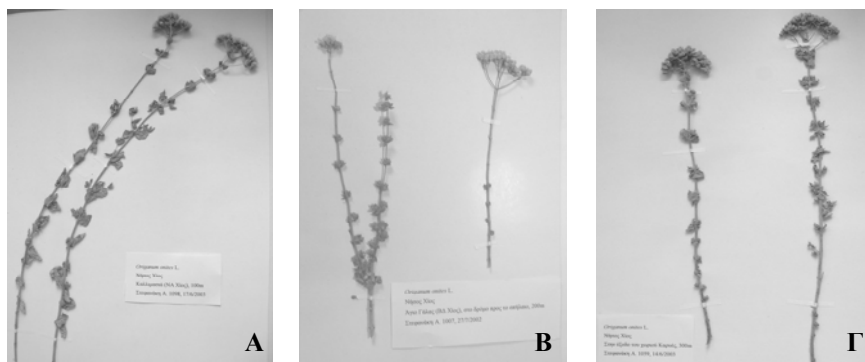
διαφορετικές μορφές φύλλων. Όπως φαίνεται στην Εικ. 6, η ποσότητα του παραγόμενου αιθερίου ελαίου είναι κατά μέσο όρο ίση και στις δύο μορφές φύλλων. Ωστόσο το μεγαλύτερο εύρος διακύμανσης παρατηρήθηκε σε δείγματα που αποτελούνταν από μεγάλα φύλλα.



Εικόνα 3. Μικρά και μεγάλα φύλλα του *Origanum onites* από διαφορετικούς πληθυσμούς της Χίου.

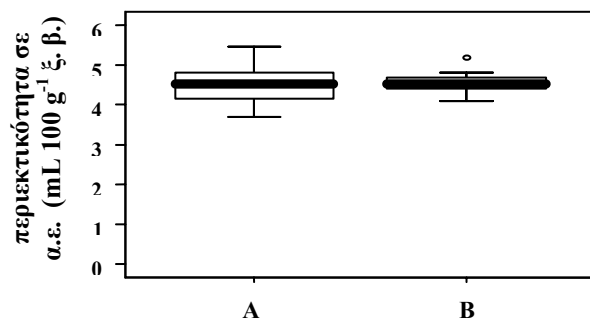


Εικόνα 4. Διαστάσεις μεγάλων και μικρών φύλλων. A: μεγάλα φύλλα, B: μικρά φύλλα.



Εικόνα 5. Δείγματα από διαφορετικούς πληθυσμούς του *Origanum onites* στη Χίο. A: φυτά με μεγάλα φύλλα, B: φυτά με μικρά φύλλα, Γ: φυτά με μεγάλα (στο ανώτερο

τμήμα του βλαστού) και μικρά (στη βάση του βλαστού) φύλλα.



Εικόνα 6. Σχέση περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο (α.ε.) και μεγέθους φύλλων. Α: μεγάλα φύλλα, Β: μικρά φύλλα.

Βιβλιογραφία

- Arnold N., Bellomaria B., Valentini G. & Arnold H.J. 1993. Comparative study of the essential oils from three species of *Origanum* growing wild in the Eastern Mediterranean Region. *J. Essent. Oil Res.* 5: 71-77.
- Baser K.H.C., Özek T., Tümen G. & Sezik E. 1993. Composition of the essential oils of Turkish *Origanum* species with commercial importance. *J. Essent. Oil Res.* 5: 619-623.
- Fernandes R. & Heywood V.H. 1972. *Origanum* L. Pp. 171-172. In: Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds), *Flora Europea* 3. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ietswaart J.H. 1980. A taxonomic revision of the genus *Origanum* (Labiatae). Leiden University Press, The Hague, Boston, London.
- Καρούσου Ρ. 1995. Ταξινομική προσέγγιση της οικογένειας Labiatae στην Κρήτη. Εξάπλωση, μορφολογία και αιθέρια έλαια. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Kokkini S. & Vokou D. 1989. Carvacrol rich plants in Greece. *Flav. Frag. J.* 2: 119-121.
- Rechinger K.H. 1943. *Flora Aegea*. Springer Verlag, Wien, pp. 493-541.
- Ruberto G., Biondi D., Meli R. & Piattelli M. 1993. Volatile flavour components of Sicilian *Origanum onites* L. *Flav. Fragr. J.* 8(4): 197-200.
- Snogerup S., Snogerup B., Phitos D. & Kamari G. 2001. The flora of Chios island (Greece). *Bot. Chron.* 14: 5-199.
- Vokou D., Kokkini S. & Bessière J-M. 1988. *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece: Distribution, Volatile Oil Yield and Composition. *Economic Botany.* 42(3): 407-412.

Μελέτη αιθερίων ελαίων του γένους *Lavandula* από τη νήσο Λέσβο

¹Τζάκου Ο., ²Μπαζός Ι. & ²Γιαννίτσαρος Α.

¹Τομέας Φαρμακογνωσίας και Χημείας Φυσικών Προϊόντων, Τμήμα Φαρμακευτικής, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη 157 71, Αθήνα.

²Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Μελετήθηκαν τα αιθέρια έλαια φύλλων και ταξιανθιών της *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas* και της *L. cariensis* Boiss. από τη Λέσβο με τη χρήση GC/MS. Στο αιθέριο έλαιο των ταξιανθιών και των φύλλων της *L. cariensis* κυριαρχούσε ο μεταβολίτης καμφορά, ενώ στο αιθέριο έλαιο των ταξιανθιών και των φύλλων της *L. stoechas* subsp. *stoechas* οι κύριοι μεταβολίτες ήταν αντίστοιχα τα μονοτερπένια φεγγόνη και καμφορά.

A study on the essential oils of *Lavandula* taxa from Lesbos (East Aegean Islands, Greece)

¹Tzakou O., ²Bazos I. & ²Yannitsaros A.

¹Department of Pharmacognosy and Chemistry of Natural products, School of Pharmacy, University of Athens, Panepistimiopolis 157 71, Athens, Greece.

²Institute of Systematic Botany, Section of Ecology and Systematics, Department of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis 157 84 Athens, Greece.

Abstract

The essential oils from leaves and inflorescences of *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas* and *L. cariensis* Boiss. collected from the island of Lesbos were analyzed by GC/MS. In the essential oils derived from inflorescences and leaves of *L. cariensis* the most abundant metabolite was camphor, whereas in the same plant parts of *L. stoechas* subsp. *stoechas* the main constituents were fenchone and camphor, respectively.

Εισαγωγή

Το γένος *Lavandula* της οικογένειας *Labiatae*, σύμφωνα με πολύ πρόσφατη άποψη (Upson & Andrews 2004), περιλαμβάνει 39 είδη του Παλαιού Κόσμου εξαπλούμενα από τη Μακαρονήσια (Νησιά Πρασίνου Ακρωτηρίου, Κανάρια νησιά, Μαδέρα), τη Β. Αφρική, την Παραμεσόγειο περιοχή, τη ΝΔ Ασία, την Αιθιοπία και Αραβία, το Δ. Ιράν

μέχρι την Ινδία. Διαιρείται σε 3 υπογένη, από τα οποία μόνο το ένα (Subgenus *Lavandula*) αντιπροσωπεύεται στην Ελλάδα.

Στη νήσο Λέσβο φύονται δύο taxa του γένους *Lavandula*, η *L. stoechas* L. subsp. *stoechas* και η *L. cariensis* Boiss. Η *L. stoechas* subsp. *stoechas* είναι σχετικά κοινό είδος στις περισσότερες Παραμεσόγειες χώρες, ενώ η *L. cariensis* είναι είδος της Δ. Τουρκίας (Ασιατικής και Ευρωπαϊκής). Στην Ελλάδα είναι πολύ σπάνιο και εμφανίζεται μόνο στη Λέσβο και τη Χίο. Οι ταξινομικές σχέσεις, καθώς και το ταξινομικό επίπεδο και το ταξινομικό status της *L. cariensis* δεν είναι σαφή και έχουν επανειλημμένως αναθεωρηθεί. Στη “Flora Europaea” (Guinea 1972) και τη “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” (Mill 1982) αναφέρεται ως υποείδος της *L. stoechas* με την ονομασία *L. stoechas* L. subsp. *cariensis* (Boiss.) Rozeira και έτσι αναφέρεται επίσης από τους Snogerup et al. (2001) από μία τοποθεσία της Χίου. Με μία πρόσφατη αναθεώρησή τους οι Upson & Andrews (2004) τη θεωρούν υποείδος του πολύμορφου είδους της Ιβηρικής χερσονήσου και του Μαρόκου *L. pedunculata* (Mill.) Cav. με την ονομασία *L. pedunculata* subsp. *cariensis* (Boiss.) Upson & S. Andrews.

Τα δύο taxa της Λέσβου είναι μικροί αρωματικοί θάμνοι με φύλλα γραμμοειδή έως στενώς ελλειπτικά, επιφυή και άνθη σε συμπαγείς σταχυόμορφες κυματώδεις ταξιανθίες. Διαφέρουν μεταξύ τους κυρίως σε ορισμένους χαρακτήρες του άνθους και στο μήκος του ποδίσκου των ταξιανθιών, ο οποίος στη *L. stoechas* είναι κοντός, ενώ στη *L. cariensis* συγκριτικά είναι μακρύς.

Στη Λέσβο τα δύο taxa φύονται σε πετρώδεις θέσεις με ηφαιστειακά κυρίως πετρώματα, σε αμμώδεις και χαλικώδεις θέσεις χειμάρρων, σε δάση πεύκης, μακκία και φρυγανώδη βλάστηση. Η *L. stoechas* subsp. *stoechas* έχει σχετικά ευρεία εξάπλωση, ενώ η *L. cariensis* είναι γνωστή μόνο από δύο περιοχές του νησιού. Σε ορισμένες περιπτώσεις τα δύο taxa συνυπάρχουν στις ίδιες τοποθεσίες και σχηματίζουν μικτούς πληθυσμούς. Είναι γνωστά με διάφορα δημώδη ονόματα, τα οποία διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή του νησιού (αβαγιανός, караμπάσι, μύρα). Στη Λέσβο οι ταξιανθίες τους χρησιμοποιούνται σε θρησκευτικές τελετές της Μ. Παρασκευής και του Μ. Σαββάτου (Γιαννίτσαρος 1999).

Υλικά και μέθοδοι

Υπέργεια τμήματα των φυτών συλλέχθηκαν κατά την περίοδο της ανθοφορίας τον Μάιο του 2002 από τις τοποθεσίες Αχλαδερή (*L. stoechas* subsp. *stoechas*) και Σείστρια Μεσοτόπου (*L. cariensis*) της νήσου Λέσβου.

Μετά τη συλλογή τα φυτικά δείγματα αφήθηκαν να ξηρανθούν σε δροσερό και σκιερό χώρο. Οι αποξηραμένες ταξιανθίες και τα φύλλα υποβλήθηκαν ξεχωριστά σε απόσταξη με υδρατμούς για 3 ώρες σε συσκευή τύπου Clevenger συνδεδεμένη με τροποποιημένο ψυχόμενο υποδοχέα αιθερίων ελαίων. Μετά το τέλος της απόσταξης προστέθηκε στα αιθέρια έλαια άνυδρο θειικό νάτριο για την αφύγρανσή τους. Τα παραλαμβανόμενα αιθέρια έλαια διατηρήθηκαν στους -4°C μέχρι να αναλυθούν.

Η ανάλυση των αιθερίων ελαίων έγινε με αέριο χρωματογράφο συνδεδεμένο με φασματογράφο μάζας (GC-MS) σε σύστημα Hewlett-Packard 5973-6890 εξοπλισμένο με στήλη HP-5 MS (30 m x 0,25 mm, πάχος μεμβράνης 0,25 μm) και η μέθοδος παραγωγής ιόντων ήταν ιονισμός με ηλεκτρόνια (στα 70 eV).

Η ταυτοποίηση των χημικών συστατικών έγινε με σύγκριση του χρόνου ανάλυσης κάθε συστατικού (Rt) σε σχέση με τους χρόνους ανάλυσης προτύπων ενώσεων και τη μελέτη των φασμάτων μάζας με τη βοήθεια βιβλιοθηκών (Wiley library spectra, NIST/NBS) και δεδομένων βιβλιογραφίας (Adams 2001).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Το αιθέριο έλαιο των ταξιανθιών και των φύλλων της *L. cariensis* ήταν πλούσιο σε μονοτερπένια με κυρίαρχο μεταβολίτη την καμφορά σε ποσοστά 51,8% και 48,8% αντίστοιχα (Πίνακας 1). Σημαντικοί μεταβολίτες ήταν επίσης η φεγγόνη (17,6% και 12,3%) και το οξικό βορνύλιο (9,0% και 7,9%).

Αντίστοιχα, στο αιθέριο έλαιο των ταξιανθιών και των φύλλων της *L. stoechas* subsp. *stoechas* κύριοι μεταβολίτες ήταν τα μονοτερπένια φεγγόνη (39,9% και 21,0%) και καμφορά (24,2% και 26,3%), ενώ στο έλαιο των φύλλων η 1,8-κινεόλη εμφανίζεται με ποσοστό 17,8%.

Ενδιαφέρον είναι ότι στα έλαια της *L. cariensis* τα σεσκιτερπένια συνιστούν πολύ μικρό ποσοστό (1,3% και 0,7%), ενώ τα έλαια της *L. stoechas* subsp. *stoechas* εμφανίζονται πιο πλούσια σε σεσκιτερπένια και ιδιαίτερα το έλαιο των φύλλων (13,6%).

Οι παρατηρούμενες ποιοτικές διαφορές, καθώς και οι ποσοτικές μπορεί να αποδειχθούν χρήσιμες στη διάκριση των δύο taxa αλλά και στη συσχέτισή τους με άλλα taxa του γένους *Lavandula*.

Πίνακας 1. Χημική σύσταση (%) αιθερίων ελαίων ταξιανθιών και φύλλων των *L. cariensis* και *L. stoechas* subsp. *stoechas*.

Συστατικά	RRI	<i>L. cariensis</i>		<i>L. stoechas</i> ssp. <i>stoechas</i>	
		ταξιανθίες	φύλλα	ταξιανθίες	φύλλα
tricyclene	927	t	t	t	t
α -pinene	939	6,6	6,7	1,9	0,9
camphene	954	3,6	3,3	0,9	0,9
verbenene	968	t	t	t	t
sabinene	975	t	t	t	t
β -pinene	979	t	t	t	t
myrcene	991	t	-	t	-
α -terpinene	1017	t	t	t	-
p-cymene	1025	t	t	t	t
limonene	1029	2,3	t	t	t
1,8-cineole	1031	t	7,7	7,6	17,8
(Z)- β -ocimene	1037	t	-	-	-
(E)- β -ocimene	1050	t	-	-	-
γ -terpinene	1060	t	t	t	t
fenchone	1087	17,6	12,3	39,9	21,0
cis-linalool oxide	1087	t	t	-	-
terpinolene	1089	t	-	t	t
linalool	1097	t	2,3	t	t

exo-fenchol	1122	-	-	0,7	t
α -capholenal	1126	-	-	t	-
camphor	1146	51,8	48,8	24,2	26,3
sabina ketone	1159	-	-	t	t
pinocarvone	1165	t	t	t	t
borneol	1169	2,1	3,0	t	t
p-mentha-1,5-dien-8-ol	1170			t	1,2
terpinen-4-ol	1177	t	0,5	0,5	0,5
p-cymen-8-ol	1183	1,3	1,4	t	0,8
α -terpineol	1189	t	t	0,5	t
myrtenol	1196	t	t	2,8	0,4
myrtenal	1196	0,8	0,8	t	t
verbenone	1205	1,0	1,1	t	0,4
trans-carveol	1217	t	0,5	t	t
endo-fenchyl acetate	1220	0,3	0,2	1,1	0,5
cis-carveol	1229	t	t	t	t
cumin aldehyde	1242	t	t	t	t
carvone	1243	t	0,4	0,5	t
linalyl acetate	1257	1,3	0,4	-	-
2-phenyl ethyl acetate	1258	t	-	t	t
geranial	1267	-	t	t	-
bornyl acetate	1289	9,0	7,9	1,2	1,0
lavandulyl acetate	1290	-	-	t	t
p-cymen-7-ol	1291	-	t	t	t
trans-pinocarvyl acetate	1298	-	t	t	-
myrtenyl acetate	1327	t	t	4,9	0,8
α -cubebene	1351	-	-	t	t
eugenol	1359	t	t	t	t
neryl acetate	1362	t	t	t	t
hydrocinnamyl acetate	1368	t	-	-	-
α -copaene	1377	-	-	t	0,5
geranyl acetate	1381	t	t	0,6	t
longifolene	1408	-	-	t	t
(Z)-caryophyllene	1409	t	-	-	t
(E)-caryophyllene	1419	t	-	t	t
β -copaene	1432	-	-	t	t
α -guaiene	1440	-	-	t	t
allo-allomadendrene	1460	-	-	t	t
trans-cadina-1(6),4-diene	1477	-	-	t	t
γ -muurolene	1480	-	-	t	t
β -selinene	1490	t	t	t	t
1,11-epoxide calamenene	1490	-	-	t	t
epi-cubebol	1494	-	-	1,1	0,7
valencene	1496	t	0,7	-	-
viridiflorene	1497	t	-	-	-
α -muurolene	1500	-	-	t	t

α -cuprenene	1506	t	t	-	-
(Z)- α -bisabolene	1507	t	t	-	t
tridecanal	1510	t	t	-	-
cubebol	1515	-	-	t	0,5
δ -cadinene	1523	-	-	0,8	1,1
α -calacorene	1546	-	-	t	t
selina-3,7(11)-diene	1547	t	t	-	-
1-nor-bourbanone	1563	t	t	-	-
α -copaene-8-ol*	28,82	-	-	0,9	1,7
caryophyllene oxide	1583	1,3	t	t	1,1
viridiflorol	1593	-	-	2,0	4,3
1-epi-cubenol	1629	-	-	t	0,6
epi- α -muurolol	1642	-	-	t	1,1
selina-3,11-dien-6- α -ol	1644	t	t	-	-
α -muurolol	1646	t	t	t	t
cubenol	1647	t	t	-	-
β -eudesmol	1651	t	t	-	-
eudesma-4(15),7-dien-1- β -ol	1688	-	-	t	0,9
14-oxy- α -muurolene	1769	-	-	t	1,1
Total		99,0	98,0	92,1	86,1

RRI: υπολογίστηκαν σε σχέση με τους χρόνους έκλουσης κανονικών υδρογονανθράκων C9-C23 σε HP-5 MS στήλη.

t: ίχνος (<0,05%).

*ακριβές ισομερές μη προσδιορισμένο.

Βιβλιογραφία

- Adams R.P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. U.S.A.
- Γιαννίτσαρος Α. 1999. Μερικά σπάνια φυτά της περιοχής Μεσοτόπου Λέσβου. Μεσότοπος - Παράδοση και Πολιτισμός 3: 21-24.
- Guinea E. 1972. *Lavandula* L. In: Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds), *Flora Europaea* 3: 187-188. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mill R. R. 1982. *Lavandula* L. In: Davis P.H. (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 7: 76-78. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Snogerup S., Snogerup B., Phitos D. & Kamari G. 2001. The flora of Chios Island (Greece). Bot. Chron. 14: 5-197.
- Upson T. & Andrews S. 2004. The genus *Lavandula*. Portland, Oregon.

Χρήση μακροφυκών ως βιοφίλτρων για την απομάκρυνση θρεπτικών από απόβλητα βιολογικού καθαρισμού

Τσαγκαμίλης Π., Δανιηλίδης Δ. & Κατσαρός Χ.

Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βοτανικής, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετάται η ικανότητα απορρόφησης θρεπτικών στοιχείων αστικών αποβλήτων βιολογικού καθαρισμού, από επιλεγμένα είδη μακροφυκών. Σε προκαταρκτικά πειράματα μελετήθηκε η απορρόφηση φωσφορικών με χρήση των Φαιοφυκών *Cystoseira compressa* και *Halopteris scoparia* και του Χλωροφύκου *Ulva lactuca*. Έγιναν πειράματα στο εργαστήριο και στο πεδίο. Το καταλληλότερο φύκος μεταξύ τριών φαίνεται να είναι το χλωροφύκος *Ulva lactuca* το οποίο σε εργαστηριακές μετρήσεις μείωσε τη συγκέντρωση φωσφορικών κατά τουλάχιστον 75% σε 60 min και στο πεδίο παρατηρήθηκε μείωση 44% σε μία ημέρα. Μέτρηση της αύξησης του χλωροφύκου *U. lactuca* στο πεδίο έδειξε υπερδιπλασιασμό της αρχικής βιομάζας σε ένα μήνα. Παράλληλα γίνεται πειραματικός έλεγχος της επίδρασης των θρεπτικών στην κυτταρική δομή των χρησιμοποιούμενων ειδών, με έμφαση στην οργάνωση του κυτταροσκελετού.

Use of seaweeds as biofilters, for removing nutrients from urban sewage treatment works

Tsagakamilis P., Danielides D. & Katsaros C.

University of Athens, Faculty of Biology, Department of Botany, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

The ability of selected macroalgae to remove nutrients from urban sewage treatment plants was studied. During preliminary experiments the phosphorus uptake was examined, using the brown algae *Cystoseira compressa* and *Halopteris scoparia* and the green alga *Ulva lactuca*. Both laboratory and field experiments were made. Among the above three species the most suitable was *U. lactuca*. In laboratory experiments it caused a decrease in phosphate concentration of 75% within 60 min. In situ, the same alga reduced phosphate concentration by 44% within one day. The growth of *Ulva lactuca* in the field experiments was also significant, doubling the initial biomass within a period of one month. In parallel, the effect of the nutrients in the cell structure of the species used is examined, with emphasis in the cytoskeleton organization.

Εισαγωγή

Η συνεχώς αυξανόμενη επιβάρυνση των θαλασσιών οικοσυστημάτων λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, έχει οδηγήσει στην αναγκαιότητα λήψης μέτρων προστασίας. Μία από τις σημαντικότερες προσπάθειες στον τομέα αυτόν είναι οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Αστικών Αποβλήτων (ΕΕΑΑ). Σε αυτές γίνεται επεξεργασία των αποβλήτων σε τρία στάδια. Ο πρωτοβάθμιος καθαρισμός περιορίζεται στην απομάκρυνση των ογκωδών στερεών, της άμμου και των αιωρούμενων στερεών. Ακολουθεί ο δευτεροβάθμιος καθαρισμός, με απομάκρυνση των οργανικών φορτίων και των παθογόνων μικροοργανισμών. Ο τριτοβάθμιος καθαρισμός, όπου υπάρχει, είναι υπεύθυνος για την απομάκρυνση των θρεπτικών στοιχείων (φωσφόρος και άζωτο) των λυμάτων (Στάμου 2004). Σε πολλές περιπτώσεις δεν πραγματοποιείται τριτοβάθμιος καθαρισμός και τα απόβλητα διοχετεύονται στη θάλασσα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε φαινόμενα ευτροφισμού, με άμεση συνέπεια την υποβάθμιση των θαλασσιών οικοσυστημάτων.

Οι δύο πιο διαδεδομένοι τρόποι απομάκρυνσης των θρεπτικών στοιχείων μετά τον δευτερογενή καθαρισμό των λυμάτων είναι είτε με χρήση χημικών, είτε με δράση μικροοργανισμών. Η χρήση χημικών δεν έχει καθιερωθεί γενικά, γιατί αφ' ενός μεν τα χημικά δεν είναι φιλικά προς το περιβάλλον, αφ' ετέρου το κόστος αρκετά υψηλό. Για τους λόγους αυτούς χρησιμοποιούνται εναλλακτικοί τρόποι τριτοβάθμιας επεξεργασίας, όπως η χρήση μικροφυκών (Oswald 1988, Sack et al. 1992, Santas 1992, Hammounda 1995, Norstrom et al. 2003), αλλά και μακροφυκών (Haritonidis et al. 1991, Werner et al. 2001). Η μέθοδος αυτή συνδυάζει την απομάκρυνση των θρεπτικών με την ταυτόχρονη παραγωγή βιομάζας, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλοτρόπως (παραγωγή προϊόντων για φαρμακευτική, καλλυντικά, λιπάσματα, κ.λπ.) (Sahoo 2000).

Στην παρούσα εργασία μελετάται η χρήση μακροφυκών ως βιοφίλτρων για την απομάκρυνση θρεπτικών από απόβλητα βιολογικού καθαρισμού. Η μελέτη, εκτός από το εργαστήριο, γίνεται στις ΕΕΑΑ της νήσου Ίου. Η επιλογή αυτή έγινε επειδή τα λύματα που διοχετεύονται στη συγκεκριμένη μονάδα ΕΕΑΑ είναι αστικά, καθώς βιομηχανική δραστηριότητα απουσιάζει από το νησί. Η δράση βαρέων μετάλλων σε μακροφύκη έχει μελετηθεί (Seferlis & Haritonidis 1995, Malea & Haritonidis 1999a, 1999b, 2000) και δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας.

Υλικά και μέθοδοι

Ως υλικό μελέτης χρησιμοποιούνται μακροφύκη που απαντώνται στη φυσιολογική χλωρίδα της νήσου και κυρίως στις περιοχές που θεωρούνται βεβαρημένες ή επιρρεπείς σε ευτροφικά φαινόμενα, όπως κλειστοί κόλποι πλησίον κατοικημένων περιοχών. Για τα προκαταρκτικά πειράματα επιλέχθηκαν τρία είδη: *Cystoseira compressa*, *Halopteris scoparia*, *Ulva lactuca*. Τα παραπάνω είδη δοκιμάστηκαν τόσο στο πεδίο (πειράματα μεγάλης κλίμακας), όσο και στο εργαστήριο (πειράματα μικρής κλίμακας), σε περισσότερο ελεγχόμενες συνθήκες. Οι παράμετροι που μελετήθηκαν ως τώρα είναι η απορρόφηση θρεπτικών, κυρίως φωσφόρου και η μεταβολή της βιομάζας. Παράλληλα, εξετάζεται η επίδραση των θρεπτικών στην κυτταρική δομή των παραπάνω ειδών, με έμφαση στην οργάνωση του κυτταροσκελετού.

Τα πειράματα στο πεδίο έγιναν σε δεξαμενές χωρητικότητας 2000 lt η καθεμία, στις οποίες τοποθετείται μίγμα θαλασσιού νερού : απόβλητου βιολογικού καθαρισμού (αναλογία 75:25). Το υγρό βρίσκεται υπό συνεχή ανάδευση-αερισμό με τη βοήθεια

ειδικής συσκευής – κυματογεννήτριας. Η βιομάζα που τοποθετήθηκε αρχικά σε κάθε δεξαμενή ήταν 1500 g και ο συνολικός όγκος νερού σε κάθε δεξαμενή 1400 lt. Κατά τη διάρκεια του πειράματος οι δειγματοληψίες λαμβάνονται καθημερινά, τα δείγματα καταψύχονται και μεταφέρονται στο εργαστήριο, όπου γίνονται όλες οι μετρήσεις.

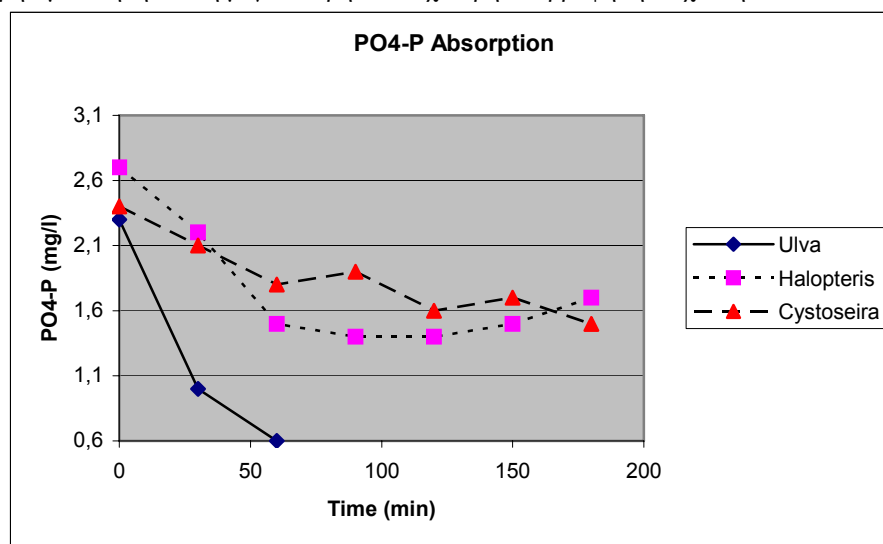
Στο εργαστήριο τα πειράματα γίνονται σε θαλάμους ελεγχόμενης θερμοκρασίας (16 ± 1 °C) και φωτισμού (φως:σκοτάδι 14:10 ώρες, ένταση φωτισμού $30 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Ποσότητα $2 \pm 0,05$ g φυτικού υλικού τοποθετείται σε τρυβλία Petri διαμέτρου 9 cm σε 30 ml υγρού. Σε όλες τις περιπτώσεις η αρχική συγκέντρωση θρεπτικών ρυθμίστηκε σε περίπου $2,5 \text{ mg/l PO}_4\text{P}$. Αυτό γιατί κατά τις μετρήσεις του μείγματος στις δεξαμενές των πειραμάτων πεδίου καμία τιμή δε βρέθηκε μεγαλύτερη από $2,5 \text{ mg/l PO}_4\text{P}$ κατά τους χειμερινούς μήνες. Οι συγκεντρώσεις φωσφορικών ρυθμίστηκαν με κατάλληλο ρυθμιστικό διάλυμα. Οι μετρήσεις θρεπτικών έγιναν ανά 30 min με τη χρήση του φωτομέτρου PF11 της Εταιρείας Macherey Nagel ή με το φωτόμετρο Shimadzu UV 120-02.

Η μελέτη του κυτταροσκελετού των μικροσωληνίσκων έγινε με ανοσοφθορισμό (Katsaros και Galatis 1992). Η μελέτη και η φωτογράφιση των δειγμάτων έγιναν με οπτικό μικροσκόπιο Axioptan της Zeiss με τη χρήση των κατάλληλων οπτικών φίλτρων. Η φωτογράφιση έγινε σε film TMAX 400 (Kodak) στα 1600 ISO.

Αποτελέσματα

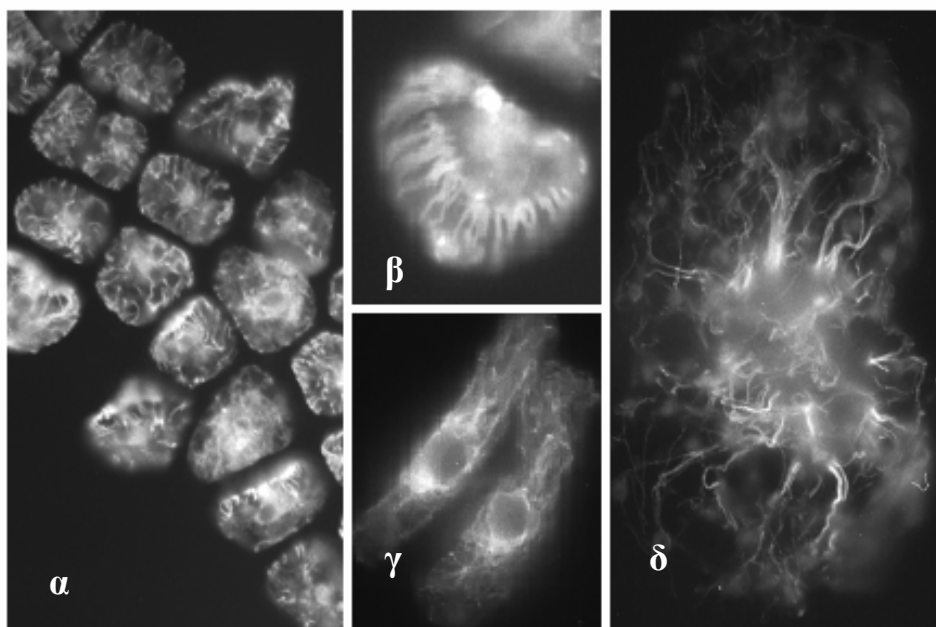
Πειράματα Εργαστηρίου

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων απορρόφησης των φωσφορικών παρουσιάζονται στην Εικ. 1. Όπως φαίνεται, το μέγιστο της απορρόφησης παρατηρείται κατά την πρώτη ώρα. Στη συνέχεια η καμπύλη σταθεροποιείται. Μεταξύ των τριών φυκών που χρησιμοποιήθηκαν τη μεγαλύτερη και ταχύτερη απορρόφηση δείχνει η *Ulva lactuca*.



Εικόνα 1. Ο ρυθμός απορρόφησης φωσφορικών των τριών μακροφυκών: *Ulva lactuca*, *Halopteris scoparia*, *Cystoseira compressa*.

Η οργάνωση του κυτταροσκελετού των μικροσωληνίσκων στα φαιοφύκη *H. scoparia* και *C. compressa* δεν διαφέρει από αυτήν που έχει περιγραφεί για άλλα φαιοφύκη (Katsaros & Galatis 1992). Οι μικροσωληνίσκοι στα μεσοφασικά κύτταρα παρουσιάζουν ακτινωτή διάταξη – σύγκλιση σε ένα ή δύο σημεία που βρίσκονται σε αντίθετους πόλους κοντά στον πυρήνα και αντιστοιχούν στα κεντροσώματα. Αποτελούνται από δέσμες ποικίλου πάχους που διασχίζουν το κυτόπλασμα μέχρι την περιφέρεια (Εικ. 2γ,δ). Στην *U. lactuca* η οργάνωση των μικροσωληνίσκων δεν έχει περιγραφεί μέχρι τώρα, εκτός από περιορισμένες παρατηρήσεις με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (Løvlie & Bråten 1970). Μετά από ανοσοφθορισμό σωληνίνης σε μεσοφασικά κύτταρα αποκαλύφθηκε ένα πλούσιο δίκτυο από δέσμες μικροσωληνίσκων που διασχίζουν το περιφερειακό κυτόπλασμα με αντικλινή κατεύθυνση. Τα άκρα των μικροσωληνίσκων που κατευθύνονται προς το εξωτερικό περικλινές τοίχωμα κάμπτονται προς το εσωτερικό, αφήνοντας ένα κυκλικό «άνοιγμα» στο κέντρο του κυττάρου (Εικ. 2α,β).



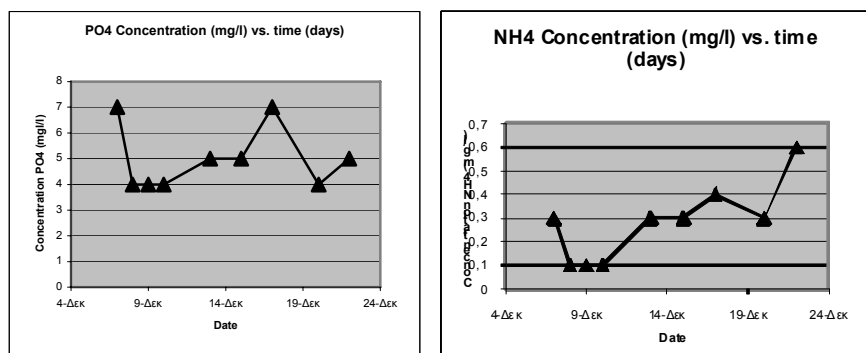
Εικόνα 2. Οργάνωση του δικτύου μικροσωληνίσκων σε κύτταρα του χλωροφύκου *Ulva lactuca* (α,β) και των φαιοφυκών: (γ), *Cystoseira compressa* και (δ), *Halopteris scoparia*.

Πειράματα πεδίου.

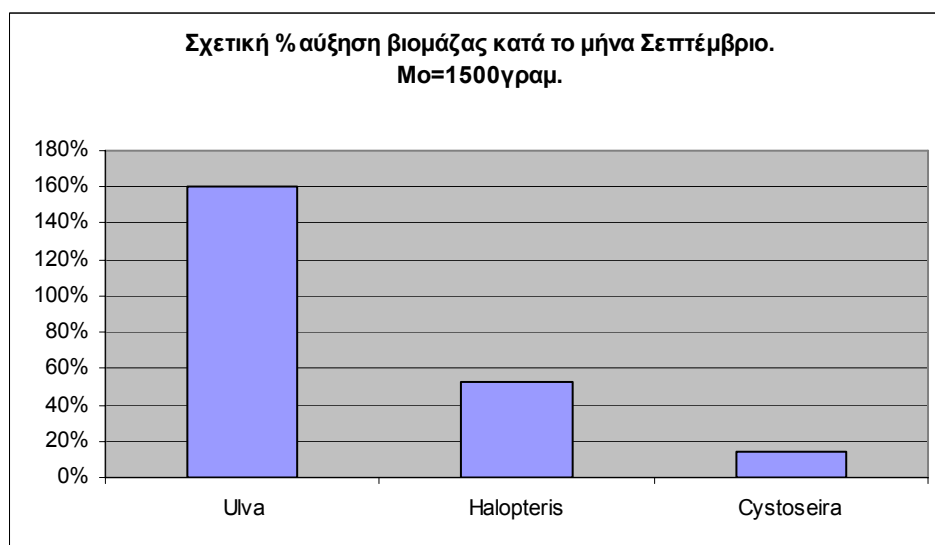
Στο πεδίο έγιναν μετρήσεις της απορρόφησης φωσφορικών και αμμωνιακών. Όπως φαίνεται, στο φυτό *Ulva lactuca* παρατηρήθηκε μία αρχική πτώση στις τιμές τόσο των φωσφορικών, όσο και των αμμωνιακών, η οποία ακολουθείται από αύξηση (Εικ. 3).

Επιπλέον, στο πεδίο έγιναν μετρήσεις αύξησης της βιομάζας και στα τρία φυτά. Το πείραμα έγινε σε δεξαμενές χωρητικότητας 2000 lt που περιείχαν μίγμα 25% νερού βιολογικού καθαρισμού και 75% θαλασσινού νερού. Σε διάστημα ενός μηνός

παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της βιομάζας του φυτού *U. lactuca*, αλλά πολύ μικρή στα φυτά *C. compressa* και *H. scoparia* (Εικ. 4).



Εικόνα 3. Συγκέντρωση Φωσφορικών (PO₄) και Αμμωνιακών (NH₄) σε συνάρτηση με το χρόνο στο φυτό *Ulva lactuca*.



Εικόνα 4. Σχετική αύξηση βιομάζας των μακροφυκών *Ulva lactuca*, *Halopteris scoparia*, *Cystoseira compressa*.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Όπως αναφέρθηκε, μέχρι τώρα υπάρχουν αρκετές μελέτες σχετικές με την καλλιέργεια μικροφυκών σε απόβλητα βιολογικών καθαρισμών (Oswald 1988, Sack et al. 1992, Santas 1992, Hammounda 1995, Norstrom et al. 2003). Τα μακροφύκη έχουν χρησιμοποιηθεί σε περιορισμένη κλίμακα (Werner et al. 2001). Μετά τα προκαταρκτικά πειράματα, οι παραπάνω ερευνητές κατέληξαν στην επιλογή του φαιοφύκου *Fucus*, το

οποίο έδωσε θετικά αποτελέσματα, τόσο στην απορρόφηση θρεπτικών (60-80%), όσο και στην αύξηση της παραγόμενης βιομάζας (26-56% σε 30 ημέρες) (Dring, προσωπική επικοινωνία). Στην Ελλάδα, τα μόνα σχετικά αποτελέσματα έχουν προκύψει από πειράματα των Haritonidis et al (1991), στα οποία καλλιεργήθηκαν τα μακροφύκη *Enteromorpha linza* (χλωροφύκος), *Punctaria latifolia* (φαιοφύκος) και *Gracilaria verrucosa* (ροδοφύκος) σε συνθήκες εργαστηρίου. Μεταξύ αυτών το ροδοφύκος βρέθηκε ότι αυξάνει αρκετά ικανοποιητικά σε μείγματα θαλασσινού νερού και νερού βιολογικού καθαρισμού. Στην εργασία αυτή δεν είχε μετρηθεί η απορρόφηση θρεπτικών από τα καλλιεργούμενα φυτά. Η συμπεριφορά του χλωροφύκου *Ulva* σε συνθήκες αυξημένης συγκέντρωσης νιτρικών έχει μελετηθεί από τους Kotropoulos et al. (1991).

Στην παρούσα εργασία, όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα, το χλωροφύκος *U. lactuca* μειώνει τη συγκέντρωση θρεπτικών ταχύτερα σε σχέση με τα υπό μελέτη φαιοφύκη, δείχνοντας μείωση τουλάχιστον κατά 75% στα φωσφορικά μέσα σε 60 λεπτά. Οι ελαφρώς μικρότερες τιμές που μετρήθηκαν στα πειράματα πεδίου, πιθανώς σχετίζονται με την αυξημένη βλαστητική δραστηριότητα του φυτού αυτού κατά το διάστημα των μετρήσεων στο εργαστήριο (Μάρτιος-Απρίλιος) και με τη διαφορετική αναλογία φυτικής βιομάζας : όγκου νερού. Φαίνεται δηλαδή ότι η *U. lactuca* εκπληρώνει ικανοποιητικά και τους δύο στόχους μιας πιθανής εφαρμογής σε ευρεία κλίμακα. Τα φαιοφύκη αντιθέτως δεν μπόρεσαν να μειώσουν τη συγκέντρωση φωσφορικών περισσότερο από 50%. Αυτό πιθανώς οφείλεται στην ευαισθησία των φυτών αυτών σε υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών.

Μετρήσεις μείωσης φωσφορικών στο πεδίο με χρήση του χλωροφύκου *U. lactuca* δείχνουν αντίστοιχα αποτελέσματα (μείωση φωσφορικών 44% σε μία ημέρα). Η άνοδος των φωσφορικών μετά τη πέμπτη ημέρα σε συνδυασμό με την άνοδο αμμωνιακών πιθανώς προκαλείται από μερική αποσύνθεση του υλικού. Αυτό μπορεί να οφείλεται και στην αυξημένη θερμοκρασία και εκ πρώτης όψεως συνιστά αναγκαία την αντικατάσταση του υλικού καλλιέργειας το αργότερο την πέμπτη ημέρα. Η επιθυμητή αύξηση της βιομάζας όμως δεν μπορεί να επιτευχθεί σε τόσο σύντομο χρονικό διάστημα. Φαίνεται ότι η *U. lactuca* απορροφά σχετικά γρήγορα τα φωσφορικά από το νερό, αλλά δεν τα ενσωματώνει εξίσου γρήγορα στους ιστούς της για αύξηση βιομάζας. Για την βελτιστοποίηση της απορρόφησης αλλαγή κάθε μία ή δύο μέρες του υλικού φαίνεται η ενδεικνύομενη. Εναλλακτικά, μπορεί να αντικαθίσταται το υγρό καλλιέργειας. Γενικά πρέπει να βρεθεί η σχέση μεταξύ αρχικής μάζας καλλιεργούμενου υλικού : όγκου υγρού καλλιέργειας : ρυθμού απορρόφησης : αύξησης βιομάζας.

Ευχαριστίες

Τα πειράματα πεδίου πραγματοποιούνται με την οικονομική στήριξη της Τουριστικής και Αναπτυξιακής Δημοτικής Επιχείρησης Δήμου Ιητών (ΤΑΔΕΠΙ) και του Δήμου Ιητών. Τα πειράματα στο εργαστήριο καλύπτονται οικονομικά από το Πανεπιστήμιο Αθηνών (πρόγραμμα «Καποδίστριας»).

Βιβλιογραφία

- Hammounda O., Gabe A. & Abdel-Raouf N. 1995. Microalgae and wastewater treatment. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 31: 205-210.
- Haritonidis S., Nikolaidis G. & Tsekos I. 1986. Seasonal variation in the biomass marine *Macrophyta* from Greek coasts. *Marine Ecology* 7: 359-370.

- Haritonidis S., Nikolaidis G., Tryfon H. & Gartsonis K. 1991. Cultures of Macroalgae in Wastewater Treatment I. Biomass. Toxicological and Environmental Chemistry 31-32: 515-520.
- Katsaros C. & Galatis B. 1992. Immunofluorescence and electron microscope studies of microtubule organization during the cell cycle of *Dictyota dichotoma* (Phaeophyta, Dictyotales). Protoplasma 169: 75-84.
- Kotropoulos D., Nikolaidis G. & Haritonidis S. 1991. Biomass Response of the macrophyte *Ulva* sp. to nitrogen enriched seawater. International Journal of Marine Biology and Oceanography 17: 65-72.
- Løvlie A. & Bråten T. 1970. On mitosis in the multicellular alga *Ulva mutabilis* Føyn. J. Cell Sci. 6: 109-129.
- Malea P. & Haritonidis S. 2000. Use of the green algae *Ulva rigida* C. Agarth as an indicator species to reassess metal pollution in the Thermaikos Gulf, Greece, after 13 years. Journal of Applied Phycology 12: 169-176.
- Malea P. & Haritonidis S. 1999a. Seasonal accumulation of metals by red algae *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papens. From Thermaikos Gulf, Greece. Journal of Applied Phycology 11: 503-509.
- Malea P. & Haritonidis S. 1999b. Metal content in *Enteromorpha linza* (Linnaeus) in Thermaikos Gulf (Greece). Hydrobiologia 394: 103-112.
- Norstrom A., Larsdotter K., Gumaelius L., la Cour Jansen J. & Dalhammar G. 2003. A small scale hydroponics wastewater treatment system under Swedish conditions. Water Science Technology 48:161-7.
- Oswald W.J. 1988. Micro-algae and waste water treatment. Pp. 305-328. In: Borowitzka M.A. & Borowitzka L.J. (eds). Microalgal Biotechnology. Cambridge University Press, London.
- Sack W.A., Santas R., McCune J., Tomicek R. & Dix S. 1992. Removal of nutrients, trace elements and organics using an algal turf scrubber system. Proc. 65th Ann. Conf. Water Environment Federation, New Orleans: 37-48.
- Sahoo D. 2000. Farming the ocean: Seaweeds cultivation and utilization. Aravali Books International, New Delhi.
- Santas R. 1992. The algal turf scrubber: A new biological waste water treatment method. Proc. 24th Mid-Atlantic Industr. & Hazardous Waste Conf. Morgantown, pp. 323-330.
- Seferlis M. & Haritonidis S. 1995. Accumulation of Zn, Pb, Cd, Cu, Fe under different salinities and heavy metal burden in the green alga *Ulva rigida* (L). Fresenius Environmental Bulletin 4: 309-314.
- Στάμου Α.Ι. 2004. Βιολογικός Καθαρισμός Αστικών Αποβλήτων. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
- Werner A., McConville M., Gordillo F.J., Savidge G. & Dring M.J. 2001. Brown and green macroalgae used as biofilters in an urban sewage treatment works: a pilot study. 17th International Seaweed Symposium, Cape Town, South Africa.

Συμβολή στη γνώση της Βρυοφυτικής χλωρίδας της Βόρειας Ελλάδας (Υδρογραφικό δίκτυο Άνω Αλιάκμονα - Δυτική Μακεδονία)

Τσακίρη Ε., Καραγιαννακίδου Β. & Μπαμπαλώνας Δ.[†]

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 541 24, Ελλάς.

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται τμήμα ευρύτερης μελέτης στην περιοχή της Δυτικής Μακεδονίας με αντικείμενο τα Βρυόφυτα. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από θέσεις συλλογών κατά μήκος του υδρογραφικού δικτύου του Άνω Αλιάκμονα, στους Νομούς Φλώρινας και Καστοριάς. Ο αριθμός των ειδών ανέρχεται σε 68 taxa που ανήκουν σε 22 οικογένειες, από τα οποία τα επτά (7) είναι ηπατικά και τα 61 φυλλόβρυα. Η έρευνα των βρυοφύτων είναι εξαιρετικά περιορισμένη στον Ελληνικό χώρο και ιδιαίτερα στο ηπειρωτικό της τμήμα. Τα στοιχεία αυτής της μελέτης αποτελούν πρώτες αναφορές για την συγκεκριμένη περιοχή και περιλαμβάνουν κυρίως υδρόβια είδη. Δίνονται ακόμη τα χωρολογικά στοιχεία της βρυοφυτικής χλωρίδας.

Contribution to the knowledge of Bryophyte flora of Northern Greece (Drainage system of Ano Aliakmonas - West Macedonia)

Tsakiri E., Karagiannakidou V. & Babalonas D.[†]

Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, Department of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki 541 24, Hellas

Abstract

In this study is presented part of a research held at the area of West Macedonia District, that was concentrated on Bryophytes. Here are presented the results of the collection sites along the drainage system of the Ano Aliakmonas river at the Prefectures of Florina and Kastoria. A total number of 68 taxa are reported that belong to 22 families, from which only seven (7) are hepatics and 61 mosses. The study of Bryophytes is restricted concerning Greece; especially at its continental part. The data are first reports for the study area and include mainly aquatic taxa. The chorological elements for the bryophytic flora are also given.

Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στη Δυτική Μακεδονία, στο υδρογραφικό δίκτυο του ποταμού Αλιάκμονα και πιο συγκεκριμένα στο τμήμα του Άνω Αλιάκμονα το οποίο

διέρχεται από τους Νομούς Φλώρινας και Καστοριάς. Το ανάγλυφο των δύο αυτών νομών (Φλώρινας & Καστοριάς), όπου και βρίσκονται οι θέσεις συλλογής αυτής της εργασίας, είναι γενικά ορεινό - ημιορεινό (μέσος όρος: 82% της συνολικής έκτασης των νομών). Στο δυτικό όριο βρίσκεται η Βόρεια Πίνδος με αρκετές υψηλές κορυφές (Γράμμος 2520 m, Βόϊο 1805 m, κ.ά.) και στα ανατολικά το όρος Βέρνον (2128 m).

Όσον αφορά τις χρήσεις των εδαφών της περιοχής το μεγαλύτερο τμήμα καλύπτεται από δάση (ca. 42%), βοσκότοπους (ca. 21,5%) και καλλιεργούμενες εκτάσεις (ca. 27%) (χάρτες Δασικής υπηρεσίας Ν. Φλώρινας (1990) και Ν. Καστοριάς (1991).

Στην περιοχή βρίσκονται και οι προτεινόμενες για προστασία περιοχές του Δικτύου 'ΦΥΣΗ 2000': 1) λίμνη Καστοριάς με έκταση 4.700 ha, και 2) οι κορυφές του Όρους Γράμμος (35.000 ha), ενώ αρκετές ακόμη βρίσκονται στα όρια της περιοχής όπως π.χ. στα ΒΔ ο Εθνικός Δρυμός Πρεσπών, η λίμνη Μικρή Πρέσπα (Ν. Φλώρινας), κ.ά.

Κλιματικά στοιχεία

Η Δυτική Μακεδονία θεωρείται από τις ψυχρότερες περιοχές της Ελλάδας. Χαρακτηρίζεται από Μεσογειακό - Μεσόθερμο τύπο κλίματος κατά Κoeppen, και είναι του τύπου Cfa - μεταβατικός μεταξύ μεσογειακού και ηπειρωτικού κλίματος (Μπαλαφούτης 1977).

Από τα στοιχεία του δασικού μετεωρολογικού σταθμού Νεστόριου Καστοριάς (υψόμ. 950 μ.) και του μετεωρολογικού σταθμού Καστοριάς (661 m), όσον αφορά την θερμοκρασία φαίνεται ότι η χαμηλότερη σημειώνεται τον Ιανουάριο (Μ.Τ.: -2,85°C) και η υψηλότερη τον Ιούλιο (Μ.Τ.: 28,40°C). Η μέση τιμή βροχόπτωσης στους παραπάνω μετεωρολογικούς σταθμούς είναι 684 mm, με την μεγαλύτερη βροχόπτωση να σημειώνεται κατά τον μήνα Νοέμβριο με μέση τιμή 98,90 mm (στοιχεία από ΕΘΙΑΓΕ Βασιλικά Θεσσαλονίκης, ΕΜΥ). Όσον αφορά τον βιοκλιματικό όροφο στον οποίο εντάσσονται, ο μετεωρολογικός σταθμός Καστοριάς ανήκει στον ύφυγρο με δριμείς χειμώνες, ενώ του Νεστόριου βρίσκεται στο όριο υγρού-ύφυγρου με δριμείς χειμώνες.

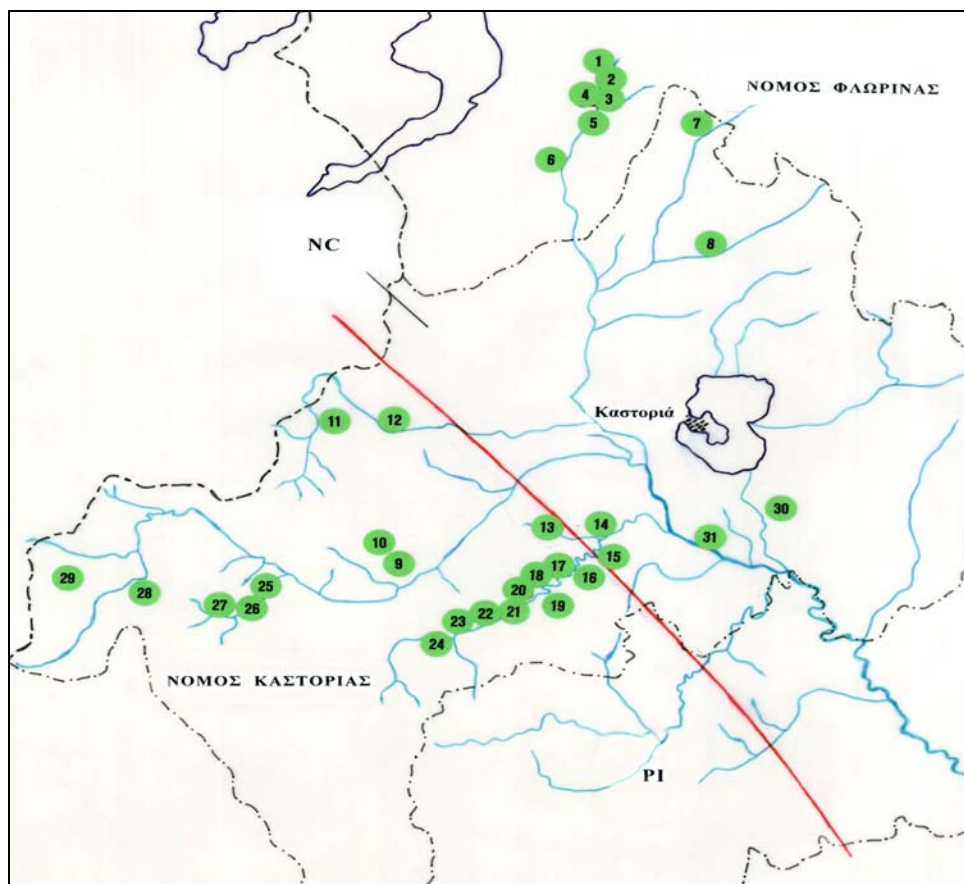
Γεωλογικά στοιχεία

Η περιοχή οριοθετείται στα ανατολικά από την Πελαγονική ζώνη, το κεντρικό τμήμα της καλύπτεται από την Υποπελαγονική και στα δυτικά ένα μικρό τμήμα της ανήκει στην ζώνη Ωλονού-Πίνδου. Η Υποπελαγονική καλύπτει το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής μελέτης και κύριο χαρακτηριστικό της είναι οι μεγάλες οφειολιθικές μάζες και η μεγάλη εξάπλωση σχιστοκερατολιθική διάπλαση που τις συνοδεύει. Στο γεωλογικό χώρο ανάμεσα στην Υποπελαγονική και τη ζώνη Πίνδου αναπτύσσεται η Μεσοελληνική μολασσική αύλακα (η σπουδαιότερη από τις μολασσικές αύλακες του Ελληνικού χώρου) με μεγάλου πάχους μολασσικά ιζήματα που εκτείνονται με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ (Μουντράκης 1985).

Βλάστηση περιοχής

Το μεγαλύτερο τμήμα της περιοχής καλύπτεται από διαπλάσεις θερμόφιλων υποηπειρωτικών φυλλοβόλων δρυών. Στα Δ του Νομού Καστοριάς υπάρχει ορομεσογειακή διάπλαση μαύρης πεύκης και υπαλπική διάπλαση δασικής πεύκης - ερυθρελάτης, ενώ στα ΒΑ όρια της περιοχής αναπτύσσεται ορομεσευρωπαϊκή διάπλαση οξυάς - υβριδογενούς ελάτης (χάρτες Δασικής υπηρεσίας Ν. Φλώρινας 1990 & Ν.

Καστοριάς 1991).



Εικόνα 1. Θέσεις συλλογών στην περιοχή μελέτης στον Άνω Αλιάκμονα (Δυτική Μακεδονία). **1:** Ανταρτικό (υψόμ. 1044 m), **2:** Ανταρτικό (2^η) (1017 m), **3:** διασταύρωση Πρέσπες (950 m), **4:** Τρίγωνο (970 m), **5:** Πράσινο (951 m), **6:** Κώττας (870 m), **7:** Άνω Μελάς (1040 m), **8:** Άγιος Αντώνιος (870 m), **9:** Νεστόριο-Στενά (920 m), **10:** Στενά (980 m), **11:** Κομνηνάδες (920 m), **12:** Κάτω Φτεριά (740 m.), **13:** Αυγή-Υψηλό (730 m), **14:** Λαχανόκηποι (646 m), **15:** Λακκώματα (663 m), **16:** Κρύα Νερά (678 m), **17:** Κρύα Νερά-διασταύρωση προς Ζευγοστάσιο (687 m), **18:** Μελάνθιο-Κρύα Νερά (723 m, **19:** Ζευγοστάσιο (740 m), **20:** Μελάνθιο-διασταύρωση προς Ζευγοστάσιο (714 m.), **21:** διασταύρωση προς Μελάνθιο (720 m), **22:** Πετροπουλάκι-Μελάνθιο (760 m), **23:** Λάγκα-Νίκη (820 m), **24:** Νίκη (795 m.), **25:** πριν κοινότητα Πεύκος (Γράμμος) (980 m), **26:** Πεύκος (980 m), **27:** Πεύκος-Γράμμος (1040 m), **28:** Γράμμος (13^ο χλμ) (1240 m), **29:** Γράμμος (1740 m), **30:** Αμπελόκηποι-Μηλίτσα (625 m), **31:** Άργος Ορεστικό/Αμμουδάρα (620 m).

Μεθοδολογία

Οι συλλογές πραγματοποιήθηκαν στην ευρύτερη περιοχή μελέτης κατά τα έτη 1996-2003. Παρουσιάζονται τα δεδομένα από 31 θέσεις συλλογής στους Νομούς Φλώρινας και Καστοριάς οι οποίες βρίσκονται σε υψόμετρο από 1740 m (Γράμμος) έως 620 m (Άργος Ορεστικό) (Εικ. 1).

Συλλέχθηκαν κυρίως υδρόβια βρυοφυτικά είδη. Τα δείγματα συγκεντρώθηκαν από διάφορες θέσεις του υδρογραφικού δικτύου του Άνω Αλιάκμονα, μέσα σε μικρότερα και μεγαλύτερα ρέματα του ποταμού αλλά και από πηγές, και γενικότερα από θέσεις που για κάποιο χρονικό διάστημα έρχονται σε άμεση επαφή με το νερό (π.χ. βυθισμένες πέτρες και βράχους), είτε από θέσεις όπου το ποσοστό υγρασίας είναι ικανοποιητικό (π.χ. στις όχθες σε νωπό έδαφος ή στις ρίζες και στους κορμούς δένδρων κοντά στα ρέματα, κ.ά.).

Ο προσδιορισμός των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε κυρίως με χρήση των Smith (1980, 1990), Frey et al. (1995), Crum & Anderson (1981), καθώς και με δανεισμούς συγκριτικού υλικού από ερμπάρια του εξωτερικού.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Για την περιοχή μελέτης δεν υπάρχει καμία προηγούμενη έρευνα και έτσι όλα τα παρουσιαζόμενα είδη αποτελούν πρώτες αναφορές για την ευρύτερη περιοχή (Düll 1995, Tsakiri et al. 1998).

Προσδιορίστηκαν 68 taxa από τα οποία τα επτά (7) μόνο είναι ηπατικά και ανήκουν σε επτά αντίστοιχα οικογένειες. Τα υπόλοιπα 61 είναι φυλλόβρυα και ανήκουν σε 15 οικογένειες με πολυπληθέστερες τις οικογένειες Brachytheciaceae (12 taxa), Pottiaceae (10 taxa) και Amblystegiaceae (9 taxa) (Πίνακας 1).

Οι θέσεις συλλογής των βρυοφυτικών ειδών κατανέμονται σε δύο φυτογεωγραφικές περιοχές. Στα ανατολικά στην Βόρειο-Κεντρική (NC) φυτογεωγραφική περιοχή και στα δυτικά στην φυτογεωγραφική διαίρεση της Πίνδου (PI) [ενοποίηση των διαιρέσεων NP_i & SP_i του προγράμματος Flora Hellenica (Strid & Tan 1997), βάσει του Preston (1981)] (Εικ. 1).

Από τα taxa που συλλέχθηκαν θα πρέπει να σημειωθεί ότι το είδος *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp. ex Milde αποτελεί νέο είδος για τον ελληνικό χώρο το οποίο συλλέχθηκε στην φυτογεωγραφική περιοχή της Πίνδου (PI) σε υψόμετρο 1740 m και είναι ηπειρωτικού χαρακτήρα taxon.

Επίσης τα *Didymodon luridus* var. *nicholsonii* (Culm.) Loeske και *Mnium marginatum* (Dicks.) P. Beauv. αναφέρονται εδώ για πρώτη φορά για τον χώρο της ηπειρωτικής Ελλάδας και πιο συγκεκριμένα στην φυτογεωγραφική περιοχή Πίνδου (PI) το πρώτο, και στις Πίνδου (PI) & Βόρειο-Κεντρικής (NC) το δεύτερο. Μέχρι σήμερα ήταν γνωστά μόνο από νησιωτικές περιοχές [το πρώτο από την Κρήτη (CR) και το δεύτερο από την Θάσο (AE: Th)]. Επιπλέον τα είδη:

- *Bryum subelegans* Kindb. αναφέρεται για πρώτη φορά και από την φυτογεωγραφική περιοχή Πίνδου (PI). Προηγούμενες αναφορές υπάρχουν από την Θάσο (AE:Th), το Ιόνιο (IO) και την Βόρειο-Ανατολική περιοχή (NE:Ch). Το είδος αυτό σύμφωνα με το Red Data Book of European Bryophytes είναι ενδημικό της Ευρώπης, αλλά δεν είναι απειλούμενο (NT) (ECCB 1995).

- *Grimmia trichophylla* Grev. var. *brachycarpa* De Not. συλλέχθηκε εδώ για πρώτη φορά στην φυτογεωγραφική περιοχή Πίνδου (PI), ενώ οι μέχρι σήμερα αναφορές είναι

Πίνακας 1. Τα βρυοφυτικά είδη και τα χωρολογικά τους δεδομένα. Με * σημειώνεται το νέο είδος για την Ελλάδα (τα είδη παραθέτονται κατά αλφαβητική σειρά) (Düll 1984, 1992, 1995).

ΒΡΥΟΦΥΤΙΚΑ ΕΙΔΗ	Οικογένεια	Χωρολογικά Στοιχεία
ΗΠΑΤΙΚΑ		
<i>Conocephalum conicum</i> (L.) Underw.	Conocephalaceae	subbor-mont
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dum.	Jubulaceae	temp
<i>Lophocolea minor</i> Nees	Lophocoleaceae	subkont
<i>Marchantia polymorpha</i> L. emend Burgeff	Marchantiaceae	temp
<i>Pellia endiviifolia</i> (Dicks.) Dum.	Pelliaceae	s.temp
<i>Plagiochila porelloides</i> (Torrey ex Nees) Lindenb.	Plagiochilaceae	subbor-mont
<i>Radula complanata</i> (L.) Dum.	Radulaceae	w.temp
ΦΥΛΛΟΒΡΥΑ		
<i>Amblystegium riparium</i> (Hedw.) B., S. & G.	Amblystegiaceae	temp
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) B., S. & G. var. <i>juratzkanum</i> (Schimp.) Rau & Hervey	“	subbor
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) B., S. & G. var. <i>serpens</i>	“	temp
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Tayl.	Thuidiaceae	temp
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.	Pottiaceae	temp
<i>Brachythecium glareosum</i> (Br. ex Spruce) B., S. & G.	Brachytheciaceae	subbor(mont)
* <i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Schimp. ex Milde	“	temp
<i>Brachythecium rivulare</i> B., S. & G.	“	subbor
<i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) B., S. & G.	“	temp
<i>Brachythecium velutinum</i> (Hedw.) B., S. & G.	“	temp
<i>Bryum alpinum</i> Huds. ex With.	Bryaceae	suboc-submed-mont
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	“	temp
<i>Bryum capillare</i> Hedw.	“	temp
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) Gaertn., Meyer & Scherb.	“	temp
<i>Bryum subelegans</i> Kindb.	“	temp
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	Amblystegiaceae	temp
<i>Campylium calcareum</i> Crundwell & Nyholm	“	temp
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce var. <i>filicinum</i>	Amblystegiaceae	temp
<i>Ctenidium molluscum</i> (Hedw.) Mitt.	Hypnaceae	temp(-mont)
<i>Dicranella varia</i> (Hedw.) Schimp.	Dicranaceae	temp
<i>Didymodon luridus</i> Hornsch var. <i>luridus</i>	Pottiaceae	submed
<i>Didymodon luridus</i> var. <i>nicholsonii</i> (Culm.) Loeske	“	suboc-submed
<i>Didymodon tophaceus</i> (Brid.) Lisa	“	temp
<i>Didymodon vinealis</i> var. <i>flaccida</i> (B. & S.) Zander	“	submed-suboc
<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lacoste	Brachytheciaceae	temp
<i>Eurhynchium praelongum</i> (Hedw.) B., S. & G.	“	temp

<i>Fissidens crassipes</i> Wilson ex B. & S.	Fissidentaceae	suboc-submed
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Fontinalaceae	subbor
<i>Grimmia pulvinata</i> (Hedw.) Sm. ex Sm. & Sowerby var. <i>pulvinata</i>	Grimmiaceae	temp
<i>Grimmia trichophylla</i> Grev. var. <i>brachycarpa</i> De Not.	“	med-oc
<i>Homalothecium lutescens</i> (Hedw.) Robins.	Brachytheciaceae	temp
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) B., S. & G.	“	temp
<i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.	Amblystegiaceae	bor(-mont)
<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	Hypnaceae	temp
<i>Isothecium alopecuroides</i> (Dubois) Isov.	Brachytheciaceae	temp
<i>Leucodon sciuroides</i> (Hedw.) Schwaegr.	Leucodontaceae	s.temp
<i>Mnium marginatum</i> (Dicks.) P. Beauv.	Mniaceae	subbor(-mont)
<i>Mnium stellare</i> Hedw.	“	bor(-mont)
<i>Neckera complanata</i> (Hedw.) Hueb.	Neckeraceae	temp
<i>Orthotrichum</i> sp.	Orthotrichaceae	-
<i>Orthotrichum</i> cf. <i>affine</i> Schrader ex Brid.	“	temp
<i>Orthotrichum cupulatum</i> Brid.	“	temp(-mont)
<i>Orthotrichum obtusifolium</i> Brid.	“	n. subkont
<i>Orthotrichum tenellum</i> Bruch ex Brid.	“	submed-suboc
<i>Pallustriella commutata</i> (Hedw.) Ochura var. <i>commutata</i>	Amblystegiaceae	temp
<i>Palustriella commutata</i> var. <i>falcata</i> (Brid.) Ochura	“	temp
<i>Philonotis fontana</i> (Hedw.) Brid.	Bartramiaceae	n.temp
<i>Philonotis</i> cf. <i>capillaris</i> Lindb. ex C. Hartm.	“	n.suboc(-mont)
<i>Plagiomnium elatum</i> (B. & S.) T. Kop	Mniaceae	bor
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T. Kop.	“	temp
<i>Pohlia melanodon</i> (Brid.) Shaw	Bryaceae	temp
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T. Kop.	Mniaceae	n.suboc
<i>Rhynchostegium riparioides</i> (Hedw.) C. Jensen	Brachytheciaceae	temp
<i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) B. & S.	Grimmiaceae	temp
<i>Scleropodium touretii</i> (Brid.) L. Koch	Brachytheciaceae	oc-submed
<i>Syntrichia laevipila</i> Brid. var. <i>laevipila</i>	Pottiaceae	suboc-submed
<i>Syntrichia ruralis</i> (Hedw.) Weber & Mohr ssp. <i>ruralis</i>	“	temp
<i>Syntrichia virescens</i> (De Not.) Boros	“	temp
<i>Tortula muralis</i> Hedw. var. <i>muralis</i>	“	temp
<i>Tortula subulata</i> Hedw. var. <i>subulata</i>	“	subbor(-mont)
<i>Zygodon viridissimus</i> ssp. <i>rupestris</i> (Schimp. ex Lacoste) Kindb.	Orthotrichaceae	suboc-med

από την Κρήτη (CR), Ρόδο (RH), Θάσο (AE:Th), Ιόνιο (IO), Ανατολική-Κεντρική (EC) και την Βόρειο-Ανατολική (NE:At, Ch, Sp) περιοχή.

- *Syntrichia virescens* (De Not.) Boros αναφέρεται επίσης για πρώτη φορά και για τις δύο φυτογεωγραφικές διαιρέσεις, της Πίνδου (PI) και της Βόρειο-Κεντρικής (NC) που καλύπτουν την περιοχή μελέτης. Οι προηγούμενες αναφορές προέρχονται από την Κρήτη (CR), Ρόδο (RH), τα Ιόνια νησιά (IO) και την Βόρειο-Ανατολική (NE) περιοχή (Düll 1995).

Για το σύνολο των taxa που προσδιορίστηκαν, από τον έλεγχο των χωρολογικών τους δεδομένων προκύπτει ότι στην περιοχή κυριαρχούν τα ηπειρωτικού χαρακτήρα βρυόφυτα τα οποία αντιπροσωπεύονται από 42 taxa (ποσοστό 62%) [temp, s.temp, w.temp, n-temp, temp(-mont)] και ακολουθούν τα βόρειου χαρακτήρα με 11 taxa (ca. 16%) [bor, bor(-mont), subbor, subbor(-mont)] (Düll 1984, 1992, 1995) (Πιν. 1).

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε θερμά την Dr. B. Papp (Natural History Museum of Budapest, Hungary) για την πολύτιμη συμβολή της στον προσδιορισμό και την επιβεβαίωση αριθμού δειγμάτων αυτής της μελέτης. Τον Prof. Dr. R. Düll (Bad Munstereifel, Germany) και την σύζυγό του Dr. I. Hermanns-Düll για την φιλοξενία τους και την βοήθειά του με την πολύτιμη εμπειρία του κατά τον προσδιορισμό δειγμάτων. Επίσης την Prof. Dr. S. Piippo (Cryptogams Division-Helsinki University, Finland) για τον δανεισμό υλικού του εκεί Ερμπαρίου αλλά και την βοήθεια στην επιβεβαίωση και τον προσδιορισμό ηπατικών taxa.

Βιβλιογραφία

- Crum A.H. & Anderson L.E. 1981. Mosses of Eastern North America 1, 2. Columbia University Press, New York.
- Düll R. 1984. Distribution of the European Mosses. Bryologische Beiträge 4: 1-113.
- Düll R. 1992. Distribution of the European and Macaronesian Mosses (Bryophytina). Annotations and Progress. Bryologische Beiträge 8/9: 1-223.
- Düll R. 1995. Moose Griechenlands (Bryophytes of Greece). Bryologische Beiträge, 10: 1-125.
- European Committee for Conservation of Bryophytes (ECCB) 1995. Red Data Book of European Bryophytes. ECCB, Trondheim, Norway.
- Frey W., Frahm J-P., Fischer E. & Lobin W. 1995. Die Moos- und Farnpflanzen Europas. Kleine Kryptogamenflora, Band IV. Gustav Fischer Verlag.
- Μουντράκης Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδας. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. University Studio Press, Θεσσαλονίκη, Ελλάς.
- Μπαλαφούτης Χρ. 1977. Συμβολή εις την μελέτην του κλίματος της Μακεδονίας και Δυτικής Θράκης. Διατριβή επί Διδακτορία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, Ελλάς.
- Preston C.D. 1981. A check-list of Greek liverworts. J. Bryol. 11: 537-553.
- Smith A.J.E. 1980. The Moss Flora of Britain and Ireland. Cambridge University Press.
- Smith A.J.E. 1990. The Liverworts of Britain and Ireland. Cambridge University Press.
- Strid A. & Tan K. 1997. Flora Hellenica 1. Koeltz Scientific Books.

- Tsakiri E., Karagiannakidou V. & Babalonas D. 1998. General Overview and Chorological Analysis of Bryophytes in Northern Greece (Macedonia and Thrace). Pp. 165-168. In: Tsekos I. & Moustakas M. (eds), *Proceed. of 1st Balkan Botanical Congress "Progress in Botanical Research"*. Kluwer Academic Publ. Dordrecht.
- Υπουργείο Γεωργίας - Δασική Υπηρεσία. Δασικοί Χάρτες Ν. Φλώρινας (1990) και Ν. Καστοριάς (1991). Κλίμακα 1:200.000.

Κινητική της βιοσύνθεσης της κυτταρίνης

Τσέκος Ι. & Ωρολογάς Ν.

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Κυττολογικές παρατηρήσεις στο ροδοφύκος *Erythrocladia subintegra*, μαζί με προχωρημένες έρευνες κατάψυξης-θραύσης που χρησιμοποιούν περιστρεφόμενη και μονο-κατευθυνόμενη σκίαση, οδήγησαν στην άποψη της παρουσίας μεμβρανικής ροής για την προέλευση των γραμμικών τερματικών συμπλόκων (TCs). Σύμφωνα με αυτήν την άποψη, οι συνθάσες της κυτταρίνης (ως ζυμογόνα σωματίδια ή γλοβοειδή) κατασκευάζονται στο ενδοπλασματικό δίκτυο, μεταφέρονται στα σακκίδια Golgi, όπου αυτά ενεργοποιούνται, και μεταφέρονται διαμέσου κυστιδίων Golgi στην πλασματική μεμβράνη. Στην πλασματική μεμβράνη, τα γλοβοειδή (συγκροτούμενα από πολλές υπομονάδες) συσσωματώνονται, διογκώνονται και αποσυσπειρώνονται συντελώντας στη μορφοποίηση των TCs. Το τρισδιάστατο μοντέλο (3D modeling) είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την καλύτερη κατανόηση και εξήγηση της δομής και λειτουργίας του κυττάρου, επίσης είναι χρήσιμο για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Καταβλήθηκε μια προσπάθεια να αναπαρασταθούν σε ένα απλό τρισδιάστατο μοντέλο τα ακόλουθα: (1) ο σχηματισμός, η ανάπτυξη και η χωρική κατανομή των γραμμικών τερματικών συμπλόκων (TCs) στα κύτταρα της *Erythrocladia*, (2) η έκκριση και μορφοποίηση των μικροϊνιδίων της κυτταρίνης και (3) η συνεργασία των TCs με σκοπό τη δημιουργία του δικτύου της κρυσταλλικής φάσεως του κυτταρικού τοιχώματος.

Kinetic of cellulose biosynthesis

Tsekos I. and Orologas N.

Institute of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-54124
Thessaloniki, Greece.

Abstract

Cytological observations on the red alga *Erythrocladia subintegra*, together with improved freeze-fracture studies using rotary and unidirectional shadowing, have led to the proposal of a membrane flow concept for the origin of terminal complexes (TCs). According to this concept, cellulose synthases (as zymogenic particles, or globules) are made in the endoplasmic reticulum, transferred to Golgi cisternae where they are activated, and transported via Golgi vesicles to the plasma membrane. In the plasma membrane, globules (consisting of more subunits) aggregate, swell and unfold, and

become closely arranged contributing to TC assembly. 3D modeling is a powerful tool for better understanding and explaining cell structure and function, also useful for educational purposes. An attempt was made to represent the following in a simple 3D model: (1) formation, development and spatial distribution of the linear terminal complexes (TCs) of *Erythrocladia* cells, (2) cellulose microfibril secretion and assembly and (3) TCs cooperation in order to create the crystalline-phase network of the cell wall.

Εισαγωγή

Η κυτταρίνη από απόψεως ποσότητας είναι η επικρατέστερη οργανική ουσία στη βιόσφαιρα· κάθε χρόνο συνθέτονται περίπου $1-10 \cdot 10^{11}$ τόνοι κυτταρίνης. Στο φυτικό βασίλειο η κυτταρίνη είναι η σκελετική ουσία. Το μακρομόριο της κυτταρίνης συγκροτείται από μονάδες β-D-γλυκόζης. Συγκεκριμένα ένα μόριο κυτταρίνης συντίθεται από μία γραμμική αλυσίδα από τουλάχιστο 500 υπολειμματικά μόρια γλυκόζης, τα οποία είναι συνδεδεμένα με β1→4 γλυκοζιτικούς ομοιοπολικούς δεσμούς. Εξαιτίας της δομής του μορίου της κυτταρίνης προκύπτει ένα ταινιοειδές, τεταμένο γραμμικό μόριο· η δομή του μακρομορίου αυτού σταθεροποιείται με πολυάριθμους διαμοριακούς (μεταξύ των γειτονικών μακρομορίων) υδρογονικούς δεσμούς (γέφυρες υδρογόνου). Διαμοριακοί υδρογονικοί δεσμοί μεταξύ των γειτονικών μορίων κυτταρίνης συγκρατούν σταθερά αυτά τα ταινιοειδή γειτονικά μόρια, έτσι ώστε να σχηματίζονται παράλληλες δομές από 60 ως 70 αλυσίδες κυτταρίνης με την ίδια πολικότητα. Αυτά τα υψηλής τάξης κρυσταλλικά συσσωματώματα είναι απροσδιορίστου μήκους και ονομάζονται μικροϊνίδια κυτταρίνης. Ο σχηματισμός σε μεγάλη έκταση μη ομοιοπολικών χημικών δεσμών ανάμεσα στις γειτονικές αλυσίδες γλυκάνης εντός ενός μικροϊνιδίου κυτταρίνης δίνει σε αυτήν τη δομή εξαιρετικές ιδιότητες. Η κυτταρίνη παρουσιάζει μίαν υψηλή αντοχή (τάση) εφελκυσμού, ισοδύναμη προς εκείνη του χάλυβα (ατσάλι). Η κυτταρίνη είναι επίσης αδιάλυτη, χημικά σταθερή και σχετικά απρόσβλητη από χημική και ενζυματική προσβολή. Αυτές οι ιδιότητες καθιστούν την κυτταρίνη ένα εξαιρετικό δομικό υλικό για τη δόμηση ενός ισχυρού κυτταρικού τοιχώματος. Αποδείξεις από την ηλεκτρονική μικροσκοπία προτείνουν ότι τα μικροϊνίδια κυτταρίνης συντίθενται από μεγάλα, διατεταγμένα πρωτεϊνικά σύμπλοκα (terminal complexes), τα οποία προσηλώνονται στην πλασματική μεμβράνη (Brown 1996, Tsekos 1996, 1999) και θεωρούνται ότι συμμετέχουν στη βιοσύνθεση, προσανατολισμό και συγκρότηση (μορφοποίηση) των μικροϊνιδίων της κυτταρίνης στα ανώτερα φυτά και φύκη.

Το κυτταρικό τοίχωμα των ροδοφυκών αποτελείται από μίαν μικροϊνιδιακή (κρυσταλλική φάση) που προσηλώνεται σε μίαν μάλλον άμορφη μη-κρυσταλλική φάση (Kloareg & Quatrano 1988, Tsekos et al. 1993, Tsekos 1996, 1999). Η μικροϊνιδιακή φάση συντίθεται κατά κύριο λόγο από κυτταρίνη, ξυλάνη ή μαννάνη.

Βασίζόμενοι σε πειραματικά δεδομένα που προέκυψαν μέχρι σήμερα έγινε μια προσπάθεια να περιγραφεί σε αυτήν την εργασία η κινητική της βιοσύνθεσης της κυτταρίνης στο κυτταρικό τοίχωμα των ροδοφυκών αποσκοπώντας στην καλύτερη κατανόηση του φαινομένου της βιοσυνθέσεως της κυτταρίνης.

Υλικά και μέθοδοι

Σε ότι αφορά στην καλλιέργεια της *Erythrocladia*, στα πειράματα κατάψυξης-θραύσης και στην κατασκευή τριδιάστατου μοντέλου στον ηλεκτρονικό υπολογιστή (3D modeling-rendering program) για το σχηματισμό των γραμμικών τερματικών συμπλόκων (TCs) και τη βιοσύνθεση της κυτταρίνης, περιγράφονται αναλυτικά από τους Tsekos et al. (1996) και Orologas & Tsekos (2004).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

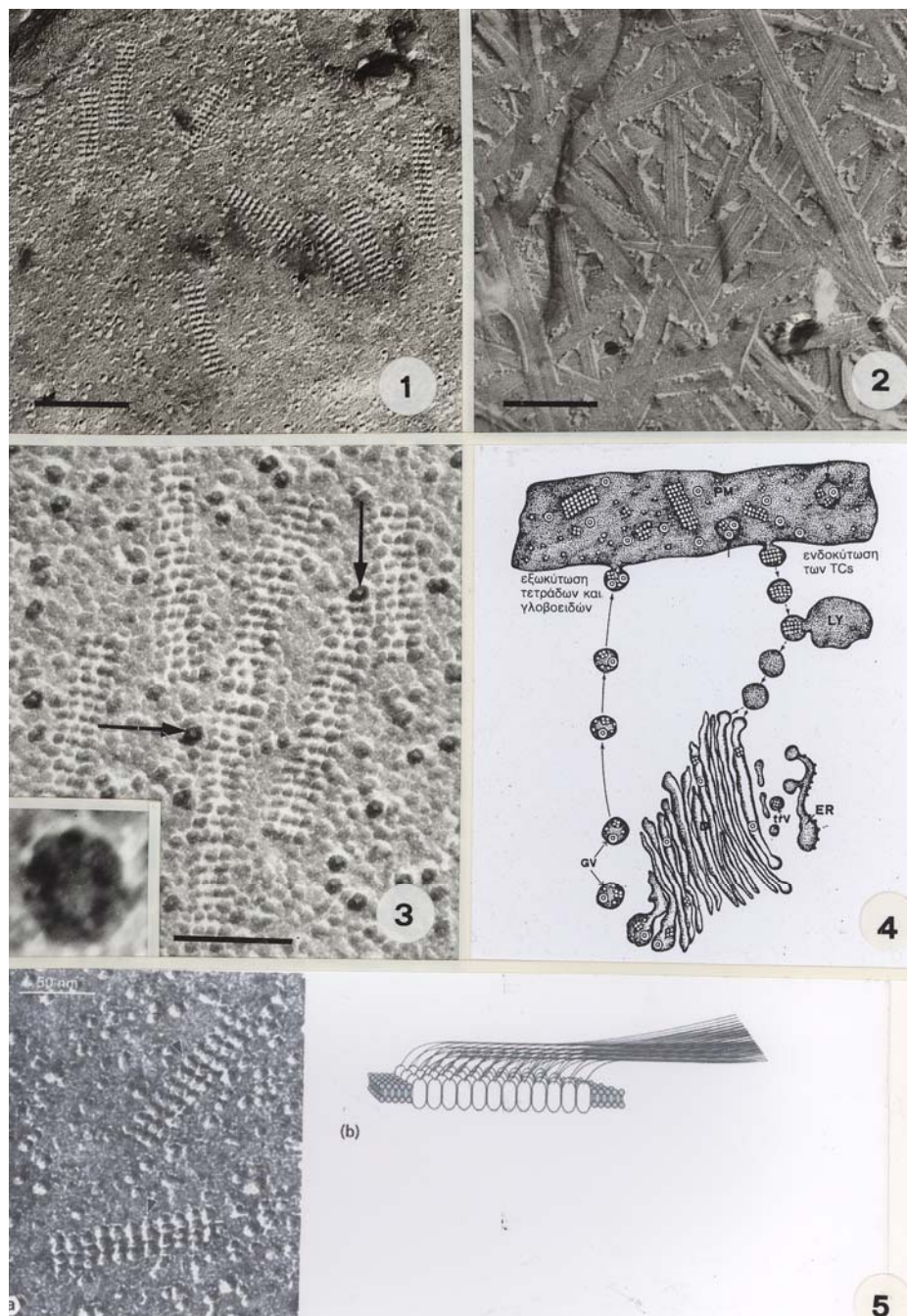
Στην *Erythrocladia subintegra* έχουν παρατηρηθεί ατάκτως διευθετημένα τόσο TCs στην πλασματική μεμβράνη (Εικ. 1 και 3) όσο και μικροϊνίδια κυτταρίνης στο κυτταρικό τοίχωμα (Εικ. 2). Οι κυτολογικές παρατηρήσεις και οι εξελίξεις στην τεχνική της κατάψυξης-θραύσης από την μια πλευρά στον *Micrasterias* και από την άλλη πλευρά στην *Erythrocladia* (Tsekos 1999, 2001 και την εκεί αναφερόμενη βιβλιογραφία) προτείνουν μίαν ενδοκυττάρια μεμβρανική ροή (Morre 1975, Morre et al. 1979). Τα TCs στην *Erythrocladia* φαίνεται να μορφοποιούνται από ζυμογόνες προβαθμίδες, τα γλοβοειδή (Εικ. 3 και 4) (Tsekos et al. 1996).

Τα γλοβοειδή μεταφέρονται στην πλασματική μεμβράνη διαμέσου κυστιδίων Golgi, τα οποία υφίστανται εξωκύτωση (Εικ. 4) (Tsekos et al. 1996, Tsekos 1999). Στην πλασματική μεμβράνη περισσότερα γλοβοειδή έρχονται σε στενή επαφή μεταξύ τους, διογκώνονται και εκπτύσσονται (Εικ. 3 και 4) συμβάλλοντας στο σχηματισμό του γραμμικού τερματικού συμπλόκου με στενή παρεμβολή και διάταξη των εκπτυσσομένων μεγάλων γλοβοειδών. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα γλοβοειδή προστίθενται στην πλασματική μεμβράνη μαζί με «τετράδες» και ενδομεμβρανικά σωματίδια κατά τη σύντηξη των κυστιδίων Golgi (Εικ. 4). Όπως προτείνεται (βλέπε σχετικά περί χυμοτοπίων) (Tsekos & Reiss 1993) οι «μεμβρανικές τετράδες» φαίνεται να εμπλέκονται στη σύνθεση των αμόρφων πολυσακχαριτών των κυτταρικών τοιχωμάτων της *Erythrocladia*. Η ταυτόχρονη παρουσία των γλοβοειδών και τετράδων στα σακίδια και κυστίδια Golgi ενισχύει την επικρατούσα άποψη ότι η σύνθεση των κρυσταλλικών και μη κρυσταλλικών συστατικών του κυτταρικού τοιχώματος αποτελεί μία συντονισμένη κυτταρική δραστηριότητα.

Μετά την ολοκλήρωση της λειτουργικής δράσεως του γραμμικού τερματικού συμπλόκου, η δομή θα πρέπει να ανακυκλωθεί ξανά στο κυτόπλασμα με τη βοήθεια μιας ενδοκυττωτικής διαδικασίας (Εικ. 4). (Tsekos 1999).

Το μήκος των TCs στην πλασματική μεμβράνη αυξάνει βαθμιαία και όταν αυτό φθάσει 8 ως 10 σειρές υπομονάδων (σωματιδίων) αρχίζει η βιοσύνθεση των αλυσίδων της β-1,4-γλυκάνης στη μορφή ταινιοειδών μικροϊνιδίων κυτταρίνης (Εικ. 2 και 5). Παρατηρείται ότι το μήκος των μικροϊνιδίων κυτταρίνης αυξάνει με το χρόνο.

Η δυναμική διαδικασία του προσανατολισμού των μικροϊνιδίων της κυτταρίνης καθορίζεται από την κατανομή των γραμμικών τερματικών συμπλόκων. Τα TCs κινούνται πλευρικά μέσα στην πλασματική μεμβράνη (βλέπε το μοντέλο του ρευστού μωσαϊκού των Singer και Nicolson 1972) στα άκρα των μορφοποιούμενων μικροϊνιδίων, πιθανόν ωθούμενα από την πίεση που προκύπτει από τον πολυμερισμό και την κρυστάλλωση των αλυσίδων γλυκάνης. Τελικά, η λειτουργία των γραμμικών TCs στην πλασματική μεμβράνη παράγει ένα δίκτυο ατάκτως κατανεμημένων μικροϊνιδίων κυτταρίνης (κρυσταλλική φάση του κυτταρικού τοιχώματος).



Εικόνες 1-5.

Εικόνες 1-5. *Erythrocladia subintegra*. **Εικ. 1.** Γραμμικά τερματικά σύμπλοκα διακρίνονται μέσα στην πλασματική μεμβράνη ατάκτως διευθετημένα μετά από κατάψυξη-θραύση στο στάδιο σύνθεσης του κυτταρικού τοιχώματος. Κλίμακα = 150 nm. **Εικ. 2.** Κατάψυξη-θραύση μέσα από το κυτταρικό τοίχωμα που δείχνει άτακτη διευθέτηση των ταινιοειδών μικροϊνιδίων. Μερικά μικροϊνίδια σαφώς συγκροτούνται από αρκετά γραμμικά υποσυστατικά. Πρέπει να επισημανθεί ότι το πλάτος των μικροϊνιδίων ποικίλλει. Κλίμακα = 150 nm. **Εικ. 3.** Η πρωτοπλασματική όψη (PF) της πλασματικής μεμβράνης που δείχνει πέντε ενεργά TCs με πολλά γλοβοειδή προσκολλημένα στα TCs (βέλη). Κλίμακα = 100 nm. **Ένθετο:** Λεπτομέρειες ενός μεγάλου γλοβοειδούς που συγκροτείται από πολλές υπομονάδες. Χ 800.000. **Εικ. 4.** Σχήμα που δείχνει διάφορες υποθετικές διαδρομές μεμβρανικής ροής σε αναπτυσσόμενα κύτταρα της *Erythrocladia* που πιθανόν θα μπορούσαν να οδηγήσουν στο σχηματισμό των γραμμικών τερματικών συμπλόκων. 1. Μεμβρανική ροή διαμέσου μεταφορικών κυστιδίων (trn) από το ενδοπλασματικό δίκτυο (ER) προς το δικτυόσωμα (D). Οι μεμβράνες των μεταφορικών κυστιδίων πιθανόν περιέχουν «τετράδες». 2. Μεμβρανική ροή διαμέσου κυστιδίων Golgi (GV) από το δικτυόσωμα προς την πλασματική μεμβράνη (PM) (εξωκύτωση). Οι μεμβράνες των σακιδίων και κυστιδίων Golgi περιέχουν ευμεγέθη σφαιρικά σωματίδια (globules) και «τετράδες» τα εκπτυσσόμενα σφαιρικά σωματίδια συγκροτούμενα από πολλές υπομονάδες συζεύγνυνται στην πλασματική μεμβράνη για να σχηματίσουν τερματικά σύμπλοκα. Τα βαθουλώματα (βέλη) στην πλασματική μεμβράνη θα πρέπει να έχουν προκύψει από σύντηξη κυστιδίων Golgi. 3. Τμήμα πλασμαλήμματος (μεμβρανικές υπομονάδες με τερματικά σύμπλοκα, TCs) επαναπροσλαμβάνονται με ενδοκύτωση και αρχικά συντήκονται με τη μεμβράνη λυσοσωμάτων (LY) και κατόπιν με εκείνη των σακιδίων Golgi. (Tsekos 1999). **Εικ. 5.** Μοντέλο του σχηματισμού μικροϊνιδίων στην *Erythrocladia*. **α.** Φωτογραφία από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης μιας πλασματικής μεμβράνης της *Erythrocladia* (συνώνυμο *Sahlingia*) μετά από κατάψυξη-θραύση που δείχνει ορθογώνια τερματικά σύμπλοκα χαρακτηριστικά των Ροδοφυκών· αυτά τα τερματικά σύμπλοκα κλώθουν τις αλυσίδες β-1,4-γλυκάνης και μορφοποιούν τα ταινιοειδή ή κυλινδρικά μικροϊνίδια. Κλίμακα = 50 nm. **β.** Διαγραμματική αναπαράσταση της παραγωγής των ταινιοειδών μικροϊνιδίων κυτταρίνης από τα ορθογώνια τερματικά σύμπλοκα των Ροδοφυκών. Τόσο η φωτογραφία όσο και η διαγραμματική αναπαράσταση δημοσιεύονται στο βιβλίο «Algae» (Graham & Wilcox 2000) και προέρχονται από τις εργασίες Tsekos (1996) και Tsekos et al. (1996).

Τα πειραματικά μας αποτελέσματα στην *Erythrocladia* έδειξαν ότι τα ταινιοειδή μικροϊνίδια συγκροτούνται από κυτταρίνη (Tsekos 1999).

Στο ίδιο είδος, η γεωμετρία των τερματικών συμπλόκων (ορθογώνια παραλληλεπίπεδα) καθορίζει την αρχιτεκτονική των ταινιοειδών μικροϊνιδίων με σταθερό πάχος (1-1,5 nm) και μεταβλητό πλάτος (13-81 nm). Φαίνεται ότι κάθε εγκάρσια σειρά σωματιδίων των τεσσάρων υπομονάδων του TC συμβάλλει στο σχηματισμό ενός μινικρυστάλλου αλυσίδων γλυκάνης (Tsekos et al. 1999). Οι τέσσερις υπομονάδες της εγκάρσιας σειράς απαιτούνται για την παραγωγή ενός μινικρυστάλλου που αποτελείται από 12 αλυσίδες γλυκάνης (Tsekos et al. 1999). Καθώς κάθε σειρά των εγκάρσιων υπομονάδων προσθέτει πλευρικά μινικρυστάλλους στο μικροϊνίδιο, το πλάτος αυτού αυξάνεται (Tsekos et al. 1999).

Βιβλιογραφία

- Brown R.M. Jr. 1996. The biosynthesis of cellulose. J. Macromol. Sci. Pure Appl. Chem. A33: 1345-1373.
- Kloareg B. & Quatrano R.S. 1988. Structure of the cell walls of marine algae and ecophysiological functions of the skeletal and matrix polysaccharides. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 26: 259-315.
- Morré D.J. 1975. Membrane biosynthesis. Annu. Rev. Plant Physiol. 26: 441-481.
- Morré D.J., Kartenbeck J. & Franke W.W. 1979. Membrane flow and interconversions among endomembranes. Biochim. Biophys. Acta 559: 71-152.
- Orologas N. & Tsekos I. 2004. Spatial representation of cellulose synthesis in the red algal cell wall. J. Biol. Res. 1: 21-29.
- Singer S.J. & Nicolson G.L. 1972. The fluid mosaic model of the structure of cell membranes. Science 175: 720-731.
- Tsekos I. 1996. The supramolecular organization of red algal cell membranes and their participation in the biosynthesis and secretion of extracellular polysaccharides: a review. Protoplasma 193: 10-32.
- Tsekos I. 1999. The sites of cellulose synthesis in algae: Diversity and evolution of cellulose-synthesizing enzyme complexes. J. Phycol. 35: 635-655.
- Tsekos I. 2001. The role of terminal complexes (rosettes and linear terminal complexes) in cellulose synthesis. Biol. Gallo-hellenica 27: 81-112.
- Tsekos I. & Reiss H.D. 1993. The supramolecular organization of red algal vacuole membrane visualized by freeze-fracture. Ann. Bot. 72: 213-222.
- Tsekos I., Reiss H.D. & Schnepf E. 1993. Cell-wall structure and supramolecular organization of the plasma membrane of marine red algae visualized by freeze-fracture. Acta Bot. Neerl. 42: 119-132.
- Tsekos I., Okuda K. & Brown R.M. Jr. 1996. The formation and development of cellulose-synthesizing linear terminal complexes (TCs) in the plasma membrane of the marine red alga *Erythrocladia subintegra* Rosenv. Protoplasma 193: 33-45.
- Tsekos I., Orologas N. & Herth W. 1999. Cellulose microfibril assembly and orientation in red algae: relationship between synthesizing terminal complexes (TCs) and microfibril structure, shape and dimensions. Phycologia 38: 217-224.

Επίδραση της θερμοκρασίας στην αύξηση στελέχους *Limnothrix redekei* (Oscillatoriales, Cyanobacteria) από τη λίμνη της Καστοριάς

Τσιγκιόζογλου Φ., Γκέλης Σ., Μουστάκα-Γούνη Μ. & Λαναράς Θ.

Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Τ.Θ. 109, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Μελετήθηκε η επίδραση της θερμοκρασίας στην αύξηση του στελέχους *Limnothrix redekei* 007a (Van Goor) Meffert, που απομονώθηκε από τη λίμνη της Καστοριάς. Καλλιέργειες δέσμης του στελέχους επώαστηκαν σε φωτεινή ένταση 10 μmol φωτονίων $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ και θερμοκρασία 10, 20 ή 30°C για 21 ημέρες. Μετρήθηκε η συγκέντρωση της χλωροφύλλης *a* (Chl *a*), ο αριθμός κυττάρων ανά όγκο και οι διαστάσεις των κυττάρων. Υπολογίστηκε ο βιοόγκος και ο σχετικός ρυθμός αύξησης (μ). Βρέθηκε ότι: α) όλες οι παράμετροι παρουσίασαν μέγιστη τιμή την 12^η, 15^η και 21^η ημέρα επώασης στους 10, 20 και 30°C, αντίστοιχα, β) η τιμή της παραμέτρου μ ήταν 0,114 ή 0,106 d^{-1} στους 10°C, 0,189 ή 0,271 d^{-1} στους 20°C και 0,182 ή 0,323 d^{-1} στους 30°C, με βάση την συγκέντρωση της χλωροφύλλης *a* ή τον βιοόγκο, αντίστοιχα. Συμπεραίνεται ότι η αύξηση του στελέχους *L. redekei* 007a είναι βέλτιστη σε θερμοκρασίες άνω των 20°C.

The effect of temperature on growth of a *Limnothrix redekei* strain (Oscillatoriales, Cyanobacteria) from lake Kastoria

Tsigkiozoglou F., Gkelis S., Moustaka-Gouni M. & Lanaras T.

Department of Botany, Aristotle University of Thessaloniki, P.O. Box 109, GR-541
24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

The effect of temperature on the growth of *Limnothrix redekei* 007a (Van Goor) Meffert strain isolated from lake Kastoria, Greece was studied. Batch cultures of the strain were incubated at 10, 20 and 30°C under a light intensity of 10 μmol photons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ for 21 days. The chlorophyll *a* (Chl *a*) concentration, the cell number per volume and the cell dimensions were determined in samples that were taken from the cultures at regular intervals. The biovolume and the specific growth rate (μ) was calculated and it was found that (i) the maximum values of the parameters examined were attained on the 12th, 15th and 21st day of incubation at 10, 20 and 30°C respectively, (ii) the specific growth rate (μ) was 0.114 or 0.106 d^{-1} at 10°C, 0.189 or 0.271 d^{-1} at 20°C and 0.182 or

0.323 d⁻¹ at 30°C, as calculated on chlorophyll *a* concentration or biovolume basis, respectively. The results of this study indicate that the optimum growth of the *L. redekei* 007a strain is reached at temperatures above 20°C.

Εισαγωγή

Η θερμοκρασία είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τις εποχιακές μεταβολές του φυτοπλαγκτού στις εύκρατες περιοχές (Μουστάκα-Γούνη 1988). Η οικολογική επιτυχία των διαφόρων ειδών φυτοπλαγκτού εξαρτάται (1) από την ικανότητά τους να προσαρμόζονται στις συνεχείς αλλαγές της θερμοκρασίας και των άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων και (2) από τις αλληλεπιδράσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των ειδών. Στις φυτοπλαγκτικές κοινωνίες πολλών λιμνών συχνά επικρατούν taxa κυανοβακτηρίων που επηρεάζουν πολύπλευρα την ποιότητα των υδάτων (Vasconcelos et al. 2001). Μεταξύ των ειδών που επικρατούν στις συσσωρεύσεις κυανοβακτηρίων ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα στελέχη του μη τοξικού γένους *Limnothrix* (Mischke 2003). Το γένος *Limnothrix* περιλαμβάνει νηματοειδή κυανοβακτήρια που περιγράφηκαν από την Meffert (1987) ως «πλαγκτικά νήματα, χωρίς κολό, που αποτελούνται από κυλινδρικά κύτταρα με αεροτόπια». Από τα είδη που κατατάσσονται στο γένος *Limnothrix*, το είδος *L. redekei* (Van Goor) Meffert θεωρείται αντιπροσωπευτικό ως προς τα οικολογικά του χαρακτηριστικά (Meffert 1989). Πληθυσμοί του *L. redekei* έχουν αναφερθεί την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο σε πλούσιες σε θρεπτικά συστατικά λίμνες, κυρίως της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης (Köhler & Hoeg 2000, Mischke 2003, Rücker et al. 1997). Στην λίμνη Καστοριάς, το *L. redekei* επικρατεί καθ' όλη την διάρκεια του έτους, σε θερμοκρασίες από 0-27°C (Vardaka et al. 2000). Σκοπός της εργασίας είναι να διερευνηθεί η επίδραση της θερμοκρασίας στην αύξηση του *L. redekei* 007a, το οποίο απομονώθηκε από τη λίμνη Καστοριάς.

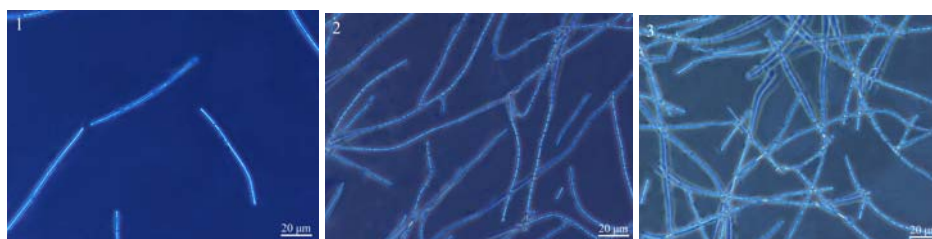
Υλικά και μέθοδοι

Το στέλεχος *L. redekei* 007a απομονώθηκε από δείγμα επιφανειακού νερού που συλλέχθηκαν από τη λίμνη Καστοριάς τον Μάιο του 1999 (Gkelis et al. 2005). Μονοκυανοβακτηριακές καλλιέργειες δέσμης του στελέχους, σε υγρό θρεπτικό μέσο BG11 (Rippka 1988), επώαστηκαν σε φωτεινή ένταση 10 μmol m⁻² s⁻¹ (φωτεινή περίοδος 16h) και θερμοκρασία 10, 20 ή 30°C, αντίστοιχα, για 21 ημέρες. Κατά την διάρκεια επώασης μετρήθηκαν 1) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης *a* (Chl *a*) (Barnes et al. 1992), 2) ο αριθμός νημάτων ανά όγκο (ανάστροφο μικροσκόπιο Zeiss ID03) και 3) οι διαστάσεις 100 νημάτων (ανάστροφο μικροσκόπιο Nikon, Eclipse TE2000-S) (Utermöhl 1958), σε δείγματα που λαμβάνονταν από τις καλλιέργειες ανά τρεις ημέρες. Υπολογίστηκε ο βιοόγκος (Rott 1981), και χρησιμοποιήθηκε μαζί με την συγκέντρωση της Chl *a* για τον υπολογισμό του σχετικού ρυθμού αύξησης ($\mu = \ln(N_1/N_0)/(t_1 - t_0)$), όπου το *N*₀ αναφέρεται στη τιμή της κάθε παραμέτρου στον χρόνο *t*₀ και το *N*₁ στη τιμή της κάθε παραμέτρου στον χρόνο *t*₁).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Όλες οι παράμετροι παρουσίασαν ίδιο πρότυπο μεταβολής στις τρεις θερμοκρασίες που εξετάστηκαν, εμφανίζοντας μια αρχική λανθάνουσα φάση προσαρμογής. Στην Εικ.

1 απεικονίζονται νήματα του *L. redekei* 007a στις τρεις θερμοκρασίες και φαίνεται η αφθονία των νημάτων σε κάθε θερμοκρασία.



Εικόνα. 1. Νήματα του *L. redekei* 007a την 6^η ημέρα καλλιέργειας στους 1) 10°C, 2) 20°C και 3) 30°C (Οπτική Μικροσκοπία Αντίθεσης Φάσης).

Ο μ , με βάση την συγκέντρωση της Chl α και τον βιοόγκο, βρέθηκε μεγαλύτερος στους 20 και 30°C, σε σχέση με τους 10°C (Πίνακας 1). Με βάση τον βιοόγκο, ο μ ήταν μεγαλύτερος στους 30°C, ενώ με βάση την συγκέντρωση της Chl α , ο μ δεν παρουσίασαν ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των 20 και 30°C.

Το *L. redekei* 007a παρουσίασε βέλτιστη αύξηση σε θερμοκρασίες άνω των 20°C, όπου τα περισσότερα κυανοβακτήρια παρουσιάζουν τη βέλτιστη αύξηση (Reynolds 1984). Παρόμοια αποτελέσματα έχουν καταγραφεί και για άλλα στελέχη *L. redekei*, όπως για το στέλεχος NIVA CYA 277/1^T (Suda et al. 2002).

Πίνακας 1. Σχετικός ρυθμός αύξησης (μ) και μέγιστος σχετικός ρυθμός αύξησης ($\mu_{\max}$) του *L. redekei* 007a στους 10, 20 και 30°C, με βάση την συγκέντρωση της χλωροφύλλης α ή τον βιοόγκο.

	μ [$\mu_{\max}$] (d ⁻¹)		
	10°C	20°C	30°C
Συγκέντρωση Chl α	0,114 [0,321]	0,189 [0,432]	0,182 [0,416]
Βιοόγκος	0,106 [0,273]	0,271 [0,579]	0,323 [0,729]

Το *L. redekei* 007a αυξάνεται με μικρό μ σε χαμηλή θερμοκρασία (10°C), γεγονός που είναι σύμφωνο με την επικράτηση στελεχών του γένους *Limnospira* σε κυανοβακτηριακές συσσωρεύσεις λιμνών της Ελλάδας (Vardaka et al. 2000). Έχει αναφερθεί ότι στελέχη *L. redekei* συχνά παρουσιάζουν αντοχή τόσο σε χαμηλές θερμοκρασίες όσο και σε χαμηλά επίπεδα φωτισμού (Foy et al. 1976, Nicklisch et al. 1991) και συχνά επικρατούν σε λίμνες της Ευρώπης την άνοιξη και το φθινόπωρο (Foy et al. 1976, Nicklisch et al. 1991).

Συμπέρασμα

Η μελέτη αυτή έδειξε ότι η αύξηση του στελέχους *Limnospira redekei* 007a είναι βέλτιστη σε θερμοκρασίες άνω των 20°C. Τέτοιες θερμοκρασίες παρατηρούνται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους σε υδάτινα συστήματα της Ελλάδας.

Ευχαριστίες- Παραδοχή

Μέρος της εργασίας χρηματοδοτήθηκε από το ΕΠΕΑΕΚ II, Πρόγραμμα Ηράκλειτος-Περιβάλλον (ΓΓΕΤ), Έργο Πλαγκτικά κυανοβακτήρια: Χαρακτηρισμός και παραγόμενα τοξικά πεπτίδια. Βασίζεται σε μέρος της Προπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας της Φ. Τσιγκιόζογλου, φοιτήτριας του Τμήματος Βιολογίας, ΑΠΘ.

Βιβλιογραφία

- Barnes J.D., Balaguer L., Manrique E., Elvira S. & Davison A.W. 1992. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls-a and chlorophylls-b in lichens and higher plants. *Environ. Exp. Bot.* 32: 85-100.
- Foy R.H., Gibson C.E. & Smith R.V. 1976. The influence of daylength, light intensity and temperature on the growth rates of planktonic blue-green algae. *Br. Phycol. J.* 11: 151-163.
- Gkelis S., Rajaniemi P., Vardaka E., Moustaka-Gouni M., Lanaras T. & Sivonen K. 2005. *Limnothrix redekei* (Van Goor) Meffert (Cyanobacteria) strains from lake Kastoria, Greece form a separate phylogenetic group. *Microb. Ecol.* 49: 176-182.
- Köhler J. & Hoeg S. 2000. Phytoplankton selection in a river-lake system during two decades of changing nutrient supply. *Hydrobiologia* 424: 13-24.
- Meffert M.E. 1987. Planktic unsheathed filaments (Cyanophyceae) with polar and central gas-vacuoles I. Their morphology and taxonomy. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 76: 315-346.
- Meffert M.E. 1989. Planktic unsheathed filaments (Cyanophyceae) with polar and central gas-vacuoles II. Biology, population dynamics and biotopes of *Limnothrix redekei* (Van Goor) Meffert. *Arch. Hydrobiol.* 116: 257-282.
- Mischke U. 2003. Cyanobacteria associations in shallow polytrophic lakes: influence of environmental factors. *Acta Oecol.* 24: S11-S23.
- Μουστάκα-Γούνη Μ. 1988. Εποχικές διακυμάνσεις, ετήσια περιοδικότητα και χωρική κατανομή των φυτοπλαγκτικών πληθυσμών της Λ. Βόλβης. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Nicklisch A., Roloff B. & Ratsch A. 1991. Competition experiments with two planktic blue-green algae (Oscillatoriaceae). *Verh. Int. Ver. Limnol.* 24: 889-892.
- Reynolds C.S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press.
- Rippka R. 1988. Isolation and purification of cyanobacteria. *Methods Enzymol.* 167: 3-27.
- Rott E. 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Schweiz. Z. Hydrol.* 43: 35-62.
- Rücker J., Wiedner C. & Zippel P. 1997. Factors controlling the dominance of *Planktothrix agardhii* and *Limnothrix redekei* in eutrophic shallow lakes. *Hydrobiologia* 342/343: 107-115.
- Suda S., Watanabe M.M., Otsuka S., Mahakahant A., Yongmanitchai W., Nopartnaraporn N., Liu Y. & Day J.G. 2002. Taxonomic revision of water-bloom-forming species of oscillatorioid cyanobacteria. *Intern. J. System. Evol. Microb.* 52: 1577-1595.
- Utermöhl U. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton. *Methodik. Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.* 9: 1-38.

- Vardaka E., Moustaka-Gouni M. & Lanaras T. 2000. Temporal and spatial distribution of planktic cyanobacteria in lake Kastoria, Greece, a shallow, urban lake. Nord. J. Bot. 20: 501-511.
- Vasconcelos V., Oliveira S. & Teles FO. 2001. Impact of a toxic and a non-toxic strain of *Microcystis aeruginosa* on the crayfish *Procambarus clarkii*. Toxicon 39: 1461-1470.

Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλουμένων Φυτών της Κύπρου

¹Τσιντίδης Τ., ¹Χριστοδούλου Χ., ¹Κυριάκου Θ., ¹Παπαχριστοφόρου Τ., ¹Κυριάκου Κ.,
¹Χατζήκυριακου Θ., ¹Καϊλής Κ., ¹Παπασάββας Κ., ¹Μακρής Χ., ¹Ορφανός Γ.,
¹Χριστοφίδης Γ., ²Δελλά Α., ²Χατζηχαμπής Α., ²Παρασκευά-Χατζηχαμπή Δ., ³Αντωνίου
Α., ⁴Δελιπέτρου Π. & ⁴Γεωργίου Κ.

¹Τμήμα Δασών, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος
(ΥΓΦΠΠ), Λευκωσία.

²Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, ΥΓΦΠΠ Λευκωσία.

³Υπηρεσία Περιβάλλοντος, ΥΓΦΠΠ, Λευκωσία.

⁴Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών,
Πανεπιστημιόπολη, Αθήνα.

Περίληψη

Παρουσιάζεται το ερευνητικό πρόγραμμα CYPRINIA σκοπός του οποίου είναι η έκδοση του Κόκκινου Βιβλίου των Απειλουμένων Φυτών της Κύπρου. Παρουσιάζονται η μεθοδολογία επιλογής των ειδών και εκτίμησης της κατάστασης διατήρησής τους και περιγράφονται συνοπτικά οι πληροφορίες που συλλέγονται και καταχωρούνται σε ηλεκτρονική βάση δεδομένων για κάθε είδος. Σε όλα τα στάδια του έργου ακολουθήθηκαν οι κατευθυντήριες γραμμές της IUCN. Από το σύνολο των περίπου 1700 ιθαγενών φυτών της Κυπριακής χλωρίδας εκτιμάται ότι το Κόκκινο βιβλίο θα περιλαμβάνει περίπου 300 είδη.

The Red Data Book of the Threatened Plants of Cyprus

¹Tsintides T., ¹Christodoulou Ch. S., ¹Kyriakou Th., ¹Papachristophorou T., ¹Kyriakou
K., ¹Hadjikyriakou Th., ¹Kailis K., ¹Papasavvas K., ¹Makris Ch., ¹Orphanos J.,
¹Christofidis G., ²Della A., ²Hadjihampris A., ²Paraskeva-Hadjihampi D., ³Antoniou A.,
⁴Delipetrou P. & ⁴Georghiou K.

¹Forestry Department, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment
(MANRE), Cyprus.

²Agricultural Research Institute, MANRE, Cyprus.

³Environment Service, MANRE, Cyprus.

⁴Department of Botany, University of Athens, Panepistimiopolis, Athens 157 84, Greece.

Abstract

The scientific project CYPRINIA the main objective of which is the publication of the the Red Data Book of the Threatened Plants of Cyprus is presented. The

methodology of species selection and conservation status assessment are presented and the information collected and recorded in electronic database is described. The IUCN guidelines for Red Data Books were followed in all the stages of the project.

Εισαγωγή

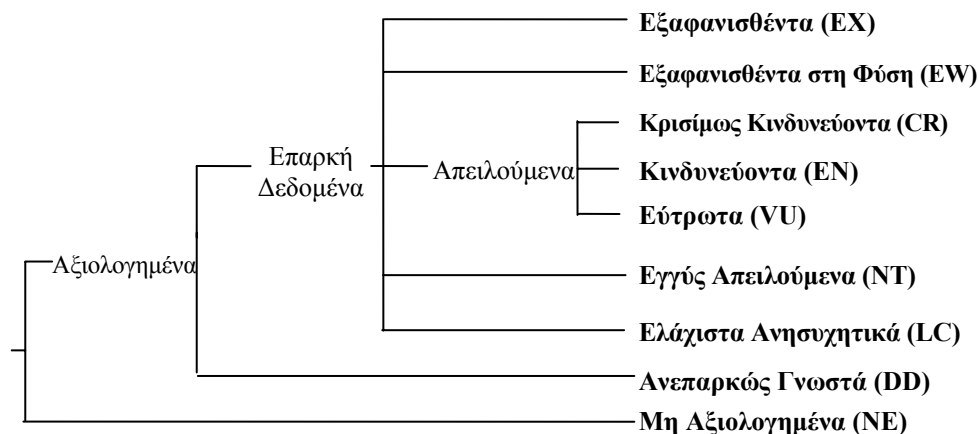
Η έκδοση εθνικών κόκκινων βιβλίων για φυτά, ζώα ή ενδιαιτήματα αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη λήψη μέτρων διατήρησης της φυσικής κληρονομιάς ενός τόπου. Οι περισσότερες από τις χώρες της Ευρώπης και της Μεσογείου διαθέτουν ένα γενικά αποδεκτό κόκκινο βιβλίο ή τουλάχιστον ένα επίσημο κόκκινο κατάλογο απειλούμενων φυτών. Στην Κύπρο παρά τις σημαντικές προσπάθειες που καταβάλλονται για τη μελέτη και διατήρηση της χλωρίδας στο θέμα αυτό παρατηρείται ένα κενό. Το κενό αυτό σκοπεύει να καλύψει το ερευνητικό έργο CYPRINIA. Στοχεύει στην αναγνώριση και αξιολόγηση όλων των απειλούμενων ιθαγενών ειδών της Κύπρου και φιλοδοξεί να αποτελέσει το έναυσμα για τη λήψη μέτρων προστασίας των ειδών και τη υποδομή για περαιτέρω ερευνητική μελέτη. Τελικό αποτέλεσμα του έργου θα είναι η έκδοση του Κόκκινου Βιβλίου των Απειλούμενων Φυτών της Κύπρου.

Κατάταξη στις κατηγορίες κινδύνου της IUCN

Η κατάσταση διατήρησης των φυτών προσδιορίζεται με βάση τα νέα κριτήρια της Διεθνούς Ενώσεως για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN 2001). Το σύστημα κατάταξης σε κατηγορίες κινδύνου της IUCN (Εικ. 1) επιλέχθηκε γιατί αποτελεί ένα σαφές και αντικειμενικό πλαίσιο κατάταξης ειδών και επίσης λόγω της ευρύτητας και κοινής αποδοχής της χρήσης του και συνεπώς της δυνατότητας παροχής δεδομένων συγκρίσιμων σε παγκόσμιο επίπεδο.

Συνοπτικά, τα κριτήρια για την κατάταξη των ειδών είναι τα εξής:

- A** – Μείωση του μεγέθους του πληθυσμού (πραγματική ή προβλεπόμενη).
- B** – Γεωγραφική εξάπλωση (εύρος εξάπλωσης, περιοχή κατάληψης) σε συνδυασμό με τον αριθμό, το μέγεθος, την κατάρτηση και τις διακυμάνσεις των υποπληθυσμών και την κατάσταση του ενδιαιτήματος.
- C** – Μικρό μέγεθος πληθυσμού σε συνδυασμό με μείωση, κατάρτηση ή διακυμάνσεις των υποπληθυσμών.
- D** – Πολύ μικρό μέγεθος πληθυσμού (50-1000 άτομα) ή πολύ περιορισμένη εξάπλωση ($<20 \text{ km}^2$ ή ≤ 5 θέσεις).
- E** – Πιθανότητα εξαφάνισης του είδους όπως προκύπτει από ανάλυση βιωσιμότητας.



Καθώς για την πλειοψηφία των ειδών της Κυπριακής χλωρίδας τα πολυετή δεδομένα παρακολούθησης που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή των κριτηρίων Α και Ε δεν υπάρχουν και δεν ήταν εκ των πραγμάτων δυνατό να συλλεγούν στο πλαίσιο του παρόντος έργου, η κατάταξη των ειδών σε κατηγορίες έγινε κυρίως βάσει της εξάπλωσης και του μεγέθους του πληθυσμού τους. Παρόλο που η ακριβής εκτίμηση του μεγέθους ενός φυτικού πληθυσμού απαιτεί τουλάχιστον 5ετη παρακολούθηση, οι εκτιμήσεις του μεγέθους έστω και για μία μόνο αυξητική περίοδο είναι ενδεικτικές του πραγματικού μεγέθους και θα αποτελέσουν τη βάση για μελλοντική παρακολούθηση και καλύτερη εκτίμηση της κατάστασης διατήρησης των απειλούμενων ειδών.

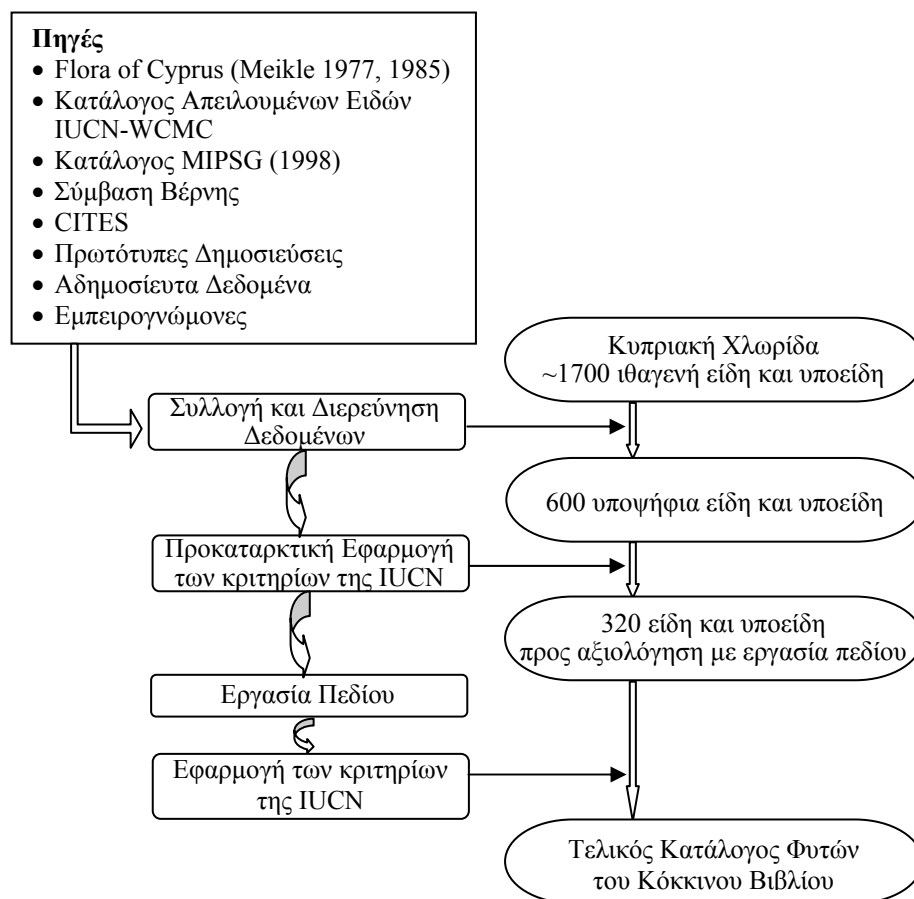
Η τελική ταξινόμηση των ειδών στις κατηγορίες κινδύνου θα γίνει με τη βοήθεια ειδικού εντύπου και με τη χρήση του λογισμικού RAMAS.

Διαδικασία Επιλογής Ειδών

Το σύνολο των ιθαγενών ειδών της Κυπριακής χλωρίδας διερευνήθηκε, κατ' αρχάς βάσει της βιβλιογραφίας και κατόπιν με εργασία πεδίου προκειμένου να επιλεγούν και να καταταχθούν σε κατηγορίες κινδύνου τα είδη του Κόκκινου Βιβλίου. Ως κριτήριο για την επιλογή τέθηκε το αν πληρούνται οι προϋποθέσεις για κατάταξη σε μία από τις κατηγορίες των απειλούμενων ή εξαφανισθέντων ειδών. Τα κριτήρια εφαρμόστηκαν πιο χαλαρά στα ενδημικά είδη, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές της IUCN (IUCN 2003). Συνοπτικά, η μεθοδολογία της επιλογής παρουσιάζεται στην Εικ. 2.

Μεθοδολογία Εργασίας Πεδίου

Η πολιτική της επιλογής των παραμέτρων που διερευνήθηκαν στο πεδίο ήταν η συλλογή επαρκών πληροφοριών για όσο το δυνατό μεγαλύτερο αριθμό ειδών έστω και εις βάρος της επισταμένης μελέτης κάθε είδους.



Εικόνα 2. Διαδικασία Επιλογής Ειδών.

Τα στάδια της εργασίας πεδίου ήταν:

1. Καθορισμός εύρους εξάπλωσης – περιοχής κατάληψης υποπληθυσμών.
2. Χαρτογράφηση.
3. Μετρήσεις μεγέθους πληθυσμού.
4. Συλλογή δειγμάτων, λήψη φωτογραφιών.
5. Χαρακτηρισμός ενδιαιτήματος.
6. Καταγραφή απειλών.

Για την καταχώρηση των στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν ειδικά έντυπα καταγραφής δεδομένων.

Ο καθορισμός του εύρους εξάπλωσης και της περιοχής κατάληψης των υποπληθυσμών καθώς και η χαρτογράφηση των θέσεων με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών πραγματοποιήθηκαν με ακρίβεια για όλα ανεξαιρέτως τα είδη. Η εργασία

πεδίου περιλάμβανε τη χρήση GPS και έγινε με τη συμμετοχή βοτανικού και τοπογράφου.

Η μεθοδολογία των μετρήσεων του μεγέθους των πληθυσμών καθορίστηκε για κάθε είδος ανάλογα με τη βιολογία του αλλά και με την εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου και των εξόδων. Στα είδη με περιορισμένη εξάπλωση και μικρό μέγεθος πληθυσμών, που αποτελούν και την πλειοψηφία των περιπτώσεων, καταμετρήθηκαν όλα τα αναπαραγωγικά ώριμα άτομα. Στα είδη με εκτεταμένη εξάπλωση και μεγάλο μέγεθος πληθυσμού υπολογίστηκε απλώς η περιοχή κατάληψης και στις περισσότερες περιπτώσεις έγινε εκτίμηση του αριθμού ώριμων ατόμων κατά προσέγγιση (ενδεικτικές μετρήσεις σε τυχαία ή συστηματικά επιλεγμένες δειγματοληπτικές επιφάνειες).

Για όλα τα είδη έγινε συλλογή δειγμάτων που φυλάσσονται στο ερμπάριο του Τμήματος Δασών ή του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών. Επίσης δημιουργήθηκε φωτογραφικό αρχείο, με εικόνες του φυτού και του ενδιαιτήματός του.

Για όλα τα είδη καταγράφηκαν στοιχεία σχετικά με το ενδιαίτημα και επίσης οι πιέσεις και απειλές σε κάθε θέση εξάπλωσής του.

Βάση Δεδομένων CYPRINIA

Η ηλεκτρονική βάση δεδομένων των φυτών του Κόκκινου Βιβλίου βασίστηκε στην προϋπάρχουσα βάση δεδομένων CyprusFlora η οποία δομήθηκε από το Πανεπιστήμιο Αθηνών βάσει ηλεκτρονικών δεδομένων (Χατζηκυριάκου 1997, Καδής 1995, Χριστοδουλού 2000) και περιλαμβάνει στοιχεία ταξινομικής και βιβλιογραφία για το σύνολο της Κυπριακής Χλωρίδας καθώς και στοιχεία κατάστασης διατήρησης, καθεστώτος προστασίας, εξάπλωσης και οικολογίας για ορισμένο αριθμό ειδών. Στο στάδιο της επιλογής των ειδών καταγράφηκαν στη CyprusFlora όλες οι αναφορές και τα δείγματα ερμπαρίου των αρχικών 600 υποψήφιων ειδών καθώς επίσης και όλα τα υπάρχοντα δεδομένα σχετικά με τη βιολογία και την οικολογία τους.

Η CYPRINIA περιλαμβάνει δεδομένα οικολογίας, βιολογίας, κατάστασης διατήρησης και μέτρων διαχείρισης για τα είδη των φυτών του Κόκκινου Βιβλίου. Σκοπός της βάσης δεδομένων είναι η καταγραφή των πληροφοριών για κάθε είδος έτσι ώστε να αποτελέσουν τη βάση όχι μόνο για την εκτίμηση της κατάστασης διατήρησής του στο πλαίσιο το παρόντος έργου αλλά και για τη μελλοντική μελέτη, παρακολούθηση και διαχείρισή του. Διαθέτει ειδικές φόρμες για την εισαγωγή των δεδομένων της εργασίας πεδίου και συνδέεται με το φωτογραφικό αρχείο των φυτών. Η καταγραφή του ενδιαιτήματος, των απειλών και των διαχειριστικών μέτρων εκτός της περιγραφής σε ελεύθερο κείμενο περιλαμβάνει την κατάταξή τους σύμφωνα με την ιεραρχική ταξινόμηση που προτείνει η IUCN για χρήση σε κόκκινα βιβλία (Authority Files For Habitats, Threats And Conservation Measures As Used By The IUCN Red List And The Species Information Service). Επιπλέον το ενδιαίτημα κατατάσσεται στους προστατευόμενους τύπους οικοτόπων του Παραρτήματος II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ και οι απειλές στους τύπους Δραστηριοτήτων και Πιέσεων που χρησιμοποιούνται στα Πρότυπα Δελτία Δεδομένων των περιοχών NATURA 2000.

Κόκκινο Βιβλίο – Περιεχόμενα

Το βιβλίο θα εκδοθεί στην ελληνική γλώσσα και θα περιλαμβάνει αγγλική

περίληψη. Συνοπτικά, οι πληροφορίες που θα περιέχει το Κόκκινο Βιβλίο για κάθε είδος περιλαμβάνουν: χάρτη εξάπλωσης και φωτογραφίες (φυτό και ενδιαίτημα), στοιχεία ταξινομικής, κατάταξη κατά IUCN (κατηγορία κινδύνου, κριτήρια κατάταξης), ενδημισμό (**A:** Ενδημικά, **B:** Υπενδημικά, **Γ:** Ανατολική Μεσόγειος, **Δ:** Μεσογειακές χώρες, **Ε:** Ευρύτερη εξάπλωση), σύντομη περιγραφή, τοπική και ευρύτερη εξάπλωση, όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες για το ενδιαίτημα και τη βιολογία του είδους, περιγραφή της κατάστασης διατήρησης και των απειλών, υφιστάμενα και προτεινόμενα μέτρα προστασίας και διαχειριστικά μέτρα, αξία και χρήσεις, βιβλιογραφική τεκμηρίωση. Ενδεικτικό κείμενο παρουσιάζεται στο Παράρτημα που ακολουθεί στην επόμενη σελίδα.

Θα καταρτιστούν επίσης πίνακες με την κατάσταση διατήρησης όλων των ενδημικών ειδών της Κύπρου καθώς και πίνακες με σπάνια είδη των οποίων η παρουσία στην Κύπρο είναι αμφίβολη.

Βιβλιογραφία

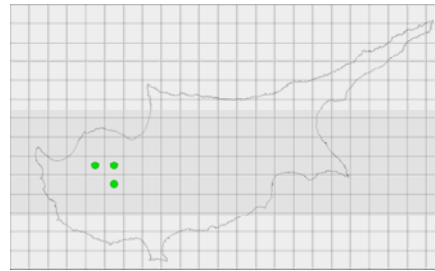
- IUCN 2001. IUCN Red List Categories: Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IUCN 2003. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 3.0. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. ii + 26 pp.
- Meikle R.D. 1977. Flora of Cyprus 1. The Bentham-Moxon Trust, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 832.
- Meikle R.D. 1985. Flora of Cyprus 2. The Bentham-Moxon Trust, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 1136.
- Καδής Κ.Χ. 1995. Η αναπαραγωγική βιολογία των αυστηρώς προστατευόμενων φυτών της Κυπριακής χλωρίδας. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Κόκκινος Κατάλογος της IUCN (1997). Κατάσταση διατήρησης των φυτών της Κύπρου σύμφωνα με τα στοιχεία της βάσης δεδομένων της WCMC.
- Οδηγία 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 21^{ης} Μαΐου 1992 για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και της άγριας πανίδας και χλωρίδας
- Προκαταρκτικός Κατάλογος των 50 πιο απειλούμενων taxa των νησιών της Μεσογείου. 1998. Ομάδα Ειδικών στα Φυτά των Νησιών της Μεσογείου Πρόγραμμα «Top 50».
- Χατζικυριάκου Γ. 1977. Η χλωρίδα της Κύπρου μέσα από καταλόγους και πίνακες. Κύπρος.
- Χριστοδούλου Χ.Σ. 2000. Νέα είδη της Κυπριακής Χλωρίδας. Αδημοσίευτα Δεδομένα.

Cedrus brevifolia (Hook.f.) Henry

PINACEAE

Συνώνυμο: *C. libani* A.Rich. subsp. *brevifolia* (Hook.f.) Meikle**Κοινό όνομα:** Κέδρο, Κέδρος

ΚΑΤΑΤΑΞΗ IUCN	
ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ	VU
ΚΥΠΡΟΣ	VU (κριτήριο D2)
Ενδημισμός	A
Ενδιαίτημα	1.4.1
Απειλές	1.7, 7.1, 7.3, 7.4, 8.1
Διαχείριση	1.2, 3.3, 4.4



Περιγραφή: Αειθαλές, ρητινοφόρο, μόνικο (ή δίοικο) δέντρο ύψους μέχρι 30 m. Βελόνες 15 x 1,5-2 mm. Καρπός ξυλώδης, βαρελοειδής κώνος, 8 x 5 cm.

Εξάπλωση: Ενδημικό είδος της Κύπρου που περιορίζεται στο Δάσος Πάφου. Τα κύρια αμιγή δάση του απαντούν στην περιοχή Τριτύλου (Κουιάδα των Κέδρων), ενώ μικροί υποπληθυσμοί υπάρχουν στις γειτονικές περιοχές των Μαύρων Γκρεμών, στο Σελλάδι της Ελιάς, στον Έξω Μύλο και κοντά στον Κύκκο. Έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε αναδασώσεις.

Ενδιαίτημα: Πετρώδεις βουνοπλαγιές σε διαβασικά πετρώματα, σε ρηχά ως βαθιά εδάφη, σε υγρό ως ύφυγρο κλίμα (υψόμε. 900-1400 m). Σχηματίζει δάση αμιγή και μικτά με τη *Pinus brutia* και την *Quercus alnifolia*. Συναξινόμηση: *Quercetalia ilicis*: *Quercetalia ilicis*: *Quercion alnifoliae*: *Crepido fraasii-Quercetum alnifoliae* (Barbéro & Quézel 1979).

Βιολογία: Ανθ. 9-10. Καρπ. 8-9 του δεύτερου χρόνου από την άνθηση. Ανεμόχωρο είδος, με 15000 περίπου σπέρματα/kg. Η αναγέννηση γίνεται με σπέρματα. Η φύτευσή του είναι υψηλή σε χαμηλές θερμοκρασίες (10-15°C) και αναστέλλεται σε υψηλότερες (25°C) (Georghiou et al. 1992).

Κατάσταση Διατήρησης και Απειλές: Τα αμιγή δάση κέδρου καλύπτουν έκταση 8,61 km² (141 δέντρα/ha: 135 κέδροι, 6 τραχεία πεύκη), τα μικτά δάση με την *P. brutia* 1,13 km² (76 δέντρα/ha: 37 κέδροι, 39 τραχεία πεύκη).

Η αναγέννηση του κέδρου κρίνεται ικανοποιητική. Η συνολική αναγέννηση (στηθαία διάμετρος ≤ 12 cm) στα δάση κέδρου ανέρχεται σε 1081 δενδρύλλια/ha (1046 κέδρα και 35 τραχεία πεύκη). Στο μικτά δάση κέδρου/τραχείας, ανέρχεται σε 402 δενδρύλλια/ha (351 κέδρα και 51 τραχεία πεύκη).

Απειλείται από πυρκαγιές και ενδεχομένως από τον ανταγωνισμό της *Pinus brutia*. Τα τελευταία χρόνια σημειώθηκαν αυξημένες νεκρώσεις δένδρων στην Τρίτυλο οι οποίες αποδόθηκαν κυρίως στις αντίθετες κλιματολογικές συνθήκες, δηλαδή μειωμένη βροχόπτωση και αυξημένες θερμοκρασίες (Χρίστου 2001). Το φαινόμενο αυτό είναι δυσοίωνο αν ληφθεί υπόψη η παγκόσμια αλλαγή κλίματος.

Υφιστάμενα Μέτρα Προστασίας:

Η περιοχή φυσικής εξάπλωσής του, στον Τρίτυλο και τους Μαύρους Γκρεμούς, ανακηρύχθηκαν Περιοχές Προστασίας της Φύσης από το Υπουργικό Συμβούλιο,

το 1984 και 2000 αντίστοιχα. Τα δάση του προστατεύονται ως οικότοπος προτεραιότητας (9590, Παρ. I, Οδηγία 92/43/EOK) και η περιοχή εξάπλωσης του έχει προταθεί για συμπερίληψη στο Δίκτυο Φύση 2000. Το Τμήμα Δασών εφαρμόζει αποτελεσματικό σύστημα πυροπροστασίας των περιοχών φυσικής εξάπλωσής του. Επιπλέον, υπάρχει τράπεζα γονιδίων στην περιοχή του μεταλλείου Αμιάντου και πρόγραμμα παρακολούθησης του πληθυσμού του από το Τμήμα Δασών.

Προτεινόμενα Μέτρα Προστασίας:

Αξία και Χρήσεις: Είναι ένα από τα τέσσερα είδη του γένους *Cedrus*, που απαντούν στον κόσμο. Ζει σε θερμότερο κλίμα και είναι πιο σπάνιο από τους τρεις συγγενείς του. Σύμφωνα με τον Θεόφραστο το πλοίο του Δημητρίου του πολιορκητή κατασκευάστηκε από ξυλεία κυπριακού κέδρου. Χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό, για παραγωγή πολύτιμης ξυλείας και ως χριστουγεννιάτικο δέντρο.

Βιβλιογραφία:

- Barbéro M., Quézel P. 1979. Contribution à l'étude des groupements forestiers de Chypre. Documents phytosociologiques, Lille, IV : 9-34 + 1 Tab
- Christou A.K. 1991. The genetic and taxonomic status of Cyprus cedar *Cedrus brevifolia* (Hook.) Henry. MSc thesis, M.A.I.C.H., Greece, 96 p.+App.xxi
- Georghiou, K., Thanos, C.A., Daskalou, E. (1992). Ecophysiology of seed germination in *Cedrus brevifolia* (Hook F.) Henry. Proceedings of the 14th Panhellenic Biological Conference. pp. 43-44, Nicosia, Cyprus.
- Meikle R.D. 1977. *Flora of Cyprus*. Vol. 1. The Bentham-Moxon Trust, Royal Botanic Gardens, Kew, p. 832
- Τμήμα Δασών. 2000. Απογραφή της Δενδρώδους Βλάστησης και Αναγέννησης στη Περιοχή Προστασίας της Φύσης του Τριτύλου. Τμήμα Δασών, Τομέας Διαχείρισης και Μηχανογράφησης, Λευκωσία, (Εσωτερικό έγγραφο)
- Χρίστου Κ.Α. Έκθεση: Νεκρώσεις κέδρων (*Cedrus brevifolia* Hook.) στην περιοχή Τριτύλου για την περίοδο 1999-2000. Τμήμα Δασών Κύπρου, Τομέας Ερευνών Διαφώτισης και Δασοκομίας, Κλάδος Ερευνών, Λευκωσία, p. 14+1χάρτης

Τάκης Τσιντίδης, Χαράλαμπος Χριστοδούλου

Η οικοφυσιολογία της αναπαραγωγής στην Ιπποκαστανιά (*Aesculus hippocastanum* L.)

^{1,2}Τσιρούκης Α., ¹Γεωργίου Κ., ²Βέργος Σ. & ¹Θάνος Κ.Α.

¹Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, 157 84 Αθήνα.

²Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (ΤΕΙ) Λάρισας, Τμήμα Δασοπονίας, Καρδίτσα.

Περίληψη

Η Ιπποκαστανιά (*Aesculus hippocastanum* L., αγγλ. horse chestnut) είναι φυλλοβόλο δένδρο που ανήκει στην οικογένεια Hippocastanaceae. Το είδος αυτό έχει μια στενή φυσική κατανομή, περιοριζόμενο στα Ν. Βαλκάνια. Στην Ελλάδα βρίσκεται στην Ήπειρο, Μακεδονία, Θεσσαλία και Στερεά Ελλάδα. Η βιολογία του είδους ερευνάται για πρώτη φορά, στα πλαίσια της διδακτορικής διατριβής του πρώτου συγγραφέα, σε μεμονωμένα δένδρα και συστάδες φυσικών πληθυσμών, που απαντούν κυρίως κοντά ή μέσα σε ρέματα και υψόμετρα 300-1500 m, μαζί με είδη των γενών Ελάτης, Οξυάς, Σφενδάμου, Ιτιάς κ.λπ. Από 3 περιοχές φυσικής εξάπλωσης (Γρεβενά - οροσειρά Β. Πίνδου, Καρδίτσα - όρος Άγραφα και Λάρισα - όρος Κίσαβος) έγινε συλλογή σπερμάτων και καρπών κατά το διάστημα 18-30 Σεπτεμβρίου των ετών 2003 και 2004.

Οι μετρήσεις σπερμάτων (και καρπών) περιλάμβαναν, για κάθε προέλευση: μορφομετρική ανάλυση, προσδιορισμό της περιεχόμενης υγρασίας και κινητική της διάβρεξης. Πειράματα φύτευσης διεξήχθησαν στο Εργαστήριο σε σημαντικό αριθμό σπερμάτων (περίπου 2500 για κάθε χρόνο), κατ' αρχήν στις θερμοκρασίες 20, 25 και 30°C και αργότερα προς το τέλος των πειραμάτων στους 5, 10 και 15°C και επίσης στο πεδίο, κάτω από φυσικές συνθήκες (Δεκέμβριος-Μάρτιος) στον Κίσαβο σε υψόμετρο 200-700 m.

The ecophysiology of reproduction in *Aesculus hippocastanum* L.

^{1,2}Tsiroukis A., ¹Georgiou K., ²Vergos S. & ¹Thanos C.A.

¹Department of Botany, Faculty of Biology, University of Athens,
157 84 Athens, Greece.

²Institute of Technological Education (TEI) of Larisa, Department of Forestry,
Karditsa, Greece.

Abstract

Aesculus hippocastanum L. (horse chestnut) is a deciduous tree that belongs to the family Hippocastanaceae. It has a quite narrow, natural distribution, restricted in the

southern Balkans; in Greece, it is found in Epirus, Macedonia, Thessaly and Sterea Hellas usually in streams and at an altitude from 300-1500 m along with species of the genera *Abies*, *Fagus*, *Acer*, *Salix* etc. The reproductive biology of the species is investigated for the first time, within the context of the doctoral thesis of the first author, in individual trees and stands at three natural locations: Grevena - Northern Pindos range, Karditsa - Agrafa mountains and Larisa - Kisavos mountain. Fruits and seeds were collected during 18-30 September of 2003 and 2004.

For a certain number of seeds from each location, morphometric analysis, moisture content determination and imbibition kinetics were performed. Also, on a large number of seeds (about 2500 seeds each year), germination experiments were carried out in the laboratory, initially at temperatures 20, 25 and 30°C and later on at lower temperatures, 5, 10 and 15°C; additional field experiments took place under natural conditions (December - March), in mountain Kisavos at altitudes 200-700 m.

Εισαγωγή

Η Ιπποκαστανιά (*Aesculus hippocastanum* L.), είναι ένα ιδιαίτερου ενδιαφέροντος Βαλκανικό γεωστοιχείο, που θεωρείται υπόλειμμα της τριτογενούς περιόδου. Ως προς τη φυσική κατανομή του είδους, μπορούμε να πούμε ότι υπήρξε αρκετή σύγχυση. Η αρχική γνώση του φυσικού βιότοπου της Ιπποκαστανιάς ήταν συγκεχυμένη, με τον Λινναίο (Linnaeus 1753) να δίνει ως τόπο φυσικής εξάπλωσης του είδους τη Β. Ασία. Τα πράγματα ξεκαθάρισαν στα τέλη του 18^{ου} αιώνα (1795, 1797, 1798) από τον John Hawkins, ο οποίος ανακάλυψε φυσικές συστάδες σε περιοδεία του στην Ελλάδα, στην οροσειρά της Πίνδου, τα Ιωάννινα και την περιοχή του Πηλίου (Lack 2000). Επίσης, το 1879, δηλ. 80 χρόνια μετά την ανακάλυψη του Hawkins, ο Heldreich (1822-1902) επιβεβαίωσε την καταγραφή και ανέφερε 5 θέσεις ακόμη Ιπποκαστανιάς στην Ευρυτανία και τη Φθιώτιδα, πεπεισμένος πλέον ότι η Ιπποκαστανιά είναι πραγματικά άγρια και γηγενής στην περιοχή (Lack 2000).

Γνωρίζουμε λοιπόν σήμερα ότι η Ιπποκαστανιά είναι ενδημικό φυτό της Βαλκανικής και απαντά στον Ελλαδικό χώρο σε μικρούς φυσικούς πληθυσμούς, μικρά αθροίσματα ή και μεμονωμένα: στα ορεινά της Ηπείρου, Μακεδονίας, Θεσσαλίας και Στερεάς Ελλάδας. Στο Βαλκανικό χώρο, εντοπίζεται μάλλον σποραδικά στην Αλβανία, την πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας και τη Βουλγαρία.

Από τον 16^ο αιώνα η Ιπποκαστανιά καλλιεργήθηκε στην Κ. Ευρώπη σαν ένα ιδιαίτερα ελκυστικό και διακοσμητικό φυτό, βρίσκοντας εξέχουσα θέση μέσα στους κήπους και στο αστικό πράσινο της Δ. Ευρώπης και σήμερα καλλιεργούμενο στις εύκρατες περιοχές σε όλο τον κόσμο.

Η Ιπποκαστανιά είναι ένα εντυπωσιακό διακοσμητικό φυλλοβόλο δένδρο, με μεγάλα σύνθετα φύλλα (5-7 φυλλάρια) και σταυρωτά αντίθετη διάταξη. Τα άνθη της είναι μεγάλα, λευκά ή κίτρινα με ρόδινες κηλίδες, πολύγαμα ή μονογενή, συνήθως σε όρθιες, πυκνές ωοειδείς φόβες. Ιδιαίτερα κατά τους μήνες Μάιο-Ιούνιο προσδίδουν στο είδος ιδιαίτερη αισθητική αξία. Ο καρπός, μεγάλη αγκαθωτή κάψα, σχίζεται κατά την ωρίμανση (Σεπτέμβριο-Οκτώβριο) σε 3 (δίχωρα) μέρη και προβάλλουν 1-3 (συνήθως) μεγάλα κοκκινοκαστανά γυαλιστερά σπέρματα, νεφροειδή ή στρογγυλά. Τα σπέρματα ταξινομούνται ως προς την αποθηκευτική τους συμπεριφορά στα ανορθόδοξα (ή αιρετικά, recalcitrant κατά Roberts 1973) ενώ κατά τη διασπορά τους παρουσιάζουν

μεγάλη υδατοπεριεκτικότητα.

Παρατηρήσεις Πεδίου

Η Ιπποκαστανιά μελετήθηκε για 2 συνεχόμενα έτη σε 3 φυσικές περιοχές εξάπλωσης, ήτοι: Γρεβενά (οροσειρά Β. Πίνδου), Καρδίτσα (όρος Άγραφα) και Λάρισα (όρος Κίσαβος). Στις 3 φυσικές περιοχές επίσης, πραγματοποιήσαμε μετρήσεις και παρατηρήσεις σε όλα τα στάδια αναπαραγωγής (ανθοφορία, καρπόδεση, ωρίμανση και συλλογή των σπερμάτων). Περί τα τέλη Μαρτίου στα γυμνά κλαδιά είναι έντονη η παρουσία των διογκωμένων οφθαλμών και μέσα στο 1^ο δεκαπενθήμερο του Απριλίου (ανάλογα με την γεωγραφική περιοχή, το υψόμετρο και τις κλιματολογικές συνθήκες) η έκπτυξη των φύλλων έχει ολοκληρωθεί.

Η άνθιση εμφανίζεται λίγο αργότερα και μέσα στο Μάιο στις περισσότερες περιοχές παρατηρείται πλήρης ανθοφορία. Οι ταξιανθίες, όρθιες φόβες λευκές ή κίτρινες, είναι μεγάλες και εντυπωσιακές και προσελκύουν διάφορα έντομα-επικονιαστές. Σε επιλεγμένα δένδρα όλων των προελεύσεων σημαδέψαμε έναν αριθμό ταξιανθιών ανά δένδρο (2-3) και μετρήσαμε τον αριθμό των ανθέων ανά ταξιανθία. Την πορεία αυτών των ταξιανθιών παρακολουθήσαμε και στα επόμενα στάδια μέχρι την συλλογή των καρπών. Επίσης αδρομερής εκτίμηση των ταξιανθιών ανά δένδρο έγινε και σε όλα τα επιλεγέντα δένδρα, για να έχουμε επίσης και μια εκτίμηση της καρποφορίας. Από την εποχή της άνθισης ακόμη μπορεί κάποιος έστω και με σημαντική πιθανότητα σφάλματος να σχηματίσει μια εικόνα για τη μέλλουσα καρποφορία του έτους. Κατά το 2003, τόσο η ανθοφορία όσο και η καρποφορία ήταν πάρα πολύ καλή, έτσι ώστε μπορούμε να ομιλούμε για μια χρονιά πληροκαρπίας (masting). Σε αντίθεση τώρα, το 2004 ήταν μια πολύ «φτωχή» χρονιά παραγωγής καρπών και αξίζει να σημειωθεί πώς το φαινόμενο αυτό ήταν καθολικό σε όλες τις φυσικές περιοχές εξάπλωσης του είδους και ίσως θα λέγαμε ότι υπήρχε ένας συγχρονισμός στη συμπεριφορά παράλληλα και με άλλα συνοδά γένη (π.χ *Fagus*, *Acer* κ.λπ.). Ενδείξεις για το αποτέλεσμα της φτωχής χρονιάς υπήρχαν από την περίοδο της ανθοφορίας. Οι ταξιανθίες ήταν σαφώς λιγότερες, περιοριζόμενες στην κορυφή της κόμης και επίσης δεν είχαν και την ευρωστία του προηγούμενου έτους. Το αποτέλεσμα βέβαια κατά την συλλογή μας επιβεβαίωσε τις πρώτες ενδείξεις. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι, αρκετά δένδρα δεν είχαν ούτε ένα καρπό και άλλα, μόνο 5-10. Πρέπει να αναφέρουμε επίσης ότι σε κάθε ταξιανθία τα γόνιμα άνθη περιορίζονται στη βάση της ενώ τα υπόλοιπα μάλλον είναι στημονώδη (Rudolf 1974).

Από την έναρξη της καρπόδεσης μέχρι την ωρίμανση των καρπών (τέλη Σεπτεμβρίου - αρχές Οκτωβρίου), παρεμβάλλονται περίπου 120-130 ημέρες. Οι κλιματικές συνθήκες (άνεμος, βροχή, θερμοκρασία κλπ.), επηρεάζουν σημαντικά την αποβολή (abortion) των καρπών κυρίως στα πρώτα στάδια και έτσι καταλήγουμε κατά την ωρίμανση να έχουμε 1-5 καρπούς ανά ταξικαρπία.

Μορφομετρία σπερμάτων και καρπών

Η συλλογή των σπερμάτων σε όλες τις περιοχές έγινε το 2^ο δεκαπενθήμερο του Σεπτεμβρίου. Ένας συγκεκριμένος αριθμός καρπών (10 ανά δένδρο), συλλέχθηκαν επί του δένδρου και ενώ ήταν μισάνοιχτοι, δηλαδή λίγο πριν την διασπορά τους. Αμέσως τοποθετήθηκαν σε polybag και σε φορητό ψυγείο για την μεταφορά τους και στη

συνέχεια αποθηκεύθηκαν στο ψυγείο στους 5°C. Τα υπόλοιπα σπέρματα (2500-3000) συλλέχθηκαν από το έδαφος (είτε την ίδια στιγμή της διασποράς τους ή το πολύ 1-2 ημέρες μετά) και επίσης μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου και αποθηκεύθηκαν στο ψυγείο στους 5°C. Τα σπέρματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση διαφόρων μετρήσεων (μορφομετρία, βάρη καρπών και σπερμάτων, εκατοστιαία κατανομή του περιβλήματος, των κοτυληδόνων και του εμβρυακού άξονα, εκτίμηση της περιεχόμενης υγρασίας) και πειραμάτων (κινητική της διάβρεξης, φύτρωση).

Τα βάρη των καρπών και σπερμάτων από τις 3 προελεύσεις και για τα έτη 2003 και 2004, δίδονται στους Πίνακες 1 και 2.

Πίνακας 1. Βάρη καρπών (g) συλλογής 3 προελεύσεων και 2 ετών (2003 και 2004). Οι $\pm$ τιμές παριστούν το τυπικό σφάλμα (SE) και η τιμή n το πλήθος του δείγματος.

	ΓΡΕΒΕΝΑ 2003	ΓΡΕΒΕΝΑ 2004	ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2003	ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2004	ΚΙΣΑΒΟΣ 2003	ΚΙΣΑΒΟΣ 2004
m	37,1 $\pm$ 1,5	38,6 $\pm$ 2,5	46,9 $\pm$ 2,1	43,0 $\pm$ 4,4	36,6 $\pm$ 1,0	42,2 $\pm$ 1,5
n	169	50	81	23	127	50

Πίνακας 2. Βάρη σπερμάτων (g) συλλογής 3 προελεύσεων και 2 ετών (2003 και 2004). Οι $\pm$ τιμές παριστούν το τυπικό σφάλμα (SE) και η τιμή n το πλήθος του δείγματος.

	ΓΡΕΒΕΝΑ 2003	ΓΡΕΒΕΝΑ 2004	ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2003	ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2004	ΚΙΣΑΒΟΣ 2003	ΚΙΣΑΒΟΣ 2004
m	13,6 $\pm$ 0,4	12,6 $\pm$ 0,6	14,6 $\pm$ 0,4	14,1 $\pm$ 0,7	13,3 $\pm$ 0,4	16,3 $\pm$ 0,5
n	203	58	117	36	158	56

Υπολογισμός περιεχόμενης υγρασίας και μάζας των συστατικών του σπέρματος

Τα σπέρματα (n = 70) προέλευσης Γρεβενών, με νωπό βάρος μεταξύ 11 και 13 g, τοποθετήθηκαν σε polybag και στεγανό δοχείο (τάπερ) και αποθηκεύθηκαν στο ψυγείο στους 5°C. Κατά διαστήματα, σε δείγματα 10 σπερμάτων κάθε φορά, πραγματοποιήθηκε προσδιορισμός της περιεχόμενης υγρασίας των σπερμάτων καθώς και της εκατοστιαίας συμμετοχής των συστατικών του σπέρματος, δηλ. του σπερματικού περιβλήματος, των κοτυληδόνων και του εμβρυακού άξονα. Τα πειράματα διεξήχθησαν στο Εργαστήριο Δασικής Οικολογίας του Τμήματος Δασοπονίας του παρ. Καρδίτσας του ΤΕΙ Λάρισας, από τον Οκτώβριο του 2004 μέχρι τον Φεβρουάριο του 2005.

Κάθε δείγμα (n = 10 σπέρματα), στην αρχή του κάθε πειράματος ζυγίζονταν με ηλεκτρονικό ζυγό τύπου Ohayo MP 300 και στη συνέχεια κάναμε διαχωρισμό του περιβλήματος, των κοτυληδόνων και του εμβρυακού άξονα τοποθετώντας αυτά σε μικρά δοχεία αλουμινίου και στη συνέχεια σε κλίβανο ξήρανσης για 72 ώρες στους 103°C. Επίσης σε ένα δείγμα n = 10 σπερμάτων, πραγματοποιήθηκε αφυδάτωση σε συνθήκες δωματίου για 36 ώρες.

Σκοπός του πειράματος αυτού ήταν να διαπιστώσουμε την περιεχόμενη υγρασία σε

κάθε συστατικό του σπέρματος, μετά τον χειρισμό αυτό της μερικής αφυδάτωσης. Φαινομενικά είχαμε την αίσθηση ότι την μεγαλύτερη μεταβολή θα είχε υποστεί το περίβλημα, διότι ήδη πριν την τοποθέτηση στον κλίβανο ήταν αρκετά συρρικνωμένο και επίσης την ίδια αίσθηση μας έδινε και ο εμβρυακός άξονας. Η Εικ. 1 απεικονίζει τις μεταβολές της περιεχόμενης υγρασίας (%) των τμημάτων του σπέρματος.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές υδατοπεριεκτικότητας των 7 πειραμάτων (της Εικ. 1) με σπέρματα συλλογής Γρεβενών χωρίς αφυδάτωση καθώς επίσης και οι τιμές του πειράματος αφυδάτωσης σε συνθήκες δωματίου.

Πίνακας 3. Η περιεχόμενη υγρασία (%) των τμημάτων του σπέρματος. Στην 1^η γραμμή παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των (7) πειραμάτων ($n = 70$). Οι $\pm$ τιμές είναι το τυπικό σφάλμα (SE). Αντίστοιχα στην 2^η γραμμή δίδονται οι τιμές μετά από αφυδάτωση σε συνθήκες δωματίου ($n = 10$).

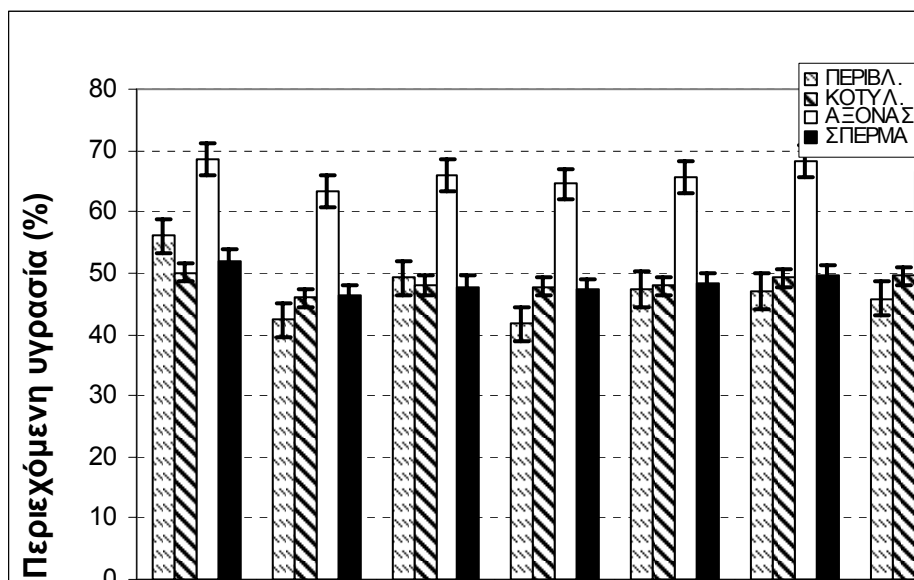
Χειρισμός	Περίβλημα	Κοτυληδόνες	Εμβρ. άξονας	Σπέρμα
Χωρίς αφυδάτωση	45,8 $\pm$ 0,7	42,3 $\pm$ 0,3	66,0 $\pm$ 0,6	48,7 $\pm$ 0,3
Με αφυδάτωση	28,3 $\pm$ 0,4	37,0 $\pm$ 0,4	45,6 $\pm$ 0,4	36,3 $\pm$ 0,4

Συγκρίνοντας τα αντίστοιχα εκατοστιαία ποσοστά διαπιστώνουμε ότι στα αφυδατωμένα σπέρματα η παρατηρούμενη ελάττωση της υγρασίας διαφέρει στα διάφορα τμήματα του σπέρματος: 38,2% μείωση στο περίβλημα, 30,9% στον εμβρυακό άξονα και 23,3% στις κοτυληδόνες (25,4% στο σύνολο του σπέρματος). Δηλαδή, κατά την αφυδάτωση, οι απώλειες είναι αναλογικά κατά πολύ μεγαλύτερες στο περίβλημα, ενδιάμεσες στον άξονα και μικρότερες στις κοτυληδόνες.

Πειράματα φύτευσης

Αμέσως μετά τη συλλογή όλα τα σπέρματα μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Βοτανικής του ΕΚΠΑ και αποθηκεύθηκαν σε polybags μέσα στο ψυγείο και στους 5°C. Πειράματα φύτευσης έγιναν για περίπου 6 μήνες κάθε χρονιά σε ελεγχόμενες, σταθερές θερμοκρασίες στους 5, 10, 15, 20, 25 και 30°C σε θαλάμους φύτευσης (Model BK 5060 EL, W.C. Heraeus, Hanau, Germany). Επίσης πειράματα φύτευσης έγιναν και στο πεδίο (όρος Κίσαβος), σε 3 διαφορετικές θέσεις με δείγμα $n = 50$ σπέρματα κάθε φορά, κάτω από φυσικές συνθήκες και σε υψόμετρα από 200-700 m. Παράλληλα τοποθετήθηκε ψηφιακός καταγραφέας (datalogger) θερμοκρασίας.

Στο εργαστήριο, τα προς φύτευση σπέρματα τοποθετούνται σε πλαστικά δοχεία διαστάσεων 18 X 15 X 4 cm σε ομάδες των 10 σπερμάτων και με 3 επαναλήψεις για κάθε θερμοκρασία. Μετά τη διάστρωση διπλής στρώσης απορροφητικού χαρτιού γίνεται διάβρεξη με περίπου 150 ml απιονισμένο νερό. Ως κριτήριο φύτευσης χρησιμοποιήθηκε η έξοδος και ανάπτυξη του ριζιδίου σε μήκος 1 cm, οι δε μετρήσεις φύτευσης γίνονται σε τακτά διαστήματα 5-7 ημερών.



Εικόνα 1. Υδατοπεριεκτικότητα των διαφόρων τμημάτων των σπερμάτων υποκαστανιάς (συλλογή Γρεβενών 2004) σε 7 διαδοχικά πειράματα, μετά από διάφορα χρονικά διαστήματα αποθήκευσης στο ψυγείο στους 5°C, καθώς και σε 1 πείραμα αφυδάτωσης των σπερμάτων που έγινε σε συνθήκες δωματίου για 36 ώρες (28/2/05 – αφυδάτωση). Έναρξη αποθήκευσης των σπερμάτων στο ψυγείο: 1/10/2004. Τα κατακόρυφα ευθύγραμμα τμήματα παριστούν το τυπικό σφάλμα.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Όσον αφορά μεν τα μορφομετρικά στοιχεία (μέσο βάρος σπερμάτων, εκατοστιαία συμμετοχή του περιβλήματος, των κοτυληδόνων και του εμβρυακού άξονα και της αντίστοιχης περιεχόμενης υγρασίας), δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των διαφόρων προελεύσεων. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ο βαρύτερος καρπός και σπέρμα μετρήθηκε σε σπέρματα συλλογής Γρεβενών το 2003 με αντίστοιχα βάρη 127,52 και 29,72 g. Επίσης η υδατοπεριεκτικότητα των σπερμάτων κατά την διασπορά τους εγγίζει ή ξεπερνά το 50%. (52,06% Γρεβενά, 2004)

Όσον αφορά δε τα αποτελέσματα φύτευσης που προέκυψαν, σε γενικές γραμμές συμφωνούν με προηγούμενα αποτελέσματα των: (Daws et al. 2004, Pritchard et al. 1999, Tompsett et al. 1993, 1998, Steadman et al. 2004). Αυτά συνοψίζονται στα παρακάτω:

1. Τα σπέρματα μετά την ωρίμανση και διασπορά είναι ληθαργικά και για την ενεργοποίηση της φύτευσης απαιτούν στρωμάτωση ή και απλή παραμονή (αποθήκευση) σε χαμηλή θερμοκρασία 5°C (ψυγείου).
2. Αμέσως μετά την ωρίμανση, η φύτευση παρατηρείται σε ικανοποιητικά ποσοστά μόνο στους 30°C.
3. Και οι δύο (2) χειρισμοί των σπερμάτων (αποθήκευση στο ψυγείο και στρωμάτωση) έδωσαν παρόμοια προώθηση της φύτευσης.

4. Μετά από αποθήκευση περίπου πέντε (5) μηνών στο ψυγείο (5°C), παρατηρήθηκε πλήρης φύτρωση των σπερμάτων, ακόμη και στους 5, 10 και 15°C και μάλιστα με μεγαλύτερο τάχος φύτρωσης.
5. Επίσης, σε 3 πειράματα πεδίου, σε διαφορετικές θέσεις (υψόμετρο 200-700 m) στον Κίσαβο παρατηρήθηκε φύτρωση σε ποσοστό 72-86% (με δείγμα n = 50 σπέρματα), κάτω από φυσικές συνθήκες (ψύχους, χιονιού κλπ) περίπου 5 μήνες μετά την διασπορά των σπερμάτων.
6. Σπέρματα που αφυδατώθηκαν σε τελική υδατοπεριεκτικότητα 15 και 20%, δεν φύτρωσαν καθόλου (δηλαδή νεκρώθηκαν).
7. Σε όλες τις περιοχές έρευνας και όχι μόνον παρατηρήθηκε ότι ο κύριος βιότοπος της Ιπποκαστανιάς είναι τα ρέματα.
8. Παρατηρήθηκε το φαινόμενο της πληροκαρπίας (masting) κατά το έτος 2003 και μάλιστα συγχρονισμένα σε όλες τις περιοχές μελέτης.
9. Ο αριθμός των ανθέων ανά ταξιανθία κυμαίνεται από 23-37 και
10. Τέλος, θεωρούμε ότι ο κύριος παράγοντας διασποράς των σπερμάτων είναι το νερό, αφού διαπιστώσαμε διασπορά σπερμάτων στον Κίσαβο, στο ρέμα Κακοσκάλι (Νοέμβριος 2004), τουλάχιστον 2000 m μακριά από το μητρικό φυτό, μετά από προηγούμενη μεγάλη νεροποντή (ύψους 300 mm βροχής).

Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης Ν. 1986. Δασική Βοτανική (δένδρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδος). Μέρος II. Θεσσαλονίκη.
- Daws M., Lydall E., Chmielarz P., Leprince O., Matthews S., Thanos C.A. & Pritchard H. 2004. Developmental heat sum influences recalcitrant seed traits in *Aesculus hippocastanum* across Europe. *New Phytologist* 162: 157-166.
- Lack W. 2000. Lilac and Horse-Chestnut: Discovery and rediscovery. *Curtis's Botanical Magazine*, ser. 6, 17: 109-141.
- Pritchard H.W., Steadman K.J., Nash J.V. & Jones C. 1999. Kinetics of dormancy release and the high temperature germination response in *Aesculus hippocastanum* seeds. *Journal of Experimental Botany* 50: 1507-1514.
- Roberts E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science Technology* 1: 499-514.
- Rudolf P.O. 1974. *Aesculus* L. Pp. 195-200. In: Schopmeyer C.S., tech. coord., *Seeds of woody plants in the United States*. Agric. Handbk. 450. Washington, DC: USDA Forest Service.
- Steadman K. & Pritchard H. 2004. Germination of *Aesculus hippocastanum* seeds following cold-induced dormancy loss can be described in relation to a temperature-dependent reduction in base temperature (T_b) and thermal time. *New Phytologist* 161: 415-425.
- Tompsett P. & Pritchard H. 1993. Water status changes development in relation to the germination and desiccation tolerance of *Aesculus hippocastanum* L. seeds. *Annals of Botany* 71: 107-116.
- Tompsett P. & Pritchard H. 1998. The effect of chilling and moisture status on the germination, desiccation tolerance and longevity of *Aesculus hippocastanum* L. seed. *Annals of Botany* 82: 249-261.

Αφθονία ορχεοειδών στα ορεινά συγκροτήματα και στα ενδιαιτήματα της ανατολικής Μακεδονίας (ΒΑ Ελλάδα)

Τσιφτσής Σ., Καραγιαννακίδου Β. & Τσιριπίδης Ι.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη πραγματεύεται τον πλούτο των ορχεοειδών στα ορεινά συγκροτήματα και τα ενδιαιτήματα της ανατολικής Μακεδονίας. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών υπάρχει στα διάκενα των δασών δρυός, στα διάκενα των θαμνώνων γαύρου-οστράς και τη μακκία-ψευδομακκία βλάστηση, ενώ τα λιγότερα είδη απαντώνται στα δάση ερυθρελάτης και τα διάκενά τους. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται η σημασία της διατήρησης των διακένων των δασών για την προστασία των ορχεοειδών.

Orchid species richness in the mountains and the habitats of east Macedonia (NE Greece)

Tsiftsis S., Karagiannakidou V. & Tsiripidis I.

Institute of Systematic Botany and Phytogeography, Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

The present study deals with the orchid richness in the mountains and the habitats of east Macedonia (NE Greece). The results revealed that the highest number of taxa exists in the openings of the *Quercus* forests (31) as well as in the openings of *Carpinus-Ostrya* scrubs (24) and the maquis - pseudomaquis vegetation type (24). The lower orchid richness was found in the spruce forests (1) and their openings (1). Finally, the analysis of the results revealed the importance of the maintenance of the openings in order to conserve the orchids' diversity in the study area.

Εισαγωγή

Η οικογένεια των ορχεοειδών (*Orchidaceae* L.) αποτελεί την πλουσιότερη οικογένεια του φυτικού βασιλείου, περιλαμβάνοντας 25-30.000 είδη. Στην Ελλάδα απαντώνται περίπου 160 έως 170 είδη, η πλειοψηφία των οποίων εμφανίζεται στη νότια και νησιωτική χώρα. Στη βόρεια Ελλάδα και ειδικότερα στην ανατολική Μακεδονία οι έρευνες που αφορούν αποκλειστικά τα ορχεοειδή είναι λίγες (π.χ. Karagiannakidou &

Babalonas 1981, Voliotis & Karagiannakidou 1984), ενώ οι περισσότερες πληροφορίες προέρχονται από γενικότερες χλωριδικές και φυτοκοινωνιολογικές μελέτες. Η περιοχή της ανατολικής Μακεδονίας παρουσιάζεται ιδιαίτερα πλούσια σε αριθμό ορχεοειδών, γιατί αποτελεί ταυτόχρονα το νοτιότερο όριο εξάπλωσης ειδών της Κ και Β Ευρώπης καθώς και το βορειότερο όριο εξάπλωσης αρκετών ειδών της Ν Ελλάδας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει την κατανομή του πλούτου των ορχεοειδών στα ορεινά συγκροτήματα και τα ενδιαιτήματα της ανατολικής Μακεδονίας.

Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στην ανατολική Μακεδονία και συγκεκριμένα περιλαμβάνει τα όρη Βροντούς, Όρβηλο, Φαλακρό, Μενοίκιο, Παγγαίο, καθώς και το δυτικό τμήμα της οροσειράς της Ροδόπης που βρίσκεται στο νομό Δράμας.

Στην περιοχή επικρατούν διάφοροι τύποι βλάστησης ανάλογα με το υψόμετρο, την έκθεση, τις εδαφικές συνθήκες, τη διαφοροποίηση του μικροκλίματος, αλλά και τις ανθρωπογενείς επεμβάσεις στη βλάστηση (βόσκηση, πυρκαγιές, υλοτομίες) κατά το παρελθόν.

Στα χαμηλά υψόμετρα και κυρίως σε νότιες εκθέσεις κυριαρχεί η μακκία-ψευδομακκία βλάστηση, με επικρατέστερο είδος το *Quercus coccifera*, η πυκνότητα της οποίας εξαρτάται από τις σταθμολογικές συνθήκες και την ένταση της βόσκησης. Αυτό το ενδιαιτήμα υπάρχει σε όλα τα βουνά της περιοχής μελέτης, εκτός από το δυτικό τμήμα της οροσειράς της Ροδόπης. Σημαντικές εκτάσεις καταλαμβάνει στο Φαλακρό, στο Μενοίκιο, όπου φτάνει ή και ξεπερνάει σε ορισμένες περιοχές τα 1000 m (Karagiannakidou & Kokkini 1987), καθώς και στο Παγγαίο όρος. Στις νότιες και χαμηλού υψομέτρου περιοχές του Παγγαίου, εκτός από τους θαμνώνες με *Q. coccifera*, εμφανίζονται σε σχετικά μεγάλη έκταση βλάστηση φρυγάνων με κυρίαρχο είδος το *Erica manipuliflora* (Papanicolaou 1985).

Σε μεγαλύτερα υψόμετρα και στις βόρειες εκθέσεις η βλάστηση διαφοροποιείται αρκετά και στη σύνθεσή της συμμετέχουν, κυρίως, πλατύφυλλα είδη της υποζώνης της οστρυάς με κυρίαρχα είδη τα *Carpinus orientalis*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Acer monspessulanum*, *Quercus pubescens* κ.ά.

Τους θαμνώνες γαύρου-οστρυάς ακολουθεί η ζώνη της δρυός, η οποία καταλαμβάνει μεγάλη έκταση στην περιοχή μελέτης και κυρίως στο δυτικό τμήμα της οροσειράς της Ροδόπης και στο Φαλακρό όρος. Κατά θέσεις και εντός αυτής της ζώνης απαντώνται συστάδες καστανιάς, κυρίως, στο Μενοίκιο και στο Παγγαίο όρος (Karagiannakidou & Kokkini 1987, Papanicolaou 1985).

Η οξιά απαντάται επάνω από τη ζώνη της δρυός, σχηματίζοντας εκτεταμένα και παραγωγικά δάση, αλλά και στις μισγάγγειες της παραπάνω ζώνης. Στο Μενοίκιο όρος (Karagiannakidou & Kokkini 1987), καθώς επίσης στις βόρειες πλαγιές του Φαλακρού και του Παγγαίου όρους (Schreiber 1998, Papanicolaou 1985) σχηματίζει τα δασοόρια. Στη Ροδόπη απαντάται σε μεγάλη έκταση, ενώ στον Όρβηλο εμφανίζεται σε λίγες θέσεις εντός των ρεμάτων. Στα όρη Βροντούς εμφανίζεται στα πιο γόνιμα εδάφη, ενώ στα μετρίως γόνιμα βρίσκεται σε μίξη με τη δασική πεύκη (*Pinus sylvestris*), την οποία τείνει να αντικαταστήσει (Βολιώτης 1976).

Δάση κωνοφόρων υπάρχουν σε όλα τα ορεινά συγκροτήματα της περιοχής μελέτης. Τα είδη που τα συγκροτούν είναι τα *Pinus nigra*, *P. sylvestris*, *P. leucodermis*, *Picea*

abies και *Abies borisii-regis*. Το *Pinus nigra* εμφανίζεται στη Ροδόπη (Φρακτό, Στάμνα), τον Όρβηλο, καθώς επίσης και στο Φαλακρό όπου και σχηματίζει τα δασοόρια στις νότιες εκθέσεις (Schreiber 1998). Το *Pinus sylvestris* εμφανίζεται στη Ροδόπη (Βαθύρεμα, Ελατιά, Λεπίδα), στα όρη Βροντούς και στον Όρβηλο (μεγάλο μέρος νεαρών κυρίως συστάδων κήκαν τον Αύγουστο του 2000). Η ερυθρελάτη (*Picea abies*) απαντάται αποκλειστικά στη Ροδόπη, ενώ το *Pinus leucodermis* βρίσκεται στον Όρβηλο και σχηματίζει αμιγείς, αλλά και μικτές συστάδες με τη δασική και τη μαύρη πεύκη. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην περιοχή εμφανίζεται και το *Abies borisii-regis*, κυρίως σε μίξη με οξιά, στο Μενοίκιο και Παγγαίο όρος (Schreiber 1998), ενώ με άλλα κωνοφόρα και οξιά στη Ροδόπη (Ελευθεριάδου 1992, Τσιριπίδης 2001).

Πάνω από τα δασοόρια, που στις πλείστες των περιπτώσεων είναι ανθρωπογενή, απαντώνται τα υπαλπικά λιβάδια τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της πλούσιας χλωρίδας τους. Το παραπάνω ενδιαίτημα απουσιάζει από το μεγαλύτερο τμήμα της οροσειράς της Ροδόπης, οι κορυφές της οποίας είναι καλυμμένες με δάση (Ελευθεριάδου 1992). Εξάιρεση αποτελεί το Παρθένο δάσος όπου υπάρχουν λιβάδια σε υψόμετρα από 1600 μέχρι 1950 m (Θεοδωρόπουλος κ.ά. 2001).

Τέλος, σπάνιο ενδιαίτημα, που υπάρχει μόνο σε λίγες θέσεις διασκορπισμένες στην περιοχή μελέτης, είναι τα υγρά λιβάδια τα οποία εμφανίζονται υπό μορφή διακένων σε δάση οξιάς, πεύκης, δρυός και ερυθρελάτης.

Ενδιαίτηματα με μεγάλη ποικιλότητα ειδών είναι και τα διάφορων τύπων διάκενα που υπάρχουν εντός των προαναφερθέντων δασικών τύπων βλάστησης. Σ' αυτά τα διάκενα λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών (ηλιακής ακτινοβολίας, υγρασίας, συνθηκών ανταγωνισμού) που επικρατούν αναπτύσσονται αρκετά ορχεοειδή και μάλιστα σε αρκετά μεγάλους πληθυσμούς.

Γεωλογικά η περιοχή μελέτης ανήκει στη Μάζα της Ροδόπης, η οποία κυριαρχείται από κρυσταλλοσχιτώδη και πυριγενή πετρώματα, με σημαντική παρουσία όξινων πυριγενών πετρωμάτων, πλουτωνιτών και ηφαιστιτών. Οι πλουτωνίτες είναι κυρίως γρανίτες, γρανοδιορίτες, μονζονίτες, χαλαζιακοί μονζονίτες και διορίτες (Μουντράκης 1985).

Το κλίμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεσογειακό στις νότιες και χαμηλού υψομέτρου εκθέσεις, με θερμά, ξηρά καλοκαίρια και ψυχρούς, υγρούς χειμώνες. Προχωρώντας βορειότερα και στα μεγαλύτερα υψόμετρα το κλίμα παρουσιάζει μετάβαση από το μεσογειακό προς το ηπειρωτικό, με τα καλοκαίρια να γίνονται βραχύτερα, διατηρώντας όμως το θερμό τους χαρακτήρα, ενώ οι χειμώνες γίνονται ψυχρότεροι (δριμύτεροι) και μεγαλύτερης διάρκειας. Επιπλέον, η κατανομή των κατακρημνισμάτων γίνεται περισσότερο ομοιόμορφη κατά τη διάρκεια του έτους (Μπαλαφούτης 1977).

Υλικά και μέθοδος έρευνας

Η παρούσα μελέτη βασίζεται σε παρατηρήσεις και προσωπικές συλλογές οι οποίες έγιναν κατά το χρονικό διάστημα 1998-2004.

Η ταξινόμηση και ονοματολογία των taxa έγινε σύμφωνα με τους Delforge (1995), Buttler (1986), Strid & Tan (1991) και Tutin et al. (1980).

Στον αριθμό των taxa έχουν προσμετρηθεί και τα υβρίδια τα οποία βρέθηκαν σε κάθε ορεινό συγκρότημα.

Η καταγραφή των taxa έγινε ανά ενδιαίτημα. Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης τα ενδιαίτηματα της περιοχής μελέτης ταξινομήθηκαν σε 17 συνολικά κατηγορίες:

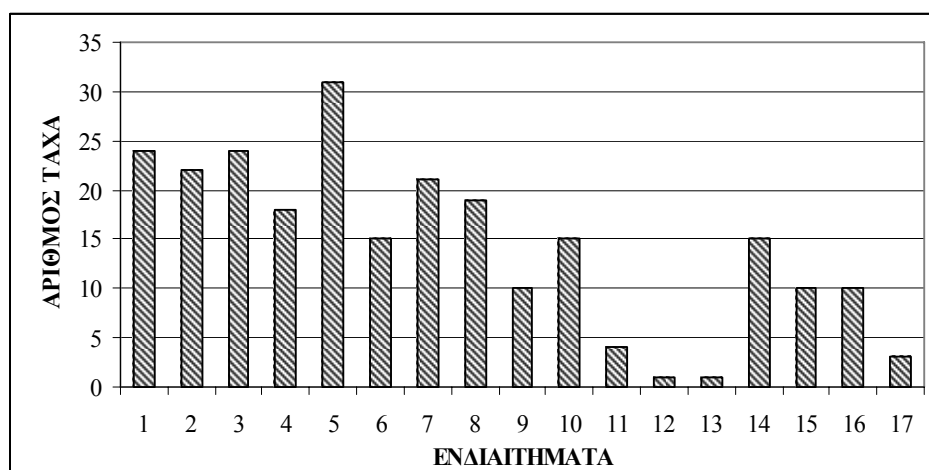
- 1: Μακκία–Ψευδομακκία βλάστηση
- 2: Θαμνώνες γαύρου-οστρυάς
- 3: Διάκενα θαμνώνων γαύρου-οστρυάς
- 4: Δάση δρυός
- 5: Διάκενα δρυοδασών
- 6: Δάση οξιάς
- 7: Διάκενα δασών οξιάς
- 8: Δάση δασικής πεύκης
- 9: Διάκενα δασών δασικής πεύκης
- 10: Δάση μαύρης πεύκης
- 11: Διάκενα δασών μαύρης πεύκης
- 12: Δάση ερυθρελάτης
- 13: Διάκενα δασών ερυθρελάτης
- 14: Υπαλπικά λιβάδια
- 15: Υγρά λιβάδια
- 16: Αναδασώσεις τραχείας πεύκης
- 17: Δάση σημύδας.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Η κατανομή του πλούτου των ορχεοειδών στα ενδιαίτηματα και στα ορεινά συγκροτήματα της περιοχής μελέτης παρουσιάζει σημαντική διαφοροποίηση. Από τον Πίνακα 1 και την Εικ. 1 φαίνεται ότι τα περισσότερα taxa (31) εμφανίζονται στα διάκενα των δρυοδασών. Ακολουθούν τα διάκενα των θαμνώνων γαύρου-οστρυάς με 24 taxa και η μακκία-ψευδομακκία βλάστηση με τον ίδιο αριθμό taxa. Έπονται οι θαμνώνες γαύρου-οστρυάς με 22 taxa, ενώ τα ενδιαίτηματα στα οποία απαντώνται τα λιγότερα taxa είναι τα δάση και τα διάκενα δασών ερυθρελάτης με 1 μόνο taxon. Ο μικρός αριθμός ορχεοειδών που παρουσιάζουν τα τελευταία ενδιαίτηματα μπορεί να αποδοθεί στην χαμηλή τιμή του pH που παρουσιάζουν τα εδάφη στα δάση ερυθρελάτης, ενώ όσον αφορά τα διάκενα, στο μεγάλο ύψος και τη μεγάλη πυκνότητα της φυτοκάλυψης (λόγω της υψηλής υγρασίας και του μεγάλου ύψους των βροχοπτώσεων, καθώς και της έλλειψης βόσκησης) σε συνδυασμό με τη μειωμένη ανταγωνιστική ικανότητα των ορχεοειδών (Dafni 1987).

Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ δασών και διακένων βρέθηκε ότι τα διάκενα των θαμνώνων γαύρου-οστρυάς, δρυός και οξιάς παρουσιάζουν μεγαλύτερο αριθμό taxa από τα αντίστοιχα δάση. Το αντίθετο όμως συμβαίνει στα διάκενα των δασών δασικής και μαύρης πεύκης, στα οποία ο αριθμός των taxa είναι μικρότερος σε σχέση με αυτόν που βρέθηκε στα δάση τους. Η αιτία της παραπάνω διαφοροποίησης μπορεί να αποδοθεί στη βόσκηση που ασκείται στα διάκενα των θαμνώνων γαύρου-οστρυάς, δρυός και οξιάς, η οποία όμως απουσιάζει ή είναι πολύ χαμηλής έντασης στα διάκενα των δασών δασικής και μαύρης πεύκης. Η ένταση βόσκησης λειτουργεί ως ρυθμιστής του ύψους και της πυκνότητας της βλάστησης στα διάκενα, ρυθμίζοντας έτσι κατά έμμεσο τρόπο τις

πιθανότητες εγκατάστασης και επιβίωσης των χαμηλής ανταγωνιστικής ικανότητας ορχεοειδών.



Εικόνα 1. Ιστόγραμμα του αριθμού ορχεοειδών στα ενδιαίτηματα της ανατολικής Μακεδονίας.

Πίνακας 1. Αριθμός taxa ανά ενδιαίτημα και ορεινό συγκρότημα. Οι αριθμοί των ενδιαιτημάτων αντιστοιχούν με αυτούς που δίνονται στην παράγραφο υλικά και μέθοδοι.

Ενδιαίτηματα Όρη	Ενδιαίτηματα																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Φαλακρό	14	13	16	12	22	9	15	-	-	12	-	-	-	13	3	9	-
Μενοίκιο	13	13	16	6	11	10	13	-	5	-	-	-	-	9	4	4	-
Παγγαίο	19	1	9	8	6	7	3	-	1	-	-	-	-	6	-	1	-
Ροδόπη	-	14	6	16	17	12	5	19	8	11	2	1	1	-	7	-	3
Όρβηλος	1	6	9	-	-	2	-	-	1	8	2	-	-	7	-	-	-
Βροντούς	5	1	6	3	7	6	2	1	3	-	1	-	-	-	2	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	24	22	24	18	31	15	21	19	10	15	4	1	1	15	10	10	3

Από τον Πίνακα 1 προκύπτουν ξεχωριστά για το κάθε ορεινό συγκρότημα τα παρακάτω αποτελέσματα:

Στο όρος Φαλακρό τα περισσότερα taxa βρέθηκαν στα διάκενα των δρυοδασών (22). Ακολουθούν τα διάκενα των θαμνώνων γαύρου-οστρυσ (16), τα διάκενα των δασών οξιάς (15), η μακκία-ψευδομακκία βλάστηση (14), οι θαμνώνες γαύρου-οστρυσ

(13) και τα υπαλπικά λιβάδια (13). Τα λιγότερα taxa (2) βρέθηκαν στο μοναδικό υγρό λιβάδι του όρους.

Στο όρος Μενοίκιο ο μεγαλύτερος αριθμός taxa βρέθηκε στα διάκενα των θαμνώνων γαύρου-οστρυάς (16), ενώ ακολουθούν η μακκία-ψευδομακκία βλάστηση (13), οι θαμνώνες γαύρου-οστρυάς (13), τα διάκενα των δασών οξιάς (13), τα διάκενα των δρυοδασών (11), τα δάση οξιάς (10) και τα υπαλπικά λιβάδια (9). Τα λιγότερα taxa (4) βρέθηκαν στα υγρά λιβάδια και τις αναδασώσεις τραχείας πεύκης. Ο μικρός αριθμός ορχεοειδών που βρέθηκε στα δάση δρυός (6) και στα διάκενά τους, πιθανώς, οφείλεται στη μικρή έκταση των αντίστοιχων ενδιαιτημάτων στο συγκεκριμένο όρος.

Στο όρος Παγγαίο το ενδιαίτημα στο οποίο βρέθηκαν τα περισσότερα taxa είναι η μακκία-ψευδομακκία βλάστηση (19). Ακολουθούν τα διάκενα των θαμνώνων γαύρου-οστρυάς (9), τα δρυοδάση (8), τα δάση οξιάς (7), τα διάκενα των δρυοδασών (6) και τα υπαλπικά λιβάδια (6). Ο μικρότερος αριθμός taxa βρέθηκε στους θαμνώνες γαύρου-οστρυάς (1), στα διάκενα δασικής πεύκης (1) και στις αναδασώσεις τραχείας πεύκης (1). Ο μικρός σχετικά αριθμός των ορχεοειδών που καταγράφηκε στα διάκενα των δρυοδασών οφείλεται στη μικρή έκτασή τους, καθώς στο Παγγαίο όρος κυριαρχούν πυκνά δρυοδάση, ειδικότερα στις βόρειες εκθέσεις του όρους.

Όσον αφορά το δυτικό τμήμα της οροσειράς της Ροδόπης ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών βρέθηκε στα δάση δασικής πεύκης (19), ενώ ακολουθούν τα διάκενα των δρυοδασών (17), τα δρυοδάση (16), οι θαμνώνες γαύρου-οστρυάς (14), τα δάση οξιάς (12), τα δάση μαύρης πεύκης (11) και τα διάκενα των δασών δασικής πεύκης (8). Τα λιγότερα taxa βρέθηκαν στα δάση και στα διάκενα της ερυθρελάτης (1 taxon).

Στον Όρβηλο τα περισσότερα taxa βρέθηκαν στα διάκενα των θαμνώνων γαύρου-οστρυάς (9) που βρίσκονται στη ανατολική πλευρά του όρους. Ακολουθούν τα δάση μαύρης πεύκης (8), τα υπαλπικά λιβάδια (7) και οι θαμνώνες γαύρου-οστρυάς (6), ενώ ο μικρότερος αριθμός βρέθηκε στη μακκία-ψευδομακκία βλάστηση (1) και στα διάκενα της δασικής πεύκης (1).

Τέλος στα όρη Βροντούς τα περισσότερα taxa βρέθηκαν στα διάκενα των δρυοδασών (7) και ακολουθούν τα διάκενα των θαμνώνων γαύρου-οστρυάς (6) και τα δάση οξιάς (6). Τα λιγότερα taxa βρέθηκαν στους θαμνώνες γαύρου-οστρυάς (1), στα δάση δασικής πεύκης (1) και στα διάκενα των δασών μαύρης πεύκης (1).

Πίνακας 2. Συνολικός αριθμός ειδών ανά ορεινό συγκρότημα (με * δηλώνεται ο αριθμός των taxa που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, αλλά δεν βρέθηκαν κατά την παρούσα έρευνα).

Φαλακρό	Μενοίκιο	Παγγαίο	Ροδόπη	Όρβηλος	Βροντούς
49:(46+3*)	40:(38+2*)	35:(31+4*)	43:(39+4*)	21:(18+3*)	21:(17+4*)

Στον Πίνακα 2 φαίνεται ο συνολικός αριθμός taxa που υπάρχουν σε κάθε ορεινό συγκρότημα. Προκύπτει, λοιπόν, ότι το Φαλακρό όρος παρουσιάζει το μεγαλύτερο πλούτο ορχεοειδών στην περιοχή μελέτης (49 taxa) και ακολουθούν η Ροδόπη (43), το Μενοίκιο (40), το Παγγαίο (35) και τέλος ο Όρβηλος και τα όρη Βροντούς με 21 taxa το καθένα. Στους παραπάνω αριθμούς taxa για κάθε ορεινό συγκρότημα συνυπολογίζονται και τα υβρίδια, τα οποία είναι τρία για το όρος Φαλακρό, δύο για το όρος Μενοίκιο και

ένα για τη Ροδόπη και τα όρη Βροντούς. Στον αριθμό taxa της Ροδόπης και του Ορβήλου καταμετρήθηκε και το *Cypripedium calceolus* το οποίο αναφέρεται για τα παραπάνω όρη από τον Άλκιμο (1988). Ο Καλοπίσης (1988) υποστηρίζει ότι η αναφορά του είδους για την Ελλάδα οφείλεται σε παραδρομή του Boissier, και προτείνει να διαγραφεί από τη λίστα των ειδών της Ελλάδας. Σύμφωνα με το σχέδιο δράσης για την προστασία του είδους που εξέδωσε το Συμβούλιο της Ευρώπης η εξάπλωσή του στις γειτονικές μας χώρες περιορίζεται σε μία θέση στο Μαυροβούνιο, όπου θεωρείται εξαιρετικά απειλούμενο και σε δύο θέσεις στην Βουλγαρία που βρίσκονται στο κεντρικό τμήμα της οροσειράς της Ροδόπης (Terschuren 1999).

Όσον αφορά τα όρη Βροντούς παρατηρήθηκε ότι είναι εξαιρετικά φτωχά σε αριθμό ειδών, αλλά και οι πληθυσμοί αυτών που υπάρχουν είναι πολύ μικροί. Ο μικρός πλούτος ειδών στα παραπάνω όρη πιθανόν να οφείλεται στην όξινη αντίδραση του εδάφους και στην ύπαρξη όξινου χούμου, λόγω της πυκνής εξάπλωσης του είδους *Vaccinium myrtillus* (Βολιώτης 1976).

Στον Όρβηλο κατά την καταγραφή των ειδών, που άρχισε το 1999, παρατηρήθηκε ότι σε μεγάλη έκταση που καλυπτόταν από πυκνές, νεαρές συστάδες δασικής πεύκης δεν υπήρχαν καθόλου ορχεοειδή. Τον Αύγουστο του 2000 μεγάλο μέρος των δασών του όρους κάηκε συμπεριλαμβανομένων και των παραπάνω αναφερομένων συστάδων. Επίσης, στις νότιες παρειές του όρους όπου κυριαρχούν θαμνώνες του *Ostrya-Carpinion* δεν βρέθηκαν πολλά είδη, πιθανώς, λόγω της πολύ έντονης πίεσης της βόσκησης.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα συνάγεται ότι μεγαλύτερος πλούτος ορχεοειδών απαντάται στη μακκία-ψευδομακκία βλάστηση, στους θαμνώνες γαύρου-οστράς και τα διάκενά τους καθώς και στη ζώνη της δρυός. Επιπλέον, μέσα στις παραπάνω ζώνες μεγαλύτερος πλούτος ειδών εμφανίζεται στα διάκενα σε σύγκριση με τα δάση και τους θαμνώνες.

Τα αποτελέσματα λοιπόν της παρούσας έρευνας μπορούν να μας οδηγήσουν στο συμπέρασμα ότι η διατήρηση των διακένων θα πρέπει να αποτελεί σημαντικό στόχο της διαχείρισης, όταν αυτή βέβαια αποσκοπεί στη διατήρηση της φυτοποικιλότητας και κυρίως αυτής των ορχεοειδών.

Η μέχρι τώρα διατήρηση των διακένων έγινε χωρίς την εφαρμογή κάποιου ιδιαίτερου διαχειριστικού μέτρου, αλλά ως φυσικό επακόλουθο της κτηνοτροφικής δραστηριότητας στην περιοχή μελέτης. Η βόσκηση, λοιπόν, συνέβαλε στη διατήρηση των διακένων και έμμεσα στη διατήρηση της υψηλής ποικιλότητας των ορχεοειδών στην περιοχή. Τα ορχεοειδή ως γεώφυτα είναι ανθεκτικά στη βόσκηση, εκτός από την περίπτωση που η πίεση της τελευταίας είναι ιδιαίτερα υψηλή με αποτέλεσμα την έντονη συμπίεση του εδάφους.

Σύμφωνα με τον Pignatti (1991) η χλωριδική ποικιλότητα είναι μειωμένη στα δάση, ενώ ο χαρακτηρισμός μεγάλων εκτάσεων ως εθνικά πάρκα για μεγάλο χρονικό διάστημα είναι δυνατό να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της φυτοποικιλότητας.

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Broussalis (1977) η απαγόρευση της βόσκησης των κατσικιών μπορεί να επιτρέψει τη διαδοχή της βλάστησης σε θαμνώδεις ή δασικές φυτοκοινότητες με αποτέλεσμα την εξαφάνιση σημαντικού αριθμού ειδών που υπάρχουν στις φυτοκοινότητες γρασιδιών. Ο Greuter (1979) αναφέρει ότι η βόσκηση είναι ένα απαραίτητο χαρακτηριστικό της μεσογειακής αγροτικής οικονομίας και αποτελεί αναμφισβήτητο στοιχείο της περιβαλλοντικής ισορροπίας. Από την άλλη μεριά

η φυσική δάσωση και η αναδάσωση αποτελούν σε ορισμένες περιπτώσεις λανθασμένο διαχειριστικό μέτρο όσον αφορά τη διατήρηση της φυτοποικιλότητας σε μια περιοχή.

Η ανάγκη διατήρησης μιας οικολογικής ισορροπίας, στην οποία η προστασία των φυσικών ενδιαιτημάτων και η ήπιας (παραδοσιακής) μορφής εκμετάλλευσή τους από τον άνθρωπο θα συνυπάρχουν αρμονικά αποτυπώνεται εύστοχα από τους Lucas & Walters (Greuter 1979), οι οποίοι αναφέρουν ότι τα ενδημικά είδη της Ευρώπης κινδυνεύουν από τη μια μεριά από την υπερβόσκηση, ενώ από την άλλη από τη μείωση της βόσκησης και την απρόσκοπτη φυσική διαδοχή της βλάστησης σε κλειστής δομής φυτοκοινότητες.

Βιβλιογραφία

- Αλκιμος Α. 1988. Οι ορχιδέες της Ελλάδος. Εκδόσεις Ψύχαλος, Αθήνα, σελ. 133.
- Βολιώτης Δ. 1976. Χλωρίς και βλάστησις της ορεινής περιοχής Λαϊλιά Σερρών. *Biologia Gallo-Hellenica* 7: 1-88.
- Broussalis P. 1977. The protection of the flora in Greece and its problems. *Ann. Musei Goulandris* 3: 23-30.
- Buttler K.P. 1986. Orchideen. Die wildwachsenden Arten und Unterarten Europas, Vorderasiens und Nordafrikas. Mosaik Verlag GmbH, München, pp. 287.
- Dafni A. 1987. Pollination in Orchis and related genera: evolution from reward to deception. Pp. 79-104. In: Adritti J. (ed.), *Orchid biology, reviews and perspectives*, IV. Cornell University Press, Ithaca.
- Delforge P. 1995. *Orchids of Britain & Europe*. Horper Collins Publishers, London, pp. 480.
- Ελευθεριάδου Ε. 1992. Η χλωρίδα δασών ψυχροβίων πλατυφύλλων - κωνοφόρων και υψηλής εξωδασικής περιοχής Ελατιάς Δράμας. Διδακτορική Διατριβή, Επιστ. Επετ. Τμημ. Δασολ. & Φυσ. Περ. 13(6): 1-167.
- Greuter W. 1979. Mediterranean conservation as viewed by a plant taxonomist. *Webbia* 34(1): 87-99.
- Θεοδωρόπουλος Κ., Ελευθεριάδου Ε., Τσιριπίδης Ι. & Αθανασιάδης Ν. 2001. Βραχύφιλες και λιβαδικές φυτοκοινωνίες του νομού Δράμας (Α. Μακεδονία, Ελλάδα). Πρακτ. 9^{ου} Πανελ. Δασολ. Συνεδρίου, Κοζάνη 2000, σελ. 661-674.
- Καλοπίσης Γ. 1988. Τα Ορχεοειδή της Ελλάδας - Απογραφή και Επισκόπηση. Μουσείο Κρητικής Εθνολογίας, σελ. 110.
- Karagiannakidou W. & Babalonas D. 1981. Verbreitung von Orchideen-Sippen in Nordgriechenland, I+II. *Ber. Arbeitskr. Heim. Orch.* 13(2): 164-204.
- Karagiannakidou V. & Kokkini S. 1987. The flora of Mount Menikion in North East Greece. *Phyton* 27(2): 267-283.
- Μουντράκης Μ.Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδος. Θεσσαλονίκη, σελ. 207.
- Μπαλαφούτης Χ. 1977. Συμβολή εις την μελέτην του κλίματος της Μακεδονίας και Δυτικής Θράκης. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 121.
- Papanicolaou K. 1985. Contribution to the flora of Mount Pangaion (Pangeon), North East Greece. *Ann. Musei Goulandris* 7: 67-156.
- Pignatti S. 1991. Forest management and plant conservation in the Mediterranean Area - Introduction. *Bot. Chron.* 10: 353-358.

- Schreiber H.J. 1998. Waldgrenznahe Buchenwälder und Grasländer des Falakron und Pangäon in Nordostgriechenland. Syntaxonomie, Struktur und Dynamik. Arb. Inst. Landschaftsökol. Westf. Wilhelms, Univ. Münster 4: 1-171.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1991. Mountain Flora of Greece 2. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- Terschuren J. 1999. Action plan for *Cypripedium calceolus* in Europe - Nature and environment, No 100. Council of Europe.
- Τσιριπίδης Ι. 2001. Οι φυτοκοινωνίες δασών οξιάς της Ροδόπης και εκτίμηση περιβαλλόντων τους για αναδάσωση. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 342 + παρ.
- Tuttn T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1980. Flora Europaea 5. Cambridge University Press, Cambridge.
- Voliotis D. & Karagiannakidou V. 1984. Verbreitung der aromatischen Orchideen in Griechenland. Die Orchidee 35(1): 21-27.

Μελέτη της φυτοπλαγκτικής κοινωνίας του Αμβρακικού κόλπου

Τσολάκη Ε. & Νικολαΐδης Γ.

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Τ.Θ. 109, Τ.Κ. 54124, Θεσσαλονίκη.

Εισαγωγή

Ως φυτοπλαγκτική κοινωνία χαρακτηρίζεται το σύνολο των εν αιωρήσει μονοκύτταρων φωτοσυνθετικών οργανισμών, σε δεδομένη χωρική και χρονική κλίμακα. Βασικά γνωρίσματα-ιδιότητες μιας φυτοπλαγκτικής κοινωνίας είναι:

- ✓ Η συνύπαρξη μεγάλου αριθμού οργανισμών σε μικρό όγκο νερού, μοναδικό φαινόμενο γνωστό ως παράδοξο του φυτοπλαγκτού.
- ✓ Οι συχνές αλλαγές στη σχετική επικράτηση συγκεκριμένων σε δεδομένη χρονική κλίμακα συστατικών της.
- ✓ Η χωρική κατανομή σε οριζόντιο και κατακόρυφο επίπεδο, καθώς και
- ✓ Η ραγδαία αύξηση και η σχεδόν καθολική επικράτηση ενός μόνο συστατικού της έναντι των υπολοίπων, φαινόμενο αρκετά συνηθισμένο και παράλληλα εντυπωσιακό σε ημίκλειστες λεκάνες, γνωστό και ως άνθηση.

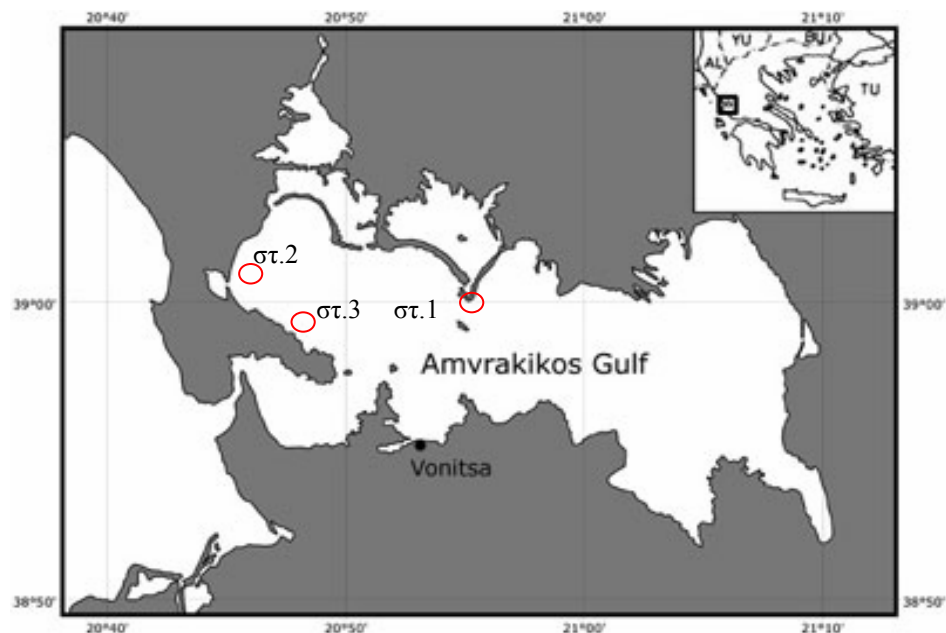
Οι διαθέσιμες πληροφορίες για τη δομή και δυναμική της φυτοπλαγκτικής κοινωνίας στον Αμβρακικό Κόλπο είναι ελάχιστες και καλύπτουν περιορισμένης διάρκειας παρατηρήσεις (1, 2, 3).

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν μια πρώτη αναγνωριστικού χαρακτήρα προσέγγιση, με υψηλής συχνότητας παρατηρήσεις (εβδομαδιαίες και δεκαπενθήμερες) του τρόπου διαμόρφωσης των ποιοτικών και ποσοτικών μεγεθών της φυτοπλαγκτικής κοινωνίας σε ετήσιο κύκλο.

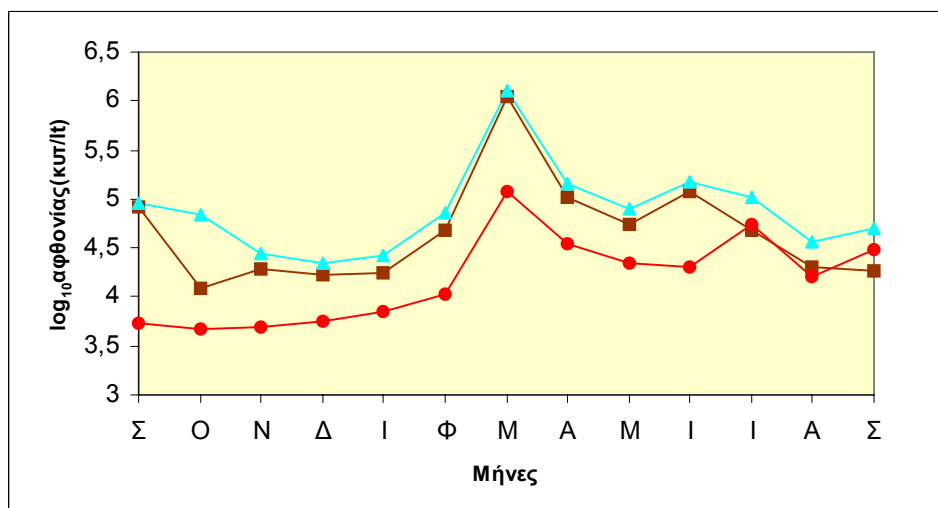
Υλικά και μέθοδοι

Ο Αμβρακικός Κόλπος (Εικ. 1) είναι μια ημίκλειστη θαλάσσια περιοχή της Δυτικής Ελλάδας, με επιφάνεια 400 περίπου km² και βάθος που δεν ξεπερνά τα 60 m. Επικοινωνεί με το Ιόνιο Πέλαγος μέσω ενός στενού διαύλου πλάτους 800 m και βάθους μόλις 10m. Η είσοδος γλυκού νερού από τους ποταμούς Λούρο και Άραχθο, συμβάλλει αφενός στο συνεχή εμπλουτισμό των υδάτινων μαζών με θρεπτικά άλατα, αφετέρου δε, λόγω των υδρογραφικών συνθηκών στην περιοχή, δημιουργεί ιδιαίτερες συνθήκες συσσώρευσης στο ίζημα διάφορων ρυπαντικών ουσιών που μεταφέρονται από τη λεκάνη απορροής των ποταμών.

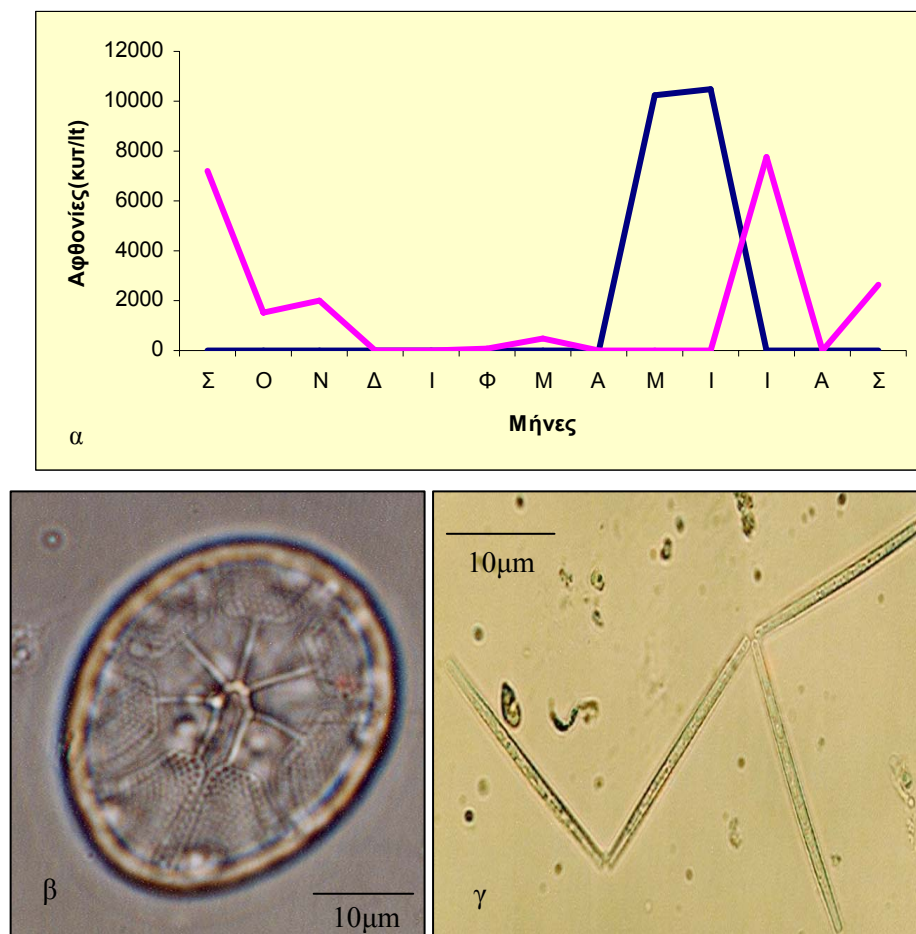
Για τη μελέτη των ποσοτικών μεγεθών της φυτοπλαγκτικής κοινωνίας χρησιμοποιήθηκαν ολοκληρωμένα δείγματα νερού από 3 σταθμούς (Εικ. 1), ενώ η αναγνώριση των οργανισμών έγινε τόσο σε ζωντανό (πλαγκτοσυλλέκτης διαμέτρου πόρων 30 μm), όσο και σε συντηρημένο υλικό. Για τη μελέτη της κατακόρυφης κατανομής χρησιμοποιήθηκαν υποδείγματα νερού (δειγματολήπτης τύπου Universal Water Sampler) από διάφορα βάθη. Ο προσδιορισμός της αφθονίας έγινε με τη μέθοδο



Εικόνα 1. Χάρτης του Αμβρακικού Κόλπου (σταθμοί: 1. Κορωνησία, 2. Μάζωμα, 3. Σόγωνο)



Εικόνα 2. Χρονική μεταβολή της αφθονίας διατόμων (■), δινοφυκών (●) και του συνόλου της φυτοπλαγκτικής κοινότητας (▲) του Αμβρακικού Κόλπου (Σεπτέμβριος 2003-Σεπτέμβριος 2004).



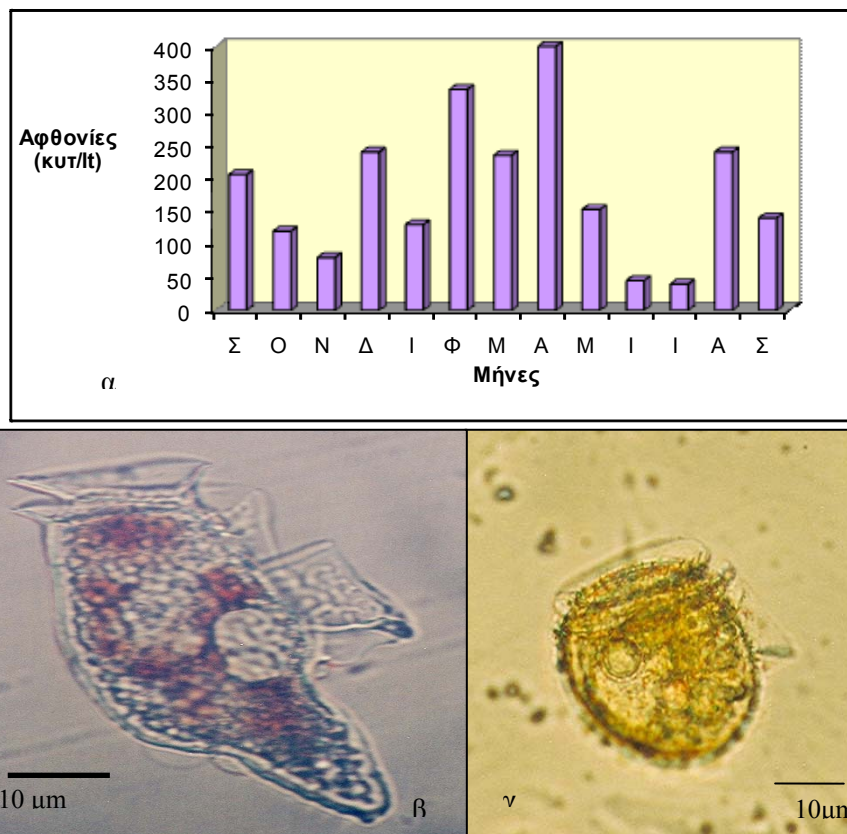
Εικόνα 3. α) Χρονική μεταβολή της αφθονίας των διατόμων *Asteromphalus elegans* (—) και *Thalassionema nitzschioides* (—) και β, γ) φωτογραφίες αυτών σε οπτικό μικροσκόπιο (β: *A. elegans*, γ: *T. nitzschioides*).

καθίζησης των κυττάρων (4) και για την αναγνώριση των οργανισμών χρησιμοποιήθηκε κλασική και εξειδικευμένη βιβλιογραφία (5, 6). Η αναγνώριση των οργανισμών, καθώς και η λήψη των φωτογραφιών έγινε σε ανάστροφο οπτικό μικροσκόπιο.

Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

- ✓ Από το Σεπτέμβριο 2003 έως το Σεπτέμβριο 2004 αναγνωρίστηκαν 151 ταξινομικές μονάδες, εκ των οποίων οι 42 ανήκαν στα διάτομα, 99 στα δινοφύκη και οι υπόλοιπες 10 κατανέμονται στις κλάσεις των αποφυκών, δικτυοχοφυκών, ευγληνοφυκών, ζωομαστιγοφόρων, κρυπτοφυκών και ραφιδιοφυκών.

- ✓ Καθ' όλη τη διάρκεια του έτους τα επίπεδα αφθονίας των διατόμων εμφανίζονται υψηλότερα από εκείνα των δινοφυκών με εξαίρεση τον Ιούλιο και το Σεπτέμβριο 2004 (Εικ. 2), λόγω κυρίως της υψηλής αφθονίας του δινοφύκου *Prorocentrum compressum*.

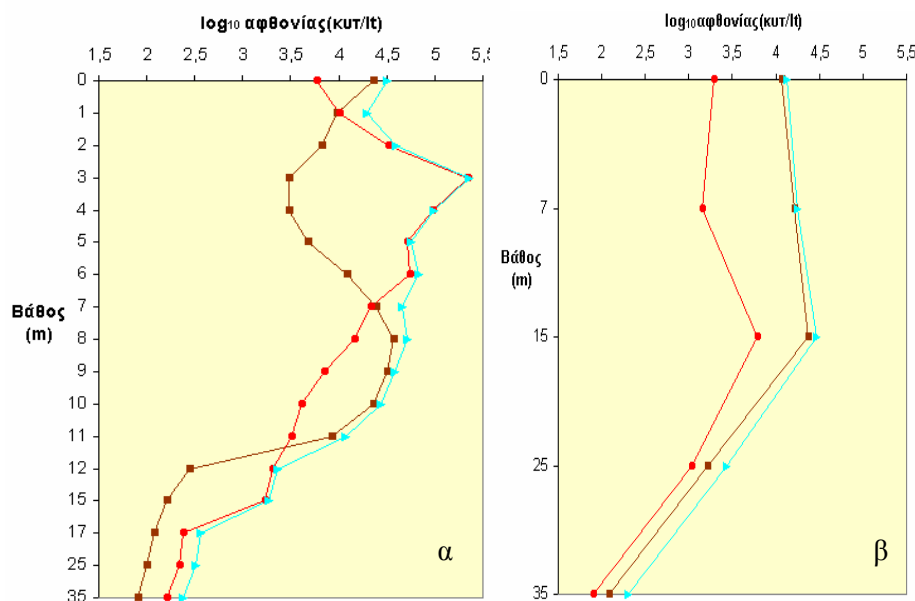


Εικόνα 4. α) Χρονική μεταβολή της αφθονίας των ειδών του γένους *Dinophysis* στον Αμβρακικό Κόλπο (Σεπτέμβριος 2003-Σεπτέμβριος 2004) και β, γ) φωτογραφίες σε οπτικό μικροσκόπιο του *D. caudata* και *D. rotundata*, αντίστοιχα.

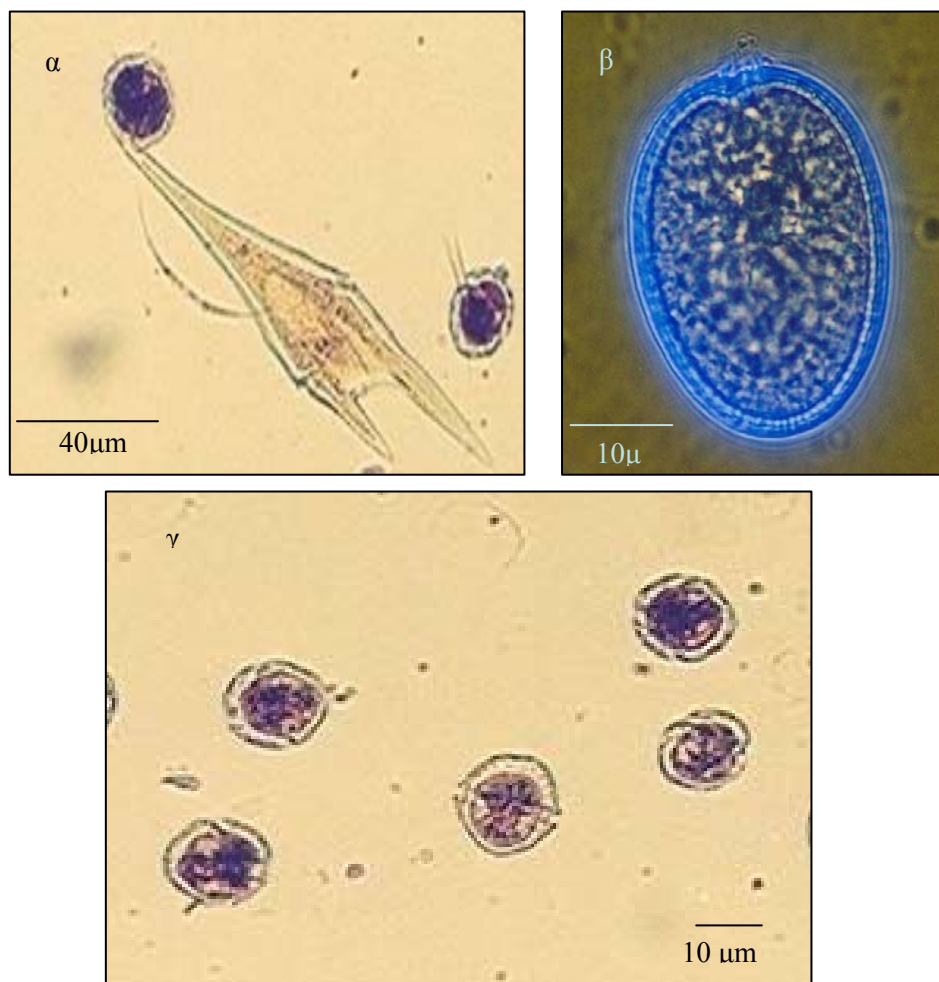
- ✓ Μέγιστο επίπεδο συνολικής αφθονίας εμφανίζεται μετά τη χειμερινή κατακόρυφη ανάμειξη της στήλης του νερού, το Μάρτιο (Εικ. 2).
- ✓ Η επικράτηση των διατόμων οφείλεται στις υψηλές αφθονίες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους ειδών του γένους *Nitzschia*, με υψηλότερη αυτή του Μαρτίου (1.087.690 κτ./lt.). Από την κλάση των διατόμων ξεχωρίζουν επίσης τα είδη *Asteromphalus elegans* (Εικ. 3β) και *Thalassionema nitzschioides* (Εικ. 3γ), τα οποία παρουσιάζουν

μέγιστη αφθονία τον Μάιο με Ιούνιο 2004 και το Σεπτέμβριο 2003 και Ιούλιο 2004, αντίστοιχα (Εικ. 3α).

- ✓ Η κλάση των δινοφυκών, αν και συμμετέχει με μικρότερο ποσοστό στη συνολική αφθονία της φυτοπλαγκτικής κοινότητας, εκπροσωπείται με μεγαλύτερο αριθμό ειδών. Από την κλάση των δινοφυκών ξεχωρίζουν είδη του γένους *Dinophysis* (Εικ. 4β, γ), τα οποία θεωρούνται δυνητικοί παραγωγοί τοξινών και παρουσίασαν υψηλότερα επίπεδα αφθονίας την περίοδο Φεβρουάριος-Απρίλιος (Εικ. 4α).
- ✓ Είδη του γένους *Prorocentrum*, όπως το *P. compressum* (Εικ. 6β), ενίοτε παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα αφθονίας, ενώ η διάρκεια παρουσίας άλλων (*P. micans*, *P. scutellum*) καλύπτει μεγάλα χρονικά διαστήματα. Σημαντική θεωρείται επίσης η συμμετοχή ειδών των γενών *Ceratium* (*C. furca*, Εικ. 6α) και *Protoperdinium* (*P. mediterraneum*, *P. depressum*), τα οποία αν και σε σχετικά χαμηλά επίπεδα αφθονίας, παρατηρούνται σχεδόν σε όλη τη διάρκεια του έτους.
- ✓ Τέλος, αξίζει να αναφερθεί το δινοφύκος *Alexandrium insuetum* (Εικ. 6γ), το οποίο για πρώτη φορά ανιχνεύεται σε ύδατα της Ανατολικής Μεσογείου σε αρκετά υψηλά επίπεδα αφθονίας (Μάρτιος, 90.552 κυτ./lt).
- ✓ Η κατακόρυφη κατανομή της φυτοπλαγκτικής κοινότητας παρουσιάζει διαφορετικά πρότυπα σε συνθήκες ανάμειξης των υδάτινων μαζών (Φεβρουάριος) και σε συνθήκες στρωμάτωσης (Ιούλιος). Τα μέγιστα επίπεδα αφθονίας εντοπίζονται το Φεβρουάριο σε βάθος περίπου 3m, ενώ τον Ιούλιο στα 15m (Εικ. 5α, β).



Εικόνα 5. Κατακόρυφη κατανομή της αφθονίας διατόμων (■), δινοφυκών (●) και της συνολικής αφθονίας (▲) στο σταθμό 1 του Αμβρακικού Κόλπου α) τη χειμερινή (28/2/2004) και β) τη θερινή περίοδο (26/7/2003).



Εικόνα 6. Φωτογραφίες σε οπτικό μικροσκόπιο του α) *Ceratium furca*, β) *Prorocentrum compressum* και γ) *Alexandrium insuetum*.

Βιβλιογραφία

- Γκότση et al. 2000. 6ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας. Χίος, σελ. 512-516.
- Nicolaidou et al. 1983. P.S.Z.N.I. Mar. Ecol. 4(3): 197-209
- Panayotidis et al. 1994. P.S.Z.N.I. Mar. Ecol. 15(2): 93-104
- Schiller 1933. In: Rabenhorst L. (ed.), Akademische Verlagsgesellschaft M.B.H., Leipzig, pp. 617.
- Thomas 1996. Academic Press, Inc. California, pp. 598.
- Utermöhl 1958. Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol. 9: 1-38.

**Μορφολογική μελέτη του Βασιδιομύκητα *Hericium erinaceum* (Bull.)
Pers. και χαρακτηριστικά σε καθαρή καλλιέργεια**

Φλούδας Δ., Γκόνου-Ζάγκου Ζ. & Καψανάκη-Γκότση Ε.

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας,
Τομέας Οικολογίας & Ταξινομικής, Πανεπιστημιόπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Το *Hericium erinaceum* (Bull.) Pers. αποτελεί ένα είδος με μεγάλο ενδιαφέρον από μορφολογική και οικολογική άποψη. Στην παρούσα εργασία γίνεται μελέτη των μακροσκοπικών και μικροσκοπικών χαρακτηριστικών των βασιδιοκαρπίων του είδους, κάποια από τα οποία περιγράφονται για πρώτη φορά, καθώς και των χαρακτηριστικών σε καθαρή καλλιέργεια. Επιπλέον, στα απομονωθέντα στελέχη γίνεται ανίχνευση της λιγνινολυτικής τους ικανότητας. Σημειώνεται ότι το είδος έχει συμπεριληφθεί από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο για την Προστασία των Μυκήτων (European Council for the Conservation of Fungi) μεταξύ των 33 απειλούμενων ειδών μακρομυκήτων, που προτείνονται κατά προτεραιότητα για προστασία. Το αποξηραμένο υλικό και οι καθαρές καλλιέργειες έχουν κατατεθεί στο Μυκητολογικό Ερμπάριο και τη Συλλογή Καλλιεργειών Μυκήτων ATHUM του Πανεπιστημίου Αθηνών.

**Morphological study of the basidiomycete *Hericium erinaceum* (Bull.)
Pers. and its characteristics in pure culture**

Floudas D., Gonou-Zagou Z. & Kapsanaki-Gotsi E.

University of Athens, Faculty of Biology, Department of Ecology & Systematics,
Panepistimiopolis, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

Hericium erinaceum (Bull.) Pers. is an interesting species from a morphological and ecological point of view. In this work an extensive study is undertaken on the macroscopic and microscopic characteristics of the basidiocarps, some of them reported for the first time, as well as on the characters of the strains isolated in pure culture. In addition, these isolations were tested for their ligninolytic ability. It is worth mentioning that the species is included by the European Council for the Conservation of Fungi (ECCF) in the list of the threatened species of macromycetes deserving priority protection. The dried specimens and the pure cultures are deposited in the Mycological Herbarium and Culture Collection of Fungi ATHUM of the University of Athens.

Εισαγωγή

Οι Βασιδιομύκητες αποτελούν μια ομάδα που παρουσιάζει σημαντική ποικιλομορφία στη μορφολογία των βασιδιοκαρπίων. Το είδος *Hericium erinaceum* διακρίνεται από εντυπωσιακά λευκά βασιδιοκάρπια, συνήθως ευμεγέθη, με υμενοφόρο με μορφή οδόντων, που αναπτύσσονται συνήθως σε ζωντανούς κορμούς μεγάλης ηλικίας, σε αρκετή απόσταση από το έδαφος. Απαντάται ως ασθενές παράσιτο κυρίως σε είδη των *Quercus* και *Fagus*, σπανιότερα σε άλλα φυλλοβόλα είδη δέντρων (Nikolaeva 1977, Juelich 1984, Courtecuisse & Duhem 1994, Pegler et al. 1997, Hansen & Knudsen 1997, Dahlberg & Croneborg 2003). Στην Ευρώπη χαρακτηρίζεται ως ευρέως εξαπλωμένο είδος, με μικρή σχετικά συχνότητα εμφάνισης (Pegler et al. 1997).

Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί συρρίκνωση των πληθυσμών του είδους σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, που συνδέεται με τη μείωση της έκτασης των δασών *Quercus* αλλά και με την τακτική της επιλεκτικής υλοτόμησης των ώριμων δένδρων, μιας ευρέως χρησιμοποιούμενης μεθόδου διαχείρισης των δασών της Ευρώπης. Το είδος *Hericium erinaceum* περιλαμβάνεται στους Καταλόγους Ερυθρών Δεδομένων σε 9 από τις 15 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και συγκαταλέγεται στα 33 είδη μακρομυκήτων της Ευρώπης, που έχουν προταθεί για προστασία κατά προτεραιότητα από το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο για την Προστασία των Μυκήτων (Dahlberg & Croneborg 2003).

Υλικά και μέθοδοι

Κατά το χρονικό διάστημα από τον Ιούνιο του 2004 μέχρι τον Νοέμβριο του ιδίου έτους έγινε συλλογή βασιδιοκαρπίων του είδους *Hericium erinaceum*, που αναπτύσσονταν πάνω σε είδη *Quercus*, συνήθως σε κοιλότητες ή πληγές ζωντανών κορμών, ώριμων κυρίως ατόμων. Η συλλογή έγινε από 2 τοποθεσίες που ανήκουν στο νομό Μαγνησίας και διαφέρουν πολύ μεταξύ τους ως προς τα οικολογικά χαρακτηριστικά. Από την πρώτη θέση, που βρίσκεται στις βορειοανατολικές πλαγιές του όρους Όθρυς, στη θέση Τσαϊράκι, σε υψόμετρο περίπου 1120 m, και αποτελείται από μικτό δάσος *Abies* sp. και *Quercus* sp., συλλέχθηκε ένα δείγμα (ATHUM 5194) ενώ από τη δεύτερη θέση, το πεδινό δάσος Κουρί, με *Quercus* spp., κοντά στον Αλμυρό Μαγνησίας, συλλέχθηκαν 2 δείγματα (ATHUM 5195, 5196). Τα δείγματα ATHUM 5194 και ATHUM 5195 απομονώθηκαν σε καθαρή καλλιέργεια, από τμήμα της σάρκας του βασιδιοκαρπίου.

Τη συλλογή και επεξεργασία του υλικού ακολούθησε εκτενής μελέτη των μακροσκοπικών και μικροσκοπικών χαρακτηριστικών των βασιδιοκαρπίων, καθώς και των απομονωθέντων σε καθαρή καλλιέργεια στελεχών στα θρεπτικά μείγματα PDA και MA. Επιπλέον, για την ανίχνευση της λιγνολυτικής τους ικανότητας τα στελέχη αυτά καλλιεργήθηκαν σε θρεπτικό μείγμα BM με προσθήκη της συνθετικής χρωστικής Poly R-478, ως υποκατάστατο λιγνίνης. Η επώαση των καλλιεργειών έγινε σε θερμοκρασία 25°C και φυσικό φωτισμό με εναλλαγή ημέρας-νύκτας. Το αποξηραμένο υλικό και οι καθαρές καλλιέργειες έχουν κατατεθεί στο Μυκητολογικό Ερμπαρίο και στη Συλλογή Καλλιεργειών Μυκήτων ATHUM του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Αποτελέσματα

♦ Κατά τη μακροσκοπική και μικροσκοπική μελέτη των βασιδιοκαρπίων του *Hericium erinaceum*, καθώς και των απομονώσεων σε καθαρή καλλιέργεια,

παρατηρήθηκαν τα ακόλουθα:

Βασιδιοκάρπια σχεδόν σφαιρικά ή ωοειδή, αδιακλάδιστα, διαμέτρου έως 12 cm, τα νεαρά μαλακά, τα ώριμα και αποξηραμένα εύθρυπτα, χωρίς στύπο ή με στύπο πλάγιο, υποτυπώδη, μέσα στο υπόστρωμα, και υμενοφόρο με μορφή αλλεπάλληλων, κατερχόμενων, οξύληκτων οδόντων, μήκους έως 2 m. Οδόντες λευκωποί ή ελαφρά ροδόχρωμοι σε νεαρά δείγματα, αργότερα κιτρινωποί έως κιτρινοκαστανόχρωμοι. Στο άνω μέρος των βασιδιοκαρπίων οδόντες συνήθως κοντότεροι και συχνά με την ωρίμανση επέρχεται σταδιακά επικάλυψη όλης της επιφάνειας με πρασινόχρωμο υλικό, κονιορτώδους ή χνοώδους υφής. Σάρκα λευκωπή, μαλακή, συμπαγής ή συχνά σπογγώδης και υγρή. Βασιδιοσπόρια 5-6,5 x (4-)4,5-5,5 μm, ωοειδή ή σχεδόν σφαιρικά, υαλώδη, αμυλοειδή, λεία ή ελαφρά επαρματώδη (στο αντιδραστήριο Melzer), παχύτοιχα, συνήθως με κεντρική ελαιώδη σταγόνα και μικρή ομφαλική απόφυση. Βασίδια 30-37 μm x 4-7 μm, ροπαλόμορφα, με 4 στηρίγματα, συχνά με ελαιώδεις σταγόνες. Κυστίδια γλοιοκυστίδια, ως απολήξεις γλοιούφων του τράματος στο υμένιο, μεγάλου μήκους, κυλινδρικά, συχνά στην κορυφή με μία ή περισσότερες συσφίξεις, λεπτότοιχα, με περιεχόμενο έντονα κοκκώδες και ελαιώδες, χρυσοκίτρινο ή καστανόχρωμο. Τράμα οδόντων από υφές διαμέτρου 4-21 μm, πολυκύτταρες, με κρίκους σε κάθε διάφραγμα, τοίχωμα έντονα παχυσμένο, μερικές φορές ανομοιόμορφα. Στους οδόντες, κυρίως στο άνω τμήμα των βασιδιοκαρπίων του δείγματος ATHUM 5194, παρουσία επάκριων ή σπανιότερα παρεμβόλιμων χλαμυδοσπορίων, 8-13 x (6,5-) 7-8 μm, σχεδόν σφαιρικών, ελλειψοειδών ή ατρακτοειδών, παχύτοιχων.

Αποικίες με σχεδόν πλήρη κάλυψη του τρυβλίου σε περίπου 25 ημέρες. Μυκήλιο με ακανόνιστη ανάπτυξη, στην αρχή βυθισμένο στο υπόστρωμα, τελικά επιφανειακό, συμπαγές χνοώδες, λευκό, σπάνια κατά περιοχές εναέριο, στο χείλος κυρίως βυθισμένο, κρεμ. Στην επιφάνεια των αποικιών, στην κεντρική περιοχή, σχηματισμός μικρών διαφανών σταγονιδίων εκκρίματος. Στο στέλεχος ATHUM 5194, και μόνο στο PDA, παραγωγή καστανόχρωμου εκκρίματος διαχεόμενου στο υπόστρωμα. Επίσης, στο κέντρο ή στην περιφέρεια της αποικίας, σχηματισμός γόνιμων βασιδιοκαρπίων, ως κοραλιόμορφες, πολυδιακλαδιζόμενες, λευκές δομές, σε περίπου 20 ημέρες. Υφές επιφανειακού μυκηλίου 2-6,5 μm, λεπτότοιχες ή ελαφρά παχύτοιχες, διακλαδισμένες, με κρίκους απλούς ή πολλαπλούς, καθώς και με γλοιούφες, με το επάκριο τμήμα τους συνήθως με μία ή περισσότερες συσφίξεις. Υφές βυθισμένου μυκηλίου πολύκαμπτες, ελαφρά παχύτοιχες, με πολυάριθμες κοντές διακλαδώσεις. Στους κλάδους των κοραλιόμορφων δομών βασίδια διάσπαρτα, βασιδιοσπόρια ολιγάριθμα, γλοιούφες πολυάριθμες, και σε προεξέχουσες υφές, χλαμυδοσπόρια σε μεγάλο αριθμό, 7-10(-11) x (5-)6-7,5 μm, σχεδόν σφαιρικά ή ωοειδή έως ελλειψοειδή, μεμονωμένα, επάκρια ή παρεμβόλιμα, πιο σπάνια ανά δύο, παχύτοιχα, πάντοτε με κρίκο στη βάση τους. Στο επιφανειακό μυκήλιο της αποικίας παραγωγή χλαμυδοσπορίων παρόμοιων με εκείνα των κοραλλιόμορφων δομών.

♦ Οι πρασινόχρωμες επικαλύψεις στα βασιδιοκάρπια ξεκινούν από τους οδόντες στο άνω μέρος και συχνά καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνειά τους, προσδίδοντάς με την ωρίμανση και την αποξήρανση στο φυσικό περιβάλλον όψη “καμμένου”. Οι επικαλύψεις αυτές οφείλονται στην έντονη ανάπτυξη των πρασινόχρωμων αποικιών είδους του αναμορφικού γένους *Cladosporium*.

♦ Κατά την ανάπτυξη των στελεχών στο θρεπτικό υλικό BM με την προσθήκη της χρωστικής Poly R-478 παρατηρήθηκε αποχρωματισμός μόνο από το στέλεχος ATHUM 5195 κατά την 50^η μέρα επώασης. Ο αποχρωματισμός χαρακτηρίζεται ως διάχυτος, μέτριας έντασης.

Συζήτηση

Κατά τη μικροσκοπική μελέτη των βασιδιοκαρπίων του *Hericium erinaceum*, που συλλέχθηκαν από τη φύση, παρατηρήθηκαν και περιγράφηκαν για πρώτη φορά χλαμυδοσπόρια στους οδόντες του άνω τμήματος των βασιδιοκαρπίων του δείγματος ATHUM 5194. Το χαρακτηριστικό αυτό δεν αναφέρεται σε καμία από τις υπάρχουσες περιγραφές του είδους (Nikolaeva 1977, Juelich 1984, Hansen & Knudsen 1997, Pegler et al. 1997, Dahlberg & Croneborg 2003) πιθανότατα διότι ο σχηματισμός τους δεν είναι σταθερός, όπως φαίνεται από τη μελέτη των δειγμάτων μας. Από τους παράγοντες που επηρεάζουν το σχηματισμό των χλαμυδοσπορίων οι περιβαλλοντικοί θα πρέπει να θεωρηθούν ως ιδιαίτερα σημαντικοί.

Ελάχιστα στελέχη του είδους *Hericium erinaceum* έχουν μελετηθεί σε καθαρή καλλιέργεια και για πρώτη φορά δίνεται περιγραφή στελεχών από την Ελλάδα. Είναι ενδιαφέρον ότι ο σχηματισμός χλαμυδοσπορίων αποτελεί σταθερό χαρακτηριστικό του είδους κατά την ανάπτυξή του σε καθαρή καλλιέργεια, τόσο στο μυκήλιο των αποικιών όσο και στα βασιδιοκάρπια που παράγονται σε καλλιέργεια ώστε να επιβεβαιώνονται οι παρατηρήσεις του Stalpers (1978).

Ο Stalpers (1978) καταγράφει ως θετικά για τη λακκάση τα στελέχη του *H. erinaceum* που μελέτησε. Εντούτοις, αποχρωματισμός, που αποτελεί ένδειξη της δράσης λιγνινολυτικών ενζύμων (υπεροξειδάσες, λακκάσες), παρατηρήθηκε μόνο από το στέλεχος ATHUM 5195 και μάλιστα μετά από μεγάλο σχετικά διάστημα επώασης. Η παραγωγή και δράση των λιγνινολυτικών ενζύμων πρέπει να σχετίζεται με τον οικολογικό ρόλο του είδους, που θεωρείται μάλλον παρασιτικός παρά σαπροτροφικός.

Αξίζει να τονιστεί η σταθερή παρουσία του *Cladosporium* sp. στην επιφάνεια των βασιδιοκαρπίων του *H. erinaceum* σε όλα τα δείγματα που συλλέχθηκαν, η οποία δεν έχει καταγραφεί μέχρι τώρα και πιθανά φανερώνει κάποια βιοτική σχέση μεταξύ των δύο μυκήτων. Επίσης, η ανάπτυξη αποικιών του *Cladosporium* επιβεβαιώνεται από φωτογραφικό υλικό άλλων ελληνικών δειγμάτων του είδους. Το ίδιο φαινόμενο έχει παρατηρηθεί και σε βασιδιοκάρπια του γένους *Pleurotus* (Γκόνου-Ζάγκου, 2003).

Υπάρχουν αρκετές αναφορές του είδους (Κελεμλίδης 1990, Διαμαντής 1992, Diamantis & Perlerou 1994, Zervakis et al. 1998, Κωνσταντινίδης 2002, Kapsanaki-Gotsi 2003), κυρίως από τη βόρεια (Χαλκιδική, Θεσσαλονίκη, Πιερία, Γρεβενά, Καστοριά) ή κεντρική Ελλάδα (Λάρισα, Τρίκαλα, Φθιώτιδα) στην πλειονότητά τους σε *Quercus* spp., σπάνια σε *Fagus sylvatica* και *Albizia julibrissin*. Το νοτιότερο γνωστό μέχρι σήμερα σημείο εξάπλωσης του είδους είναι το όρος Γραμμένη Οξυά στη Στερεά Ελλάδα. Οι αναφορές αυτές δεν συνοδεύονται συνήθως από περιγραφές ή αποξηραμένα δείγματα. Στον ελλαδικό χώρο δεν είναι γνωστό σε ποια κατάσταση βρίσκονται οι πληθυσμοί του είδους.

Η εύρεση, καταγραφή και λεπτομερής μελέτη του *Hericium erinaceum* από το όρος Όθρυς και το πεδινό δάσος Κουρί στον Αλμυρό Βόλου συμβάλλει στην καλύτερη γνώση της βιοποικιλότητας του είδους και της εξάπλωσής του στην Ελλάδα.

Βιβλιογραφία

- Γκόνου-Ζάγκου Ζ. 2003. Οικολογική και ταξινομική μελέτη των *Agaricales* s.l. της Ελλάδας. Συμβολή των καθαρών καλλιεργειών. Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Courtecuisse R. & Duhem B. 1994. Guide des Champignons de France et d'Europe. Lausanne-Paris.
- Dahlberg A. & Croneborg H. (eds) 2003. Thirty-three threatened fungi in Europe. Complementary and revised information on candidates for listing in Appendix I of the Bern Convention. ECCF.
- Διαμαντής Σ. 1992. Τα μανιτάρια της Ελλάδος. Αθήνα.
- Diamantis S. & Perlerou H. 1994. New records of macrofungi in Greece. Ann. Musei Goulandris 9: 113-123.
- Hansen L. & Knudsen H. 1997. Nordic Macromycetes 3. Copenhagen.
- Juelich W. 1984. Kleine Kryptogamen Flora. Band IIb/1. Die Nichtblatterpilze, Gallertpilze und Bauchpilze. Stuttgart-New York.
- Kapsanaki-Gotsi E. 2003. Greek report to ECCF for the 33 threatened Fungi in Europe. Athens.
- Κελτεμλίδης Δ. 1990. Τα μανιτάρια του βουνού και του κάμπου. Αθήνα.
- Κωνσταντινίδης Γ. 2002. Μανιτάρια. Ένας παραμυθένιος κόσμος. Αθήνα.
- Nikolaeva T.A. 1977. Hydnaceae Fungi (translated from Russian). U.S. Department of Agriculture, Washington D.C.
- Pegler D.N., Roberts P.J. & Spooner B.M. 1997. British Chanterelles and Tooth Fungi. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Stalpers J.A. 1978. Identification of wood-inhabiting *Aphyllophorales* in pure culture. Stud. Mycol. 16: 1-248.
- Zervakis G., Dimou D. & Balis C. 1998. A check-list of the Greek macrofungi including hosts and biogeographic distribution: I. Basidiomycotina. Mycotaxon 66: 273-336.

Εποχιακή μεταβολή του ισοζυγίου νερού και άνθρακα της Οξιάς (*Fagus sylvatica* L.) στο όρος Πάικο

^{1,3}Φωτέλλη Μ.Ν., ¹Ραδόγλου Κ., ²Nahm Μ., ¹ Χαλυβόπουλος Γ. & ²Rennenberg H.

¹Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Βασιλικά 57 006, Θεσσαλονίκη.

²Institute of Forest Botany and Tree Physiology, Albert Ludwig University of Freiburg, Georges Köhler Allee Geb.053/054, 79110 Freiburg i. Br., Germany.

³Παρούσα διεύθυνση: Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας, Εργαστήριο Φυσιολογίας & Μορφολογίας Φυτών, Ιερά Οδός 75, 118 55 Αθήνα.

Περίληψη

Μελετήθηκε η μεταβολή του ισοζυγίου άνθρακα και νερού της Οξιάς (*Fagus sylvatica* L.) κατά την αυξητική περίοδο, στο νοτιο-ανατολικό όριο εξάπλωσής της στην Ευρώπη. Για τον σκοπό αυτό, προσδιορίστηκαν στα φύλλα ο συνολικός περιεχόμενος άνθρακας, η σύσταση στα σταθερά ισότοπα ¹³C (δ¹³C) και ¹⁸O (δ¹⁸O), το υδατικό δυναμικό και η φωτοχημική απόδοση του φωτοσυνθετικού συστήματος σε ενήλικα άτομα συστάδας Οξιάς στο όρος Πάικο, κατά τη διάρκεια του 2003. Δειγματοληψίες φύλλων πραγματοποιήθηκαν τον Μάιο, τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο, ενώ μετρήσεις πεδίου πραγματοποιούνταν σε τακτική βάση. Επίσης, έλαβε χώρα συνεχής καταγραφή κλιματικών δεδομένων.

Τόσο ο συνολικός περιεχόμενος άνθρακας, όσο οι παράμετροι δ¹³C και δ¹⁸O παρουσίασαν σαφείς εποχιακές μεταβολές· οι τιμές του Μαΐου διέφεραν σημαντικά από τις τιμές του Ιουλίου και του Σεπτεμβρίου. Αντιθέτως, το υδατικό δυναμικό και η φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II δεν παρουσίασε αξιοσημείωτη εποχιακή διακύμανση.

Η σημαντική διαφοροποίηση του περιεχόμενου άνθρακα και των ισοτόπων άνθρακα και οξυγόνου στην αρχή της αυξητικής περιόδου αποδίδεται σε ενδογενείς διεργασίες που παρατηρούνται κατά τη φάση αυτή και όχι στην επίδραση των τρεχόντων κλιματικών συνθηκών. Τα αποτελέσματα του υδατικού δυναμικού και της φωτοχημικής απόδοσης δεν δίνουν ενδείξεις υδατικής καταπόνησης της Οξιάς. Ενώ το καλοκαίρι του 2003 θεωρήθηκε ιδιαίτερα ξηρό για την κεντρική Ευρώπη, και παρά το ότι παρόμοιες τιμές βροχόπτωσης μετρήθηκαν και στη βόρεια Ελλάδα, μακροπρόθεσμα κλιματικά στοιχεία δείχνουν ότι το 2003 δεν ήταν ξηροθερμικό για τα ελληνικά δεδομένα. Το γεγονός αυτό πιθανότατα εξηγεί την έλλειψη φυσιολογικών αντιδράσεων ενδεικτικών υδατικής καταπόνησης της προς μελέτη Οξιάς, που χαρακτηρίζεται πιθανότατα από αποτελεσματικότερη προσαρμογή στην ξηρασία, εν συγκρίσει με τα δάση Οξιάς της Κεντρικής Ευρώπης.

Seasonal variation of the water and carbon balance of beech (*Fagus sylvatica* L.) on mountain Paiko.

^{1,3}Fotelli M.N., ¹Radoglou K., ²Nahm M., ¹Halivopoulos G. & ²Heinz Rennenberg H.

¹Forest Research Institute, National Agricultural Research Foundation, Vassilika 57006, Thessaloniki, Greece.

²Institute of Forest Botany and Tree Physiology, Albert Ludwig University of Freiburg, Georges Köhler Allee Geb.053/054, 79110 Freiburg i. Br., Germany.

³Current address: Agricultural University of Athens, Department of Agricultural Biotechnology, Lab of Plant Physiology and Morphology, Iera Odos 75, 118 55 Athens, Greece.

Abstract

The seasonal variation of the water and carbon balance of beech (*Fagus sylvatica* L.) was assessed during the 2003 growing season within its south-eastern European distribution limit on mountain Paiko. Total carbon concentration, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, water potential and yield were determined in leaves of adult beech trees in a stand on Paiko. Leaf sampling took place in May, July and September, while field measurements were conducted regularly. Climatic parameters were steadily recorded.

Total carbon concentration, as well as $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ showed distinct seasonal traits: values of May were significantly different than those of July and September. On the contrary, the seasonal course of water potential and yield exhibited no noticeable variation.

The significant difference of total carbon concentration and isotope signatures at the beginning of the growth season were due to endogenous processes, typical of new growth initiation, and were not affected by the concurrent climatic conditions. Moreover, the patterns of leaf water potential and yield showed no drought stress indications. While the summer of 2003 was considered particularly dry for central Europe, and although similar rainfall levels were observed in northern Greece, this period was not dry for our study area, according to long-term records. This fact explains the lack of drought stress physiological indications of the studied beech, which is probably better adapted to the relative dry conditions, compared to beech forest of central Europe.

Εισαγωγή

Προσφάτως παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον για με τη μελλοντική επιβίωση και αειφορική ανάπτυξη των οικοσυστημάτων Οξιάς (*Fagus sylvatica* L.) στην Ευρώπη λόγω των αναμενόμενων κλιματικών μεταβολών (π.χ. Cescatti & Piutti 1998, Fotelli et al. 2001, 2003, Gebler et al. 2004), γεγονός που οφείλεται κυρίως στην ιδιαίτερη ευαισθησία του είδους αυτού στην ξηρασία (Fotelli et al. 2001), η οποία προβλέπεται να αυξηθεί σε ένταση και συχνότητα (IPCC 2001). Δεδομένου ότι η Οξιά παρουσιάζει εκτενή εξάπλωση στην Ευρώπη (Ellenberg 1992), τυχόν αρνητικές επιδράσεις στη διατήρησή της θα έχουν περαιτέρω οικολογικές και οικονομικές επιπτώσεις.

Τα οικοσυστήματα Οξιάς της Μεσογείου ίσως πληγούν ιδιαίτερα από τις αναμενόμενες κλιματικές αλλαγές, λόγω των ήδη ξηροθερμικών συνθηκών υπό τις οποίες αναπτύσσονται. Παρόλα αυτά, μέχρι σήμερα υπάρχει ελάχιστη διαθέσιμη πληροφορία σχετικά με την απόδοση των οικοσυστημάτων αυτών (π.χ. Aranda et al. 2000). Ειδικά στην Ελλάδα, το νοτιο-ανατολικό Ευρωπαϊκό όριο της φυσικής εξάπλωσης της Οξιάς, τα περιορισμένα δημοσιευμένα στοιχεία αφορούν κυρίως σε δασοκομικές ή βοτανολογικές μελέτες, και ελάχιστα σε οικοφυσιολογικές έρευνες (π.χ. Radoglou & Raftoyannis 2001, Raftoyannis & Radoglou 2002, Ziannis & Mencuccini 2005).

Στόχοι της παρούσας εργασίας είναι η περιγραφή των φυσιολογικών αντιδράσεων της Οξιάς κατά την αυξητική περίοδο στο νοτιο-ανατολικό όριο της γεωγραφικής της εξάπλωσης

στην Ευρώπη. Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στη σύγκριση με οικοσυστήματα Οξιάς βορειότερων περιοχών της Ευρώπης.

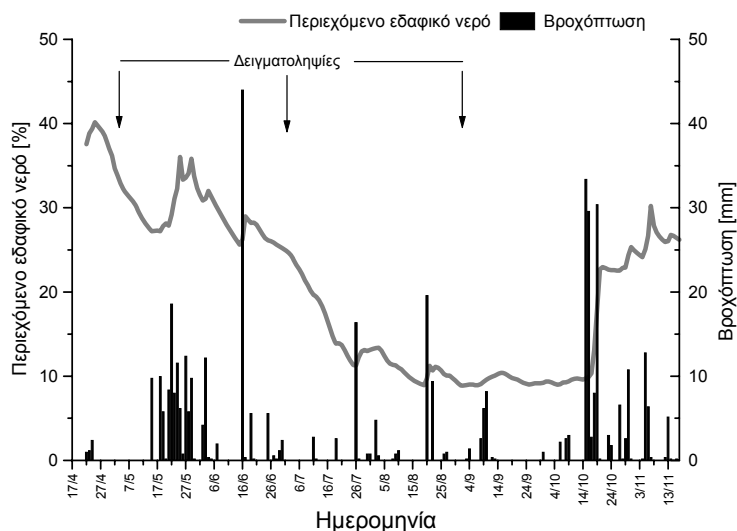
Υλικά και μέθοδοι

Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται στο όρος Πάικο, κοντά στο χωριό Καστανερή (γεωγραφικό μήκος: 22° 20' Α, γεωγραφικό πλάτος 40° 58' Β), Β-ΒΑ της Θεσσαλονίκης. Το Πάικο είναι περιοχή κοινοτικού ενδιαφέροντος (SCI - Site of Community Interest) και περιοχή Natura 2000 (Κωδικός GR1240003-Κοινοτική Οδηγία 92/43/ΕΟΚ, Ντάφης κ.ά. 1997).

Ως πειραματική επιφάνεια επιλέχθηκε φυσική συστάδα Οξιάς με μέσο ύψος δένδρου περίπου 17 m και μέση διάμετρο στο στήθιαίο ύψος περίπου 0,2 m. Η εν λόγω συστάδα Οξιάς είναι 30-60 ετών και η φυσική αναγέννησή της γίνεται με πρεμνοβλαστήματα και σπόρους. Η μελετούμενη αμιγής συστάδα Οξιάς βρίσκεται σε υψόμετρο 1.140 m, αμέσως υψηλότερα από τη ζώνη όπου εμφανίζεται η Καστανιά, αμιγής και σε μείξη με την Οξιά. Η πειραματική επιφάνεια χαρακτηρίζεται από μέτρια έως υψηλή κλίση (30-80%) και έχει έκθεση Ν-ΝΑ. Το γεωλογικό υπόβαθρο αποτελείται από μάρμαρα, κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους και αργιλώδεις σχιστόλιθους (ΙΓΜΕ 1983). Το pH του εδάφους κατόπιν εργαστηριακών αναλύσεων βρέθηκε ελαφρώς όξινο (5,0 και 4,8 σε βάθος εδάφους 0,1 m και 0,3 m, αντίστοιχα).

Κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου 2003, οι κλιματικές παράμετροι καταγράφηκαν με τη βοήθεια μετεωρολογικού σταθμού που είχε εγκατασταθεί στην πειραματική επιφάνεια και παρουσιάζονται στην Εικ. 1. Στην περιοχή μελέτης παρατηρήθηκε σχετικά ξηρή περίοδος από τις αρχές Ιουλίου έως τα μέσα Οκτωβρίου, καθώς το περιεχόμενο εδαφικό νερό



Εικόνα 1. Εποχιακή μεταβολή του εδαφικού περιεχόμενου νερού (γκρι γραμμή) και της βροχόπτωσης (μαύρες στήλες) κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου 2003. κυμάνθηκε μεταξύ 10 και 20%. Κατά τη διάρκεια της περιόδου αυτής η βροχόπτωση ήταν χαμηλή και υπερέβη τα 10 χιλιοστά μόνο δύο φορές (Εικ. 1). Η μέση ημερήσια θερμοκρασία

αέρος κυμάνθηκε μεταξύ 15°C και 26°C από τις αρχές Ιουλίου έως και τα τέλη Αυγούστου, όταν παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες τιμές θερμοκρασίας (δεν παρουσιάζονται τα δεδομένα).

Καταγραφή κλιματικών παραμέτρων

Οι κλιματικές συνθήκες καταγράφονταν με τη βοήθεια μετεωρολογικού σταθμού που εγκαταστάθηκε σε απόσταση περίπου 10 m. από την πειραματική επιφάνεια. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται στοιχεία σχετικά με (α) το περιεχόμενο στο έδαφος νερό σε βάθος εδάφους 0,3 m και (β) τη βροχόπτωση (Rain Collector II, Davis Instruments, Hayward, USA). Η αποθήκευση των τιμών έγινε με τη βοήθεια αυτόματου καταγραφικού (DL2 Delta-T Logger, Delta-T Devices Ltd, Cambridge, UK).

Πραγματοποίηση μετρήσεων και δειγματοληψιών

Έλαβε χώρα επιλογή οκτώ ενηλίκων ατόμων Οξιάς, με απόσταση τουλάχιστον 10 m μεταξύ τους, στα οποία πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις και δειγματοληψίες. Οι μετρήσεις πεδίου (φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II-yield και υδατικό δυναμικό φύλλου) έλαβαν χώρα σε τακτά χρονικά διαστήματα περίπου δύο εβδομάδων κατά την αυξητική περίοδο. Η δειγματοληψία φύλλων έγινε τρεις φορές μες στο 2003, μεταξύ 09:00 π.μ. και 11:00 π.μ.: τον Μάιο, τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο (στην αρχή, στα μέσα και στα τέλη της αυξητικής περιόδου). Τα φύλλα συλλέχθηκαν από κλαδιά διαμέτρου περίπου 0,015 m από το εξωτερικό της κόμης των δένδρων σε ύψος περίπου 3 m από το έδαφος.

Προσδιορισμός φυσιολογικών παραμέτρων

Τα δείγματα φύλλων κονιορτοποιήθηκαν σε μορφή ομογενούς λεπτής σκόνης και ξηράθηκαν (3 ημέρες, 65°C). Οι μετρήσεις των παραμέτρων $\delta^{13}\text{C}$ και $\delta^{18}\text{O}$ έγιναν σύμφωνα με τους Fotelli et al. (2003) και Keitel et al. (2003), αντίστοιχα.

Το υδατικό δυναμικού φύλλου (Ψ) μετρήθηκε σε τρία πλήρως εκπτυχθέντα φύλλα καθενός από τα επιλεγμένα άτομα Οξιάς, σύμφωνα με τον Turner (1988). Η φωτοχημική απόδοση του φωτοσυστήματος II μετρήθηκε με MINI-PAM (Heinz Walz, Ellettrich, Germany), σύμφωνα με τους Raftoyannis et al. (2005).

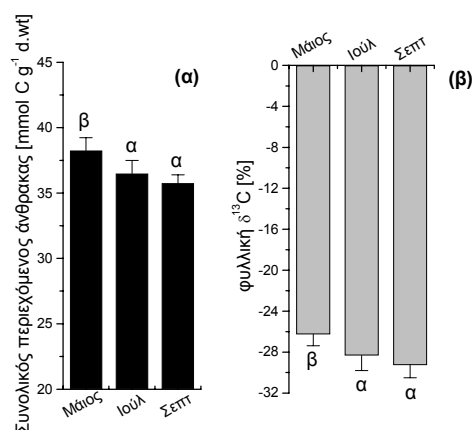
Ανάλυση δεδομένων

Η στατιστική ανάλυση έγινε με το πρόγραμμα SPSS 10.05 (SPSS, Inca., Chicago, IL, USA). Στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας 95% μεταξύ των χρονικών σημείων των μετρήσεων εντοπίστηκαν με την εφαρμογή One-Way Anova.

Αποτελέσματα

Η συνολική συγκέντρωση του άνθρακα στα φύλλα ήταν υψηλότερη τον Μάιο και μειώθηκε ακολούθως σημαντικά κατά τον Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο (Εικ. 2α). Η εποχιακή διακύμανση της $\delta^{13}\text{C}$ δείχνει ότι τα φύλλα ήταν εμπλουτισμένα στο ισότοπο αυτό στις αρχές της αυξητικής περιόδου, εν συγκρίσει με την υπόλοιπη αυξητική περίοδο (Εικ. 2β). Οι τιμές του $\delta^{18}\text{O}$ των φύλλων ήταν σημαντικά μικρότερες (πιο αρνητικές) τον Μάιο από ό,τι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Εικ. 3). Κατά τη διάρκεια της υπόλοιπης αυξητικής περιόδου οι τιμές $\delta^{18}\text{O}$ των φύλλων παρέμειναν αρκετά σταθερές.

Οι μέγιστες τιμές του υδατικού δυναμικού των φύλλων παρατηρήθηκαν στα μέσα του Μαΐου και μειώθηκαν σημαντικά στα τέλη Ιουνίου (Εικ. 4). Στη συνέχεια δεν παρουσιάστηκε σημαντική διακύμανση του υδατικού δυναμικού, το οποίο κυμάνθηκε μεταξύ -1,2 και -1,7 MPa. Καθ' όλη τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου, δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διακύμανση της φωτοχημικής απόδοσης της φωτοσύνθεσης, η οποία παρουσίασε τιμές μεταξύ 0,7 και 0,8 %.



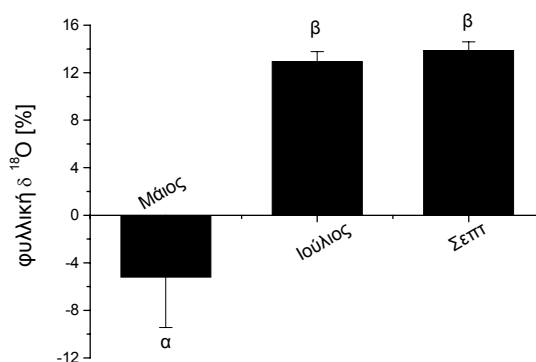
Εικόνα 2. Εποχιακή μεταβολή συγκέντρωσης άνθρακα (α) και $\delta^{13}\text{C}$ (β) των φύλλων κατά την αυξητική περίοδο 2003. Διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές.

Συζήτηση

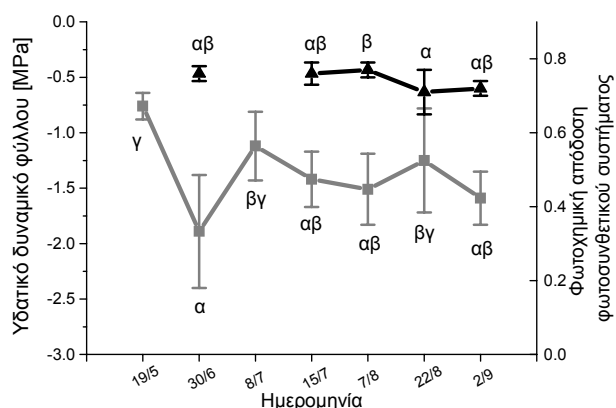
Δεδομένης της εκτενούς έρευνας της φυσιολογίας της Οξιάς στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη, σε αντίθεση με την ελλιπή αντίστοιχη γνώση στην περιοχή που αποτελεί το νοτιο-ανατολικό όριο της γεωγραφικής εξάπλωσης της Οξιάς στην Ευρώπη, η παρούσα εργασία στοχεύει στην κάλυψη αυτού του κενού.

Βρέθηκε ότι τόσο η συνολική συγκέντρωση άνθρακα όσο και η $\delta^{13}\text{C}$ ήταν σημαντικά υψηλότερη τον Μάιο, εν συγκρίσει με τους καλοκαιρινούς μήνες (Εικ. 2α), πιθανότατα λόγω της μετακίνησης αποθεμάτων άνθρακα στα νεαρά εκπτυγθέντα φύλλα. Σε δένδρυνια Οξιάς, βρέθηκε ότι η $\delta^{13}\text{C}$ σχετίζεται με περιβαλλοντικές μεταβολές, όπως αυτή της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας (Fotelli et al. 2001, 2003). Αντιθέτως, σε ενήλικα άτομα Οξιάς παρατηρήθηκε ότι η $\delta^{13}\text{C}$ του φύλλου δεν ήταν ικανοποιητικός δείκτης των περιβαλλοντικών συνθηκών, σε αντίθεση με τη $\delta^{13}\text{C}$ χυμών του φλοιώματος (Keitel et al. 2003). Προσφάτως, παρατηρήθηκαν επίσης διακριτές εποχιακές μεταβολές στη σύσταση φύλλων στα σταθερά ισότοπα άνθρακα και οξυγόνου. Βρέθηκε ότι οι φυλλικές τιμές $\delta^{13}\text{C}$ της άνοιξης διαφέρουν σημαντικά από αυτές του καλοκαιριού, λόγω (1) της διαφορετικής σύστασης σε ^{13}C μεταξύ του άνθρακα που προέρχεται από αποθηκευτικούς ιστούς και αυτού που προέρχεται από την τρέχουσα αφομοίωση και (2) της επικράτησης της δεύτερης κατηγορίας κατά την αυξητική περίοδο (Helle & Schleser 2004, Jäggi et al. 2003, Keitel et al. 2003). Οι τιμές $\delta^{13}\text{C}$ των φύλλων που παρατηρήθηκαν στην παρούσα μελέτη εμπίπτουν στο εύρος που έχει αναφερθεί για την

Οξιά και ακολουθούν πτωτική εποχιακή τάση (Damesin & Lelarge 2003, Keitel et al. 2003, Helle & Schleser 2004) (Εικ. 2β).



Εικόνα 3. Εποχιακή διακύμανση της φυλλικής δ¹⁸O κατά την αυξητική περίοδο 2003. Διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές.



Εικόνα 4. Εποχιακή διακύμανση υδατικού δυναμικού (γκρι τετράγωνα) και φωτοχημικής απόδοσης (μαύρα τρίγωνα) κατά την αυξητική περίοδο 2003. Διαφορετικά γράμματα δείχνουν σημαντικές διαφορές.

Η εποχιακή διακύμανση των τιμών δ¹⁸O των φύλλων (Εικ. 3), παρουσιάζει πορεία παρόμοια με αυτή που βρέθηκε σε βελόνες ερυθρελάτης (Jäggi et al. 2003) με τις μικρότερες τιμές τον Μάιο και μεγαλύτερες τιμές κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Όπως οι τιμές δ¹³C, έτσι και οι διαφορετικές τιμές δ¹⁸O τον Μάιο αποδίδονται στις φυσιολογικές διαδικασίες που εμπλέκονται στην αποθήκευση και μεταφορά μεταβολιτών. Η διαπίστωση αυτή ενισχύεται από

την απουσία συσχέτισης μεταξύ των τιμών δ¹⁸O και άλλων φυσιολογικών παραμέτρων, όπως π.χ. το υδατικό δυναμικό ($R^2=0.144$, δεν παρουσιάζονται τα δεδομένα).

Σε πειράματα Οξιάς των Lemoine et al. (2002) και Schipka (2003) δεν παρατηρήθηκαν διακυμάνσεις στο υδατικό δυναμικό των φύλλων κατά τη διάρκεια του Ιουλίου και οι τιμές του ήταν ανάλογες αυτών που μετρήθηκαν στην παρούσα εργασία (Εικ. 4). Επίσης, παρόμοιες τιμές υδατικού δυναμικού αναφέρουν οι Aranda et al. (2000) σε Οξιά της Ιβηρικής Χερσονήσου, υπό συνθήκες χαμηλότερης βροχόπτωσης από ό,τι στην παρούσα μελέτη. Μικρή ήταν επίσης και η διακύμανση που παρατηρήθηκε στις τιμές φωτοχημικής απόδοσης κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου (Εικ. 4). Η χαμηλή συσχέτιση μεταξύ του υδατικού δυναμικού των φύλλων και της φωτοχημικής απόδοσης ($R^2 = 0.03$, δεν παρουσιάζονται τα δεδομένα), υποδεικνύει ότι η δεύτερη δεν επηρεάστηκε από την υδατική κατάσταση των φυτών.

Συμπερασματικά, στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται ορισμένα πρώτα αποτελέσματα από τη μελέτη του ισοζυγίου άνθρακα και νερού σε φυσικό οικοσύστημα Οξιάς στο όρος Πάικο που συμπεριλαμβάνεται στο νοτιο-ανατολικό όριο εξάπλωσης του είδους στην Ευρώπη. Παρατηρήθηκε ότι η εποχιακή μεταβολή του συνολικού περιεχόμενου άνθρακα και της συγκέντρωσης ισοτόπων άνθρακα και οξυγόνου είναι παρόμοια με αυτή που έχει καταγραφεί σε οικοσυστήματα Οξιάς της κεντρικής Ευρώπης. Κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου 2003 η βροχόπτωση στο Πάικο ήταν συγκρίσιμη με την αντίστοιχη σε δάση Οξιάς της κεντρικής Ευρώπης. Ενώ όμως το καλοκαίρι του 2003 ήταν ιδιαίτερα ξηρό για την κεντρική Ευρώπη (Rebetez et al. 2004, Leuzinger et al. 2005), δεν ισχύει το ίδιο και για τη βόρεια Ελλάδα, σύμφωνα με μακροχρόνιες κλιματικές παρατηρήσεις. Το γεγονός αυτό εξηγεί την απουσία φυσιολογικών ενδείξεων υδατικής καταπόνησης της μελετούμενης Οξιάς, η οποία πιθανότατα είναι προσαρμοσμένη στις κλιματικές συνθήκες που παρατηρούνται στην Ελλάδα κατά την αυξητική περίοδο.

Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος IKYDA χρηματοδότησης του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών (IKY) και της Γερμανικής Υπηρεσίας Ακαδημαϊκών Ανταλλαγών (DAAD).

Βιβλιογραφία

- Aranda I., Gil L. & Pardos J.A. 2000. Water relations and gas exchange in *Fagus sylvatica* L. and *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. in a mixed stand at their southern limit of distribution in Europe. *Trees-Structure & Function* 14: 344-352.
- Cescatti A. & Piutti E. 1998. Silvicultural alternatives, competition regime and sensitivity to climate in a European beech forest. *Forest Ecology & Management* 102: 213-223.
- Damesin C.A. & Lelarge C.A. 2003. Carbon isotope composition of current-year shoots from *Fagus sylvatica* in relation to growth, respiration and use of reserves. *Plant Cell & Environment* 26: 207-219.
- Ellenberg H. 1992. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Eugen Ulmer, Stuttgart, Germany.
- Fotelli M.N., Gebler A., Peuke A.D. & Rennenberg H. 2001. Drought affects the competitive interactions between *Fagus sylvatica* seedlings and an early successional species, *Rubus fruticosus*: responses of growth, water status and δ¹³C composition. *New Phytologist* 151: 427-435.

- Fotelli M.N., Rennenberg H., Holst T., Mayer H. & Geßler A. 2003. Carbon isotope composition of various tissues of beech (*Fagus sylvatica*) regeneration is indicative of recent environmental conditions within the forest understorey. *New Phytologist* 159: 229-244.
- Geßler A., Keitel CA., Nahm M. & Rennenberg H. 2004. Water shortage affects the water and nitrogen balance in central European beech forests. *Plant Biology* 6: 289-298.
- Helle G. & Schleser G.H. 2004. Beyond CO₂-fixation by Rubisco - an interpretation of ¹³C/¹²C variations in tree rings from novel intra-seasonal studies on broad-leaf trees. *Plant Cell and Environment* 27: 367-380.
- ΓΓΜΕ 1983. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:50.000, Αθήνα
- IPCC 2001. Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability. <http://www.IPCCA.ch/wg2SPM.pdf>.
- Jäggi M., Saurer M., Fuhrer J. & Siegwolf R. 2003. Seasonality of delta ¹⁸O in needles and wood of *Picea abies*. *New Phytologist* 158: 51-59.
- Keitel CA., Adams M.A., Holst T., Matzarakis A., Mayer H., Rennenberg H. & Geßler A. 2003. Carbon and oxygen isotope composition of organic compounds in the phloem sap provides a short-term measure for stomatal conductance of European beech (*Fagus sylvatica* L.). *Plant Cell & Environment* 26: 1157-1168.
- Leuzinger S., Zotz ., Asshoff R. & Körner . 2005. Responses of deciduous forest trees to severe drought in Central Europe. *Tree Physiology* 25: 641-650.
- Ντάφης Σ., Παπαστεργιάδου Ε., Γεωργίου Κ., Μπαμπαλώρας Δ., Γεωργιάδης Θ., Παπαγεωργίου Μ., Λαζαρίδου Θ. & Τσιαούτη Β. 1997. Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Το έργο οικοτόπων στην Ελλάδα: Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000. Συμβόλαιο αριθμός B4-3200/84/756, Γεν. Διεύθυνση ΧΙ Επιτροπή Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας - Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων, 932 σελ.
- Radoglou K. & Raftoyannis Y. 2001. Comparative physiological study of *Fagus sylvatica* and *Quercus petraea* in a natural mixed stand. Pp. 317-320. In: Proceedings of the International Conference on Forest Research: A Challenge for an Integrated European Approach. Vol. 1 (ed K.Radoglou). NAGREF-Forest Research Institute, Thessaloniki, Greece.
- Raftoyannis Y. & Radoglou K. 2002. Physiological responses of beech and sessile oak in a natural mixed stand during a dry summer. *Annals of Botany* 89: 723-730.
- Raftoyannis Y., Radoglou K. & Halivopoulos G. 2005. Ecophysiology and survival of *Acer pseudoplatanus* L., *Castanea sativa* Miller. and *Quercus frainetto* Ten. seedlings on a reforestation site in northern Greece. *New Forests*, in press.
- Rebetez M., Mayer H., Dupont O., Schindler D., Gartner K., Kropp J. & Menzel A. 2004. Heat and drought 2003: a climate analysis. In: Proceedings of the Scientific Conference "Impacts of the Drought and Heat in 2003 on Forests" (Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften and F.Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, eds.), Freiburg, Germany, pp. 1.
- Turner N.C.A. 1988. Measurement of Plant Water Status by the Pressure Chamber Technique. *Irrigation Science* 9: 289-308.
- Zianis D. & Mencuccini M. 2005. Aboveground net primary productivity of a beech (*Fagus moesiaca*) forest: a case study of Naousa forest, northern Greece. *Tree Physiology* 25: 713-722.

Φυτοκοινωνιολογικές μονάδες των δασών οξιάς του τόξου Βέρνο-Άσκιο (ΒΑ Ελλάδα)

Φωτιάδης Γ., Παναγιωτίδης Σ. & Γερασιμίδης Α.

Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής - Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού
Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Η δασική βλάστηση του τόξου Βέρνο-Άσκιο (ΒΑ Ελλάδα) αποτελείται σχεδόν στο σύνολό της από φυλλοβόλα δάση πλατυφύλλων και ειδικότερα από δάση οξιάς. Η παρούσα έρευνα αφορά στις φυτοκοινωνιολογικές μονάδες των δασών οξιάς. Τα δάση οξιάς που ερευνήθηκαν μπορούν να διακριθούν σε μεσόφιλα, οξύφιλα και θερμόφιλα. Τα μεσόφιλα δάση οξιάς εντάσσονται στην υποσυνένωση *Geranio versicoloris*-Fagenion ως *Geranium versicolor-Urtica dioica-Fagus sylvatica*-κοινότητα. Τα οξύφιλα δάση οξιάς εντάσσονται στην υποσυνένωση *Doronico columnae*-Fagenion *moesiaca* ως *Orthilio secundae*-Fagetum. Τα θερμόφιλα δάση οξιάς εντάσσονται στην υποσυνένωση *Doronico orientale*-Fagenion *moesiaca* ως *Quercus petraea* ssp. *Medwediewii*-*Fagus sylvatica*-κοινότητα.

Beech forest phytosociological units of the Verno-Askio arc (NW Greece)

Fotiadis G., Panajiotidis S. & Gerasimidis A.

Laboratory of Forest Botany-Geobotany, Department of Forestry & Natural
Environment, Aristotle University of Thessaloniki, 541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

This paper is an approach to the phytosociological beech forest units of the Verno-Askio arc (NW Greece). The investigated beech forests include a mesophilous (in humid mesotrophic habitats), an acidophilous (in acidic habitats) and a thermophilous (in moderately warm and dry habitats) type. Mesophilous beech forests are classified in the suballiance *Geranio versicoloris*-Fagenion as *Geranium versicolor-Urtica dioica-Fagus sylvatica*-community. Acidophilous beech forests are classified in the suballiance *Doronico columnae*-Fagenion *moesiaca* as *Orthilio secundae*-Fagetum. Thermophilous beech forests are classified in the suballiance *Doronico orientale*-Fagenion *moesiaca* as *Quercus petraea* ssp. *Medwediewii*-*Fagus sylvatica*-community.

Περιοχή έρευνας

Τα όρη Βέρνο και Άσκιο βρίσκονται στη βόρεια-κεντρική Ελλάδα, ανατολικά της Πίνδου. Το τόξο που σχηματίζουν ξεκινάει νότια του Βαρνούντα και με κατεύθυνση από βορειοδυτικά προς νοτιοανατολικά καταλήγει στο όρος Βούρινος. Οι υψηλότερες κορυφές είναι στο Βέρνο το Βίτσι (2128 m) και στο Άσκιο το Σινιάτσικο (2111 m).

Τα όρη ανήκουν στην υποπελαγονική ζώνη (Μουντράκης 1985). Κυριαρχούν τα μεταμορφωμένα πετρώματα, όπως γνεύσιοι, σχιστόλιθοι και αμφιβολίτες. Τοπικά εμφανίζονται γρανίτες, γρανοδιორίτες και μονζονίτες (Ι.Γ.Μ.Ε. 1983).

Για τη μελέτη των κλιματολογικών συνθηκών χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία των μετεωρολογικών σταθμών (Μ.Σ.) Βυssινιάς, Πολυπόταμου, Καστοριάς και Φλώρινας (Στάθης 1998). Η περιοχές αυτών των Μ.Σ. ανήκουν στον “Csa” κλιματικό τύπο κατά Köppen, δηλαδή σε κλίμα “χερσαίο μεσογειακό”, που χαρακτηρίζεται από πολύ θερμό και ξηρό καλοκαίρι, με ήπιους χειμώνες. Η έλλειψη κλιματικών στοιχείων από την ορεινή ζώνη της περιοχής έρευνας υποχρεώνει σε έμμεσο προσδιορισμό των κλιματικών της συνθηκών με βάση την υψομετρική διαφορά από τους Μ.Σ. και τη μείωση της θερμοκρασίας με την αύξηση του υψομέτρου ($-6,5^{\circ}\text{C}/\text{km}$) (Ζαμπάκας 1981). Σύμφωνα με τα παραπάνω, το κλίμα της ανωδασικής ζώνης του Βέρνου και του Άσκιου σταδιακά γίνεται “υγρό ηπειρωτικό” με δριμύ χειμώνα.

Βιοκλιματικά, η περιοχή έρευνας χαρακτηρίζεται ως υγρή με δριμείς χειμώνες και ανήκει στον ύψυγρο βιοκλιματικό όροφο (Μαυρομμάτης 1980).

Στην περιοχή έρευνας εμφανίζονται οι παρακάτω ζώνες βλάστησης:

α. *Quercetalia pubescentis*. Εξαπλώνεται από τα 500 έως τα 1000 m και κυριαρχείται από δάση που ανήκουν στην υποζώνη *Quercion confertae*. Τα κυρίαρχα είδη στη ζώνη αυτή είναι το *Quercus frainetto* και το *Q. petraea* ssp. *medwediewii*, ενώ εμφανίζονται συχνά και τα είδη *Sorbus torminalis*, *Carpinus orientalis*, *Crataegus monogyna*, *Fraxinus ornus*. Τα δάση αυτά, πολλές φορές, έχουν τη μορφή κηλίδων εντός γεωργικών καλλιεργειών και λιβαδιών. Στο Βέρνο, εντός της συγκεκριμένης ζώνης εμφανίζονται κηλίδες του *Alnus glutinosa* σε υψόμετρο 700 - 1000 m.

β. *Fagetalia*. Εξαπλώνεται σε υψόμετρο 850-1600 m και κυριαρχείται από δάση οξιάς.

γ. Ψευδαλπικά λιβάδια. Εξαπλώνεται από 1000 m έως και τις υψηλότερες κορυφές των δύο ορέων. Το κυριότερο ξυλώδες είδος που εμφανίζεται είναι το *Juniperus communis* ssp. *nana*.

Μέθοδος έρευνας

Για την έρευνα των συνθηκών βλάστησης και τη διάκριση των φυτοκοινωνικών μονάδων έγιναν 31 φυτοληψίες, σε ισάριθμες δειγματοληπτικές επιφάνειες, κατά το μήνα Ιούλιο του 2003. Οι φυτοληψίες έγιναν σύμφωνα με τη μέθοδο του Braun-Blanquet (1964), σε επιφάνειες περίπου 300 m². Η θέση των δειγματοληπτικών επιφανειών σημειώθηκε σε χάρτη, μετά από ορισμό των συντεταγμένων με όργανο μέτρησης G.P.S. (Global Positional System) και σήμανση στην ύπαιθρο (Πίνακας 1). Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν 14 φυτοληψίες των Fotiadis et al. (2005) που έγιναν στην περιοχή του Βέρνου.

Η επεξεργασία και ο προσδιορισμός των φυτών που συλλέχθηκαν έγιναν στο Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής-Γεωβοτανικής. Για τον προσδιορισμό και την ονοματολογία των ειδών και των κατώτερων του είδους συστηματικών μονάδων χρησιμοποιήθηκαν με σειρά προτεραιότητας τα Flora Hellenica 1, 2 (Strid & Tan 1997,

2002), Med-checklist 1, 3, 4 (Greuter et al. 1984-1989), Mountain Flora of Greece (Strid 1986, Strid & Tan 1991) και η Flora Europaea (Tutin et al. 1968-1980, 1993).

Η διάκριση των μονάδων έγινε με στατιστική επεξεργασία των στοιχείων των φυτοληπιών σε πίνακες, σύμφωνα με τη χλωριστικοστατιστική μέθοδο της σχολής Zürich-Montpellier (manual table method), όπως αυτή περιγράφεται από τους Braun-Blanquet (1964) και Αθανασιάδη (1986). Η επεξεργασία των στοιχείων έγινε με το ειδικευμένο πρόγραμμα Sort 3.9 (Ackermann & Durka 1997).

Για την ένταξη των taxa, ως χαρακτηριστικά και διαγνωστικά είδη των φυτοκοινωνικών ενώσεων και ανώτερων τους μονάδων βλάστησης, χρησιμοποιήθηκαν κυρίως τα συγγράμματα ή οι ερευνητικές εργασίες των Raus (1980), Bergmeier (1990), Mucina (1997), Φωτιάδης (2004) κ.ά. Η ονοματολογία των μονάδων βλάστησης έγινε, όπου ήταν δυνατό, σύμφωνα με τους κώδικες του Weber et al. (2000). Όπου δεν ήταν δυνατή η ένταξη σε συγκεκριμένη ταξινομική μονάδα βλάστησης, χρησιμοποιήθηκε η ονοματολογία που παρέχεται από τους Raus (1980), Bergmeier (1990), Bergmeier & Dimopoulos (2001).

Πίνακας 1. Συντεταγμένες φυτοληπιών στην περιοχή μελέτης.

Βέρνο (v). 10: 27°39'29" N 44°98'37" E, 11: 27°37'56" N 44°98'86" E, 12: 27°47'57" N 44°98'53" E, 13: 27°65'62" N 44°96'74" E, 14: 27°58'68" N 44°97'94" E, 15: 27°58'68" N 44°97'94" E, 16: 27°68'75" N 45°00'90" E, 17: 27°83'58" N 45°00'18" E, 18: 28°06'17" N 45°03'41" E, 19: 28°13'01" N 45°01'08" E, 20: 28°15'10" N 45°01'79" E, 27: 28°15'78" N 45°04'10" E, 29: 28°04'13" N 45°02'87" E.
Άσκιο (a). 28: 40°27'37" N 21°31'46" E, 29: 40°27'46" N 21°31'24" E, 30: 40°27'53" N 21°30'36" E, 31: 40°27'10" N 21°31'21" E, 32: 40°28'10" N 21°30'52" E, 33: 40°29'14" N 21°29'35" E, 34: 40°28'39" N 21°30'45" E, 39: 40°27'26" N 21°30'59" E, 40: 40°28'04" N 21°29'48" E, 41: 40°27'47" N 21°30'46" E, 42: 40°28'26" N 21°29'43" E, 43: 40°29'56" N 21°28'41" E, 44: 40°30'24" N 21°28'59" E, 45: 40°30'28" N 21°28'43" E, 46: 40°30'44" N 21°28'33" E, 47: 40°31'07" N 21°29'06" E, 48: 40°31'23" N 21°29'45" E, 50: 40°27'37" N 21°34'50" E, 51: 40°27'20" N 21°34'29" E, 52: 40°27'03" N 21°33'56" E, 53: 40°27'11" N 21°33'51" E, 54: 40°27'17" N 21°33'28" E, 55: 40°27'20" N 21°32'54" E, 56: 40°27'46" N 21°32'22" E, 58: 40°25'07" N 21°33'35" E, 59: 40°25'50" N 21°37'08" E, 60: 40°25'46" N 21°33'14" E, 61: 40°25'58" N 21°32'53" E, 62: 40°25'57" N 21°32'35" E, 63: 40°25'19" N 21°32'12" E, 64: 40°25'33" N 21°32'09" E.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Τα δάση οξιάς του τόξου Βέρνου-Άσκιου εντάσσονται στην κλάση Querc-Fagetea, στην τάξη Fagetalia sylvaticae και στη συνένωση Fagion sylvaticae, επειδή κυριαρχούν χαρακτηριστικά είδη των παραπάνω syntaxa (Πίνακας 2). Τα δάση αυτά, σε κατώτερο της συνένωσης επίπεδο, μπορούν να διακριθούν σε τρεις ομάδες: τα θερμόφιλα, τα οξύφιλα και τα μεσόφιλα, που διαφέρουν τόσο οικολογικά όσο και χλωριδικά. Σύμφωνα με τους Bergmeier & Dimopoulos (2001) οι ομάδες αυτές εντάσσονται σε τρεις διαφορετικές υποσυνενώσεις: την Doronico orientale-Fagenion, την Doronico columnae-Fagenion και την Geranio versicoloris-Fagenion.

Θερμόφιλα δάση οξιάς - Doronico orientale-Fagenion

Στα θερμόφιλα δάση οξιάς της περιοχής έρευνας εμφανίζεται μεγάλος αριθμός χαρακτηριστικών ειδών της Quercetalia pubescenti-petraeae, που οφείλονται τόσο στην ανθρωπογενή υποβάθμιση των δασών της οξιάς, όσο και στη μειωμένη εδαφική υγρασία. Μεγάλος είναι ο αριθμός των χαρακτηριστικών ειδών της Quercion confertae, που δείχνει και τη μεγάλη συσχέτιση με τα θερμόφιλα δρυοδάση της Βαλκανικής. Γι' αυτό το λόγο, και σύμφωνα με τη διάκριση που είχε κάνει αρχικά ο Raus (1980) για τη Θεσσαλία και αργότερα άλλοι ερευνητές (Bergmeier 1990 κ.ά.) για την κεντρική και βόρεια Ελλάδα, τα δάση οξιάς με μεγάλη συμμετοχή χαρακτηριστικών ειδών της Quercetalia pubescenti-petraeae εντάσσονται στην υποσυνένωση Doronico orientale-Fagenion moesiaca.

Σημαντικά χλωριδικά στοιχεία των θερμόφιλων δασών οξιάς της περιοχής έρευνας είναι τα *Quercus petraea* ssp. *medwediewii*, *Luzula forsteri*, *Lathyrus laxiflorus* κ.ά. Λόγω της μεγάλης σταθερότητας του *Quercus petraea* ssp. *medwediewii*, η μονάδα εντάσσεται στην *Doronico orientale*-Fagenion *moesiaceae*, ως *Quercus petraea* ssp. *medwediewii*-*Fagus sylvatica*-κοινότητα. Η κοινότητα παρουσιάζει μεγάλη χλωριδική συγγένεια με την *Fagus sylvatica*-*Quercus petraea* ssp. *medwediewii*-κοινότητα, που διέκρινε ο Φωτιάδης (2004) στα Κρούσια και το Μπέλες. Εμφανίζεται κυρίως στο όρος Άσκιο και λιγότερο στο Βέρνο, σε ανατολικές, βόρειο- και νότιο- ανατολικές εκθέσεις, κυρίως στο μέσο και άνω τμήμα ομαλών και λιγότερο κυρτών πλαγιών με έντονες κλίσεις (40-60%) και σε υψόμετρο από 950 έως 1380 μέτρα.

Η *Quercus petraea* ssp. *medwediewii*-*Fagus sylvatica*-κοινότητα διακρίνεται σε δυο παραλλαγές: την παραλλαγή από *Acer pseudoplatanus* και την τυπική παραλλαγή. Η παραλλαγή από *Acer pseudoplatanus* διακρίνεται από την παρουσία ξυλωδών ειδών, όπως τα *Sorbus torminalis*, *Corylus avellana* και *Juniperus communis* και αρκετών ποωδών, που είναι χαρακτηριστικά κυρίως της *Quercetalia pubescenti-petraea* (*Physospermum cornubiense*, *Lathyrus niger* κ.ά.). Στην τυπική παραλλαγή απουσιάζουν τα είδη της παραλλαγής από *Acer pseudoplatanus*.

Οξύφιλα δάση οξιάς - *Doronico columnae*-Fagenion *moesiaceae*

Ο οξύφιλος χαρακτήρας των συγκεκριμένων δασών της περιοχής έρευνας συνάγεται από τη μείωση της συμμετοχής των χαρακτηριστικών ειδών της *Quercetalia pubescenti-petraea* σε σχέση με την υποσυνένωση *Doronico orientale*-Fagenion και την αύξηση της συμμετοχής των περισσότερων οξύφιλων και ψυχρόβιων ειδών *Orthilia secunda* και *Festuca drymeia*. Τα δάση αυτά εντάσσονται στην υποσυνένωση *Doronico columnae*-Fagenion ως *Orthilio secundae*-Fagetum σε συμφωνία με τους Bergmeier & Dimopoulos (2001).

Κύρια στοιχεία αυτής της ένωσης, όπως αυτή απαντάται στην περιοχή έρευνας, είναι: α) ο σημαντικός μικρός αριθμός των ειδών που εμφανίζονται β) είδη που εμφανίζονται στα υπόλοιπα δάση οξιάς εδώ απουσιάζουν και γ) εμφανίζονται διαφοριστικά είδη των άλλων syntaxa (Πίνακας 2). Η ένωση εμφανίζεται κυρίως στο άνω και λιγότερο στο μέσο τμήμα κυρτών και λιγότερων ομαλών πλαγιών, σε μέτριες κλίσεις (20-40%) και σε υψόμετρο 1190 με 1500 m.

Μεσόφιλα δάση οξιάς - *Geranio versicoloris*-Fagenion

Ο μεσόφιλος χαρακτήρας αυτών των δασών της περιοχής έρευνας συνάγεται από το ελάχιστο της παρουσίας χαρακτηριστικών ειδών της *Quercetalia pubescenti-petraea*, την έλλειψη του *Orthilia secunda* και την εμφάνιση ειδών-δεικτών καλής ποιότητας τόπου (*Galium odoratum*, *Sanicula europaea* κ.ά.) Τα δάση αυτά εντάσσονται στην υποσυνένωση *Geranio versicoloris*-Fagenion σε συμφωνία με τους Bergmeier & Dimopoulos (2001) και διακρίνονται σε δυο μονάδες βλάστησης: στην *Geranium versicolor*-*Urtica dioica*-*Fagus sylvatica*-κοινότητα και στην ένωση *Geranio striati*-Fagetum.

Πίνακας 2. Φυτοληψίες στα δάση οξιάς του τόξου Βέρνο-Άσκιο: 1-17: *Quercus petraea* ssp. *medwediewii*-*Fagus sylvatica*-κοινότητα (1-12: παραλλαγή από *Acer pseudoplatanus*, 13-17: τυπική παραλλαγή), 18-31: *Orthilio secundae*-Fagetum, 32-41: *Geranio striati*-Fagetum *sylvaticae*, 42-45: *Geranium versicolor*-*Urtica dioica*-*Fagus sylvatica*-κοινότητα.

[illegible]

[illegible]

Είδη που εμφανίζονται σε 2 φυτοληνγίες: *Cornus mas* Θ 51a: + b10: +, *Prunus avium* Θ/Π 40a: +/-. 14v: /+, *Quercus frainetto* Θ/Π 63a: +/+ 10v: /r, *Ilex aquifolium* Θ/Π 27v: +/-. 55a: 1/+, *Clematis vitalba* 47a: + 10v: r, *Dryopteris filix-mas* 20v: + 29v: 1, *Alliaria petiolata* 29a: r 28a: +, *Anthemis arvensis* 53a: r, 34a: r, *Arabis turrata* 34a: r 39a: +, *Carex polyphylla* 18v: r 10v: r, *Carex remota* 18v: + 62a: +, *Chamaecytisus triflorus* 14v: r 12v: +, *Corallorhiza trifida* 52a: r 17v: r, *Galium mollugo* group 27v: + 10v: +, *Hippocrepis emerus* ssp. *emeroides* 53a: + 32a: +, *Inula conyzia* 10v: + 17v: +, *Rumex acetosella* 13v: r 10v: r, *Lotus corniculatus* 14v: r 13v: r, *Lunaria annua* ssp. *pachyrhiza* 39a: r 17v: +, *Oxalis acetosella* 18v: + 19v: +, *Polypodium vulgare* 29a: + 31a: +, *Pulmonaria rubra* 29v: + 19v: +, *Saxifraga rotundifolia* ssp. *rotundifolia* 34a: + 17v: +, *Scrophularia nodosa* 60a: r 58a: +, *Stachys* cf. *menthifolia* 64a: r 62a: +, *Stachys* sp. 16v: + 30v: r, *Stellaria nemorum* ssp. *montanum* 29v: + 19v: +, *Trifolium arvense* 12v: r 10v: r, *T. aureum* 11v: + 13v: r, *T. pratense* 11v: r 10v: +, *Urtica urens* 58a: + 28a: +, *Euonymus europaeus* 51a: r 52a: +.

Είδη που εμφανίζονται σε 1 φυτοληνγία: *Acer platanoides* Θ 33a: +, *Rosa canina* Θ 10v: +, *Tilia tomentosa* Θ 34a: +, *Fraxinus ornus* Θ/Π 34a: +/r, *Acer tataricum* 34a: +, *Achillea grandiflora* 30v: +, *Achillea nobilis* 58a: r, *Actaea spicata* 29v: +, *Agrostis stolonifera* 29a: +, *Anthemis triumfetti* 27v: r, *Arabis sagittata* 41a: +, *Arctium minus* 33a: +, *Aristolochia lutea* 20v: r, *Arrhenatherum elatius* 20v: 2, *Asplenium onopteris* 34a: r, *Boraginaceae* sp. 30v: r, *Cardamine graeca* 29v: +, *Cardamine hirsuta* 10v: +, *Carex pendula* 18v: +, *C. sylvatica* 18v: +, *Carlina* sp. 30v: r, *Chelidonium majus* 58a: +, *Circaea lutetiana* 58a: r, *Cirsium eriophorum* 30v: r, *Cirsium* sp. 33a: +, *Dactylis glomerata* 63a: r, *Digitalis laevigata* 52v: +, *D. lanata* 33a: r, *Epilobium angustifolium* 33a: r, *Euphrasia minima* 39a: +, *Genista carinalis* 14v: r, *Geocaryum capillifolium* 30v: +, *Geranium lucidum* 64a: r, *Heracleum sphondylium* ssp. *ternatum* 33a: +, *Hordeum europaeus* 19v: r, *Lactuca viminea* 15v: r, *Carpinus betulus* 61a: r, *C. orientalis* 61a: r, *Castanea sativa* 29a: r, *Leontodon crispus* 34a: r, *Lilium chalcidonicum* 39a: +, *Lonicera etrusca* 39a: +, *Luzula luzulina* 27v: +, *L. pilosa* 18v: +, *L. sylvatica* 34a: +, *Myosotis ramosissima* ssp. *ramosissima* 63a: r, *Myosotis sylvatica* ssp. *cyanea* 34a: r, *Prunus spinosa* 47a: r, *Ranunculus neapolitanus* 64a: r, *Satureja acinos* 42a: r, *Torilis arvensis* ssp. *purpurea* 10v: +, *Torilis ucrainica* 33a: r, *Trifolium fragiferum* 46a: r, *T. heldreichianum* 46a: +, *T. medium* ssp. *balkanicum* 27v: +, *T. ochroleucon* 10v: +, *T. spandiceum* 15v: r, *T. squammosum* 10v: r, *Verbascum* cf. *longifolium* 30v: r, *V. nigrum* 33a: r, *V. phlomoides* 32a: +, *Vicia cracca* 32a: +, *V. villosa* 63a: +, *Viola odorata* 52a: r, *V. orphanides* 19v: 1, *Vitis vinifera* 55a: +.

Συμμήσεις: Q.p.: Quercetalia pubescentis, F.s.: Fagion sylvaticae, Q-F: Querco-Fagetum, Q.c.: Quercion confertae, O-C: Ostryo-Carpinion orientalis, A.t.: Asplenietea trichomanis, V-P: Vaccinio-Picetum, G-U: Galio-Urticetum.

Η *Geranium versicolor-Urtica dioica-Fagus sylvatica*-κοινότητα διακρίνεται από τα είδη *Doronicum austriacum*, *Geum urbanum*, *Satureja majoranifolia* κ.ά. Η χλωριδική σύνθεση καθώς και ο συνδυασμός των διαφοριστικών ειδών είναι παρόμοια με την "*Fagus sylvatica* et *Geranium striati* (= *Geranium versicolor*)" ένωση, που διέκριναν οι Quézel & Contadriopoulos 1965 και ο Quézel 1967 στην Πίνδο και στο Βαρνούντα. Σύμφωνα με τους Bergmeier & Dimopoulos (2001) η μονάδα αυτή δε μπορεί να διακριθεί ως ένωση αλλά ως *Geranium versicolor-Urtica dioica-Fagus sylvatica*-κοινότητα. Η ίδια συνταξινόμηση ακολουθήθηκε και στην παρούσα έρευνα. Η κοινότητα εμφανίζεται μόνο στο όρος Βέρνο, όπου οι συνθήκες υγρασίας είναι πιο ευνοϊκές για την εμφάνιση της μονάδας αυτής, στο μέσο και κάτω τμήμα ομαλών και κοίλων πλαγιών, σε μέτριες κλίσεις και σε υψόμετρο 900 με 1390 μέτρα.

Σημαντικό ρόλο στη χλωριδική σύνθεση της ένωσης *Geranium striati-Fagetum*, της περιοχής έρευνας, έχουν τα είδη *Galium odoratum*, *Sanicula europaea*, *Aegopodium podagraria* κ.ά. Η *Geranium striati-Fagetum*, δεν διακρίνεται με διαφοριστικά είδη από την *Geranium versicolor-Urtica dioica-Fagus sylvatica*-κοινότητα, αλλά διακρίθηκε σε επίπεδο ένωσης, γιατί η χλωριδική της σύνθεση είναι παρόμοια με την *Geranium striati-Fagetum* που διέκριναν οι Bergmeier & Dimopoulos (2001). Εμφανίζεται κυρίως στο όρος Άσκιο και λιγότερο στο Βέρνο, στο μέσο τμήμα ομαλών πλαγιών σε μεγάλο υψόμετρο (1420 έως 1560 μέτρα).

Συμπεράσματα

Τα δάση οξιάς του τόξου Βέρνου-Άσκιου διακρίνονται σε τρεις ομάδες που είναι αποτέλεσμα των οικολογικών συνθηκών και της γεωγραφικής θέσης του τόξου. Οι τρεις αυτές ομάδες εντάσσονται, αντίστοιχα, σε τρεις υποσυνενώσεις: την *Doronicum orientalis-Fagenion moesiaca* που περιλαμβάνει τα θερμόφιλα δάση οξιάς (*Quercus petraea* ssp. *medwediewii-Fagus sylvatica*-κοινότητα), την *Doronicum columnae-Fagenion moesiaca* που περιλαμβάνει τα οξύφιλα δάση οξιάς (*Orthilio secundae-Fagetum*) και την *Geranium versicoloris-Fagenion* που περιλαμβάνει τα μεσόφιλα δάση οξιάς (*Geranium striati-Fagetum sylvaticae* και *Geranium versicolor-Urtica dioica-Fagus sylvatica*-κοινότητα).

Συνταξινόμηση σύννοση

- Quercus-Fagetea Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937
 Fagetalia sylvaticae Pawl. et al. 1928
 Fagion sylvaticae Luquet 1926
 Doronico orientalis-Fagenion moesiaca Raus ex Raus 1980
Quercus petraea ssp. *medwediewii*-*Fagus sylvatica*-κοινότητα
 Τυπική παραλλαγή
 Παραλλαγή από *Acer pseudoplatanus*
 Doronico columnae-Fagenion moesiaca Dzwonko et al. 1999
 Orthilio secundae-Fagetum (Barbero & Quézel 1976) Bergmeier 1990
 Geranio versicoloris-Fagenion (Gentile 1969) Bergmeier & Dimopoulos 2001
 Geranio striati-Fagetum sylvaticae Quézel & Contandriopoulos 1965
Geranium versicolor-*Urtica dioica*-*Fagus sylvatica*-κοινότητα

Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης Ηρ.Ν. 1986. Δασική Φυτοκοινωνιολογία. Θεσσαλονίκη.
 Ackermann W. & Durka W. 1997. Sort 3.9 Processing of vegetation relevés and species lists. English version 2. Beyreuth.
 Bergmeier E. 1990. Wälder und Gebüsche des Niederen Olymp (Káto Olimbos, NO Thessalien). Ein Beitrag zur systematischen und orographischen Vegetationsgliederung Griechenlands. Phytocoenologia 18: 161-342.
 Bergmeier E. & Dimopoulos P. 2001. Beech (*Fagus sylvatica*) forest vegetation in Greece: syntaxonomy and gradient analysis. J. Veg. Science 12:109-126.
 Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3 Aufl., Wien, New York.
 Ζαμπάκας Ι.Δ. 1981. Γενική Κλιματολογία. Αθήνα.
 Φωτιάδης Γ. 2004. Καθορισμός των φυτοκοινωνιολογικών μονάδων του Ελληνικού τμήματος του όρους Μπέλες και της οροσειράς των Κρουσίων. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
 Fotiadis G. Panajiotidis S. & Gerasimidis A. 2005 Phytosociological approach on the forest vegetation of Mt Verno (W Macedonia, Greece). Bot. Chron. 18: 101-116.
 Greuter W. Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984-1989. Med-Checklist, 1, 3, 4. Genève.
 Ι.Γ.Μ.Ε. 1983. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1:500.000. Αθήνα.
 Μαυρομάτης Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης. Βιοκλιματικοί χάρτες. Ι.Δ.Ε.Α. Αθήνα.
 Μουντράκης Μ.Δ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδος. Θεσσαλονίκη.
 Mucina L. 1997. Conspectus of classes of European vegetation. Folia Geobot. Phytotax. 32: 117-172.
 Quézel P. 1967. A propos de quelques hetraies de Macédoine grecque. Bull. Soc. Bot. France 114: 200-210.
 Quézel P. & Contandriopoulos J. 1965. A propos de la végétation des forets des hetres dans le massif du Pinde. Bull. Soc. Bot. France 112: 312-319.
 Raus Th. 1980. Die vegetation Ostthessaliens (Griechenland). III. Quercus-Fagetea und azonale Gehölzgesellschaften. Bot. Jahrb. Syst. 101(3): 313-361.
 Στάθης Δ. 1998. Μετεωρολογικά στοιχεία της Πίνδου από υδρολογική άποψη. Διδακτορική

- Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Strid A. (ed.) 1986. Mountain flora of Greece 1. Cambridge.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1991. Mountain flora of Greece 2. Edinburgh.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds.) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmonson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. Flora Europaea 1, (2nd ed.). Cambridge University Press, Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968-1980. Flora Europaea 2, 3, 4, 5. Cambridge University Press, Cambridge.
- Weber H.E., Moravec J. & Theurillat J.-P. 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature, 3rd edition. J. Veg. Science 11: 739-768.

**Ανάλυση εδαφικής τράπεζας σπερμάτων σε υπο-Μεσογειακό δάσος
φυλλοβόλων δρυών με διαφορετικούς τύπους βόσκησης
(Μπουραζάνι, ΒΔ Ελλάδα)**

¹Χαϊδευτού Ε., ¹Δημόπουλος Π. & ²Θάνος Κ.Α.

¹Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Γ.
Σεφέρη 2, 301 00 Αγρίνιο.

²Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία μελετώνται οι επιδράσεις δύο διαφορετικών τύπων μακροχρόνιας βόσκησης (μηρυκαστικών και αγριόχοιρων) στην υπέργεια βλάστηση και στην εδαφική τράπεζα σπερμάτων. Παράλληλα γίνονται συγκρίσεις με μη βοσκημένες θέσεις δασών. Η πειραματική έρευνα πεδίου λαμβάνει χώρα στο «Περιβαλλοντικό Πάρκο Μπουραζάνι» (περιοχή Κόνιτσας) που καλύπτεται από υπο-Μεσογειακά δάση φυλλοβόλων δρυών. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες βλάστησης και ελήφθησαν εδαφικοί πυρήνες. Για τη μελέτη της πυκνότητας και ποικιλότητας της εδαφικής τράπεζας σπερμάτων ακολούθησαν στο εργαστήριο πειράματα ανάλυσης των εδαφικών πυρήνων. Διαπιστώθηκε ότι τα εν λόγω δασικά οικοσυστήματα διαθέτουν «οικολογική μνήμη» που αντανακλά την προγενέστερη κατάστασή τους από πλευράς χλωριδικής σύνθεσης. Μεγάλη επίδραση στη φυτική ποικιλότητα της υπέργειας βλάστησης ασκεί η βόσκηση από μηρυκαστικά, ενώ η βόσκηση από τους αγριόχοιρους επιφέρει ποιοτική υποβάθμιση και ποσοτική μείωση στην εδαφική τράπεζα σπερμάτων.

**Soil seed bank analysis in a sub-Mediterranean deciduous oak forest
under different grazing regimes (Bourazani, NW Greece)**

¹Chaideftou E., ¹Dimopoulos P. & ²Thanos C.A.

¹Department of Environmental and Natural Resources Management, University of
Ioannina, Seferi 2, 301 00 Agrinio, Greece.

²Department of Botany, School of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis,
157 84 Athens, Greece.

Abstract

This study investigates the impacts of two different long-term grazing regimes (ruminants, wild boars) on above-ground vegetation and soil seed bank. Comparisons are

also made with non-grazed forest sites. The experimental field research takes place in the 'Bourazani Environmental Park' (municipality of Konitsa) covered by sub-Mediterranean deciduous oak forests. For this purpose, relevés were made and soil samples were taken. To study the density and diversity of the soil seed bank, experiments for analyzing the soil samples were carried out in the laboratory. It was found out that these forest ecosystems possess 'ecological memory' which reflects their previous state from the point of view of the floristic composition. Ruminant grazing is found to have great impact on the plant diversity of the above-ground vegetation, while wild boar grazing results in both qualitative and quantitative decline in the soil seed bank.

Εισαγωγή

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται 12 km δυτικά της πόλης της Κόνιτσας, ανήκει στη δήμο Κόνιτσας και απέχει 4 km από τα σύνορα Ελλάδας - Αλβανίας (τελωνειακός σταθμός Μέρτζιανης). Από γεωτεκτονική άποψη, η περιοχή ανήκει στο Αδριατικοϊόνιο σύστημα ορέων και στο σύστημα Ωλονού-Πίνδου, ενώ το γεωλογικό υπόστρωμα αποτελείται από παλαιογενή ψαμμιτικό φλύσχη και σε μικρότερη έκταση από ασβεστόλιθο. Από βιοκλιματική άποψη, με βάση τα στοιχεία του Μ.Σ. Κόνιτσας, η περιοχή μελέτης ανήκει στον ύψυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα δριμύ και ασθενή μεσο-Μεσογειακό χαρακτήρα.

Από την άποψη της βλάστησης η περιοχή μελέτης καλύπτεται από εκτεταμένα υπο-μεσογειακά δάση φυλλοβόλων δρυών μικτής σύνθεσης με τα εξής συχνότερα εμφανιζόμενα είδη δρυός: *Quercus frainetto*, *Q. pubescens*, *Q. cerris* και *Q. trojana*, και συμμετοχή σε μεγάλο βαθμό των ειδών *Carpinus orientalis* και *Fraxinus ornus*. Η ενότητα ζωνικής βλάστησης στην οποία εντάσσεται η περιοχή μελέτης με βάση το χάρτη Δυνητικής Φυσικής Βλάστησης της Ευρώπης (Bohn et al. 2000) είναι τα μικτά δάση φυλλοβόλων των Νοτίων Βαλκανίων.

Η περιοχή μελέτης καλύπτει έκταση 112 ha και στο εσωτερικό της ήδη από το 1974 άρχισε η εγκατάσταση ζωικών ειδών με σκοπό να χρησιμοποιούνται ως θηράματα. Σε τμήμα της περιοχής έκτασης 86 ha βόσκουν τα εξής είδη μηρυκαστικών: *Dama dama* (πλατόνι), *Cervus elaphus* (ευγενής έλαφος), *Capreolus capreolus* (ζαρκάδι), *Ovis amon mousimon* (αγριοπρόβατο), *Capra aegagrus cretica* (κρι-κρι), ενώ στα υπόλοιπα 26 ha βόσκουν αγριόχοιροι (*Sus scrofa*). Σε περιοχές που διαχωρίζονται με περίφραξη, εφαρμόζονται δύο διαφορετικοί τύποι βόσκησης: α) βόσκηση από μηρυκαστικά, β) βόσκηση από αγριόχοιρους. Εκτός της μεγάλης περίφραξης, η περιοχή χαρακτηρίζεται ως μη βοσκημένη (ουσιαστικά ασκείται σποραδική βόσκηση από μικρό αριθμό αιγοπροβάτων). Η μακροχρόνια βόσκηση σε συνδυασμό με το μεγάλο αριθμό ζώων σε περιορισμένης επιφάνειας περιφραγμένη περιοχή έχει οδηγήσει στην σχεδόν πλήρη εξαφάνιση της ποώδους στρώσης, σε αντίθεση με τα γειτονικά μη βοσκημένα δάση όπου η ποώδης στρώση είναι πολύ καλά αναπτυγμένη. Η σύνθεση των ξυλωδών ειδών του δάσους δεν έχει επηρεαστεί και είναι σχεδόν φυσική.

Έρευνες που συσχετίζουν την υπέργεια βλάστηση με την εδαφική τράπεζα σπερμάτων υπό την επίδραση κάποιας μορφής διαχείριση (βόσκηση) υπάρχουν λίγες μόνο στην Ευρώπη (Dugrand & Wery 1971, Bakker et al. 1996, Kalamees & Zobel 1997, Albrecht & Pilgram 1997, Peco et al. 1998, Debussche et al. 2001, Mitlacher et al.

2002, Olano et al. 2002, Diaz-Villa et al. 2003, Sternberg et al. 2003, Piudo & Caverio 2004). Επιπλέον, η γνώση των επιδράσεων της βόσκησης στη φυτοποικιλότητα των δασών της Ελλάδας είναι μικρή. Τα αποτελέσματα που δημοσιεύονται εδώ αποτελούν τμήμα των ερευνητικών αποτελεσμάτων της πρώτης συγγραφέως στο πλαίσιο εκπόνησης της διδακτορικής της διατριβής με τίτλο «Εδαφικές τράπεζες σπερμάτων, φυτική ποικιλότητα και βόσκηση σε δάση φυλλοβόλων δρυών της Ελλάδας».

Αντικείμενα της παρούσας εργασίας είναι: α) ο προσδιορισμός των διαφορών που υπάρχουν στη φυτοποικιλότητα της υπέργειας βλάστησης υπό διαφορετικά καθεστάτα βόσκησης, β) να απαντήσουμε στο ερώτημα αν διαθέτουν τα υπο- μεσογειακά δάση «μνήμη» τράπεζας σπερμάτων που να αντανakλά την προηγούμενη χρήση και τις προηγούμενες συνθέσεις ειδών, γ) η σύγκριση της πυκνότητας των εδαφικών τραπέζων σπερμάτων για βοσκημένες υπό διαφορετικούς τύπους βόσκησης (μηρυκαστικά, αγριόχοιροι) και μη βοσκημένες περιοχές, σε δύο διαφορετικά βάθη εδάφους και δ) η συσχέτιση της φυτοποικιλότητας της εδαφικής τράπεζας σπερμάτων και της υπέργειας βλάστησης με τη βόσκηση.

Υλικά και μέθοδοι

Για τη μελέτη της υπέργειας βλάστησης πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες το καλοκαίρι του 2002 σε 20 υποκειμενικά επιλεγμένες μόνιμες επιφάνειες μεγέθους 150m² ακολουθώντας τη φυτοκοινωνιολογική μέθοδο του Braun-Blanquet (Westhoff & van der Maarel 1973).

Η επιλογή των μόνιμων επιφανειών δειγματοληψίας βλάστησης και των εδαφικών πυρήνων έγινε με βάση το διαφορετικό τύπο βόσκησης, δηλ. αν υπάρχει ή δεν υπάρχει βόσκηση και στην περίπτωση που υπάρχει αν ασκείται από μηρυκαστικά ή μη μηρυκαστικά ζωικά είδη. Τα δεδομένα των δειγματοληψιών εισήχθησαν στο λογισμικό TURBOVEG (Hennekens & Schaminee 2001) και στη συνέχεια εξήχθη ο τελικός πίνακας χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα TWINSpan (Hill 1979).

Πραγματοποιήθηκαν τρία πειράματα ανάλυσης εδαφικής τράπεζας σπερμάτων μετά από δειγματοληψίες εδαφικών πυρήνων σε τρεις διαφορετικές χρονικές περιόδους: Δεκέμβριος 2002, Νοέμβριος 2003, Μάιος 2004 σε δύο διαφορετικά βάθη εδάφους (0-5 & 5-10 cm) και σε 6 υποκειμενικά επιλεγμένες μόνιμες επιφάνειες μεγέθους 150 m². Ακολούθησε η έμμεση μέθοδος ανάλυσης της εδαφικής τράπεζας μέσω φύτευσης (Thompson et al. 1997).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Υπεργεια βλάστηση

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι διαφορές στη χλωριδική ποικιλότητα μεταξύ βοσκημένων και μη βοσκημένων περιοχών. Τα γραμμοσκιασμένα κελιά αντιστοιχούν στις περιοχές που βοσκούνται από αγριόχοιρους. Στις βοσκημένες θέσεις έχουμε σχεδόν αποκλειστική και μόνη παρουσία δενδρώδους στρώσης, ενώ λείπουν σχεδόν πλήρως η θαμνώδης και η ποώδης στρώση, σε αντίθεση με τις μη βοσκημένες θέσεις όπου παρατηρείται μια καλά αναπτυγμένη ποώδης στρώση. Το είδος *Helleborus odoratus* subsp. *cyclophyllus* αποτελεί το μοναδικό είδος που κυριαρχεί στον ποώδη υπώροφο των περιοχών που βοσκούνται από μηρυκαστικά.

	ΒΟΣΚΗΣΗ									ΜΗ ΒΟΣΚΗΣΗ										
ΕΙΔΗ																				
	1				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1						
	3	4	1	1	2	4	8	0	5	2	9	9	7	0	5	7	3	6	8	6

[illegible]

<i>Scutellaria columnae</i>			3
<i>Elymus hispidus</i> subsp. <i>hispidus</i>			3
<i>Anthemis tinctoria</i>	1	3 1	2
<i>Filipendula vulgaris</i>			2
<i>Selinum silaifolium</i>		1 2	2
<i>Pyrus</i> sp.			2
<i>Colutea arborescens</i>		3 3	2
<i>Origanum vulgare</i>			2
<i>Dorycnium hirsutum</i>	1	3 3	2
<i>Achillea holosericea</i>			1
<i>Torilis arvensis</i>			1
<i>Trifolium ochroleucum</i>		3	1
<i>Crepis fraasii</i>		2	1
<i>Crataegus monogyna</i> var. <i>lasiocarpa</i>		1	1
<i>Prunella vulgaris</i>			1
<i>Prunella laciniata</i>		1	1
<i>Achillea</i> sp.			1
<i>Torilis japonica</i>			1

Το μωσαϊκό βλάστησης, όπως έχει διαμορφωθεί από τα τρία διαφορετικά καθεστώτα βόσκησης που επικρατούν στην περιοχή μελέτης απεικονίζεται στο διάγραμμα της Εικ. 2, όπου είναι εμφανής η ύπαρξη 13 δεινιδωδών ειδών και ενός καλά αναπτυγμένου θαμνώδους ορόφου στις μη βοσκημένες περιοχές.

Εδαφική τράπεζα σπερμάτων

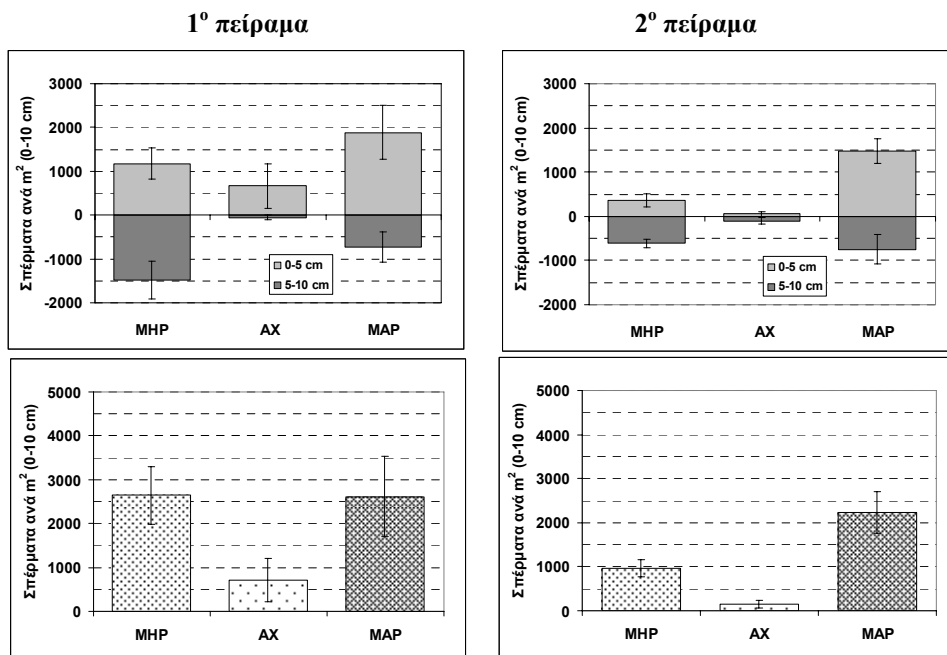
Στην Εικ. 1 παρουσιάζονται τα διαγράμματα πυκνότητας της εδαφικής τράπεζας σπερμάτων για τις περιοχές με διαφορετικό τύπο βόσκησης (MHP: βόσκηση από μηρυκαστικά, AX: βόσκηση από αγριόχοιρους, MAP: μη βόσκηση-μάρτυρας) συνολικά (επάνω) και στα δύο διαφορετικά βάθη εδάφους (0-5 & 5-10 cm). Η πυκνότητα της εδαφικής τράπεζας σπερμάτων σε μη βοσκούμενες θέσεις υπολογίστηκε στο πρώτο πείραμα σε 2741 σπέρματα/m² και στο δεύτερο σε 2241 σπέρματα/m² (Εικ. 2). Και στα δύο πειράματα, οι εδαφικές τράπεζες σπερμάτων στις περιοχές που βοσκούνται από μηρυκαστικά και στις περιοχές που δεν βοσκούνται έχουν πολύ μεγαλύτερες πυκνότητες από αυτές των περιοχών που βοσκούνται από αγριόχοιρους. Στο μεγαλύτερο βάθος, η πυκνότητα σπερμάτων στις περιοχές των αγριόχοιρων είναι πολύ μικρή ιδιαίτερα σε σχέση με τις αντίστοιχες πυκνότητες στις περιοχές των άλλων δύο τύπων βόσκησης (βόσκηση από μηρυκαστικά και μη βόσκηση) (Εικ. 2).

Ο συνολικός αριθμός φυτικών taxa της εδαφικής τράπεζας σπερμάτων καθώς και ο αριθμός μονοκότυλων και δικότυλων φαίνεται στον Πίνακα 2. Τα αντίστοιχα μωσαϊκά μοντέλα που διαμορφώθηκαν για την εδαφική τράπεζα σπερμάτων του πρώτου και του δεύτερου πειράματος φαίνονται στην Εικ. 2. Οι κύκλοι συμβολίζουν τις περιοχές διαφορετικής βόσκησης (A: αγριόχοιροι, M: μηρυκαστικά, MAP: μάρτυρες) και στις

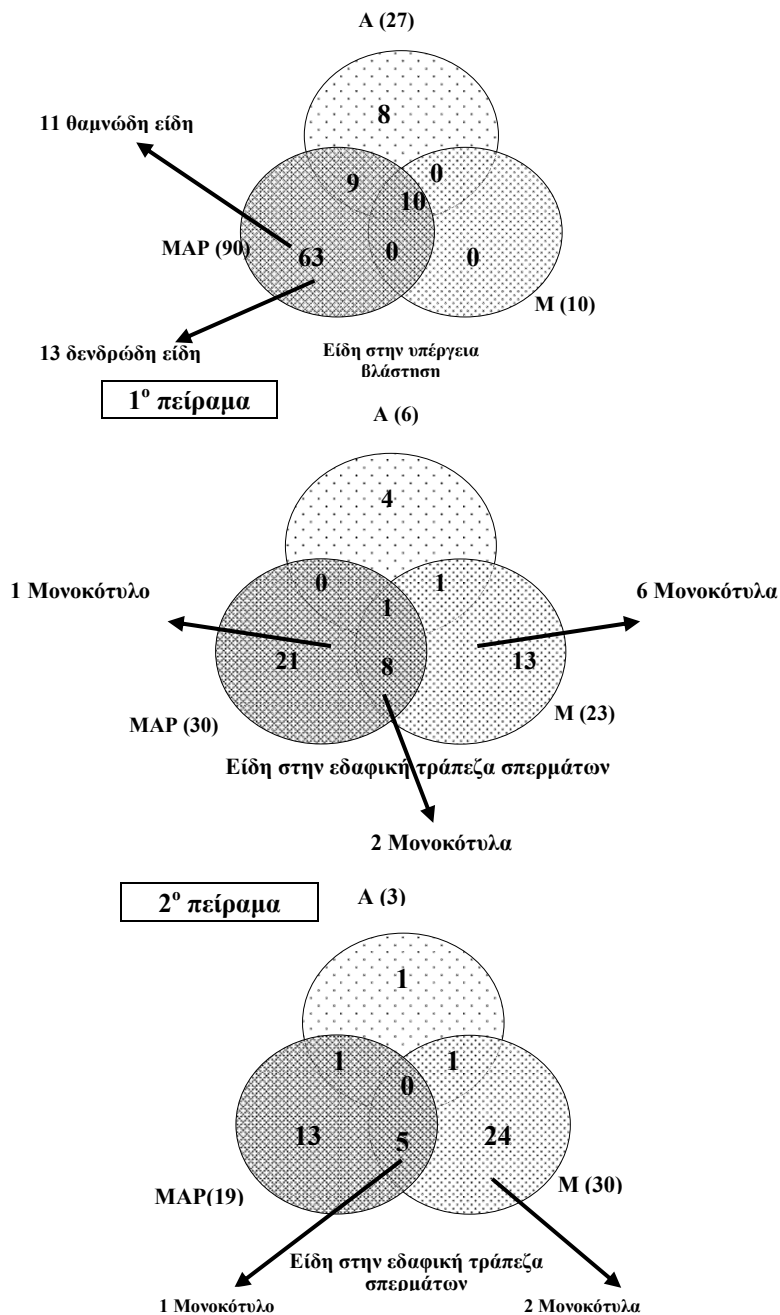
επικαλύψεις των κύκλων σημειώνεται ο αριθμός των κοινών ειδών μεταξύ των περιοχών. Και στα δύο πειράματα, οι περιοχές που βοσκούνται από μηρυκαστικά και οι περιοχές που δεν βοσκούνται έχουν πολύ μεγάλο αριθμό ειδών. Πιο συγκεκριμένα, με βάση το 1^ο και το 2^ο πείραμα, στις περιοχές που βοσκούνται από μηρυκαστικά απαντούν 23 και 30 taxa αντίστοιχα, ενώ στις μη βοσκημένες περιοχές απαντούν 30 και 19 taxa αντίστοιχα.

Πίνακας 2. Διάκριση φυτικών ειδών της εδαφικής τράπεζας σπερμάτων.

Αριθμός ειδών	1ο πείραμα	2ο πείραμα
Σύνολο	48	45
Δικότυλα	39	42
Μονοκότυλα	9	3



Εικόνα 1. Η πυκνότητα της εδαφικής τράπεζας σπερμάτων σε 2 πειράματα, 2 βάθη και 3 διαφορετικές συνθήκες βόσκησης (MAP: μάρτυρας, MHP: μηρυκαστικά, AX: αγριόχοιροι).



Εικόνα 2. Αναγνώριση διακριτών φυτικών ειδών (σε παρένθεση) υπέργειας βλάστησης και εδαφικής τράπεζας σπερμάτων. MAP: μάρτυρας, M: μηρυκαστικά, A: αγριόχοιροι.

Από τα διαγράμματα πυκνότητας της εδαφικής τράπεζας σπερμάτων και στα δύο πειράματα, η σημαντική πυκνότητα σπερμάτων στο βάθος 5-10 cm υποστηρίζει τη διαπίστωση της ύπαρξης μόνιμης εδαφικής τράπεζας σπερμάτων στα συγκεκριμένα οικοσυστήματα. Μόνιμη εδαφική τράπεζα ισοδυναμεί με 'οικολογική μνήμη'. Φαίνεται επίσης ότι ισχυρότερη επίδραση στην εδαφική τράπεζα σπερμάτων ασκεί η βόσκηση από τους αγριόχοιρους, συγκριτικά με τον άλλο τύπο βόσκησης, αλλά και με τη μη βόσκηση. Η επίδραση αυτή είναι μεγαλύτερη στα βαθύτερα εδάφη, καθώς η πυκνότητα σπερμάτων είναι σαφώς μειωμένη σε σχέση με τις πυκνότητες του μικρότερου βάθους και για τους τρεις τύπους βόσκησης. Όπως προκύπτει από τα οργανογράμματα, μεγάλη ποικιλότητα παρατηρείται στην εδαφική τράπεζα σπερμάτων για τις περιοχές που βοσκούνται από μηρυκαστικά και για τις περιοχές που δεν βοσκούνται, ενώ στην υπέργεια βλάστηση μόνο για τις περιοχές που δεν βοσκούνται. Η βόσκηση από τους αγριόχοιρους προκαλεί ακόμη σημαντική ποιοτική υποβάθμιση της εδαφικής τράπεζας σπερμάτων.

Τέλος, από την άποψη της αποκατάστασης των εν λόγω οικοσυστημάτων, η μόνιμη εδαφική τράπεζα σπερμάτων είναι πολύ σημαντική, καθώς περιλαμβάνει φυτικά είδη προγενέστερων σταδίων, φυτικά είδη που δεν υπάρχουν στην παρούσα υπέργεια βλάστηση και σπέρματα με μεγάλη βιωσιμότητα.

Βιβλιογραφία

- Albrecht H. & Pilgram M. 1997. The weed seed bank of soils in a landscape segment in Southern Bavaria - I. Seed content, species composition and spatial variability. *Vegetatio* 125: 1-10.
- Bakker J.P., Bakker E.S., Rosén E., Verweij G.L. & Bekker R.M. 1996. Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to *Juniperus* shrubland. *J. Veg. Sci.* 7: 165-176.
- Bohn U., Gollup G. & Hettwer Ch. 2000. Map of the Natural Vegetation of Europe. Federal Agency for Nature Conservation.
- Debussche M., Debussche G. & Lepart J. 2001. Changes in the vegetation of *Quercus pubescens* woodland after cessation of coppicing and grazing. *J. Veg. Sci.* 12: 81-92.
- Díaz-Villa M. D., Marañón T., Arroyo J. & Garrido B. 2003. Soil seed bank and floristic diversity in a forest - grassland mosaic in Southern Spain. *J. Veg. Sci.* 14: 701-709.
- Dugrand R. & Wery G. 1971. Agriculture. In: Dugrand R. (ed.) *Atlas Régional du Languedoc - Roussillon*. Paris.
- Hennekens, S.M. & Schaminée, J.H.J. 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *J. Veg. Sci.* 12: 589-591.
- Hill M.O. 1979. TWINSpan. A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. *Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, NY.
- Kalamees R. & Zobel M. 1997. The seed bank in an Estonian calcareous grassland: comparison of different successional stages. *Folia Geobot. Phytot.* 32: 1-14.
- Mitlacher K., Poschold P., Rosén E. & Bakker J.P. 2002. Restoration of wooded meadows - a comparative analysis along a chronosequence on Öland (Sweden). *App. Veg. Sci.* 5: 63-73.

- Olano J.M., Caballero I., Laskurain N.A., Loidi J. & Escudero A. 2002. Seed bank spatial pattern in a temperate secondary forest. *J. Veg. Sci.* 13: 775-784.
- Peco B., Ortega M. & Levassor C. 1998. Similarity between seed bank and vegetation in Mediterranean grassland: a predictive model. *J. Veg. Sci.* 9: 815-828.
- Piudo M.J. & Cavello R.V. 2004. The soil seed bank in a *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp. stand in Northern Spain. Seed Ecology, An International Meeting on Seeds and the Environment, Rhodes, 29 April - 4 May 2004.
- Sternberg M., Gutman M., Perevolotsky A. & Kigel J. 2003. Effects of grazing on soil seed bank dynamics: an approach with functional groups. *J. Veg. Sci.* 14: 375-386.
- Thompson K., Bakker J.P. & Bekker R.M. 1997. The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge, etc.
- Westhoff V. & van der Maarel E. 1973. The Braun-Blanquet approach. In Whittaker, R. (ed.), *Ordination and Classification of Communities. Handbook of Vegetation Science V.* The Hague.

Ποικιλότητα σε μορφολογικούς χαρακτήρες φύλλων δέκα πληθυσμών οξιάς στην Ελλάδα

¹Χατζησκάκης Σ., ¹Παπαγεωργίου Α.Χ., ¹Μπούτσιος Σ., ¹Γαλατσίδης Σ. & ²Τσιριπιδής Ι.

¹Τμήμα Δασολογίας & Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 682 00 Ορεστιάδα.

²Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη.

Περίληψη

Η σύγχρονη άποψη για την οξιά στην Ευρώπη δέχεται την ύπαρξη ενός είδους (*Fagus sylvatica*) και δύο υποειδών: ssp. *sylvatica* και ssp. *orientalis*. Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκαν δώδεκα μορφολογικοί χαρακτήρες φωτόφυλλων οξιάς από δέκα πληθυσμούς σε όλη την Ελλάδα, με ιδιαίτερη έμφαση στη Ροδόπη. Οι παρατηρήσεις ομαδοποιήθηκαν σε φυλλότυπους και μετρήθηκαν οι συχνότητές τους στους πληθυσμούς. Διαπιστώθηκε μια κυριαρχία χαρακτηριστικών που μοιάζουν με το υποείδος *sylvatica* σε νοτιότερες, δυτικότερες και με υψηλότερο υψόμετρο θέσεις. Υπάρχει μια μετάβαση χαρακτήρων από τα νότια στα βόρεια και από τα δυτικά στα ανατολικά. Τα αποτελέσματα αυτά πιθανόν να ερμηνεύονται από τη μεταπαγετώδη μετανάστευση της οξιάς και από την οικοτυπική προσαρμογή της, κυρίως σε σχέση με το υψόμετρο.

Diversity in leaf morphological traits of ten beech populations in Greece

¹Hatziskakis S., ¹Papageorgiou A.C., ¹Boutsios S., ¹Galatsidas S. & ²Tsiripidis I.

¹Department of Forestry & Management of the Environment and Natural Resources, Democritus University of Thrace, GR-682 00 Orestiada, Greece.

²Department of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-541 24 Thessaloniki, Greece.

Abstract

The actual taxonomic classification of beech in Europe considers one species (*Fagus sylvatica*) and two subspecies: subsp. *sylvatica* and subsp. *orientalis*. This research considered the measurement of twelve morphological leaf traits (sun-leaves) in ten Greek populations, with an emphasis in the Rodopi Mountains. The observations were clustered in five “phylotypes” and their frequencies were calculated. *Sylvatica*-type traits were identified mostly in the southern and the western populations of high

altitude. There is a transition in leaf traits from south to north and west to east. These results are probably explained by the post-glacial immigration of beech and its ecotypic adaptation to environmental factors, particularly those related with altitude.

Εισαγωγή

Η οξιά (είδη του γένους *Fagus*) παρουσιάζει στην Ευρώπη ευρεία εξάπλωση που χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλομορφία σε μορφολογικά γνωρίσματα. Για το λόγο αυτό, οι απόψεις για τη συστηματική κατάταξη των ειδών οξιάς στην ήπειρο δίστανται. Η τελευταία άποψη που έχει επικρατήσει είναι αυτή του ενός είδους (*Fagus sylvatica*) με δύο υποείδη: *F. sylvatica* ssp. *sylvatica* και *F. sylvatica* ssp. *orientalis* (Greuter et al. 1984, Denk et al. 2002, Denk 2003). Παλιότερες αναφορές κάνουν λόγο για δύο είδη (π.χ. Tutin 1964), αλλά και για ένα τρίτο, την *F. moesiaca*, στο χώρο των Βαλκανίων (Czecczott 1933). Το υποείδος *sylvatica* έχει σχήμα φύλλων ωοειδώς ελλειψοειδές με το μέγιστο πλάτος να βρίσκεται στο μέσο ή στο κάτω τμήμα του ελάσματος και γενικά μικρότερες διαστάσεις σε σχέση με το φύλλο του υποείδους *orientalis*. Τα φύλλα της ανατολικής οξιάς χαρακτηρίζονται επιμήκη ελλειψοειδή έως αντίστροφα ωοειδή με το μέγιστο πλάτος να παρατηρείται συνήθως στο επάνω μέρος του φύλλου (Αθανασιάδης 1986).

Στον ελληνικό χώρο η γεωγραφική εξάπλωση του γένους *Fagus* καταγράφεται από το όρος Οξιά και βορειότερα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι πληθυσμοί της Ροδόπης, η οποία θεωρείται σημείο συνάντησης των υποειδών *sylvatica* και *orientalis* (Tsiripidis & Athanasiadis 2003, Μπούτσιος et al. 2004). Έχουν υπάρξει αντικρουόμενες απόψεις και στην Ελλάδα σχετικά με τα είδη ή υποείδη οξιάς που εμφανίζονται. Η μόνη εκτενής πανελλήνια έρευνα των μορφολογικών χαρακτήρων της οξιάς αναφέρει την ύπαρξη των τριών ειδών που σημειώθηκαν παραπάνω, σε μια οριζόντια και μια κατακόρυφη εξάπλωση (Μουλόπουλος 1965), ενώ υπάρχει διαχωρισμός της *F. moesiaca* σε δύο φυλές.

Σκοπός της έρευνας αυτής είναι η περιγραφή της ποικιλότητας δέκα πληθυσμών οξιάς στην Ελλάδα και η διερεύνηση – όσο αυτό είναι δυνατό – των παραμέτρων που τη διαμορφώνουν. Η έρευνα αυτή βασίζεται σε δειγματοληψία μενδελικών πληθυσμών και σε τρόπους μέτρησης και ανάλυσης που χρησιμοποιούνται σε μορφομετρικές αναλύσεις φυτών και ζώων.

Υλικά και μέθοδοι

Τα δείγματα συλλέχθηκαν από δέκα πληθυσμούς οξιάς στην Ελλάδα (Πίνακας 1) με έμφαση στην οροσειρά της Ροδόπης.

Από κάθε πληθυσμό επιλέχθηκαν τυχαία 25 δέντρα. Από κάθε δέντρο επιλέχθηκαν και μετρήθηκαν δέκα φωτόφυλλα από μη καρποφόρους κλαδίσκους από την εξωτερική πλευρά της κόμης. Τα κορυφαία και τα κατώτερα φύλλα που παρουσίασαν ιδιόμορφη δομή δεν μετρήθηκαν. Ακόμη αποφεύχθηκε η μέτρηση προσβεβλημένων από ασθένειες φύλλων οι οποίες επιδρούν στο σχήμα και το μέγεθος τους.

Σε κάθε φύλλο μετρήθηκαν δώδεκα χαρακτηριστικά: μήκος μίσχου (MM), μήκος ελάσματος (ME), πλάτος ελάσματος (ΠΕ), μήκος μέγιστου πλάτους (ΜΜΠ), εμβαδόν ελάσματος (ΕΕ), περίμετρος ελάσματος (ΠΕ), αριθμός νεύρων (Ν), γωνία μεταξύ του κεντρικού και του πλευρικού νεύρου στο ύψος του μέγιστου πλάτους (ΓΝ), leaf index

(LI: μήκος / πλάτος X 100), maximum width index (MWI: μήκος μέγιστου πλάτους / μήκος X 100), petiole index (PI: μήκος μίσχου / μήκος X 100) και radius coefficient (RC: ακτίνα κύκλου με βάση το εμβαδόν / ακτίνα κύκλου με βάση την περίμετρο). Τα φύλλα αρχικά σαρώθηκαν και οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε ψηφιακή εικόνα με τη χρήση ειδικού λογισμικού μορφομετρικών αναλύσεων.

Πίνακας 1. Γεωγραφική θέση και υψόμετρο των πληθυσμών *Fagus* που συλλέχθηκαν.

Πληθυσμός	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος	Υψόμετρο
Γαρδίκι	38°76'	22°01'	1300
Όλυμπος	40°04'	22°49'	750
Τίταρος	40°18'	22°42'	700
Βόρας	41°04'	22°01'	650
Ελατιά	41°28'	24°18'	1200
Χαϊντού	41°19'	24°41'	1300
Εχίνος	41°17'	24°58'	800
Παπίκιο	41°14'	25°25'	900
Δαδιά	41°17'	26°01'	700
Χίλια	41°31'	25°96'	1000

Για κάθε χαρακτηριστικό και για κάθε πληθυσμό και δέντρο υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις και ο συντελεστής κύμανσης (CV). Έγινε τεστ Kruskal-Wallis για την εκτίμηση της σημαντικότητας των διαφορών και μείωση των μεταβλητών με PCA όπου με βάση τις νέες ανεξάρτητες μεταβλητές υπολογίστηκαν οι αποστάσεις μεταξύ των δέντρων. Με τον τρόπο αυτό έγινε κατηγοριοποίηση (UPGMA) των δέντρων σε πέντε μορφολογικές ομάδες, που εδώ αναφέρονται ως «φυλλότυποι» ή ΦΤ και υπολογίστηκαν οι συχνότητές τους σε κάθε πληθυσμό.

Πίνακας 2. Μέσοι όροι πληθυσμών για κάθε χαρακτηριστικό των φύλλων.

Πληθυσμός	MM	ME	ΠΕ	ΜΜΠ	ΕΕ	ΠΕ	N	ΓN	LI	MWI	PI	RC
Γαρδίκι	0,81	7,28	4,82	3,77	23,87	18,05	8,3	39,28	152	51,83	11,10	1,05
Όλυμπος	0,88	8,19	5,06	4,39	28,51	19,99	8,9	38,03	163	53,62	10,90	1,07
Τίταρος	0,91	8,39	5,16	4,42	29,29	20,38	9,3	38,20	164	52,67	10,87	1,07
Βόρας	0,91	8,15	4,94	4,32	27,31	19,75	9,1	39,72	166	52,93	11,13	1,08
Ελατιά	0,95	7,86	4,85	4,02	25,97	19,07	8,0	36,41	163	51,16	12,11	1,06
Χαϊντού	0,87	7,01	4,44	3,67	21,09	17,28	8,1	36,07	159	52,34	12,34	1,07
Εχίνος	0,88	8,56	5,21	4,59	30,74	20,78	9,6	38,48	166	53,59	10,31	1,07
Παπίκιο	0,97	8,74	5,33	4,68	31,56	21,15	9,2	38,48	165	53,32	11,03	1,07
Δαδιά	0,83	8,73	5,22	4,62	31,10	20,92	9,3	37,37	168	52,81	9,56	1,08
Χίλια	0,83	8,51	5,10	4,50	29,43	20,41	9,2	36,94	168	52,92	9,86	1,07

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Από τη μελέτη των μέσων όρων (Πίνακας 2) προέκυψε στατιστικώς σημαντική

ποικιλότητα σε επίπεδο πληθυσμών και δέντρων για όλα τα χαρακτηριστικά. Από την PCA φαίνεται ότι υπάρχουν τρεις βασικές παράμετροι που διαφοροποιούνται: το μέγεθος του ελάσματος, το σχήμα του και ο μίσχος.

Οι νότιοι πληθυσμοί έχουν γενικά πιο μικρά φύλλα (τόσο σε μήκος όσο και σε πλάτος ελάσματος) σε σχέση με τους βόρειους και οι δυτικοί σε σχέση με τους ανατολικούς. Επίσης οι νότιοι πληθυσμοί έχουν πιο στρόγγυλα φύλλα σε σχέση με τους βόρειους και ανατολικούς. Όσο αφορά το μίσχο, η μικρότερη τιμή παρατηρείται στο νότο, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν στην κεντρική Μακεδονία και δυτική Ροδόπη.

Από τη μελέτη των συντελεστών κύμανσης (CV) βρέθηκε στα περισσότερα χαρακτηριστικά μια τάση μείωσης της ποικιλότητας εντός πληθυσμών για τους πληθυσμούς που βρίσκονται στη βόρεια κεντρική Ελλάδα και ιδιαίτερα για αυτούς της δυτικής Ροδόπης. Γενικά παρατηρείται μία τάση αύξησης της ποικιλότητας προς τα ανατολικά. Αυτό ισχύει πιο έντονα για τα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με το μέγεθος των φύλλων, ενώ δεν φαίνεται να ισχύει για το MWI που εμφανίζει μεγαλύτερη ποικιλότητα στο Βόρα. (Πίνακας 3)

Πίνακας 3. Συντελεστής κύμανσης πληθυσμών για κάθε χαρακτηριστικό των φύλλων.

Πληθυσμός	MM	ME	ΠΕ	ΜΜΠ	ΕΕ	ΠΕ	N	ΓΝ	LI	MWI	PI	RC
Γαρδίκι	27,2	13,2	15,0	15,4	26,4	12,9	9,8	13,9	9,6	8,0	24,5	2,0
Όλυμπος	28,3	15,8	17,3	17,5	30,8	15,3	11,4	13,1	9,8	7,2	27,6	2,1
Τίταρος	22,2	13,2	15,1	14,9	27,8	13,0	10,0	11,6	9,1	7,5	19,0	2,2
Βόρας	27,0	13,1	15,3	16,2	26,6	13,3	8,7	11,8	8,9	7,9	22,0	2,5
Ελατιά	21,6	12,3	12,8	14,9	22,9	11,5	11,2	11,5	9,2	7,8	21,2	2,0
Χαϊντού	22,9	11,0	11,9	13,1	20,4	10,2	11,2	13,1	8,8	6,5	18,7	2,2
Εχίνος	23,2	16,9	19,3	18,4	33,0	16,4	11,1	17,1	10,9	7,4	19,6	2,8
Παπίκιο	27,0	15,0	15,2	18,8	27,7	13,8	14,3	16,0	10,8	7,3	21,4	2,7
Λαδιά	27,6	19,5	19,1	22,0	38,1	18,6	13,6	10,4	10,3	6,5	23,2	2,9
Χύλια	24,8	15,8	17,4	17,2	30,8	15,4	12,2	13,7	10,1	7,4	22,2	2,7

Με βάση τη μεθοδολογία ομαδοποίησης εντός της ομάδας (clustering within group) με UPGMA έγινε η κατανομή όλων των δέντρων σε πέντε ΦΤ. Φαίνεται ότι ο ΦΤ1 μοιάζει με την περιγραφή που συνήθως δίνεται για το υποείδος *sylvatica*, ο ΦΤ5 για το υποείδος *orientalis*, ενώ οι άλλοι τρεις ΦΤ καλύπτουν ενδιάμεσες μορφές (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Διακριτοί φυλλότυποι με τα κύρια χαρακτηριστικά τους.

Φυλλότυπος	Μέγεθος	Σχήμα	Μίσχος
ΦΤ1	Μικρό	Στρόγγυλο – Μικρό LI	Μεγάλος
ΦΤ2	Μεγάλο	Ελλειψοειδές – Μεσαίο LI	Μικρός
ΦΤ3	Μεσαίο	Αντίστροφα ωοειδές – Μεγάλο LI	Μικρός
ΦΤ4	Μεγάλο	Αντίστροφα ωοειδές – Μεσαίο LI	Μεγάλος
ΦΤ5	Μεγάλο	Έντονα αντίστροφα ωοειδές – Πολύ μεγάλο LI	Μεγάλος

Ο ΦΤ1 εμφανίζεται κυρίως στο Γαρδίκι και στη Δ. Ροδόπη, ενώ χάνεται σταδιακά από νότο προς βορρά και από δύση προς ανατολή. Ο ΦΤ5 εμφανίζεται σπάνια στο Βόρα και τον Τίταρο, καθώς επίσης και στην κεντρική και ανατολική Ροδόπη με αύξηση στο Χίλια. Ο ΦΤ3 υπάρχει παντού, αλλά λιγότερο στο νότο, ενώ ο ΦΤ4 υπάρχει κυρίως στο Βόρα, Τίταρο και Εχίνο. Ο ΦΤ2 υπάρχει παντού, αλλά λιγότερο στη Δ. Ροδόπη.

Από τις συχνότητες εμφάνισης των ΦΤ στους πληθυσμούς (Πίνακας 5) διαπιστώνουμε δύο βασικά κριτήρια που φαίνεται να επηρεάζουν την κατανομή τους: η γεωγραφική θέση και το υψόμετρο. Έτσι, για παράδειγμα, μπορεί να εξηγηθεί το γεγονός ότι ο πληθυσμός «Χίλια» έχει τον ΦΤ5 (*orientalis*) σε μεγαλύτερη συχνότητα από ότι ο πληθυσμός «Δαδιά», παρά τη διαφορά στο υψόμετρο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης ο άξονας Ανατολής – Δύσης στη Β. Ελλάδα. Στους πληθυσμούς της κεντρικής Μακεδονίας «Βόρας» και «Τίταρος» βρέθηκε ο ΦΤ5, ο οποίος όμως λείπει από τους πιο ανατολικούς πληθυσμούς «Ελατιά» και «Χαϊντού», επειδή οι τελευταίοι βρίσκονται σε μεγαλύτερο υψόμετρο. Συνεπώς, αν και δεχόμαστε ότι ο ΦΤ5 δείχνει την επίδραση του υποειδούς *orientalis* από τα ανατολικά, βλέπουμε ότι σε μεγάλα υψόμετρα αυτό δεν ισχύει. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβαίνει τόσο λόγω της μεγαλύτερης ευχέρειας της *orientalis* να μετακινείται στα χαμηλά υψόμετρα, όσο και λόγω της οικοτυπικής προσαρμογής των πληθυσμών σε περιβαλλοντικούς παράγοντες που σχετίζονται με το υψόμετρο.

Πίνακας 5. Συχνότητες φυλλοτύπων σε πληθυσμούς οξιάς που ερευνήθηκαν.

	ΦΤ1	ΦΤ2	ΦΤ3	ΦΤ4	ΦΤ5
Γαρδίκι	0,33	0,37	0,22	0,07	0,00
Όλυμπος	0,15	0,27	0,46	0,12	0,00
Τίταρος	0,00	0,39	0,31	0,23	0,08
Βόρας	0,00	0,23	0,46	0,23	0,08
Ελατιά	0,36	0,08	0,44	0,12	0,00
Χαϊντού	0,55	0,05	0,41	0,00	0,00
Εχίνος	0,12	0,24	0,24	0,32	0,08
Παπίκιο	0,04	0,36	0,44	0,12	0,04
Δαδιά	0,05	0,45	0,40	0,05	0,05
Χίλια	0,00	0,41	0,37	0,07	0,15

Διακρίνουμε τρεις βασικούς άξονες διαμόρφωσης της ποικιλότητας στα χαρακτηριστικά των φύλλων της οξιάς στην Ελλάδα. Παρατηρούμε μία τάση μείωσης των ΦΤ *sylvatica* από το νότο προς το βορρά, και από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Ταυτόχρονα, σε χαμηλότερα υψόμετρα κυριαρχούν οι ΦΤ *orientalis*, ενώ στα ψηλότερα οι *sylvatica*. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν σε γενικές γραμμές με τις παρατηρήσεις του Μουλόπουλου (1965).

Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν την υπόθεση μείξης των δύο υποειδών και της ταυτόχρονης οικοτυπικής προσαρμογής τους (κυρίως με βάση το υψόμετρο), κάτι που φαίνεται ιδιαίτερα στους πληθυσμούς της ανατολικής Ροδόπης. Πιθανότατα μετά τους

παγετώνες το υποείδος *sylvatica* μετακινήθηκε από τα νότια προς τα βόρεια και από τα δυτικά προς τα ανατολικά. Παράλληλα το υποείδος *orientalis* κινούμενο από τα ανατολικά συναντήθηκε με το άλλο υποείδος στη Β. Ελλάδα και κατέλαβε τις χαμηλότερες θέσεις, αφού είναι περισσότερο θερμόφιλο. Μία τέτοια υπόθεση βρίσκεται σε συμφωνία με την οικολογική ερμηνεία των φυτοκοινωνιών των δασών οξιάς στη Ροδόπη (Tsiripidis et al. 2005). Η εξάπλωση των ΦΤ όπως καταγράφεται στην εργασία αυτή φαίνεται να επηρεάζεται ταυτόχρονα από την κίνηση των υποειδών μετά τους παγετώνες και την προσαρμογή των πληθυσμών στο περιβάλλον τους.

Ευχαριστίες

Για την περάτωση αυτή της εργασίας οφείλουμε θερμές ευχαριστίες στους εξής φίλους και συνεργάτες: Ζαφείρη Άμπα, Ελένη Αναγνωστάκη, Αμαρυλλίδα Βιδάλη, Άρτεμη Κανκαλέτου-Ντίεζ, Δημήτρη Κασσιμάδη, Νίκο Λάμπρη, Ιωάννη Λεονάρδο και Reiner Finkeldey.

Βιβλιογραφία

- Αθανasiάδης Ν. 1986. Δασική Βοτανική (Δένδρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδας) II. Θεσσαλονίκη.
- Czeczott H. 1933. Studium nad zmiennosćią liś ci buków: *Fagus orientalis* Lipsky, *F. sylvatica* L. i form poś rednich. Cz. 1. Rocznik Dendrologiczny 5: 45-121.
- Denk T. 2003. Phylogeny of *Fagus* L. (Fagaceae) based on morphological data. Pl. Syst. Evol. 240: 55-81.
- Denk T., Grimm G., Stögerer K., Langer M. & Hemleben V. 2002. The evolutionary history of *Fagus* in western Eurasia: evidence from genes, morphology and the fossil record. Pl. Syst. Evol. 232: 213-236.
- Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds) 1984. Med-Checklist 1. Genève & Berlin.
- Μουλόπουλος Χ. 1965. Τα δάση της οξιάς της Ελλάδος. ΑΠΘ. Επετηρίς της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής, Θεσσαλονίκη.
- Μπούτσος Σ., Τσιριπίδης Ι., Παπαγεωργίου Α.Χ. & Γαλατσίδας Σ. 2004. Ποικιλότητα μορφολογικών χαρακτήρων των φύλλων οξιάς της Ροδόπης. Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου, «Σύγχρονα Περιβαλλοντικά Προβλήματα», Ν. Ορεστιάδα, 7-9 Μαΐου 2004, ΓΕΩΤΕΕ, Θεσσαλονίκη.
- Tsiripidis I. & Athanasiadis N. 2003. Contribution to the knowledge of the vascular flora of N.E. Greece: floristic composition of the beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in the Greek Rodopi. Willdenowia 33: 273-298.
- Tsiripidis I., Karagiannakidou V. & Athanasiadis N. 2005. Ecological and phytogeographical differentiation of beech forests in Greek Rodopi. Biologia 60: 57-65.
- Tutin T.G. 1964. *Fagus* L. Pp. 61. In: Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds), Flora Europaea 1. Cambridge University Press, Cambridge.

Οικολογία της βλάστησης των θινικών οικοσυστημάτων της Κύπρου σε σχέση με ανθρώπινες πιέσεις

¹Χατζηχαμπής Α.Χ., ²Γεωργίου Κ., ³Δημόπουλος Π. & ¹Δελλά Α.

¹Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, 220 16, 1516 Λευκωσία, Κύπρος.

²Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, 157 84 Αθήνα.

³Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων,
Σεφέρη 2, 301 00 Αγρίνιο.

Περίληψη

Στη μεταβατική ζώνη μεταξύ ξηράς και θάλασσας, οι παράκτιες θινικές κοινότητες επηρεάζονται σημαντικά από φυσικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες, οι οποίοι μειώνουν σημαντικά τον αριθμό των ειδών που μπορούν να επιβιώσουν στο περιβάλλον αυτό. Οι ανθρώπινες πιέσεις επίσης επηρεάζουν τη δομή και τις λειτουργίες των παράκτιων θινικών φυτοκοινοτήτων. Σε 22 θινικά οικοσυστήματα της Κύπρου διερευνήθηκε η χλωρίδα, η βλάστηση, εδαφικοί και κλιματικοί παράγοντες και εννέα τύποι ανθρώπινων πιέσεων. Η μεγάλη πλειονότητα των θινικών φυτοκοινοτήτων της Κύπρου δέχεται πολλές ανθρώπινες πιέσεις. Ωστόσο καμία φυτοκοινότητα δεν δέχεται όλες τις πιέσεις που εξετάστηκαν και μόνο 10% από αυτές δεν δέχονται καμία ανθρώπινη πίεση. Η απόθεση σκουπιδιών και μπάζων, η οδήγηση και το ποδοπάτημα είναι οι πιο συχνές και πιο εντατικές ανθρώπινες πιέσεις που καταγράφηκαν. Ανάλυση της συνανθρωπικότητας των θινικών φυτοκοινοτήτων έδειξε ότι τα ποσοστά των συνανθρώπων ειδών διαφέρουν στις προσδιορισθείσες φυτοκοινότητες. Διαφοροποιήσεις παρατηρήθηκαν και ως προς τα εδαφικά χαρακτηριστικά τους. Η μεγάλη πλειονότητα των περιοχών μελέτης ανήκουν στο οικολογικό δίκτυο Natura 2000.

Vegetation ecology of the sand dune ecosystems of Cyprus in relation to human impacts

¹Hadjichambis A. Ch., ²Georgiou K., ³Dimopoulos P. & ¹Della A.

¹Agricultural Research Institute of Cyprus, P.O. 220 16, 1516 Nicosia, Cyprus.

²Department of Botany, Faculty of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis,
Athens 157 84, Greece.

³Department of Environmental and Natural Resources Management, University of
Ioannina, Seferi 2, 301 00 Agrinio, Greece.

Abstract

In a marginal position, between sea and land, coastal sand dune communities are strongly affected by physical environmental factors, which reduce considerably the number of species that can survive in this environment. Human impacts also affect the structure and processes of the coastal dune communities. In twenty-two sand dune ecosystems of Cyprus flora, vegetation, soil and climate conditions were examined as well as nine types of human impacts, which were detected. The great majority of the sand dune communities are subject to a wide range of human impacts. None of them experience all the human impacts whilst only 10% of the communities, which are more typical and representative, experience no human impacts. Waste, Vehicle and Trampling are the most frequent and intensive human impacts recorded. Analysis of the Synanthropy of the identified communities shows that different proportions of synanthropic elements occur in the various communities studied, preferably in intermediate distances from the tidemark. The great majority of the study areas are included in the ecological Network Natura 2000.

Εισαγωγή

Κατά μήκος των 304 km των ακτών της Κύπρου (ελεύθερες περιοχές), τα θινικά οικοσυστήματα, που θεωρούνται ως τα πιο απειλούμενα οικοσυστήματα της Κύπρου, περιορίζονται σε 22 περιοχές (Χατζηχαμπής et al. 2003α). Δεκατέσσερις τύποι ανθρώπινων πιέσεων έχουν καταγραφεί στα θινικά οικοσυστήματα της Κύπρου η πλειονότητα των οποίων είναι εσωτερικές ή τοπικές δράσεις που λαμβάνουν χώρα σε κάθε περιοχή (π.χ. ποδοπάτημα, οδήγηση, βόσκηση), ωστόσο άλλες είναι εξωτερικές και γίνονται μακριά από τα θινικά οικοσυστήματα (π.χ. κατασκευή φραγμάτων) αλλά επηρεάζουν τη δομή και τις λειτουργίες του οικοσυστήματος (Χατζηχαμπής et al. 2003β). Παρόλο που τα θινικά οικοσυστήματα υπόκεινται σε υψηλής έντασης αναγκαστικές και άλλες χρήσεις, σε μια σχετικά μικρή περιοχή μερικών τετραγωνικών χιλιομέτρων των νότιων ακτών της Κύπρου παρουσιάζεται περίπου το 20% της κυπριακής χλωρίδας συμπεριλαμβανομένων ενδημικών, σπάνιων και προστατευόμενων ταξινομικών μονάδων (Hadjichambis et al. 2004). Οι θινικοί οικότοποι των περιοχών αυτών μελετήθηκαν ως προς τη χλωρίδα, τη βλάστηση, τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά, την οικολογία τους και τις ανθρώπινες πιέσεις που δέχονται.

Μεθοδολογία

Για τη φυτοκοινωνιολογική περιγραφή της βλάστησης των μελετούμενων οικοτόπων ακολουθήθηκε η μέθοδος του Braun-Blanquet (1964) όπου καταγράφονταν σε κάθε φυτοληψία η πληθοκάλυψη κάθε είδους με βάση την 9-βαθμη κλίμακα και κατά την φυτοοικολογική μέθοδο διενεργόνταν φυτοληψίες σε κάθε δυνατή δομή βλάστησης ή υποβάθμιση. Συνολικά διενεργήθηκαν 402 φυτοληψίες και όλα τα δεδομένα των relevés έχουν εισαχθεί στη βάση δεδομένων CYVEG που δημιουργήθηκε σε περιβάλλον Turboveg (Hennekens 1996a). Η συνθετική φάση διενεργήθηκε με τη χρήση των λογισμικών πακέτων TWINSpan (Hill 1979) και Megatab (Hennekens 1996b) και ακολούθησε η συνταξινόμηση φάση και η περιγραφή των φυτοκοινοτήτων που αναγνωρίστηκαν. Σε κάθε φυτοληψία για τη διερεύνηση της συσχέτισης των απειλών με υποβαθμίσεις της βλάστησης και αλλαγή των εδαφικών συνθηκών

καταγράφονταν όλες οι πιέσεις και απειλές που παρατηρούνταν και γινόταν μια εκτίμηση με βάση 5-βαθμη κλίμακα. Προσδιορίστηκαν οι απειλές για κάθε φυτοκοινότητα. Μετρήθηκαν σε επιλεγμένες relevés τα ακόλουθα εδαφολογικά μεγέθη: Υφή εδάφους, Υγρασία εδάφους, pH, CaCO₃, Οργανική Ύλη, Ηλεκτρική αγωγιμότητα, Cl⁻, PO₄³⁻, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺. Για την περιγραφή του κλίματος των περιοχών που μελετήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν μετεωρολογικά δεδομένα που προέρχονται από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό. Χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα εννέα μετεωρολογικών σταθμών, που αντιστοιχούν στη δεκαετία 1991-2000.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Από κλιματική/βιοκλιματική άποψη οι περιοχές των θινικών οικοσυστημάτων της Κύπρου παρουσιάζουν βιοκλιματικά χαρακτηριστικά από Ύψυγρο-ήπια (Ακάμας) έως Ημίξηρο-θερμά (Γιαλιά, Επισκοπή, Ακρωτήρι, Παραλίμνι). Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται ο βιοκλιματικός χαρακτηρισμός όλων των υπό μελέτη Μετεωρολογικών Σταθμών.

Πίνακας 1. Βιοκλιματικός Χαρακτηρισμός των μελετούμενων περιοχών με βάση το Σύστημα Emburger.

Περιοχές Μελέτης	m (°C)	Q2	Όροφος	Υπόόροφος
Ακάμας	4.8	76.5	Ύψυγρος	Ήπιος
Τίμη	7	55.3	Ημίξηρος	Ήπιος
Γιαλιά	7.6	56.3	Ημίξηρος	Θερμός
Επισκοπή	7.4	54.4	Ημίξηρος	Θερμός
Ακρωτήρι	7.6	55.9	Ημίξηρος	Θερμός
Πύργος	6.2	51.6	Ημίξηρος	Ήπιος
Λάρνακα	6.7	44.5	Ημίξηρος	Ήπιος
Κ.Πύλα	5.6	41.6	Ημίξηρος	Ήπιος
Παραλίμνι	7.6	48.4	Ημίξηρος	Θερμός

Συνολικά στα θινικά οικοσυστήματα της Κύπρου που μελετήθηκαν έχουν προσδιοριστεί 50 Κοινότητες (Vegetation Clusters) που ανήκουν σε 11 Συνενώσεις, 10 Τάξεις και 10 Κλάσεις. Πολυπληθέστερη Κλάση, όπως ήταν αναμενόμενο, είναι η Κλάση AMMOPHILETEA Br.-Bl. et Tx. Ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946 με 23 κοινότητες και ακολουθούν οι Κλάσεις QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. de Bolos 1950 και CISTO-MICROMERIETEA JULIANAE Oberd. 1954 με 8 και 5 κοινότητες αντίστοιχα. Πιο κάτω (Πίνακας 2) φαίνονται ο αριθμός των κοινοτήτων, Συνενώσεων και Τάξεων που ανήκουν σε κάθε Φυτοκοινωνιολογική Κλάση.

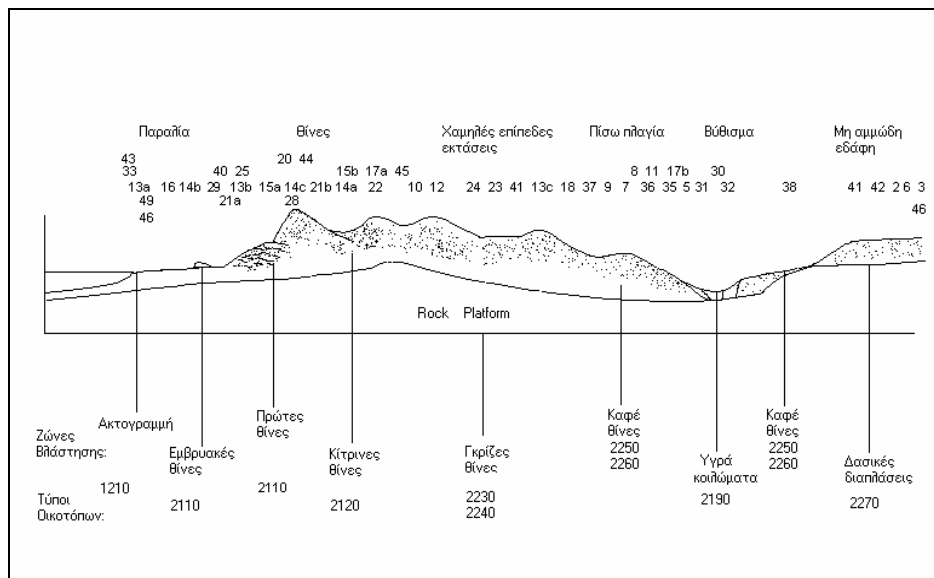
Οι προσδιορισθείσες κοινότητες τοποθετήθηκαν σε μία θεωρητική διατομή από την ακτογραμμή προς το εσωτερικό λαμβάνοντας υπόψη και στοιχεία που προέκυψαν από τη διενέργεια αρκετών ζωνωδών διατομών.

Πίνακας 2. Ο αριθμός των κοινοτήτων, Συνενώσεων και Τάξεων που ανήκουν σε κάθε Φυτοκοινωνιολογική Κλάση.

Κλάση	Τάξη	Συνένωση	Κοινότητα
AMMOPHILETEA Br.-Bl. et Tx. Ex Westhoff, Dijk et Passchier 1946	1	2	23
CAKILETEA MARITIMAE Tx. Et Preising ex Br.-Bl. et Tx. 1952	1	1	1
CISTO-MICROMERIETEA JULIANAE Oberd. 1954	1	1	5
CRITHMO-LIMONIETEA Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine et Negre 1952	1	1	2
MOLINIO-ARRHENATHERETEA Tx. 1937 / JUNCETEA MARITIMI Tx. et Oberd. 1958	1	1	2
NERIO-TAMARICETEA Br.-Bl. et de Bolos 1958	1	1	1
PEGANO HARMALAE-SALSOLETEA	1	1	2
VERMICULATAE Br.-Bl. et de Bolos 1958			
QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. de Bolos 1950	1	2	8
SALICORNIETEA FRUTICOSAE Br	1	1	2
THERO-BRACHYPODIETEA Br	1	1	2
Atriplex halimus L. Community			1
Acacia saligna (Labill.) Wendl. fil. Community			1

Η τυπική βλάστηση των θινών συνδέεται στενά με τη γεωμορφολογία των αμμολόφων. Διάφορα συστήματα, που προτάθηκαν και εφαρμόστηκαν, έχουν διακρίνει διάφορες μονάδες βλάστησης, γεωμορφολογίας και τύπους οικοτόπων. Στην Εικ. 1 παρουσιάζονται οι κύριοι τύποι βλάστησης καθώς και μία σύνοψη των διαφορών διακριτών μονάδων, που δυνητικά παρουσιάζονται σε ένα θεωρητικό θινικό οικοσύστημα, με βάση τα δεδομένα των θινών της Κύπρου. Το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα των θινικών οικοσυστημάτων είναι μία κατά κάποιο τρόπο μονοσήμαντη διαφοροποίηση της βλάστησης, με κατεύθυνση κάθετη με την ακτογραμμή, από τη θάλασσα προς το εσωτερικό. Αρκετά ωστόσο θινικά οικοσυστήματα της Κύπρου είναι αρκετά περιορισμένα και δεν εμφανίζουν μια πλήρη ανάπτυξη. Άλλα δε, επηρεάζονται από την παρουσία περιοριστικών παραγόντων, άλλων τύπων οικοτόπων και ανθρώπινων χρήσεων, που επηρεάζουν την παρουσία, δομή, και διάταξη των φυτοκοινοτήτων που αναγνωρίστηκαν. Συνεπώς, είναι δυνατή, αλλά ωστόσο χονδρική, η διάταξη των διαφόρων φυτοκοινωνιολογικών μονάδων που διακρίθηκαν σε παράλληλες με την ακτογραμμή ζώνες.

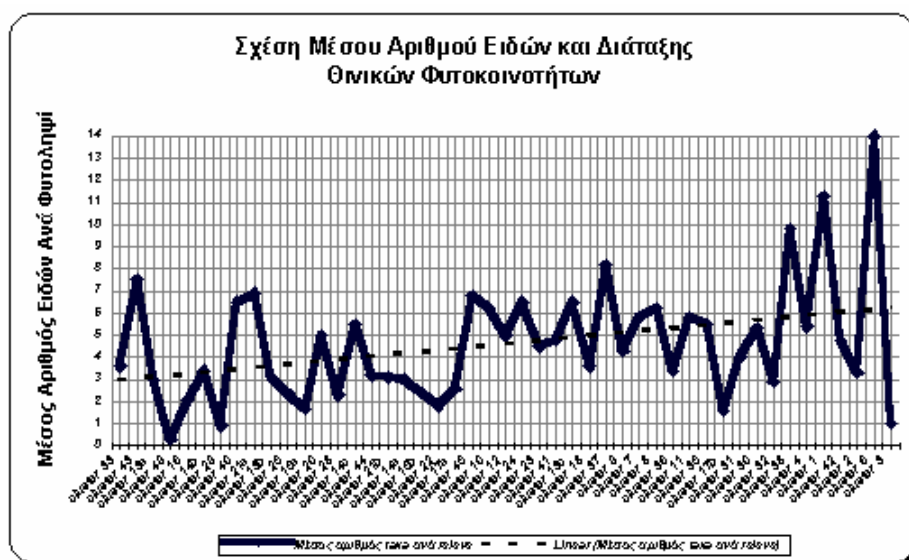
Όλες οι φυτοκοινότητες των θινών έχουν χαμηλό μέσο αριθμό ειδών που δεν ξεπερνά τα 14 taxa. Οι περισσότερες κοινότητες που βρίσκονται κοντά στην ακτογραμμή παρουσιάζουν άκρως χαμηλό ($x < 2$) έως χαμηλό ($2 \leq x < 4$) μέσο αριθμό ειδών, ενώ αντίθετα οι κοινότητες που παρατηρούνται μακριά από την ακτογραμμή σε σταθεροποιημένες θίνες παρουσιάζουν ελαφρώς ψηλό ($4 \leq x < 6$) έως πολύ ψηλό ($6 \leq x < 8$) μέσο αριθμό ειδών. Τις μεγαλύτερες τιμές μέσου αριθμού ειδών ($x \geq 8$) παρουσιάζουν πέντε φυτοκοινότητες (10%), που είναι κυρίως φυτοκοινότητες σε σταθεροποιημένες θίνες μακριά από την ακτογραμμή.



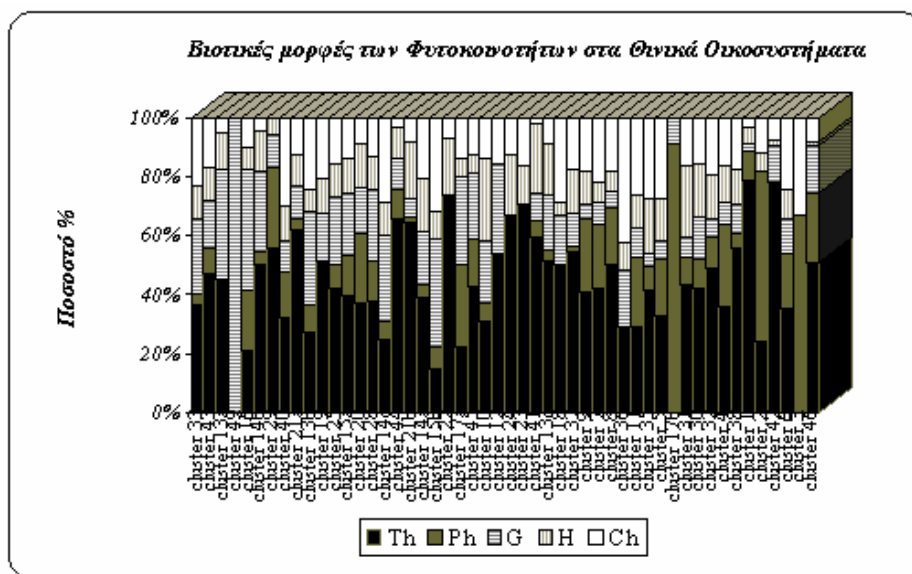
Εικόνα 1. Η θεωρητική ζώνωση των φυτοκοινοτήτων των θινικών οικοσυστημάτων που αναγνωρίστηκαν στην Κύπρο σε διατομή από την ακτογραμμή προς το εσωτερικό.

Η σχέση του μέσου αριθμού των ειδών και η γραμμική τάση του μέσου αριθμού ειδών των θινικών φυτοκοινοτήτων, αν τοποθετηθούν σε σειρά διαδοχής, από την ακτογραμμή προς το εσωτερικό, φαίνεται στην Εικ. 2.

Ως προς τις βιοτικές μορφές των φυτοκοινοτήτων των Θινικών Οικοσυστημάτων της Κύπρου φαίνεται ξεκάθαρα ότι τα Φανερόφυτα έχουν σημαντικότερη παρουσία στις φυτοκοινότητες που βρίσκονται μακριά από την ακτογραμμή, ενώ κοντά στην ακτογραμμή σημαντικότερη είναι η παρουσία των Γεωφύτων. Χαμαίφυτα και Ηλικυτόφυτα φαίνεται ότι έχουν αυξημένη παρουσία σε ενδιάμεσες θέσεις (Εικ. 3).

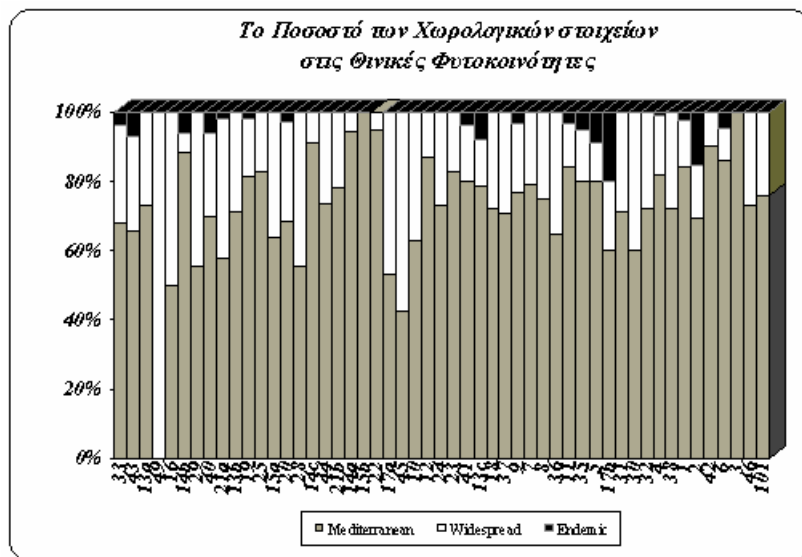


Εικόνα 2. Η σχέση του μέσου αριθμού των ειδών σε κάθε φυτοκοινότητα και η γραμμική τάση του μέσου αριθμού taxa από την ακτογραμμή προς το εσωτερικό.



Εικόνα 3. Οι βιοτικές μορφές των φυτοκοινοτήτων των θινικών οικοσυστημάτων της Κύπρου.

Η εξέταση των χωρολογικών στοιχείων έδειξε ότι έχουμε μία σαφή υπεροχή των γεωστοιχείων της Μεσογειακής Χωρολογικής Ενότητας στα οικοσυστήματα των παρακτίων θινών (Εικ. 4). Συγκεκριμένα, η Μεσογειακή Χωρολογική Ενότητα επικρατεί στο 94,1% των φυτοκοινοτήτων με ποσοστά που κυμαίνονται από 42,3% έως 94,4% εξαιρουμένων των φυτοκοινοτήτων που αποτελεί τη μοναδική ενότητα. Ακολουθεί η Χωρολογική Ενότητα των Ευρέως Εξαπλούμενων Ειδών, που παρουσιάζει ποσοστά που κυμαίνονται από 5% έως 57,7%. Αξίζει να αναφέρουμε ότι στο 35,3% των φυτοκοινοτήτων έχουν αναγνωριστεί ενδημικά για την Κύπρο taxa και τα ποσοστά τους, εκεί όπου παρατηρούνται, κυμαίνονται από 1% έως 20%. Πρόκειται για φυτοκοινότητες που στην πλειονότητα τους βρίσκονται σε σταθεροποιημένα ή ημισταθεροποιημένα υποστρώματα. Ενδημικά taxa υπάρχουν όμως και σε κοινότητες που βρίσκονται σε μη σταθεροποιημένα ή ημισταθεροποιημένα αμμώδη υποστρώματα, με την παρουσία του *Papaver rhoeas* L. subsp. *cyprium* Chrtek & Slavík αλλά και του *Allium willenianum* Holmboe.

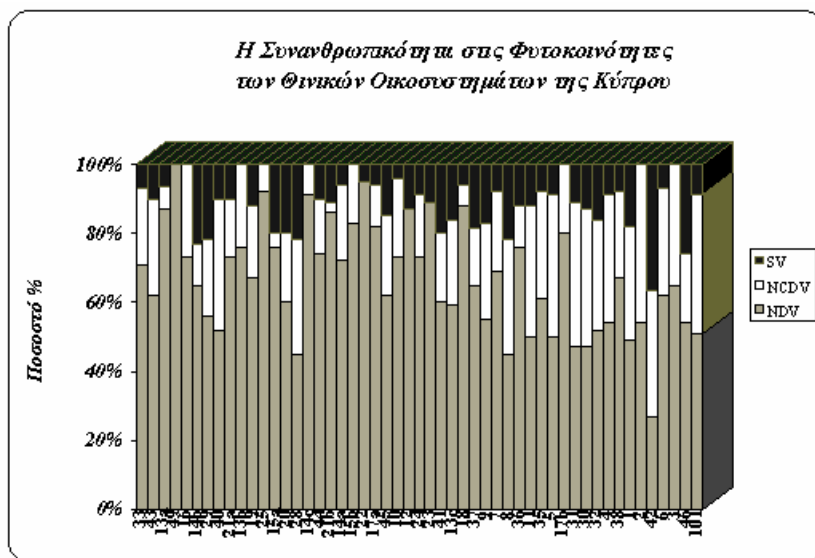


Εικόνα 4. Το ποσοστό των χωρολογικών ενοτήτων κάθε φυτοκοινότητας των θινικών οικοσυστημάτων της Κύπρου.

Είναι πολύ σημαντική σε ερευνητικές εργασίες, όπως η παρούσα, που έχουν ως αντικείμενό τους μεταξύ άλλων και την εκτίμηση των επιπτώσεων της ανθρώπινης χρήσης στα οικοσυστήματα, η εκτίμηση του ποσοστού των Συνανθρώπων ειδών σε κάθε φυτοκοινότητα. Το ποσοστό των συνανθρώπων ειδών σε κάθε φυτοκοινότητα αποτελεί σημαντικό δείκτη για τον σκοπό αυτό. Οι φυτοκοινότητες με τα χαμηλότερα ποσοστά συνανθρώπων ειδών, με κριτήριο τον δείκτη αυτό θεωρούνται ως οι πιο καλά διατηρημένες ή αυτές που δέχονται τις χαμηλότερες ανθρωπογενείς επιδράσεις. Αντίθετα, οι φυτοκοινότητες με ψηλά ποσοστά συνανθρώπων ειδών θεωρούνται ως οι

πιο υποβαθμισμένες ή αυτές που δέχονται τις ψηλότερες ανθρωπογενείς επιδράσεις. Συνεπώς, έχει υπολογιστεί το ποσοστό ειδών που αντιπροσωπεύουν Τυπική Βλάστηση των Θινών (NDV), Μη Τυπική Βλάστηση των Θινών (NCDV) και Συνανθρωπική Βλάστηση (SV).

Σχεδόν σε όλες τις φυτοκοινότητες των θινών της Κύπρου (Εικ. 5) επικρατεί η Τυπική Βλάστηση των Θινών (NDV). Τα είδη που ανήκουν στην Κατηγορία Μη Τυπική Βλάστηση των Θινών (NCDV) παρουσιάζουν ψηλότερα ποσοστά στις φυτοκοινότητες που εντοπίζονται μακριά από την ακτογραμμή, εκεί ενδεχομένως όπου οι οικολογικές συνθήκες είναι λιγότερο δυσμενείς γι' αυτά. Τα ποσοστά συμμετοχής των Συνάνθρωπων ειδών φαίνεται να ποικίλουν στις διάφορες κοινότητες με μια κάπως πιο σταθερή παρουσία σε φυτοκοινότητες που εντοπίζονται σε ενδιάμεσες αποστάσεις από την ακτογραμμή. Στις περιοχές αυτές έχει καταγραφεί και ο μεγαλύτερος αριθμός ανθρώπινων πιέσεων.

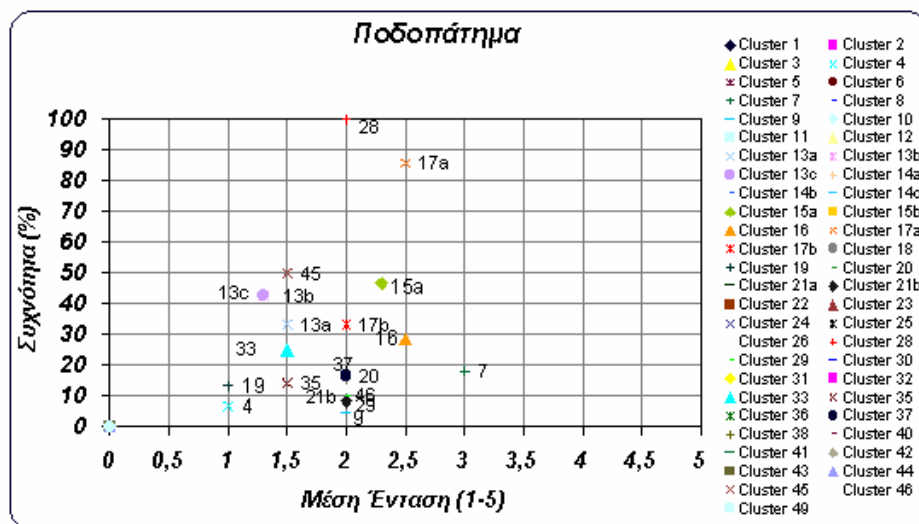


Εικόνα 5. Η συνανθρωπικότητα των φυτοκοινοτήτων των θινικών οικοσυστημάτων της Κύπρου.

Τα εδαφικά χαρακτηριστικά ποικίλλουν στις διάφορες φυτοκοινότητες που έχουν προσδιοριστεί. Μακριά από την ακτογραμμή στο εσωτερικό σε σταθεροποιημένες θέσεις παρουσιάζονται αμμοπηλώδη και πηλοαμμώδη εδάφη, αυξημένη παρουσία ή επικράτηση λεπτόκοκκης άμμου, παρουσία βρυοφύτων, αυξημένα ποσοστά υγρασίας, χαμηλές τιμές pH, αυξημένα ποσοστά οργανικής ύλης, ψηλές τιμές φωσφόρου, χαμηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Κοντά στην ακτογραμμή σε ασταθή ή ημισταθεροποιημένα υποστρώματα παρατηρούνται αμμώδη εδάφη με χονδρόκοκκη άμμο, πολύ ψηλές τιμές pH εκεί που η χονδρόκοκκη άμμος αποτελείται κυρίως από θραύσματα κοχυλίων, χαμηλά ποσοστά οργανικής ύλης εκτός από τις βραχοαλόφιλες

κοινότητες, ψηλές τιμές ανθρακικού ασβεστίου, χαμηλές τιμές φωσφόρου, ψηλές τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας. Οι λόγοι κατιόντων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το χαρακτηρισμό των φυτοκοινοτήτων των θινικών οικοσυστημάτων (Χατζηχαμπής 2005).

Στα θινικά οικοσυστήματα έχουν καταγραφεί 14 απειλές - περιοριστικοί παράγοντες. Οι εννέα πιέσεις-απειλές, που εξετάστηκαν, διαφοροποιούνται ως προς την ένταση και τη συχνότητα εμφάνισής τους στις προσδιορισθείσες φυτοκοινότητες. Η απόθεση σκουπιδιών και μπάζων, το ποδοπάτημα και η οδήγηση επί της ακτής είναι οι πιο σημαντικές πιέσεις και απειλές για τα θινικά οικοσυστήματα της Κύπρου. Τον μεγαλύτερο αριθμό απειλών παρουσιάζουν κοινότητες που βρίσκονται κοντά στην ακτογραμμή, σε ασταθή ή ημισταθεροποιημένα υποστρώματα. Ενδεικτικά παρατίθεται το καρτεσιανό διαγράμμα για το ποδοπάτημα στο οποίο φαίνεται η θέση κάθε φυτοκοινότητας των θινών, με βάση τη συχνότητα και τη μέση ένταση της κάθε απειλής (Εικ. 6).



Εικόνα 6. Καρτεσιανό διάγραμμα του ποδοπατήματος στις φυτοκοινότητες των θινών της Κύπρου.

Πολλές πρακτικές επαναλαμβάνονται στα διάφορα θινικά οικοσυστήματα και συνεπώς είναι δυνατή μια συλλογική ρύθμισή τους. Επίσης, λόγω της καταγραφείσας διαφοροποίησης των πιέσεων και απειλών τόσο σε επίπεδο περιοχής όσο και σε επίπεδο φυτοκοινότητας είναι απαραίτητη και η λήψη προληπτικών, κατασταλτικών και ειδικών μέτρων και στα δύο αυτά επίπεδα.

Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη έχει δείξει ότι τα θινικά οικοσυστήματα της Κύπρου χαρακτηρίζονται από σημαντική ποικιλότητα σε επίπεδο φυτοκοινοτήτων. Ωστόσο, στις

περισσότερες περιοχές που παρατηρούνται, υπόκεινται σε σημαντική ανθρώπινη χρήση, τόσο σε ένταση όσο και σε ποικιλία ανθρώπινων πιέσεων. Είναι απαραίτητο να ακολουθήσει μια σειρά από δράσεις όπως είναι η Παρακολούθηση (monitoring) ειδών, οικοτόπων και οικοσυστημάτων, η εκπόνηση Διαχειριστικών Σχεδίων, η οριοθέτηση Ζωνών Προστασίας της Φύσης, η Αποκτάσταση ειδών, οικοτόπων και οικοσυστημάτων και η εφαρμογή προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης, Συναίνεσης, Πληροφόρησης και Εκπαίδευσης ώστε να επιτευχθεί η διατήρηση των προστατευόμενων αυτών οικοτόπων.

Το γεγονός ότι οι οικολογικές συνθήκες σε ένα θινικό οικοσύστημα διαφοροποιούνται σημαντικά από την ακτογραμμή προς το εσωτερικό είναι απαραίτητο κάθε θινικό οικοσύστημα να έχει εκείνο το χώρο που χρειάζεται ώστε να παρουσιάζει μια πλήρη ανάπτυξη. Αυτό θα βοηθήσει στο να αποτρέπονται τόσο φαινόμενα διάβρωσης όσο και φαινόμενα θινικών εξάρσεων.

Ευχαριστίες

Μέρος της ερευνητικής αυτής εργασίας ενισχύθηκε οικονομικά από το Ίδρυμα Προώθησης Έρευνας.

Βιβλιογραφία

- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Springer Verlag 3. Wien.
- Hadjichambis A.Ch., Georgiou K., Della A. & Dimopoulos P. 2004. Flora of the sand dune ecosystems of Cyprus. 10th International Conference on Mediterranean Climate Ecosystems (MEDECOS), Rhodes Island, Greece.
- Hennekens S. 1996a. MegaTab version 3.0. A visual editor for phytosociological tables. Ulft.
- Hennekens S. 1996b. Turboveg. Software package for input, processing and presentation of phytosociological data. User's guide. Version 1.99o. Wageningen.
- Hill M.O. 1979. Twinspan, a fortran program for arranging Multivariate Data in an Ordered Two Way Table by Classification of the individuals and the attributes. Ithaca, New York.
- Χατζηχαμπής Α.Χ. 2005. Βιολογία Διατήρησης Απειλούμενων Παράκτιων Οικοτόπων της Κύπρου: Χλωρίδα, Βλάστηση, Οικολογία και Διαχείριση. Διδακτορική Διατριβή, Αθήνα.
- Χατζηχαμπής Α.Χ., Δημόπουλος Π. & Γεωργίου Κ. 2003α. Βιολογία διατήρησης απειλούμενων αμμοθινικών οικοτόπων της Κύπρου. Πρακτικά 25ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών.
- Χατζηχαμπής Α.Χ., Παρασκευά-Χατζηχαμπή Δ., Δελλά Α., Δημόπουλος Π. & Γεωργίου Κ. 2003β. Εύτρωτοι παράκτιοι οικότοποι της Κύπρου. Πρακτικά 25ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών.

Χλωρίδα και βλάστηση αλοφυτικών οικοσυστημάτων της Κύπρου

¹Χατζηχαμπής Α.Χ., ¹Παρασκευά-Χατζηχαμπή Δ., ²Γεωργίου Κ.,
³Δημόπουλος Π. & ¹Δελλά Α.

¹Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, 220 16, 1516 Λευκωσία, Κύπρος.

²Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, 157 84 Αθήνα.

³Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων,
Σεφέρη 2, 301 00 Αγρίνιο.

Περίληψη

Τα παράκτια αλοφυτικά οικοσυστήματα αποτελούν ιδιαίτερα σημαντικά οικοσυστήματα στη Μεσόγειο που δημιουργούνται σε παράκτιες περιοχές χαμηλής ενέργειας με υψηλή αλατότητα. Η παρούσα ερευνητική εργασία συμβάλει στην μελέτη της χλωρίδας και βλάστησής τους. Διενεργήθηκαν 129 φυτοληψίες και καταγράφηκαν 133 φυτικές ταξινομικές μονάδες και 33 φυτοκοινότητες. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν τα παράκτια αλοφυτικά οικοσυστήματα περιορίζουν τον μέσο αριθμό ειδών στις φυτοκοινότητες σε αρκετά χαμηλά επίπεδα. Διενεργήθηκε επίσης εξέταση των βιοτικών και χωρολογικών φασμάτων της χλωρίδας και των φυτοκοινοτήτων.

Flora and vegetation of coastal salt marsh ecosystems of Cyprus

¹Hadjichambis A.Ch., ¹Paraskeva-Hadjichambi D., ²Georghiou K.,
³Dimopoulos P. & ¹Della A.

¹Agricultural Research Institute of Cyprus, P.O. 22 016, 1516 Nicosia, Cyprus.

²Department of Botany, Faculty of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis,
15 784 Athens, Greece.

³Department of Environmental and Natural Resources Management, University of
Ioannina, Seferi 2, 301 00 Agrinio, Greece.

Abstract

The coastal salt marsh ecosystems are considerably important ecosystems in the Mediterranean, which can be found in low energy areas with high salinity. This research contributes to the study of their flora and vegetation. 129 relevé were carried out and 133 plant taxa and 33 plant communities were identified. The environmental parameters, which characterize the coastal salt marsh ecosystems, restrict the mean number of taxa in the communities in low level. Investigation of the biotic and chorological spectra of the flora and the communities were also carried out.

Εισαγωγή

Οι αλοφυτικοί οικότοποι είναι εκτάσεις εδαφών με υψηλή αλατότητα, με αλοφυτική-ημιαλοφυτική βλάστηση, που χαρακτηρίζεται από μικρό σχετικά αριθμό ειδών αλλά με φυτοκάλυψη υψηλή που φτάνει τα 90-100%. Στη Μεσόγειο παρατηρούνται κυρίως σε χαμηλής ενέργειας παράκτιες περιοχές κοντά σε εκβολές ποταμών, κόλπους ή θίνες και σε μια ποικιλία υποστρωμάτων. Δημιουργούν συχνά μωσαϊκά βλάστησης, μια και η δομή της βλάστησης μεταβάλλεται σε μικρή απόσταση, ανάλογα με διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Όπως όλα τα φυτά των χερσαίων οικοσυστημάτων απαιτούν κατάλληλες υδατικές συνθήκες, ικανοποιητικό αερισμό του ριζικού συστήματος και κατάλληλες ποσότητες ορυκτών αλάτων. Ωστόσο, στο περιβάλλον των αλμυρών ελών όχι μόνο συχνά δεν ικανοποιούνται όλες τους οι απαιτήσεις, αλλά τα φυτά θα πρέπει να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος αναπτύσσοντας ειδικές προσαρμογές, δομικές και οικοφυσιολογικές. Το εύρος των φυτών σε σχέση με την αλατότητα κυμαίνεται από άκρως ευαίσθητα σε άκρως ανθεκτικά (Packham & Willis 1997). Η αύξηση της αλατότητας του εδάφους μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της αφθονίας των ειδών, λόγω των αυξημένων συνθηκών καταπόνησης (e.g. Austin & Smith 1989, Garcia et al. 1994).

Γενικά οι παράκτιοι υγροβιότοποι και βαλτότοποι είναι από τους πιο απειλούμενους οικότοπους στην Κύπρο (Χατζηχαμπής 2003) και στη Μεσόγειο γενικότερα και είναι πολύ σημαντική η διατήρησή τους με κύριο αντικείμενο τη βιοποικιλότητα. Ελάχιστες επιστημονικές εργασίες έχουν ασχοληθεί με τα αλοφυτικά οικοσυστήματα της Κύπρου κυρίως εργασίες φυτοκοινωνιολογικής περιγραφής της βλάστησης ενώ καμία εργασία δεν στόχευε στην καταγραφή της χλωρίδας τους.

Μεθοδολογία

Η παρούσα χλωριδική μελέτη αναφέρεται σε φυτικές ταξινομικές μονάδες που συλλέγηκαν από τον Απρίλιο 2000 μέχρι τον Ιούνιο 2004. Τα δείγματα που συλλέγηκαν αποξηράνθηκαν, προσδιορίστηκαν και συγκρίθηκαν με δείγματα από το Εθνικό Βοτανολόγιο (National Herbarium) στο Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών. Για τον προσδιορισμό του φυτικού υλικού χρησιμοποιήθηκε κυρίως το Flora of Cyprus (Meikle 1977, 1985). Συμπληρωματικά, ελήφθησαν υπόψη τα έργα Flora Europaea (Tutin et al. 1964-1980), Flora Hellenica (Strid & Tan 1997, 2002) και Flora Palaestina (Zohary 1966). Για την ονοματολογία ακολουθήθηκε το Flora of Cyprus καθώς και πιο πρόσφατες εργασίες για φυτικά είδη που δεν αναφέρονται σε αυτό. Οι χωρολογικοί τύποι έχουν προσδιοριστεί με βάση τους χωρολογικούς χαρακτηρισμούς του Pignatti (1982), λαμβάνοντας υπόψη εκεί όπου θεωρήθηκε απαραίτητο και στοιχεία άλλων δημοσιεύσεων. Οι ομάδες γεωστοιχείων ταξινομήθηκαν στη συνέχεια σε χωρολογικές ενότητες λαμβάνοντας υπόψη και τους ορισμούς του Oberdorfer, 1994. Το σύστημα του Raunkiaer (1934) έχει ακολουθηθεί για την ένταξη των φυτικών ταξινομικών μονάδων σε βιοτικές μορφές και την κατασκευή του βιοφάσματος των προσδιορισθέντων φυτών.

Για τη φυτοκοινωνιολογική περιγραφή της βλάστησης των μελετούμενων οικοτόπων ακολουθήθηκε η μέθοδος του Braun-Blanquet (1964) όπου καταγραφόταν σε κάθε φυτοληψία η πληθοκάλυψη κάθε είδους με βάση την 9-βαθμη κλίμακα και κατά την φυτοοικολογική μέθοδο διενεργούνταν φυτοληψίες σε κάθε δυνητική δομή

βλάστησης ή υποβάθμιση. Συνολικά διενεργήθηκαν 129 φυτοληψίες και όλα τα δεδομένα των relevés έχουν εισαχθεί στη βάση δεδομένων CYVEG που δημιουργήθηκε σε περιβάλλον Turbonég (Hennekens 1996a). Η συνθετική φάση διενεργήθηκε με τη χρήση των λογισμικών πακέτων TWINSpan (Hill 1979) και Megatab (Hennekens 1996b) και ακολούθησε η συνταξινόμηση φάση και η περιγραφή των φυτοκοινοτήτων που αναγνωρίστηκαν.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

1. Χλωρίδα

Η χλωρίδα των αλοφυτικών οικοσυστημάτων της Κύπρου, που προσδιορίστηκε περιλαμβάνει 133 ταξινομικές μονάδες. Αποτελούν ποσοστό περίπου 7% της Κυπριακής χλωρίδας.

Ταξινόμηση των φυτικών ταξινομικών μονάδων, που προσδιορίστηκαν στις μεγάλες ταξινομικές ενότητες έδειξε ότι όλα είναι Σπερματόφυτα. Από αυτά 2 (1,5%) είναι Γυμνόσπερμα ενώ τα υπόλοιπα 131 (98,5%) είναι Αγγειόσπερμα. Η πλουσιότερη ταξινομική ενότητα είναι τα Δικοτυλίδωνα, των οποίων ο συνολικός αριθμός ανέρχεται στα 87 (65,4%) ενώ ο αριθμός των Μονοκοτυλίδων ανέρχεται στα 44 (33,1%).

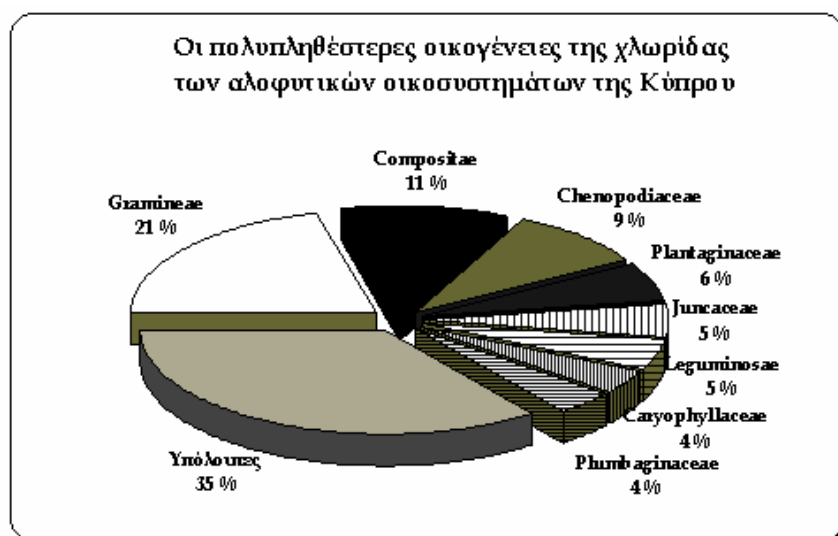
Η κατανομή στον αριθμό των οικογενειών, γενών, ειδών, υποειδών και ποικιλιών στις μεγάλες ταξινομικές μονάδες φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κατανομή των οικογενειών, γενών, ειδών, υποειδών και ποικιλιών στις μεγάλες ταξινομικές ενότητες.

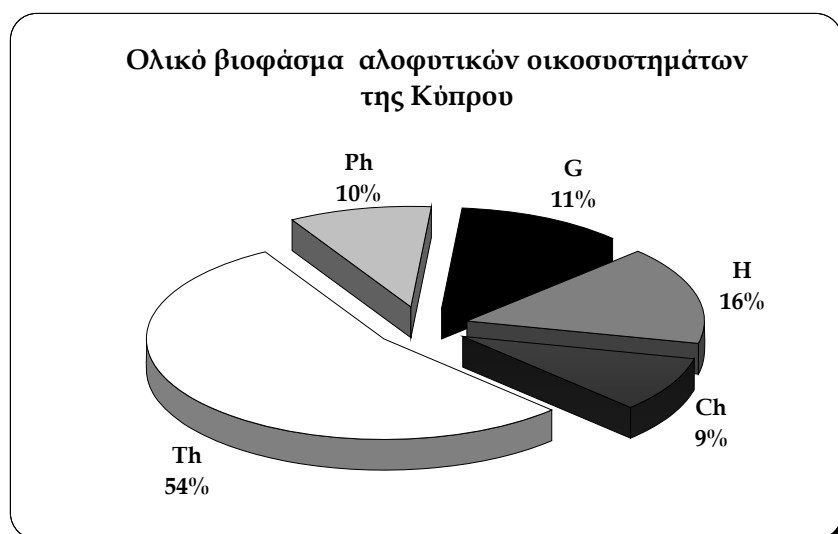
Συστηματική μονάδα	Οικογένειες	Γένη	Είδη	Υποείδη	Ποικιλίες	Taxa	Ποσοστό %
Γυμνόσπερμα	2	1	2	0	0	2	1,5
Δικοτυλίδωνα	28	67	77	9	2	87	65,4
Μονοκοτυλίδωνα	8	30	44	0	0	44	33,1
Σύνολο	39	98	123	9	2	133	100

Τα 133 προσδιορισθέντα taxa ταξινομούνται σε 98 γένη και 39 οικογένειες. Οι μεγαλύτερες σε αφθονία ταξινομικών μονάδων οικογένειες είναι τα Gramineae με 28 ταξινομικές μονάδες (21%), τα Compositae με 15 taxa (11,3%), τα Chenopodiaceae με 12 taxa (9%) και Plantaginaceae 8 taxa (6%) (Εικ. 1).

Η ανάλυση των βιοτικών μορφών δείχνει ότι τα Θερόφυτα επικρατούν και φθάνουν το 54,1% της χλωρίδας που έχει καταγραφεί, ακολουθούν τα Ημικρυπτόφυτα με ποσοστό 15,8%, ενώ Γεώφυτα, Χαμαίφυτα, και Φανερόφυτα αντιπροσωπεύονται με ποσοστό περίπου 11,3%, 9,8% και 9% αντίστοιχα. Στην Εικ. 2 φαίνεται το ολικό βιοφάσμα των αλοφυτικών οικοσυστημάτων της Κύπρου που μελετήθηκαν.



Εικόνα 1. Οι πολυπληθέστερες οικογένειες της χλωρίδας των αλοφυτικών οικοσυστημάτων της Κύπρου.



Εικόνα 2. Ολικό βιοφάσμα των ερευνηθέντων αλοφυτικών οικοσυστημάτων.

Η χωρολογική ανάλυση των προσδιορισθέντων ταξινομικών μονάδων, όπως ήταν αναμενόμενο, έδειξε ότι τα Μεσογειακά γεωστοιχεία αποτελούν την πολυπληθέστερη ομάδα γεωστοιχείων, καταλαμβάνοντας συνολικά ποσοστό 71,5%. Επικρατεί σε όλες τις περιοχές μελέτης και συνίσταται κυρίως από Στενομεσογειακά (18,8%), που η

εξάπλωσή τους περιορίζεται στις ακτές της Μεσογείου, Νοτιομεσογειακά – Νοτιοανατολικομεσογειακά (13,6%), με Ανατολικομεσογειακή εξάπλωση (από το ανατολικό τμήμα της Ιταλικής χερσονήσου μέχρι το Λίβανο) και Ευρυμεσογειακά (12,8%), που η εξάπλωσή τους εκτείνεται πάνω από τις μεσογειακές ακτές προς τα βόρεια και ανατολικά μέχρι το δυτικό και περιστασιακά το βόρειο Ιράν. Τα Ευρέως εξαπλούμενα είδη αποτελούν τη δεύτερη πολυπληθέστερη χωρολογική ενότητα με ποσοστό 27%, ενώ η Ενδημική χωρολογική ενότητα καταλαμβάνει ποσοστό 2,3%. Η ενδημική χωρολογική ενότητα αποτελείται από τα taxa *Dianthus strictus* Banks & Solander subsp. *troodi* (Post) Greuter & Burdet, *Sedum litoreum* Guss. και *Limonium mucronulatum* (H. Lindb. fil.) Greuter & Burdet.

2. Βλάστηση

Συνολικά στα αλοφυτικά οικοσυστήματα που μελετήθηκαν έχουν προσδιοριστεί 33 Κοινότητες (Vegetation Clusters) που ανήκουν σε 10 Συνενώσεις, 8 Τάξεις και 7 Κλάσεις. Στον Πίνακα 2 φαίνονται ο αριθμός των κοινοτήτων, Συνενώσεων και Τάξεων που ανήκουν σε κάθε Φυτοκοινωνιολογική Κλάση.

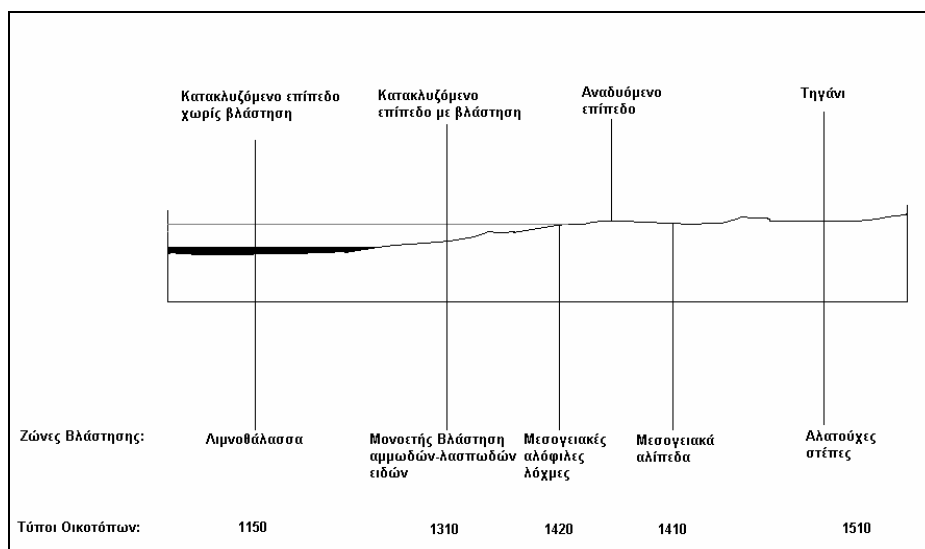
Τη μεγαλύτερη ποικιλότητα στα αλοφυτικά οικοσυστήματα της Κύπρου, με βάση τον αριθμό των φυτοκοινοτήτων που περιλαμβάνει, παρουσιάζει η Κλάση SALICORNIETEA FRUTICOSAE Br.-Bl. et Tx. ex A. de Bolos 1950 με 19 κοινότητες και ακολουθούν οι Κλάσεις JUNCETEA MARITIMI Tx. et Oberd. 1958 και THERO-BRACHYPODIETEA Br.-Bl. ex A. de Bolos 1950 με 6 και 4 κοινότητες αντίστοιχα.

Πίνακας 2. Κατανομή των κοινοτήτων που προσδιορίστηκαν στις φυτοκοινωνιολογικές Συνενώσεις, Τάξεις και Κλάσεις.

Κλάση	Τάξη	Συνένωση	Κοινότητα
JUNCETEA MARITIMI Tx. et Oberd. 1958	1	2	6
NERIO-TAMARICETEA Br.-Bl. et de Bolos 1958	1	1	1
PHRAGMITO - MAGNOCARICETEA Klika in Klika et Novak 1941	1	1	1
PUCCINELLIO-SALICORNIETEA Topa 1939	1	1	1
SALICORNIETEA FRUTICOSAE Br.-Bl. et Tx. ex A. de Bolos 1950	1	2	19
THERO-BRACHYPODIETEA Br.-Bl. ex A. de Bolos 1950	2	2	4
QUERCETEA ILICIS Br.-Bl. ex A. de Bolos 1950	1	1	1

Στην περιφέρεια των λιμνοθαλασσών (Οικότοπος 1150*) της Κύπρου παρατηρείται μια ζώνη με μονοετή βλάστηση, με *Salicornia* sp. και άλλα είδη λασπωδών και αμμωδών ζωνών (Οικότοπος 1310). Σε περιοχές συνήθως με πολύ ψηλή αλατότητα και οι οποίες διατηρούν υγρασία κατά την άνοιξη και τον χειμώνα αλλά που είναι πολύ ξηρές το καλοκαίρι παρατηρούνται οι Μεσογειακές και θερμοατλαντικές αλόφιλες λόχμες (Οικότοπος 1420). Ακολουθούν τα Μεσογειακά αλίπεδα (Οικότοπος 1410) που αποτελούν εκτάσεις, που καλύπτονται από αλμυρόβαλτους με ψηλά ή χαμηλά βούρλα, υγρά αλατούχα έλη, με ή χωρίς θαμνώδη ζώνη, καθώς και μεσογειακά αλοαμμόφιλα

λιβάδια και υγρά λιβάδια πλούσια σε ετήσια. Οι αλατούχες στέπες (Οικότοπος 1510) παρατηρούνται στα περιθώρια αλατούχων λεκανών, σε περιοχές με χαμηλότερες συγκεντρώσεις αλάτων που είναι διαποτισμένα, αλλά όχι πλημμυρισμένα με αλμυρό νερό και σχεδόν πάντοτε σε ψηλότερες περιοχές από τις προηγούμενες ζώνες (Alvarez Rogel 2000). Λαμβάνοντας υπόψη διάφορες εργασίες που αναφέρονται στη ζώνωση της βλάστησης από διάφορες άλλες περιοχές της Μεσογείου (Ισπανία-Alvarez Rogel 2000, Ελλάδα-Papastergiadou & Babalonas 1996, Vasiliou & Babalonas 2001 κ.ά.) και τις διαφορές που παρατηρούνται ανάμεσα στα οικοσυστήματα των παρακτίων αλμυρών της Δυτικής Ευρώπης (Χατζηχαμπής 2005) η ζώνωση για τα παράκτια αλμυρά έλη της Κύπρου και της Μεσογειακής Βιογεωγραφικής Ζώνης γενικότερα συνοψίζεται στην Εικόνα 3. Πρέπει να γίνει σαφές, ωστόσο, ότι η ζώνωση αυτή αποτελεί μια θεωρητική διαδοχή, μια και διάφοροι παράγοντες όπως η συγκεκριμένη τοπογραφία και το μικροανάγλυφο του κάθε αλμυρού έλους, διαφοροποιούν τις υδατικές συνθήκες και την αλατότητα, με αποτέλεσμα να διαφοροποιείται και η διαδοχή της βλάστησης. Σε γενικές γραμμές όμως μπορεί να γίνει αποδεκτό, λαμβάνοντας υπόψη μας ότι στις χαμηλότερες περιοχές απαντάται ο οικότοπος 1150 ενώ στις ψηλότερες, που δεν πλημμυρίζουν, ο οικότοπος 1510. Ανάμεσα στους δύο αυτούς οικότοπους εναλλάσσονται οι οικότοποι 1310, 1410 και 1420 στα διάφορα αλμυρά έλη, ανάλογα με την τοπογραφία, τις υδατικές συνθήκες και την αλατότητα, ενώ ένας ή περισσότεροι από αυτούς μπορεί να απουσιάζουν εντελώς.



Εικόνα 3. Η ζώνωση και η κατανομή των υπο-οικοτόπων σε ένα θεωρητικό παράκτιο αλμυρό έλος της Μεσογειακής Βιογεωγραφικής Ζώνης (Χατζηχαμπής 2005).

Μετά τις ζώνες αυτές ενδεχομένως να παρατηρούνται ζώνες βλάστησης χαρακτηριστικές των υφάλμυρων ή γλυκών υδάτων ή άλλοι τύποι βλάστησης μη χαρακτηριστικοί των αλμυρών ελών, όπως θίνες, θαμνώνες κ.ά.

Ο μέσος αριθμός ειδών που έχει προσδιοριστεί για κάθε φυτοκοινότητα είναι αρκετά χαμηλός και δεν ξεπερνά τα 9,3 taxa ανά relevé. Η πλειονότητα των κοινοτήτων (11) παρουσιάζει τιμές μέσου αριθμού ειδών, που κυμαίνονται από 2 έως 4, που αντιπροσωπεύουν ποσοστό 33,3% των κοινοτήτων.

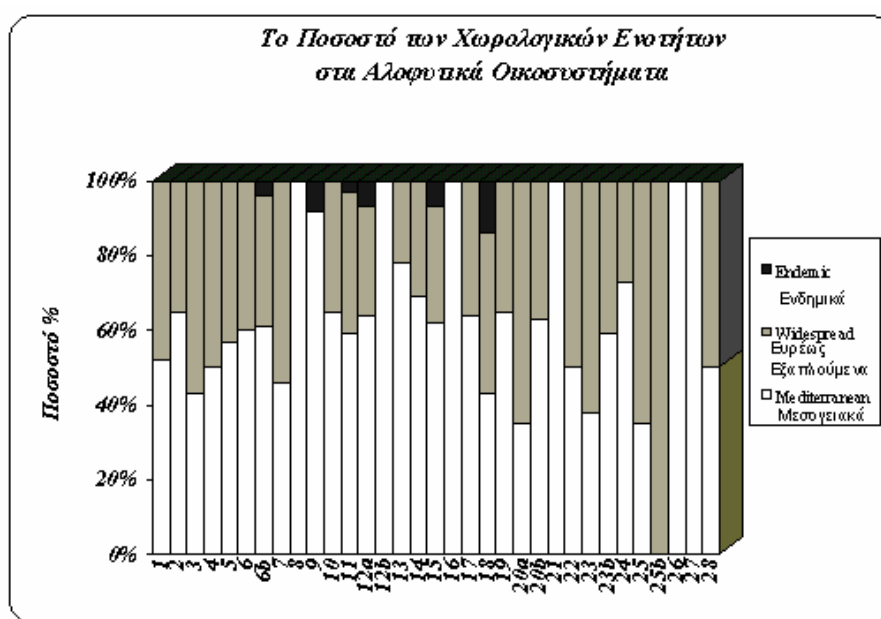
Ανάλυση των ποσοστών των βιοτικών μορφών στις διάφορες φυτοκοινότητες έδειξε ξεκάθαρα επικράτηση των Θεροφύτων. Συγκεκριμένα, επικράτηση των Θεροφύτων έχουμε σε 13 από τις προσδιορισθείσες φυτοκοινότητες, που αντιπροσωπεύουν ποσοστό 39,4%. Επικράτηση των Χαμαιφύτων έχουμε σε 9 φυτοκοινότητες (27,3%) εκ των οποίων οι 3 (9,1%) απαρτίζονται μόνο από τη βιοτική μορφή αυτή. Σε 6 φυτοκοινότητες επικρατούν τα Ημικρυπτόφυτα (18,2%), εκ των οποίων σε 2 τα ημικρυπτόφυτα έχουν ίση συμμετοχή με τα χαμαίφυτα και σε μια ίση συμμετοχή με τα Γεώφυτα. Τέλος σε 2 φυτοκοινότητες (Veg. Type 25b και Veg. Type 26) έχουμε μονοεπικράτηση των Φανεροφύτων. Αξίζει επίσης να αναφέρουμε ότι γενικά στις φυτοκοινότητες που προσδιορίστηκαν στα αλοφυτικά οικοσυστήματα της Κύπρου τα Φανερόφυτα έχουν μειωμένη συμμετοχή και απουσιάζουν από 17 φυτοκοινότητες (51,5%).

Πίνακας 3. Οι ακολουθίες βιοτικών μορφών των φυτοκοινοτήτων των αλοφυτικών οικοσυστημάτων της Κύπρου.

Vegetation Clusters	Ακολουθία Βιοτικών μορφών	Vegetation Clusters	Ακολουθία Βιοτικών μορφών
Cluster 1	H=Ch>Ph=Th>G	Cluster 16	Ch
Cluster 2	H>Th>Ch>G>Ph	Cluster 17	G>Ch>H>Th
Cluster 3	Ch>H>Ph>Th>G	Cluster 18	Ch>G>H
Cluster 4	Ch>H>Ph>Th=G	Cluster 19	Th>G>Ph>Ch>H
Cluster 5	H>Th>Ch>G>Ph	Cluster 20a	Th>G>H>Ch
Cluster 6a	Th>G>H=Ch>Ph	Cluster 20b	Th>H>G
Cluster 6b	Ch>G=Th>H>Ph	Cluster 21	Ch
Cluster 7	H>Th>Ch>Ph>G	Cluster 22	Ch>Th=G=H
Cluster 8	Th>Ch	Cluster 23a	H=G>Ch=Th
Cluster 9	Th>Ch	Cluster 23b	Th>H>Ch>Ph=G
Cluster 10	Th=Ch>G>H	Cluster 24	Th>H>Ph>Ch>G
Cluster 11	Th>Ch>Ph>G>H	Cluster 25a	G>H
Cluster 12a	Th>H>Ch>Ph=G	Cluster 25b	Ph
Cluster 12b	Ch	Cluster 26	Ph
Cluster 13	Ch>Th>H=G	Cluster 27	H=Ch
Cluster 14	Th>Ch=H=Ph	Cluster 28	G>Ch>H
Cluster 15	Th>G>Ch>H		

Οι ακολουθίες των βιοτικών μορφών μπορούν να συμβάλουν περαιτέρω στην κατανόηση της φυσιολογίας των φυτοκοινοτήτων που προσδιορίστηκαν και στα αλοφυτικά οικοσυστήματα (Χατζηχαμπής 2005). Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται η ακολουθία βιοτικών μορφών κάθε φυτοκοινότητας, που προσδιορίστηκε στα αλοφυτικά οικοσυστήματα της Κύπρου που μελετήθηκαν.

Η εξέταση των χωρολογικών στοιχείων έδειξε ότι, στην πλειονότητα των φυτοκοινοτήτων που προσδιορίστηκαν στα αλοφυτικά οικοσυστήματα της Κύπρου, έχουμε μία σαφή υπεροχή των Γεωστοιχείων που ανήκουν στη Μεσογειακή Χωρολογική Ενότητα. Συγκεκριμένα, η Μεσογειακή χωρολογική ενότητα επικρατεί σε 17 φυτοκοινότητες που αντιπροσωπεύουν ποσοστό 51,5%. Επιπλέον, σε 7 κοινότητες (21,2%) έχουμε παρουσία μόνο Μεσογειακών Γεωστοιχείων. Η Χωρολογική Ενότητα των Ευρέως Εξαπλούμενων Ειδών επικρατεί σε 6 κοινότητες, που αντιπροσωπεύουν ποσοστό 18,2%. Αξίζει να αναφέρουμε ότι μόνο σε 6 από τις 33 κοινότητες (18%) έχουν αναγνωριστεί ενδημικά για την Κύπρο taxa (Εικ. 4).



Εικόνα 4. Το ποσοστό των χωρολογικών ενότητων στις φυτοκοινότητες που αναγνωρίστηκαν στα αλοφυτικά οικοσυστήματα της Κύπρου.

Συμπεράσματα

Τα αλοφυτικά οικοσυστήματα που είναι από τα πιο εύτρωτα που παρατηρούνται στην Κύπρο αποτελούν σημαντικά βιογενετικά αποθέματα φυτών ανθεκτικών στη ψηλή αλατότητα. Οι φυτικές αυτές ταξινομικές μονάδες συνθέτουν μια ποικιλία φυτοκοινοτήτων ανάλογα με τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες και το μικροανάγλυφο. Από χωρολογικής άποψης έχουν έντονο Μεσογειακό χαρακτήρα και τα ενδημικά taxa είναι λιγοστά. Συνολικά τα Θερόφυτα επικρατούν ενώ σημαντική παρουσία έχουν και τα Ημικρυπτόφυτα. Τη μεγαλύτερη ποικιλότητα στα αλοφυτικά οικοσυστήματα της Κύπρου, με βάση τον αριθμό των φυτοκοινοτήτων που περιλαμβάνει, παρουσιάζει η Κλάση SALICORNIETEA FRUTICOSAE Br.-Bl. et Tx. ex A. de Bolos 1950.

Ευχαριστίες

Μέρος της ερευνητικής αυτής εργασίας ενισχύθηκε οικονομικά από το Ίδρυμα Προώθησης Έρευνας.

Βιβλιογραφία

- Austin M. & Smith T.M. 1989. A new model for the continuum concept. *Vegetatio* 83: 35-47.
- Braun-Blanquet J. 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer Verlag, 3. Wien.
- Garcia L.V., Maranon T., Moreno A. & Clememte L. 1993. Above-ground biomass and species richness in a Mediterranean salt marsh. *J. Veg. Sci.* 4: 417-424.
- Hennekens S. 1996a. MegaTab version 3.0. A visual editor for phytosociological tables. Ulft.
- Hennekens S. 1996b. Turboveg. Software package for input, processing and presentation of phytosociological data. User's guide. Version 1.99o. Wageningen.
- Hill M.O. 1979. Twinspan, a fortran program for arranging Multivariate Data in an Ordered Two Way Table by Classification of the individuals and the attributes. Ithaca, New York.
- Meikle R.D. 1977-1985. *Flora of Cyprus* 1-2. Kew.
- Oberdorfer E. 1994. *Pflanzengesellschaften Exkursions Flora*. Stuttgart.
- Packham J.R. & Willis A.J. 1997. *Ecology of Dunes, Salt Marsh and Shingle*. London.
- Pignatti S. 1982. *Flora d'Italia* 1-3. Bologna.
- Raunkiaer C. 1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. *Flora Hellenica* 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. *Flora Hellenica* 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1964-1980. *Flora Europaea* 1-5. Cambridge University Press, Cambridge.
- Zohary M. 1966. *Flora Palaestina* 1-4. Jerusalem.
- Χατζηχαμπής Α.Χ. 2005. Βιολογία Διατήρησης Απειλούμενων Παράκτιων Οικοτόπων της Κύπρου: Χλωρίδα, Βλάστηση, Οικολογία και Διαχείριση, Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Χατζηχαμπής Α.Χ., Παρασκευά-Χατζηχαμπή Δ., Δελλά Α., Δημόπουλος Π. & Γεωργίου Κ. 2003. Εύρωτοι παράκτιοι οικοτόποι της Κύπρου. Πρακτικά 25ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών.

Αβιοτικοί παράγοντες των παράκτιων αμμόλοφων της Κύπρου

¹Χατζηχαμπής Α.Χ., ²Γεωργίου Κ., ³Δημόπουλος Π., ¹Δελλά Α. & ¹Δημητρίου Δ.

¹Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, 220 16, 1516 Λευκωσία, Κύπρος.

²Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιόπολη, 157 84 Αθήνα.

³Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Σεφέρη 2, 301 00 Αγρίνιο.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά στη μελέτη των αβιοτικών παραγόντων (βιοκλιματικών και εδαφικών) των παρακτίων αμμόλοφων της Κύπρου. Τα εδαφοκαθοριζόμενα οικοσυστήματα των παρακτίων αμμόλοφων παρουσιάζουν υψηλή ποικιλότητα στα εδαφικά χαρακτηριστικά τους με κύρια κατεύθυνση διαφοροποίησης από την ακτογραμμή προς το εσωτερικό. Η ποικιλότητα αυτή ενδεχομένως εξηγεί και τη μεγάλη βιοποικιλότητα σε επίπεδο φυτοκοινοτήτων που παρατηρείται στη σχετικά περιορισμένη έκτασή τους στην Κύπρο.

Abiotic parameters of the coastal dunes of Cyprus

¹Hadjichambis A.Ch., ²Georgiou K., ³Dimopoulos P., ¹Della A. & ¹Demetriou D.

¹Agricultural Research Institute of Cyprus, 220 16, 1516 Nicosia, Cyprus.

²Department of Botany, Faculty of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens, Greece.

³Department of Environmental and Natural Resources Management, University of Ioannina, Seferi 2, 301 00 Agrinio, Greece.

Abstract

A research concerning the study of the abiotic parameters (bioclimatic and soil) of the coastal sand dunes of Cyprus has been carried out. The soil-defined ecosystems of the coastal sand dunes present a high diversity regarding their soil-characteristics with main differential direction from the tidemark inland. This diversity possibly explains the great biodiversity at community level, which is observed in the relatively restricted extent in Cyprus.

Εισαγωγή

Είναι γενικά αποδεκτή η στενή σύνδεση που υπάρχει μεταξύ της βλάστησης και της σύστασης του εδάφους. Ιδιαίτερα δε για τους μελετούμενους παράκτιους αμμόλοφους, που χαρακτηρίζονται ως εδαφοκαθοριζόμενα οικοσυστήματα που δημιουργούν τις

γνωστές αμμοσειρές. Τα εδάφη των θινών ποικίλλουν σε περιεχόμενο ασβεστίου (lime), είναι γενικά φτωχά σε οργανική ύλη και θρεπτικά όπως αζώτο, φωσφόρο και κάλιο. Η απουσία βλάστησης οδηγεί στη μεταφορά των διαλυμένων θρεπτικών στα κατώτερα στρώματα, ενώ αντίθετα η παρουσία φυτικής κάλυψης οδηγεί σε αύξηση της ποσότητας της οργανικής ύλης και βελτιώνει την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας και θρεπτικών (Ranwell & Boar 1986). Έτσι κρίθηκε αναγκαία, από οικολογικής μεριάς, η μελέτη του εδάφους και η διερεύνηση των σχέσεων, που είναι δυνατόν να υπάρξουν μεταξύ των υφιστάμενων εδαφικών συνθηκών και των διαφόρων φυτοκοινοτήτων που αναγνωρίστηκαν σε αυτούς (Χατζηχαμπής 2005).

Μεθοδολογία

Μετά τη συμπλήρωση της επιτόπιας περιγραφής της εδαφολογικής δειγματοληψίας συλλέγονταν εδαφικό δείγμα για εργαστηριακές αναλύσεις. Συνολικά συλλέχτηκαν 106 δείγματα εδάφους από την επιφανειακή στρώση (0-30 cm) από 106 επιλεγμένες relevené. Η δειγματοληψία ακολούθησε τις οδηγίες της FAO (1977). Τα εδαφικά δείγματα υπέστησαν ξήρανση σε θερμοκρασία δωματίου, καταστροφή των συσσωματωμάτων και κοσκίνισμα με κόσκινο 2 mm. Το μέρος του εδαφικού δείγματος κάτω των 2 mm, που αποτελεί και το ενεργό εδαφικό υλικό, χρησιμοποιήθηκε για τις περαιτέρω εργαστηριακές φυσικές και χημικές αναλύσεις που αφορούσαν: Υφή εδάφους: Μηχανική Ανάλυση με τη Μέθοδο Bouyoukos, Υγρασία εδάφους: Μέτρηση του Ξηρού Βάρους, pH: Ph-meter AGB 4001, CaCO₃: Ογκομετρική μέθοδος προσδιορισμού με τη χρήση του Collin's calcimeter, Οργανική Ύλη: Εξουδετέρωση με Διχρωμικό Κάλιο, K₂Cr₂O₇, Ηλεκτρική αγωγιμότητα: Exttech pH and Conductivity Meter Model 590, Cl⁻: Αντίδραση με AgNO₃ (με δείκτη χρωμικό κάλιο), PO₄³⁻: Μέθοδος ασκορβικού οξέος, Σpektροφωτόμετρο Spectronic model 70, K⁺: Μέθοδος οξικού αμμωνίου, Σpektροφωτόμετρο Spectronic model 70, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺: Φασματογράφο Ατομικής Απορρόφησης AA Series Spectrometer Thermo Electron Corporation

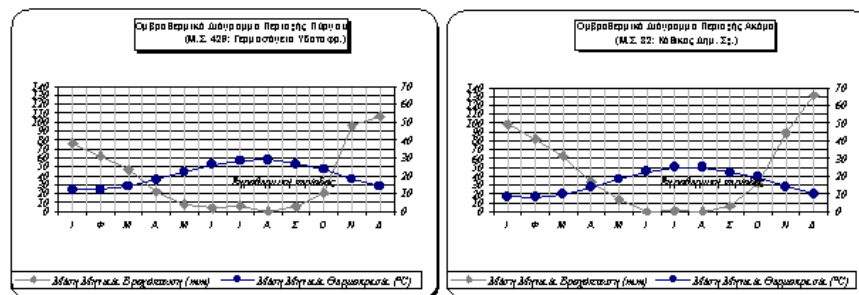
Η απουσία κάποιου ενιαίου συστήματος ταξινόμησης των εδαφολογικών αποτελεσμάτων για τα θινικά οικοσυστήματα αφενός και αφετέρου για να είναι ευκολότερη η σύγκριση των αποτελεσμάτων σε μια ενιαία κλίμακα (5-βαθμη) εφαρμόστηκε ο Δείκτης Σχετικής Ταξινόμησης (ROV) (Χατζηχαμπής 2005).

Για να εξετασθεί η συσχέτιση μεταξύ των μέσων τιμών των διαφόρων εδαφολογικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν, διενεργήθηκε πολυπαραγοντική στατιστική ανάλυση (Multivariate Statistical Analysis) υπολογίζοντας τον συντελεστή συσχέτισης Pairwise correlations με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου JUMP.

Αποτελέσματα - Συζήτηση

1. Κλιματικά - Βιοκλιματικά Χαρακτηριστικά

Από κλιματικής/βιοκλιματικής άποψης οι περιοχές των παρακτίων αμμολόφων της Κύπρου παρουσιάζουν βιοκλιματικά χαρακτηριστικά από Ύψιγρο-ήπια (Ακάμας) έως Ημίξηρο-θερμά (Γιαλιά, Επισκοπή, Ακρωτήρι, Παραλίμνι). Η Μέση μηνιαία βροχόπτωση κυμαίνεται από 0-131,4 mm (Καλοκ. μήνες-Δεκ. Ακάμας) ενώ η Μέση μηνιαία θερμοκρασία: 8,1-28,8°C (Ιαν. Ακάμας – Αυγ. Πύργος Λεμεσού). Στις Εικ. 1 & 2 φαίνονται τα ομβροθερμικά διαγράμματα δύο από τις περιοχές μελέτης.



Εικόνες 1 & 2. Ομβροθερμικά διαγράμματα των περιοχών Πύργου και Ακάμα.

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται ο βιοκλιματικός χαρακτηρισμός όλων των υπό μελέτη Μετεωρολογικών Σταθμών.

Πίνακας 1. Βιοκλιματικός χαρακτηρισμός των μελετούμενων περιοχών με βάση το σύστημα Embarger.

Περιοχές Μελέτης	m (°C)	Q2	Όροφος	Υπόοροφος
Ακάμας	4.8	76.5	Ύψυγρος	Ήπιος
Τίμη	7	55.3	Ημίξηρος	Ήπιος
Γιαλιά	7.6	56.3	Ημίξηρος	Θερμός
Επισκοπή	7.4	54.4	Ημίξηρος	Θερμός
Ακρωτήρι	7.6	55.9	Ημίξηρος	Θερμός
Πύργος	6.2	51.6	Ημίξηρος	Ήπιος
Λάρνακα	6.7	44.5	Ημίξηρος	Ήπιος
Κ.Πύλα	5.6	41.6	Ημίξηρος	Ήπιος
Παραλίμνι	7.6	48.4	Ημίξηρος	Θερμός

2. Κοκκομετρική σύσταση

Η κοκκομετρική σύσταση του εδάφους αποτελεί παράγοντα πολύ σημαντικό στην οικολογία των θινικών οικοσυστημάτων. Όπως ήταν φυσικό, η πλειονότητα των φυτοκοινοτήτων (32) βρίσκονται σε αμμώδη εδάφη ενώ 9 φυτοκοινότητες βρίσκονται σε πηλοαμμώδη εδάφη και 4 φυτοκοινότητες σε αμμοπηλώδη εδάφη (Πίνακας 2).

Αμμοπηλώδη εδάφη παρατηρούνται σε φυτοκοινότητες που βρίσκονται συνήθως μακριά από την ακτογραμμή, συνήθως σταθεροποιημένες, σε διάκενα θαμνώδους βλάστησης με άρκευθους ή και *Pistacia lentiscus* L. ή που βρίσκονται κοντά σε γεωργικές καλλιέργειες. Πηλοαμμώδη εδάφη παρατηρούνται σε καλά εγκατεστημένες φυτοκοινότητες (που έχουν ενδεχομένως ωριμάσει χρονικά) σε σταθεροποιημένες θέσεις, που συχνά σχετίζονται και με την παρουσία αυξημένης υγρασίας. Αυτό συμβαίνει με φυτοκοινότητες στις σταθεροποιημένες παλαιές θίνες της περιοχής του Lady's mile, που βρίσκονται κοντά στον υπόγειο υδατικό ορίζοντα ή ακόμα και στα όρια μεταξύ θινικών και αλοφυτικών οικοτόπων. Επίσης, στην περιοχή της Αγίας Θέκλας είναι σημαντική η παρουσία πηλοαμμωδών εδαφών ακόμα κι ως πρώτη ζώνη

βραχοαλόφιλης βλάστησης. Πηλοαμμώδη εδάφη παρατηρούνται ακόμα και σε φυτοκοινότητες με υψηλούς θάμνους ή και δέντρα.

Πίνακας 2. Ταξινόμηση των φυτοκοινότητων σε κατηγορίες ως προς τον χαρακτηρισμό του εδάφους.

Χαρακτηρισμός Εδαφών	Αριθμός Κοινοτήτων	Ποσοστό (%)
Άμμος	32	71,1
Άμμος Πηλώδης	9	20
Αμμώδης πηλός	4	8,9

3. Ποσοστό Χονδρόκοκκης άμμου

Πολύ σημαντικός παράγοντας στην οικολογία των θινικών οικοσυστημάτων είναι το μέγεθος των κόκκων της άμμου. Κατά την ερευνητική εργασία αυτή ακολουθήθηκε το σύστημα κατάταξης της Διεθνούς Εδαφολογικής εταιρείας, που διακρίνει την άμμο σε χονδρόκοκκη (2-0,2 mm) και λεπτόκοκκη (0,2-0,02 mm). Σε 29 φυτοκοινότητες (65,4%) επικρατεί η χονδρόκοκκη άμμος, ενώ μόνο σε 16 η λεπτόκοκκη (35,6%). Αρκετές φυτοκοινότητες (14) έχουν ποσοστά χονδρόκοκκης άμμου που ξεπερνούν το 75 % της περιεχομένης άμμου, ενώ πολύ λίγες φυτοκοινότητες (6) παρατηρούνται σε εδάφη που επικρατεί η λεπτόκοκκη άμμος, με ποσοστά που ξεπερνούν το 75%. Τα αμμώδη εδάφη στα οποία επικρατεί η λεπτόκοκκη άμμος παρατηρούνται συνήθως σε οπισθοθινικές περιοχές μακριά από την ακτογραμμή και σταθεροποιημένα ή ημισταθεροποιημένα υποστρώματα. Επιπλέον, παρατηρούνται σε θέσεις φυτοκοινότητων που βρίσκονται συνήθως ψηλά στη διαδοχή με την παρουσία μεσογειακών θάμνων. Αντίθετα, εδάφη με $\geq 75\%$ χονδρόκοκκη άμμο παρατηρείται ως πρώτη ή δεύτερη ζώνη βλάστησης, κοντά στην ακτογραμμή, και ασταθή ή ημισταθεροποιημένα υποστρώματα. Ωστόσο, η απόστασή τους από την ακτογραμμή ποικίλει ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες και ιδιαίτερα με την ένταση του ανέμου.

4. Υγρασία

Η πλειονότητα των εδαφικών δειγμάτων των ενοτήτων βλάστησης, που εξετάστηκαν, παρουσιάζουν χαμηλό ποσοστό μέσων τιμών περιεχόμενης υγρασίας. Συγκεκριμένα, το 55,6% των φυτοκοινότητων, παρουσιάζουν ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας $< 5\%$ ενώ αντίθετα ποσοστά πέραν του 10% παρουσιάζουν πολύ λίγες φυτοκοινότητες, που αντιπροσωπεύουν ποσοστό 13,3%. Οι φυτοκοινότητες με υψηλή περιεχόμενη υγρασία παρατηρούνται σε πηλοαμμώδη εδάφη και εντοπίζονται σε υγρές κοιλάδες των θινών που βρίσκονται κοντά στον υδατικό πίνακα και σε στενά και βαθιά βυθίσματα μέσα σε αυτές, καθώς επίσης και κοντά σε αλοφυτικούς οικότοπους. Ψηλά ποσοστά περιεχόμενης υγρασίας παρουσιάζεται και σε φυτοκοινότητες που εντοπίζονται σε διάκενα θαμνώδους βλάστησης σταθεροποιημένων θινών, όπου παρατηρούνται και βρυόφυτα, καθώς και σε φυτοσυστάδες με *Acacia saligna* (Labill.) Wendl. fil.

5. pH

Τα εδαφικά δείγματα όλων των φυτοκοινοτήτων των παρακτίων αμμολόφων της Κύπρου είναι αλκαλικά ($\text{pH} > 7$) και κυμαίνονται από 7,88 έως 9,4. Ωστόσο, η πλειονότητα των μέσων τιμών pH των φυτοκοινοτήτων παρουσιάζουν τιμές που κυμαίνονται από 8,8-9,2. Στον Πίνακα 3 φαίνεται η κατανομή των εδαφικών δειγμάτων των φυτοκοινοτήτων σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με το εύρος των μέσων τιμών pH που καταμετρήθηκαν.

Πίνακας 3. Ταξινόμηση των φυτοκοινοτήτων σε κατηγορίες διαφορετικού εύρους ποσοστών του pH.

Εύρος μέσων τιμών pH	Αριθμός Κοινοτήτων	Ποσοστό (%)
$7,8 \leq \chi < 8$	1	2,2
$8 \leq \chi < 8,2$	0	0
$8,2 \leq \chi < 8,4$	2	4,3
$8,4 \leq \chi < 8,6$	3	6,5
$8,6 \leq \chi < 8,8$	8	17,4
$8,8 \leq \chi < 9$	12	26,1
$9 \leq \chi < 9,2$	12	26,1
$9,2 \leq \chi < 9,4$	6	13,1
$\geq 9,4$	2	4,3

Τις λιγότερο αλκαλικές μέσες τιμές pH παρουσιάζουν κοινότητες που βρίσκονται μακριά από την ακτογραμμή σε σταθεροποιημένες θίνες μεγάλης ηλικίας με την παρουσία δέντρων όπως η *Olea europaea* L. και το *Pinus halepensis* Miller ή στα διάκενα θαμνώδους βλάστησης, που παρατηρούνται σε υγρές κοιλάδες και βυθίσματα των παλαιών σταθεροποιημένων θινών. Τις πιο αλκαλικές μέσες τιμές pH παρουσιάζουν κοινότητες με πηλοαμμώδη ή αμμοπηλώδη εδάφη με υψηλή ωστόσο περιεκτικότητα σε χονδρόκοκκη άμμο αποτελούμενη από θραύσματα κογχυλίων, που αποτελεί πηγή του ανθρακικού ασβεστίου, ιδιαίτερα δε στην περιοχή της Αγίας Θέκλας.

6. Οργανική Ουσία

Η μέση τιμή του ποσοστού της οργανικής ουσίας που προσδιορίστηκε στα εδαφικά δείγματα των φυτοκοινοτήτων, κυμαίνεται από 0% έως και 3,22%. Οι κοινότητες που παρουσιάζουν τις χαμηλότερες μέσες τιμές ($< 0,1\%$) βρίσκονται κυρίως σε ασταθή αμμώδη εδάφη συνήθως στα πρώτα στάδια των θινών και κοντά στην ακτογραμμή. Είναι άξιο αναφοράς επίσης το γεγονός ότι οι κοινότητες με τη χαμηλότερη μέση εκατοστιαία αναλογία οργανικής ουσίας είναι κοινότητες με *Cyperus capitatus* Vandelli. Τις υψηλότερες μέσες τιμές ($\geq 1\%$) εκατοστιαίας αναλογίας οργανικής ουσίας παρουσιάζουν κοινότητες σε σταθεροποιημένες θίνες στα διάκενα θαμνώδους βλάστησης, σε αμμώδεις συγκεντρώσεις σε παράκτιους βράχους καθώς και σε κοινότητες με *Tamarix smyrnensis* Bunge ή *Acacia saligna* (Labill.) Wendl. fil.

7. Ανθρακικό Ασβέστιο

Η περιεκτικότητα σε ανθρακικά άλατα στα μελετούμενα εδαφικά δείγματα κυμαίνεται από 0 έως και 76,53%. Οι περισσότερες όμως φυτοκοινότητες (21) παρουσιάζουν μέση τιμή ανθρακικού ασβεστίου που κυμαίνεται από 20-30% και αντιπροσωπεύουν ποσοστό 46,6%. Οι φυτοκοινότητες με μέση τιμή εκατοστιαίας περιεκτικότητας σε ανθρακικό ασβέστιο μεγαλύτερη του 40%, βρίσκονται κοντά στην ακτογραμμή ή/και προέρχονται αποκλειστικά από τις αμμώδεις παραλίες της Αγίας Θέκλας, όπου οι θίνες μπορεί να χαρακτηριστούν ως ασβεστούχες, αφού αποτελούνται από ψηλές αναλογίες θραυσμάτων από όστρακα.

8. Φωσφόρος

Η περιεκτικότητα σε φωσφόρο στα μελετούμενα εδαφικά δείγματα κυμαίνεται από 0–6,8%. Τις χαμηλότερες τιμές σε περιεχόμενο φωσφόρο παρουσιάζουν κοινότητες που βρίσκονται κοντά στην ακτογραμμή σε μη σταθεροποιημένες κινούμενες ή εμβρυακές θίνες ή σε παλαιές θίνες κοντά εγκλωβισμένες σε αλοφυτικούς οικότοπους. Από την άλλη τις ψηλότερες τιμές παρουσιάζουν κοινότητες που παρατηρούνται σε αμμοπηλώδη ή πηλοαμμώδη εδάφη και έχουν άκρως χαμηλή εκατοστιαία περιεκτικότητα άμμου και υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Παρατηρούνται είτε κοντά στην ακτογραμμή σχετιζόμενες συχνά με κροκάλες ή παράκτιους βράχους είτε σε σταθεροποιημένες θίνες σε διάκενα θαμνώδους βλάστησης.

9. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα

Τις ψηλότερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας παρουσιάζουν κοινότητες που παρατηρούνται σε πηλοαμμώδη εδάφη, σχετικά κοντά στην ακτογραμμή ή σε μικρά, στενά και βαθιά βυθίσματα σε υγρές κοιλάδες των θινών και στα κράσπεδα παλαιών σταθεροποιημένων θινών σε αλοφυτικούς οικότοπους ή σε εκβολές ποταμών σε αμμώδεις παραλίες. Παρουσιάζουν πολύ υψηλή περιεκτικότητα χλωρίου, ασβεστίου, καλίου, μαγνησίου και νατρίου. Συχνά σχετίζονται με αλοφυτικούς οικότοπους. Αντίθετα, τις χαμηλότερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας παρουσιάζουν κοινότητες που βρίσκονται σχετικά κοντά στην ακτογραμμή αλλά σε μη σταθεροποιημένες ή ημισταθεροποιημένες θίνες που βρίσκονται σε απάνεμες θέσεις πίσω από τις ψηλότερες κορυφογραμμές με μέτρια ή μεγάλη αποστράγγιση.

10. Κατίοντα - Ακολουθίες Κατιόντων

Πέρα από την εξέταση της περιεκτικότητας των φυτοκοινοτήτων σε κάθε κατιόν μεμονωμένα διενεργήθηκε μία συγκριτική παράθεση της περιεκτικότητάς τους στα 4 κατίοντα, Ca^{2+} , Na^{+} , Mg^{2+} , K^{+} , ώστε να μπορεί να δοθεί πληρέστερη εικόνα για κάθε φυτοκοινότητα. Με βάση την προσδιορισθείσα περιεκτικότητα του κάθε ενός από αυτά τα 4 μακροθρεπτικά στοιχεία προσδιορίστηκε μία ακολουθία φθίνουσας περιεκτικότητας. Συνολικά, στους αμμόλοφους της Κύπρου προσδιορίστηκαν 7 ακολουθίες κατιόντων που φαίνονται στον Πίνακα 4. Γενικά, μπορεί να αναφερθεί ότι στη μεγάλη πλειονότητα των φυτοκοινοτήτων παρατηρείται υπεροχή του νατρίου. Συνολικά υπεροχή του νατρίου παρατηρείται σε 39 φυτοκοινότητες, που αντιπροσωπεύουν ποσοστό 84,8%. Σε μία ομάδα 6 φυτοκοινοτήτων παρατηρείται

υπεροχή του ασβεστίου (13%) και σε μία μόνο φυτοκοινότητα έχει καταγραφεί υπεροχή του καλίου (2,2%).

Πίνακας 4. Ταξινόμηση των φυτοκοινοτήτων στις ακολουθίες κατιόντων.

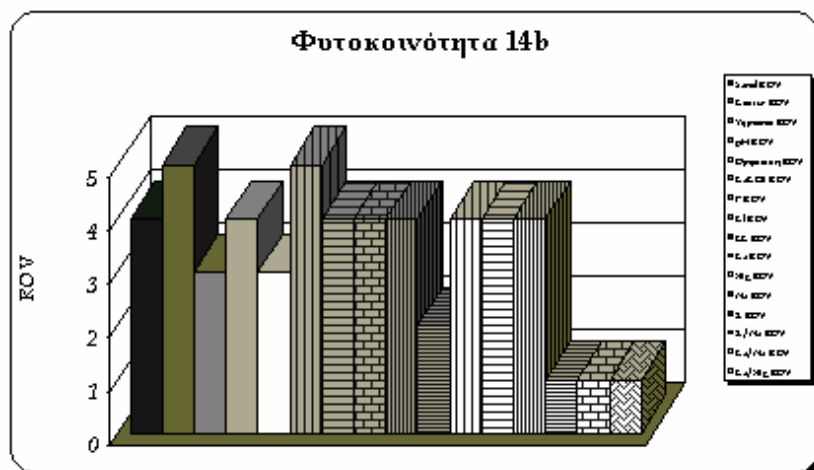
Ακολουθία Κατιόντων	Αριθμός Κοινοτήτων	Ποσοστό Κοινοτήτων (%)
Ca>Na>Mg>K	6	13
K>Ca>Na>Mg	1	2,2
Na>Ca>K>Mg	9	19,6
Na>Ca>Mg>K	21	45,7
Na>K>Ca>Mg	1	2,2
Na>K>Mg>Ca	2	4,3
Na>Mg>Ca>K	4	8,7
Na>Mg>K>Ca	2	4,3

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης θετική συσχέτιση στατιστικά αποδεκτή εξακριβώθηκε μεταξύ των πιο κάτω: pH-άμμος, οργανική-χονδρ. άμμος, οργανική-υγρασία, φωσφόρου- χονδρ. άμμος, φωσφόρος-οργανική, χλώριο-υγρασία, ηλεκτρ. αγωγιμότητα-υγρασία, ηλεκτρ. αγωγιμότητα-χλώριο, ασβέστιο-υγρασία, ασβέστιο-χλώριο, ασβέστιο- ηλεκτρ. αγωγιμότητα, μαγνήσιο-υγρασία, μαγνήσιο-χλώριο, μαγνήσιο- ηλεκτρ. αγωγιμότητα, μαγνήσιο-ασβέστιο, νάτριο-υγρασία, νάτριο-χλώριο, νάτριο- ηλεκτρ. αγωγιμότητα, νάτριο-ασβέστιο, νάτριο-μαγνήσιο, κάλιο-υγρασία, κάλιο-χλώριο, κάλιο- ηλεκτρ. αγωγιμότητα, κάλιο-ασβέστιο, κάλιο-μαγνήσιο, κάλιο-νάτριο, λόγος Ca^{2+}/Mg^{2+} - Ca^{2+}/Na^{+} .

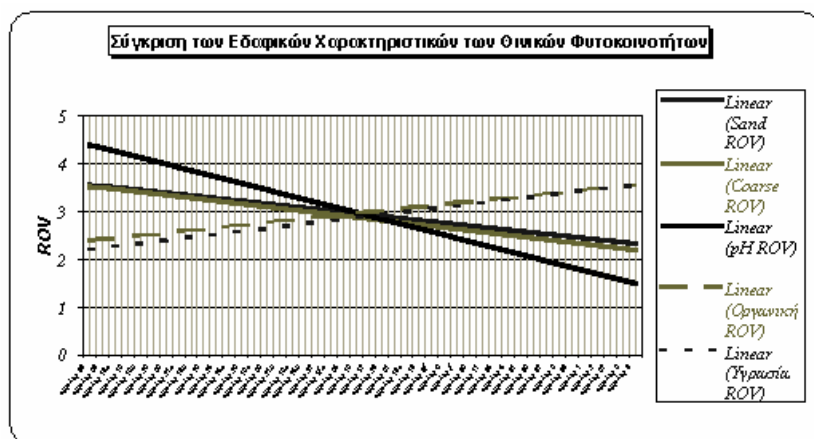
Στατιστικά αποδεκτή αρνητική συσχέτιση έχει εξακριβωθεί μεταξύ των ζευγών: pH-υγρασία, οργανική-άμμος, οργανική-υγρασία, οργανική-pH, φωσφόρος-άμμος, Ca^{2+}/Na^{+} -χονδρ. άμμος, Ca^{2+}/Mg^{2+} -χονδρ. άμμος, Ca^{2+}/Mg^{2+} -pH, Ca^{2+}/Mg^{2+} -χλώριο, Ca^{2+}/Mg^{2+} -ηλεκτρ. αγωγιμότητα, Ca^{2+}/Mg^{2+} -νάτριο.

Με βάση τον Δείκτη Σχετικής Ταξινόμησης δημιουργήθηκαν τα διαγράμματα της κάθε φυτοκοινότητας, με βάση τους μελετώμενους παράγοντες. Στην Εικόνα 3 φαίνεται ενδεικτικά το διάγραμμα του Δείκτη Σχετικής Ταξινόμησης της φυτοκοινότητας *Elymus farctus* (Viv.) Runemark ex Melderis Community (Veg. Type 14b) με βάση όλους τους εδαφικούς παράγοντες που μετρήθηκαν.

Στην Εικ. 4 φαίνεται η γραμμική τάση πέντε εδαφικών παραγόντων (υγρασίας, του ποσοστού της περιεχόμενης άμμου, της περιεχόμενης χονδρόκοκκης άμμου, του pH και της οργανικής ουσίας) με τις φυτοκοινότητες των θινών να παρουσιάζονται σε σειρά διαδοχής από την ακτογραμμή προς το εσωτερικό. Φαίνεται ξεκάθαρα ότι το ποσοστό της περιεχόμενης άμμου, της χονδρόκοκκης άμμου και του pH παρουσιάζει τάση μείωσης από την ακτογραμμή προς το εσωτερικό, ενώ στη ίδια κατεύθυνση παρουσιάζει γραμμική τάση αύξησης η οργανική ουσία και η υγρασία.



Εικόνα 3. Το διάγραμμα του δείκτη σχετικής ταξινόμησης της φυτοκοινότητας 14b, με βάση 16 εδαφικούς παράγοντες.



Εικόνα 4. Γραμμική τάση των τεσσάρων εδαφικών παραγόντων στις φυτοκοινότητες, που αναγνωρίστηκαν στα θινικά οικοσυστήματα της Κύπρου.

Συμπεράσματα

Η ανάλυση των εδαφικών χαρακτηριστικών των φυτοκοινοτήτων, που προσδιορίστηκαν στους παράκτιους αμμολόφους της Κύπρου, έδειξε ότι αυτές διαφοροποιούνται μεταξύ τους ως προς τα εξετασθέντα εδαφικά χαρακτηριστικά τους, καθιστώντας το οικοσύστημα των θινών ένα ψηφιδωτό ποικιλότητας των εδαφικών παραμέτρων. Η κύρια κατεύθυνση διαφοροποίησης είναι κάθετη με την ακτογραμμή,

από την ακτή προς το εσωτερικό. Αυτή η ψηλή ποικιλότητα στα εδαφικά χαρακτηριστικά των παρακτίων αμμολόφων της Κύπρου ενδεχομένως εξηγεί και τη μεγάλη βιοποικιλότητα σε επίπεδο φυτοκοινοτήτων που παρατηρείται στη σχετικά περιορισμένη έκτασή τους.

Ευχαριστίες

Μέρος της ερευνητικής αυτής εργασίας ενισχύθηκε οικονομικά από το Ίδρυμα Προώθησης Έρευνας.

Βιβλιογραφία

- Χατζηχαμπής Α.Χ. 2005. Βιολογία Διατήρησης Απειλούμενων Παράκτιων Οικοτόπων της Κύπρου: Χλωρίδα, Βλάστηση, Οικολογία και Διαχείριση. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Χατζηχαμπής Α.Χ., Παρασκευά-Χατζηχαμπή Δ., Δελλά Α., Δημόπουλος Π. & Γεωργίου Κ. 2003. Εύτρωτοι παράκτιοι οικότοποι της Κύπρου. Πρακτικά 25^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Βιολογικών Επιστημών.
- FAO 1977. Guia para la description de perfiles de suelo FAO/UNESCO, Roma.
- Ranwell D.S. & Boar R. 1986. Coast Dune Management Guide. Institute of Terrestrial Ecology, Huntingdon, UK.

Η χλωρίδα της νήσου Καστός (Ιόνιο Πέλαγος)

Χούσου-Πολυδούρη Ν. & Γιαννίσαρος Α.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη, 157 84 Αθήνα.

Περίληψη

Η χλωρίδα της νήσου Καστός, η οποία βρίσκεται νότια της Λευκάδας, ήταν μέχρι σήμερα εντελώς άγνωστη. Με την εργασία αυτή παρουσιάζονται συνοπτικά τα μέχρι τώρα αποτελέσματα της χλωριδικής έρευνας, που πραγματοποιήσαμε κατά τα έτη 2003 και 2004 με 6 επισκέψεις μας στη νήσο. Σύμφωνα με αυτά, η χλωρίδα του Καστού (και τριών μικρών νησίδων που βρίσκονται κοντά στις ακτές του) αποτελείται από 337 αυτοφυή και ημιαυτοφυή taxa (είδη και υποείδη) Πτεριδοφύτων (4 taxa) και Σπερματοφύτων (333 taxa). Γίνεται επίσης ανάλυση της χλωρίδας και δίνονται στοιχεία για τη γεωλογία και το βιοκλίμα της περιοχής, καθώς και για τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

The flora of Kastos island (Ionian Sea, Greece)

Chousou-Polydouri N. & Yannitsaros A.

Institute of Systematic Botany, Section of Ecology and Systematics, Department of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis, 157 84 Athens, Greece.

Abstract

The flora of Kastos island, which is situated at the south of Levkas island, was up to now completely unknown. This paper summarizes the results of a floristic study that took place in 2003 and 2004 with 6 visits to the island. The flora of Kastos and 3 offshore islets consists of 337 spontaneous and subspontaneous taxa (species and subspecies) of Pteridophyta (4 taxa) and Spermatophyta (333 taxa). A floristic analysis is presented and data on the geology, the bioclimate of the area and the human activities are also given.

Εισαγωγή

Ο Καστός βρίσκεται νότια της Λευκάδας κοντά στις ακτές της Αιτωλοακαρνανίας και έχει έκταση 6 km². Το σχήμα του είναι επίμηκες και το ανάγλυφό του σχετικά ομαλό με μεγαλύτερο υψόμετρο 155 m. Το υπόβαθρο του νησιού αποτελείται από αλπικά ιζήματα της Ιόνιας ζώνης (από το Ιουρασικό έως το Ηώκαινο). Τα παλαιότερα ιζήματα εντοπίζονται στο ανατολικό τμήμα, όπου κυριαρχούν σχηματισμοί εναλλαγών ασβεστολίθων και πυριτολίθων ή αμιγώς αργιλοπυριτικών ιζημάτων. Τέλος, σε μια

κεντρική λωρίδα του νότιου τμήματος του νησιού επικρατούν οι αργιλοπυριτικοί σχηματισμοί (ανώτερη πυριτική σειρά ή σχιστόλιθοι Βίγλας) (Καρακίτσος, προσ. επικ.).

Σύμφωνα με τα κλιματικά στοιχεία του μετεωρολογικού σταθμού της Λευκάδας (38° 50' Β, 20° 43' Α, υψόμετρο 2 m, περίοδος παρ. 1975-1997), η νήσος Καστός ανήκει στον υγρό βιοκλιματικό όροφο του διαγράμματος Emberger-Sauvage (Emberger 1955, Sauvage 1961). Από το ομβροθερμικό διάγραμμα του σταθμού συμπεραίνουμε ότι η ξηρή περίοδος διαρκεί από τα μέσα Μαΐου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου.

Η νήσος Καστός έχει έναν οικισμό, με 30 μόνιμους κατοίκους σήμερα. Παλαιότερα όμως, ο πληθυσμός του ήταν μεγαλύτερος, οπότε καλλιεργούνταν ολόκληρο το νησί με διάφορες καλλιέργειες, οι οποίες αργότερα εγκαταλείφθηκαν και αντικαταστάθηκαν από την ελιά. Σήμερα, ελάχιστοι ασχολούνται ακόμα με τη γεωργία, ενώ η βόσκηση είναι ένας από τους κύριους παράγοντες ανθρώπινης επέμβασης, που επηρεάζουν τη χλωρίδα και τη βλάστηση, αφού στο νησί εκτρέφονται αιγοπρόβατα και βοοειδή. Τέλος, μια άλλη κύρια δραστηριότητα των κατοίκων είναι ο τουρισμός.

Με την έρευνά μας αυτή, εκτός από τη χλωρίδα της νήσου Καστός, ερευνήθηκε επίσης η χλωρίδα 3 νησίδων, οι οποίες βρίσκονται κοντά στις ακτές του. Η μεγαλύτερη από αυτές ονομάζεται Μαγγελारीα, ενώ οι άλλες δύο είναι ανώνυμες. Δεν είναι γνωστές προηγούμενες μελέτες της χλωρίδας της νήσου Καστός και των τριών νησίδων.

Υλικά και μέθοδοι

Για τη συλλογή του υλικού έγιναν 6 επισκέψεις στο νησί (συνολικά 28 ημέρες στο πεδίο) κατά τους μήνες Σεπτέμβριο, Οκτώβριο και Δεκέμβριο 2003 και Μάρτιο, Απρίλιο και Ιούλιο 2004. Κατά τη διάρκεια των επισκέψεων συλλέχθηκαν 1108 δείγματα, έγιναν παρατηρήσεις πεδίου και φωτογραφήθηκαν πολλά φυτικά taxa.

Ο προσδιορισμός των δειγμάτων έγινε κυρίως με τη "Flora Hellenica" (Strid & Tan 1997, 2002) και τη "Flora Europaea" (Tutin et al. 1968-1980, 1993), ενώ σε μεμονωμένες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε και η "European Garden Flora" (Walters et al. 1986). Σε πολλές περιπτώσεις έγινε σύγκριση των συλλογών μας με δείγματα του ερμπαρίου του Πανεπιστημίου Αθηνών. Η ονοματολογία που ακολουθήθηκε είναι κυρίως σύμφωνα με τους Strid & Tan (1997, 2002), Greuter et al. (1984, 1986, 1989) και Tutin et al. (1968-1980, 1993), εκτός από ορισμένες περιπτώσεις. Για το χαρακτηρισμό των βιομορφών ακολουθήθηκε το σύστημα του Raunkiaer (1937), ενώ τα χωρολογικά στοιχεία χαρακτηρίστηκαν κυρίως σύμφωνα με τον Pignatti (1982).

Αποτελέσματα - Συζήτηση

Συνολικά, στην περιοχή έρευνας (νήσος Καστός, νησίδα Μαγγελारीα και δύο ανώνυμες νησίδες) βρέθηκαν 337 αυτοφυή και ημιαυτοφυή taxa (είδη και υποείδη), που ανήκουν σε 226 γένη και 56 οικογένειες. Από αυτά, 4 είναι Πτεριδόφυτα, 2 Γυμνόσπερμα, 263 Αγγειόσπερμα Δικοτυλήδονα και 68 Αγγειόσπερμα Μονοκοτυλήδονα. Όλα τα taxa είναι νέα για την νήσο Καστός, ενώ ένα (*Chasmanthe vittigera* (Salisbury) N.E. Brown) είναι νέο επιγενές για την Ελλάδα. Οι 7 μεγαλύτερες οικογένειες, που περιλαμβάνουν το 54,6% του συνόλου των taxa, είναι: Leguminosae (46 taxa), Compositae (42 taxa), Gramineae (42 taxa), Labiatae (16 taxa), Caryophyllaceae (13 taxa), Cruciferae (13 taxa) και Liliaceae (12 taxa). Όπως ήταν

αναμενόμενο για μια νησιωτική μεσογειακή περιοχή με χαμηλό υψόμετρο και έντονη την ανθρώπινη επίδραση, η επικρατούσα βιομορφή είναι τα θερόφυτα και μάλιστα με πολύ υψηλό ποσοστό (60,4%), ενώ ακολουθούν τα ημικρυπτόφυτα (15,8%). Οι υπόλοιπες βιομορφές που αντιπροσωπεύονται στην περιοχή είναι: γεώφυτα (10,8%), φανερόφυτα (8,0%) και χαμαίφυτα (5%). Όσον αφορά τη χωρολογική προέλευση των taxa, τα μεσογειακά γεωστοιχεία αποτελούν τη συντριπτική πλειονότητα (65,8%), ενώ αν προστεθεί σε αυτά και η ομάδα των μεσογειακών-εξωμεσογειακών γεωστοιχείων, το ποσοστό φτάνει το 76,1% του συνόλου των taxa. Το γεγονός αυτό αλλά και η μεγάλη υπεροχή των θεροφύτων αντικατοπτρίζουν τον έντονα μεσογειακό χαρακτήρα της περιοχής.

Δεν βρέθηκαν στενότοπα ενδημικά στην περιοχή, βρέθηκαν όμως 3 ελληνικά ενδημικά taxa (*Scorzonera crocifolia* Sm., *Bellevialia hyacinthoides* (Bertol.) K. Persson & Wendelbo και *Linum pubescens* Banks & Solander ssp. *sibthorpiatum* (Margot & Reuter) P.H. Davis). Το πολύ χαμηλό ποσοστό ενδημισμού του νησιού (0,89%) πιθανότατα οφείλεται στη μικρή έκτασή του και το χαμηλό υψόμετρό του.

Στην περιοχή βρέθηκαν επίσης 11 επιγενή taxa (3,3%), ορισμένα από τα οποία έχουν κάνει την εμφάνισή τους στην Ελλάδα σχετικά πρόσφατα και επεκτείνουν συνεχώς την εξάπλωσή τους. Μεταξύ αυτών είναι το *Solanum elaeagnifolium* Cav., ο *Aster squamatus* (Sprengel) Hieron. και η *Setaria adhaerens* (Forsskål) Chiov.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι σκοπεύουμε να συνεχίσουμε την έρευνά μας στην περιοχή και τα παραπάνω στοιχεία ενδέχεται να τροποποιηθούν ελαφρώς.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τον Καθηγητή του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Β. Καρακίτσιο για τις πληροφορίες που μας έδωσε σχετικά με τη γεωλογία της περιοχής και την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για την παροχή των κλιματικών στοιχείων του μετεωρολογικού σταθμού της Λευκάδας.

Βιβλιογραφία

- Emberger L. 1955. Une classification biogéographique des climats. Recueil Trav. Lab. Bot. Zool. Univ. Fac. Sci. Montpellier 7: 3-43.
- Greuter W., Burdet H.M., Long G. (eds) 1984, 1986, 1989. Med-Checklist 1, 3, 4. Genève.
- Pignatti S. 1982. Flora d' Italia 1, 2, 3. Bologna.
- Raunkiaer C. 1937. Plant life forms. Oxford.
- Sauvage C. 1961. Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Trav. Inst. Sci. Chérifien Sér. Bot. 21. Rabat.
- Strid A. & Tan K. (eds) 1997. Flora Hellenica 1. Königstein.
- Strid A. & Tan K. (eds) 2002. Flora Hellenica 2. Ruggell.
- Tutin T.G., Burges N.A., Chater A.O., Edmondson J.R., Heywood V.H., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1993. Flora Europaea 1 (second edition). Cambridge University Press, Cambridge.
- Tutin T.G., Heywood V.H., Burges N.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M. & Webb D.A. (eds) 1968, 1972, 1976, 1980. Flora Europaea 2, 3, 4, 5. Cambridge.
- Walters S.M., Brady A., Brickell C.D., Cullen J., Green P.S., Lewis J., Matthews V.A., Webb D.A., Yeo P.F. & Alexander J.C.M. (eds) 1986. The European Garden Flora 1. Cambridge.