

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ  
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΥΠΡΟΥ

## 6<sup>ο</sup> ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ

*Υπό την αιγίδα του Υπουργείου  
Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου*

**ΠΡΑΚΤΙΚΑ**



*Ακρωτήριο Κάβο Γκρέκο - Κύπρος*

6 - 11 Απριλίου 1996

ΠΑΡΑΛΙΜΝΙ - ΚΥΠΡΟΣ



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ  
ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΚΥΠΡΟΥ**

**6ο ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ**

Υπό την αιγίδα του Υπουργείου  
Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου

**Π Ρ Α Κ Τ Ι Κ Α**

**6-11 Απριλίου 1996  
ΠΑΡΑΛΙΜΝΙ - ΚΥΠΡΟΣ**

**© ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ**

Η Οργανωτική Επιτροπή δεν φέρει ευθύνη για το περιεχόμενο των εργασιών, οι οποίες έχουν αναπαραχθεί από κείμενα όπως έχουν υποβληθεί από τους συγγραφείς.

**HELLENIC BOTANICAL SOCIETY  
BIOLOGICAL SOCIETY OF CYPRUS**

**6th BOTANICAL SCIENTIFIC  
CONFERENCE**

Under the auspices of the Ministry of Education  
and Culture of Cyprus

**PROCEEDINGS**

**5-11 APRIL 1996  
PARALIMNI - CYPRUS**

## **ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Πρόεδρος:	Ελευθέριος Π. Ελευθερίου
Αντιπρόεδρος:	Χρίστος Γεωργιάδης
Γεν. Γραμματέας:	Δημήτριος Μπαμπαλώνας
Ταμίας:	Μιχάλης Μουστάκας
Μέλη:	Κυριάκος Γεωργίου Δημήτριος Μακρίδης

## **ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ**

Αναστάσης Ισαάκ  
Χρύσω Κουμή  
Θεονίκη Λοίζου

## **ORGANIZING COMMITTEE**

Chairman:	Eleftherios P. Eleftheriou
Vice-Chairman:	Christos Georgiadis
Gen. Secretary:	Dimitrios Babalonas
Treasurer:	Michael Moustakas
Members:	Kyriakos Georgiou Dimitrios Makridis

## **SECRETARY**

Anastasis Isaak  
Chryso Koumi  
Theoniki Loizou

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η Οργανωτική Επιτροπή του 6ου Επιστημονικού Συνεδρίου Βοτανικής, το οποίο φιλοξενήθηκε στο Δημοτικό Μέγαρο Παραλιμνίου της Κύπρου από τις 6-11 Απριλίου 1996 και οργανώθηκε με τη συνεργασία της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας και της Βιολογικής Εταιρείας Κύπρου, ευχαριστεί θερμά όλους εσάς που με την ενεργό συμμετοχή σας έχετε συμβάλει στην επιτυχία του συνεδρίου.

Οφείλουμε για μια ακόμη φορά να ευχαριστήσουμε τον Δήμαρχο Παραλιμνίου κ. Νίκο Βλίττη και το Δημοτικό Συμβούλιο Παραλιμνίου για τη φιλοξενία του Συνεδρίου, την Υπουργό Παιδείας και Πολιτισμού της Κύπρου κ. Κλαίρη Αγγελίδου, η οποία έθεσε υπό την αιγίδα της το Συνέδριο και το τίμησε με την παρουσία της, καθώς και όλους τους χορηγούς, οι οποίοι με την ποικιλότητα οικονομική τους ενίσχυση συνέβαλαν αποφασιστικά στην επιτυχία του.

Στο Συνέδριο παρουσιάστηκαν 39 επιστημονικές εργασίες με τη μορφή των προφορικών ανακοινώσεων και 41 εργασίες με τη μορφή των αναρτημένων εκθέσεων (poster), τα κείμενα των οποίων δημοσιεύονται στον τόμο αυτό. Θέλουμε να πιστεύουμε ότι το επιστημονικό επίπεδο των εργασιών αυτών είναι υψηλό και ότι το Συνέδριο διακρίθηκε από οργανωτική αρτιότητα, ενώ το εκδρομικό πρόγραμμα συνέβαλε στη σύσφιγξη και ενδυνάμωση των εθνικών και πολιτιστικών δεσμών στον ευρύτερο ελληνικό χώρο.

Η Οργανωτική Επιτροπή

## **ΧΟΡΗΓΟΙ ΚΥΠΡΟΥ**

Δήμος Παραλιμνίου

Βιολογική Εταιρεία Κύπρου

Κυπριακός Οργανισμός Τουρισμού

Υπεραγορά Κόκκινος

Συνεργατική Πιστωτική Εταιρεία Παραλιμνίου

Τράπεζα Κύπρου

Εταιρεία "Technotent" Κωστάκης Γιώργατσος Ltd.

Οικοδομικές Επιχειρήσεις "ΝΙΧΡΟΠΑ"

Επιπλώσεις "Παύλος Α. Μάρκου"

Βιβλιοπωλείο "Προμηθέας"

Μπύρα Carlsberg

Αφοί Λανίτη/αναψυκτικά Coca Cola

## **ΧΟΡΗΓΟΙ ΕΛΛΑΔΑΣ**

Επιτροπή Ερευνών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Ελληνική Βοτανική Εταιρεία

Ιδρυμα Α.Γ. Λεβέντη

Πρυτανεία Πανεπιστημίου Πατρών

Επιστημονικά Συσκευαί και Όργανα ΕΠΕ (Zeiss)

Hellamco/Μιχάλης Κοντογιάννης, Εξοπλισμός Επιστημονικών

Εργαστηρίων



# **ΜΝΗΜΟΝΙΑ**

τιμής και ευγνωμοσύνης στους εκλιπόντες Καθηγητές Βοτανικής,  
μέλη της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας και σεβαστούς μας  
δασκάλους



**Κωνσταντίνος Α. ΓΚΑΝΙΑΤΣΑΣ**  
**1903-1993**



Ο Κωνσταντίνος Γκανιάτσας γεννήθηκε το 1903 στην Αραχωβίτσα, Λευκοθέα σήμερα, Ιωαννίνων και απεβίωσε το 1993 στη Θεσσαλονίκη.

Με τη σύζυγό του Μαρία, το γένος Ζερβουλάκου, από το Γύθειο Λακωνίας, απέκτησε μία κόρη, τη Γαβριέλλα, που παντρεύτηκε τον Σωτήρη Μιχαήλ, καθηγητή πανεπιστημίου και ευδόκισε να δει επιστήμονες τα εγγόνια του Αλέξανδρο και Κωνσταντίνο.

Οι γυμνασιακές σπουδές του έγιναν στη Ζωσιμαία Σχολή των Ιωαννίνων. Σπούδασε Χημεία στο Πανεπιστήμιο και Γεωπονία στο Πολυτεχνείο του Μονάχου Γερμανίας, των οποίων το 1928 έγινε πτυχιούχος και μετέπειτα επανήλθε το 1934 και αναγορεύθηκε σε διδάκτορα

Η σταδιοδρομία του στο Α.Π.Θ., έχει διάρκεια σαράντα περίπου χρόνων. Αρχικά διορίστηκε το 1928 έκτακτος και το 1929 μόνιμος βοηθός στο Εργαστήριο Βοτανικής της Φ.Μ. Σχολής. Το 1934 προάγεται σε επιμελητή και το 1937 εκλέγεται και διορίζεται υφηγητής του ίδιου Εργαστηρίου.

Το έτος 1946 εκλέγεται και διορίζεται έκτακτος καθηγητής της νεοϊδρυθείσης τακτικής έδρας της Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας (Ν. 355/1945), της Φυσικομαθηματικής Σχολής, Θετικών Επιστημών σήμερα, όπου το 1950 γίνεται τακτικός καθηγητής της ίδιας έδρας. Το 1969 με τη συμπλήρωση του ορίου ηλικίας ετερομάτισε τη πανεπιστημιακή σταδιοδρομία του ως προπρύτανης και απεχώρησε από την ενεργό υπηρεσία με τον τίτλο του ομότιμου καθηγητή.

Διεκδίκησε με επιτυχία αιρετά αξιώματα της πανεπιστημιακής κοινότητας και το ακαδημαϊκό έτος 1954/55 διετέλεσε κοσμήτορας της Φυσικομαθηματικής Σχολής, το έτος 1964/65 εκλέχθηκε ως Συγκλητικός, το έτος 1966/67 εκλέχθηκε και διετέλεσε αντιπρύτανης και το έτος 1967/68 ανέλαβε τα καθήκοντα του Πρυτάνεως του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Η αναγνώριση και το κύρος της προσωπικότητας του Κωνσταντίνου Γκανιάτσα και η προσφορά του στη γνώση και επιστήμη επισφραγίσθηκε με τις ακόλουθες τιμητικές διακρίσεις. Παράσημα : Ταξιάρχου Φοίνικος, Χρυσούς Σταυρός μετά στέμματος Πατριαρχείου Ιεροσολύμων και Δίπλωμα Σταυροφόρου Ορθοδόξων Σταυροφόρων Παναγίου Τάφου. Μετάλλια και πλακέττες: Εξαιρέτων Πράξεων, Ευρωπαϊκού Συνεδρίου Γεωργίας, 22ου Συνεδρίου Παμμακεδονικής Ενώσεως Αμερικής και Καναδά, Πανεπιστημίου Βόννης Γερμανίας, Πανεπιστημίου Meysor Βομβάης-Ινδίας, Ακαδημίας Μπρατισλάβας Τσεχοσλοβακίας, Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης για τα 2300 χρόνια από τον Αριστοτέλη. Έπαινος της Ακαδημίας Αθηνών. Τιμητικό δίπλωμα και τόμος του Τμήματος Βιολογίας Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

Η προσφορά του, και γενικότερα, στον τομέα της επιστήμης, διαφαίνεται και από το πλούσιο, επιστημονικό, διδακτικό και συγγραφικό έργο του, που αποτελείται από 46 επιστημονικές εργασίες, τέσσερα διδακτικά συγγράματα, έξι δημοσιεύματα Πρυτανείας 1967-1968 (1975) και 11 διάφορα άρθρα και άλλα δημοσιεύματα.

Η ανάμνηση του Κωνσταντίνου Γκανιάτσα, του ακέραίου, απλού, με περισσή ανθρωπιά και καλωσύνη διδασκάλου, με το γλαφυρό και μεστό επιστημονικό λόγο του, θα ζει πάντα στις καρδιές των μαθητών του και ιδιαίτερα σε εκείνους που είχαν την τύχη να συνεργαστούν μαζί του.

Γεώργιος Παυλίδης.

## Κωνσταντίνος ΑΝΑΓΝΩΣΤΙΔΗΣ 1924-1994



Στις 9 Δεκεμβρίου του 1994, απεβίωσε ο βοτανικός Καθηγητής Κωνσταντίνος Αναγνωστίδης. Η επικήδεια τελετή συνέπεσε κατά τραγικό τρόπο με τη γενεθλιακή επέτειο των 70 του χρόνων. Επιζώντες από την οικογένεια είναι η αφοσιωμένη του σύντροφος Νίτσα, η κόρη του Μαριαλένα και δύο εγγονοί, ο Κωστής και ο Φίλιππος Δημόπουλος. Με το θάνατό του η διεθνής και ελληνική επιστημονική κοινότητα έχασε ένα διαπρεπή φυκολόγο, ειδικό κυρίως στη συστηματική των κυανοβακτηρίων.

Ο Κωνσταντίνος Αναγνωστίδης γεννήθηκε στην Καλαμαριά Θεσσαλονίκης στις 12 Δεκεμβρίου 1924 από γονείς της ελληνικής διασποράς που μετανάστευσαν από τη Μικρά Ασία και τον Καύκασο μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο. Ξεκίνησε προπτυχιακές σπουδές στην Ιατρική, υπηρέτησε για τρία χρόνια στο στρατό (1947-1950) και αργότερα αποφάσισε να παρακολουθήσει το Τμήμα Φυσιογνωσίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης από όπου απεφοίτησε το 1952. Στη συνέχεια εργάστηκε στην ιδιωτική εκπαίδευση ως καθηγητής Βιολογίας (1952-59), ενώ ταυτόχρονα προετοίμαζε τη διδακτορική του διατριβή. Υπηρέτησε στο Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης ως βοηθός και επιμελητής μέχρι το 1969, οπότε και εξελέγη Καθηγητής της Συστηματικής Βοτανικής στη Φυσικομαθηματική Σχολή του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Μέχρι την εποχή της επίσημης συνταξιοδότησής του σε ηλικία 67 ετών το 1991, ο Κωνσταντίνος Αναγνωστίδης προσέφερε σημαντικό εκπαιδευτικό και διοικητικό έργο ως καθηγητής της έδρας της Συστηματικής Βοτανικής. Διηύθυνε επίσης το Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, τον Τομέα Οικολογίας και Ταξινόμικης τον οποίο και υποστήριξε προς ίδρυση, καθώς και το Βοτανικό Μουσείο και τον Βοτανικό Κήπο. Χρημάτισε επίσης Πρόεδρος του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Στην Ελλάδα υπήρξε πρωτοπόρος στους τομείς της Φυκολογίας και Λιμνολογίας και συμμετείχε ενεργά σε πολυάριθμες επιστημονικές επιτροπές. Υπήρξε ιδρυτικό μέλος της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας και της Ελληνικής Φυκολογικής Εταιρείας. Στις διεθνείς του υποχρεώσεις αναφέρεται η συμμετοχή του ως Εθνικού Εκπροσώπου της Ελλάδας στη Διεθνή Εταιρεία της Λιμνολογίας (*Societas Internationalis Limnologiae*) και η από το 1986 μέχρι του θανάτου του προεδρία στη Διεθνή Ένωση για την Έρευνα των Κυανοφυκών (*International Association of Cyanophyte Research*).

Ο πρώτος σημαντικός σταθμός στην ερευνητική δραστηριότητα του Κωνσταντίνου Αναγνωστίδη υπήρξε η διδακτορική του διατριβή (1961) που αφορά τη μελέτη μικροοργανισμών από θερμοπηγές της Ελλάδας, η οποία αναγνωρίζεται διεθνώς ως αξιόλογη μονογραφία επί της συστηματικής των κυανοβακτηρίων. Η ομάδα αυτή των προκαρυωτικών οργανισμών συνεχίζει να είναι το ευνοούμενο θέμα σε όλη τη διάρκεια της ερευνητικής του ενασχόλησης. Επέκτεινε όμως το ενδιαφέρον του και σε άλλες ομάδες φυκών και βακτηρίων από ποικίλους υδροβιοτόπους της Ευρώπης κυρίως κατά την παραμονή του σε πολλές άλλες εκτός Ελλάδας ευρωπαϊκές χώρες και κυρίως στην Τσεχοσλοβακία και Γερμανία. Η εργασία του επηρεάστηκε από τις μελέτες των V. Vouk, E. Pringsheim και H. Skuja. Κατά τη διάρκεια υποτροφιών της Humboldt και Max-Planck Gesellschaft συνεργάστηκε με τον καθηγητή J. Overbeck και τον εκλιπόντα G. Schwabe σε θέματα φωτοτροφικών βακτηρίων της “προτύπου” γερμανικής λίμνης Plußsee. Η μακρά παραμονή του στο διεθνούς φήμης Λιμνολογικό Ινστιτούτο στο Plön Γερμανίας, συντέλεσε στην ευρύτερη αποδοχή του ως ειδικού επί των βενθικών υπολιμνικών βακτηριακών κοινωνιών. Παρά ταύτα, οι “θερμές” ελληνικές λίμνες και η συσχέτισή τους με τα οικοσυστήματα γλυκών υδάτων της Βόρειας Ευρώπης κατέλαβαν ένα σημαντικό τμήμα της ερευνητικής του προσπάθειας. Η επί υφηγεσία διατριβή του Κ. Αναγνωστίδη (1968) επί των θειοβιοκοινωνιών (*sulphureta*) ποικίλων θαλασσιών και γλυκών βιοτόπων της Ελλάδας συνιστά μια ενδιαφέρουσα μονογραφία για τα θειοβακτήρια και τις συνοδές ομάδες των φυκών.

Η αναγνώριση της οικολογικής σημασίας των οξυφωτοτρόφων κυανοπροκαρυωτικών οργανισμών και των άλλων ομάδων βακτηρίων, ενίσχυσε την έφεση του Κ. Αναγνωστίδη να επικεντρωθεί στο δυσχερές έργο της συστηματικής και οικολογίας τους σε φυσικούς βιοτόπους. Οι “άκροι” βιότοποι (θαλάσσιοι παράλιοι, υπεράλυμοι, ηφαιστειακά υποστρώματα, αεροφυτικοί βράχοι κλπ) θεωρήθηκαν από τον ίδιο και τους μαθητές του ως πρότυποι βιοχώροι έρευνας. Τροποποίησε την παραδοσιακή μεθοδολογία και την εφάρμοσε στη διερεύνηση της ενδολιθικής ασβεστολιθικής μικροχλωρίδας στους παραλίων, θαλασσιών και γλυκών υδάτων βιοτόπους της Ελλάδας. Οι μελέτες του για την κινητικότητα των κυανοπροκαρυωτικών οργανισμών και τη μορφολογική τους ποικιλότητα

υπό περιβαλλοντική καταπόνηση, αντικατοπτρίζουν το εξαιρετικό ταλέντο του για παρατήρηση και την ικανότητα του να διακρίνει τις ποικίλες μορφές και οικοτύπους. Ως αποτέλεσμα αυτών των ερευνών, περιγράφηκαν ως νέοι για την επιστήμη πολυάριθμοι τύποι κυανοβακτηρίων και αναθεωρήθηκαν παλαιότερες κλασσικές περιγραφές τους.

Το προαναφερθέν ιστορικό, μαζί με την εκτεταμένη εμπειρία πεδίου, επέτρεψαν στον Καθηγητή Κ. Αναγνωστίδη να αναθεωρήσει, σε συνεργασία με τον Τσέχο Καθηγητή J. Komarek, το παραδοσιακό σύστημα ταξινόμησης των κυανοβακτηρίων. Στη σύγχρονη αυτή ταξινομική προσέγγιση ελήφθησαν υπόψη η μορφολογική απλότητα και η ευαισθητοποιημένη οικολογική ανταπόκριση των κυανοπροκαρυωτικών οργανισμών, στοιχεία που επιφέρουν οικοποικιλότητα και μερικές φορές πολύπλοκους κύκλους ζωής. Η εν γένει φιλοσοφία του Κ. Αναγνωστίδη εδράζεται στην ανάδειξη και λεπτολόγο συμμόρφωσή του προς τα εκάστοτε ταξινομικά κριτήρια.

Η προσπάθεια του Κ. Αναγνωστίδη να χρησιμοποιεί ποικιλία κριτηρίων στην ταξινόμηση των κυανοβακτηρίων υποστηρίχτηκε από την κατοχή μεγάλης βιβλιογραφικής γνώσης και από την ικανότητά του να συγκρίνει και να συνδυάζει τα παραδοσιακά με τα σύγχρονα δεδομένα. Αυτή η προσέγγιση, του σεβασμού όλων των βιβλιογραφικών πηγών, κατέστησε μοναδική τη συμμετοχή του στην αναθεώρηση του σύγχρονου συστήματος των κυανοβακτηρίων, σε συνεργασία με τον J. Komarek. Δυστυχώς δεν πρόλαβε να δει το επιστέγασμα των ερευνητικών του προσπαθειών, τη δημοσίευση του σύγχρονου αυτού συστήματος ταξινόμησης και τις σχετικές κλείδες προσδιορισμού σε τόμο της κλασσικής σειράς “Χλωρίδα γλυκών υδάτων της Μέσης Ευρώπης” (Süßwasserflora von Mitteleuropa) που πρόσφατα εκδόθηκε.

Ο Καθηγητής Κ. Αναγνωστίδης απεβίωσε στον κολοφώνα των συγγραφικών του δραστηριοτήτων αφήνοντας μεγάλο μέρος αδημοσίετου έργου. Εν τούτοις οι ιδιότητές του ως καλού δασκάλου και ερευνητή αλλά και η ανθρώπινη διάσταση του χαρακτήρα του συνετέλεσαν στο να αποκτήσει πιστούς μαθητές και συνεργάτες που φιλοδοξούν να συνεχίσουν το έργο και να δικαιώσουν τις προσπάθειές του. Οι συνεργάτες και μαθητές του στον Τομέα Οικολογίας και Ταξινομικής του Πανεπιστημίου Αθηνών θα στερηθούμε της καθοδηγητικής του ικανότητας, των ιδεών, της εμπύχωσης, της ενθάρρυνσης αλλά και του θερμού ανθρώπινου χαρακτήρα του. Οι συνάδελφοι και φίλοι του στο εξωτερικό θα αναπολούν επιπρόσθετα τη φιλόξενη και ζωντανή προσωπικότητά του. Ο στενός συνεργάτης του κατά τα τελευταία χρόνια J. Komarek έχει αναλάβει τη συμπλήρωση και δημοσίευση των χειρογράφων του.

Αθηνά Οικονόμου-Αμίλλη





## Νικόλαος Α. ΓΑΒΑΛΑΣ 1934-1995



Το Σεπτέμβριο του 1995, εντελώς απροσδόκητα, ο Καθηγητής Ν.Α. Γαβαλάς αναγκάστηκε να εγκαταλείψει την πλούσια εκπαιδευτική και επιστημονική του δραστηριότητα, πριν αυτή συμπληρώσει το λογικό της κύκλο.

Γεννήθηκε στην Αθήνα το 1934 και σπούδασε στην Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή Αθηνών, όπου και πήρε το πτυχίο του το 1957. Κατά την περίοδο 1959-1965 εργάστηκε ως ερευνητής στο Εργαστήριο μη Παρασιτικών Ασθενειών του Μπενακειού

Φυτοπαθολογικού Ινστιτούτου.

Φυσικά, αυτό δεν θα μπορούσε να είναι αρκετό για έναν άνθρωπο με τις επιδεξιότητες, την ευστροφία και τις θεμιτές φιλοδοξίες του Ν.Α. Γαβαλά. Με υποτροφία από το ΙΚΥ κάνει διδακτορικές σπουδές στο Πανεπιστήμιο Rutgers των ΗΠΑ, με θέμα που αφορά τη Φωτοσύνθεση (1965-1968). Επιστρέφει στο Μπενακείο και μέχρι το 1976 συνεχίζει την έρευνά του σε θέματα Ανόργανης Θρέψης, ιδιαίτερα επί των τροφοπενιών των καλλιεργούμενων φυτών. Συνδυάζει την έρευνα με την εφαρμογή και την εκλαίκευση, δημοσιεύοντας, παράλληλα με τις επιστημονικές του εργασίες, και σχετικά βιβλία. Το 1976 δοκιμάζει την τύχη του στο Πανεπιστήμιο της Πάτρας, όπου και εκλέγεται ως ο πρώτος Καθηγητής Φυσιολογίας Φυτών σε Ελληνικό Πανεπιστήμιο. Αλλάζει με επιτυχία το ερευνητικό του πεδίο, στρεφόμενος σε θέματα ρύθμισης των φωτοσυνθετικών ενζύμων. Με το αντικείμενο αυτό ασχολήθηκε μέχρι το τέλος της ζωής του. Μεταφέρει την εμπειρία του σε νέους ερευνητές και υπό την καθοδήγησή του συμπληρώνουν τις μεταπτυχιακές τους σπουδές αρκετοί φοιτητές.

Στην παραπάνω πορεία του (και σε πολλά περισσότερα) έχει ανεκτίμητο συμπαραστάτη τη σύζυγό του Αλέκα. Τα παιδιά του σπουδάζουν τη Χημεία. Ο Αντώνης παίρνει το διδακτορικό του στις ΗΠΑ και, στη συνέχεια, εργάζεται ως ερευνητής στη Γαλλία. Η Χάρης κάνει μεταπτυχιακές σπουδές στην Πολυτεχνική Σχολή του Πανεπιστημίου Πατρών.

Με τα παραπάνω θα μπορούσα ίσως να κλείσω την τυπική συνεισφορά στην επιστημονική του μνήμη. Ας μου επιτραπεί όμως να συμπληρώσω αυτή την αναφορά σε ένα κάπως πιο προσωπικό τόνο. Το διακινδυνεύω, μια και υπήρξα ο στενότερος συνεργάτης και μαθητής του τα τελευταία 20 χρόνια και γι' αυτό, ίσως μπορέσω να μεταφέρω, με κάπως ανεκδοτολογικό ύφος, τις ιδιαιτερότητες του Ν.Α. Γαβαλά ως Πανεπιστημιακού δασκάλου. Ιδιαιτερότητες που, κατά την άποψή μου, επηρέασαν την επιστημονική ατμόσφαιρα του Εργαστηρίου που διηύθηγε.

Ο Ν.Α. Γαβαλάς διέθετε άρτια θεωρητική επιστημονική κατάρτιση που του επέτρεπε να αντιμετωπίζει κάθε ερευνητικό πρόβλημα σαν την εξιχνίαση ενός αστυνομικού μυστηρίου. Η ακρίβεια και η λεπτολόγος επιμονή του που, ομολογώ, με εξένιζαν όταν ήμουν νεώτερος και πιο βιαστικός, γρήγορα απέδιδαν καρπούς. Με έπεισε ότι η "βιοχημεία της πολυθρόνας" (ήταν μια προσφιλής του φράση στις στιγμές του αυτοσαρκασμού), όταν συνδυάζεται με

το κατάλληλο πείραμα, είναι ιδιαίτερα γόνιμη. Η στάση του απέναντι στην έρευνα επιγραμματικά εκφραζόταν από τη ρήση του σοφιστή Επίχαρμου, που είχε αναρτήσει στο γραφείο του: “Νήφε και μέμνησο απιστείν”. Να είσαι νηφάλιος και να θυμάσαι να αμφισβητείς.

Οι σχέσεις του με τους μαθητές και συνεργάτες του στηριζόταν στην επιστημονική και εκπαιδευτική ελευθερία. Δεν επέιξε, ενέπνεε. Σε περιπτώσεις επιστημονικής αντιδικίας, είχε τη διακριτικότητα να μην αναδεικνύει τα λάθη των συνεργατών του, αλλά την περίπτωση μιας άλλης ερμηνείας. Διέθετε την επιστημονική ευγένεια να μην σε παρασύρει σε περιοχές που εγνώριζε πως δεν κατέχεις επαρκώς. Το έκανε μόνον όταν χρειαζόταν, για να σου υποβάλλει την ανάγκη να συμπληρώσεις την κατάρτισή σου. Είχε αντιληφθεί ότι η επιστημονική δραστηριότητα δεν μπορεί να ανθίσει παρά μόνον σε ένα περιβάλλον αμοιβαίας ανοχής. Την τακτική αυτή ακολουθούσε ακόμα και όταν η στάση του δεν συναντούσε την εκτίμηση που της άξιζε.

Αντίθετα από τη διαλλακτική και διακριτική του στάση εντός του Εργαστηρίου, στα όργανα διοίκησης του Βιολογικού Τμήματος, ο Ν.Α. Γαβαλάς έδινε ασφαλώς την εντύπωση ενός ανθρώπου ιδιαίτερα ευθύ, με ανεπτυγμένο το θάρρος της γνώμης, ακόμα και αν η άποψή του ενοχλούσε. Εδώ, δεν “μασούσε” τα λόγια του. Η στάση του αυτή επήγαζε από μία άκρως δημοκρατική προσήλωση στους νόμους και τους κανονισμούς, τους οποίους εφάρμοζε, έστω και αν διαφωνούσε. Και αισθανόταν ιδιαίτερη ενόχληση, όταν η παραβίαση των “κανόνων του παιχνιδιού” είχε ως αποτέλεσμα την έκπτωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και την ισοπέδωση, προς τα κάτω, φοιτητών και διδασκόντων.

Αν πρέπει να καταλογισθούν λάθη στον Ν.Α. Γαβαλά, τουλάχιστον ας γίνουν κατανοητά με βάση τα παραπάνω. Εγώ, που τον αξιοποίησα ως δάσκαλο και συνεργάτη, δεν θα μπορούσα να περιμένω κάτι περισσότερο. Μου αρκούσε που καταλάβαινα τη διαφωνία του από τη σιωπή του. Και που αμέσως μετά, μπορούσαμε να συνεργαστούμε με ένα σχεδόν παιδικό ενθουσιασμό, με το επόμενο πείραμα.

Γιάννης Μανέτας

## Στυλιανός Γ. ΜΑΡΑΚΗΣ (1936-1996)

Αλίκη ΙΑΤΡΙΔΟΥ ΜΑΡΑΚΗ (1941-1996) / Άννα-Φελίτσια ΝΙΚΟΛΑΟΥ (1970-1996)



Στυλιανός Γ. ΜΑΡΑΚΗΣ

Ο Στυλιανός Γεωργίου Μαρακής γεννήθηκε στο Τυμπάκι της Κρήτης στις 4 Νοεμβρίου 1936.

Το 1962 αποφοίτησε από το Φυσιογνωστικό-Τμήμα του Παν/μίου Θεσσαλονίκης, στο οποίο είχε εισαχθεί με υποτροφία. Το Μάιο του 1966 διορίστηκε Βοηθός στο Εργαστήριο Γενικής Βιολογίας του ανωτέρω Παν/μίου, ενώ παράλληλα παρακολουθούσε το Χημικό Τμήμα του ίδιου Παν/μίου. Τον Οκτώβριο του 1969 παραιτήθηκε και ίδρυσε φροντιστήριο Χημείας, στο Ηράκλειο Κρήτης, όπου και συνέγραψε τρία βιβλία Χημείας, για υποψήφιους φοιτητές. Έξι χρόνια αργότερα διορίστηκε ως Βοηθός στο Εργαστήριο Γενικής Βοτανικής του Παν/μίου Αθηνών.

Από την αρχή της θητείας του στο Παν/μιο Αθηνών ασχολήθηκε με τη Μικροβιολογία και συνέβαλε ουσιαστικά στην οργάνωση και καθιέρωση του μαθήματος 'Γενική Μικροβιολογία' καθώς και στην ίδρυση του μαθήματος 'Εφαρμοσμένη Μικροβιολογία'. Το 1981 αναγορεύθηκε Διδάκτωρ από τη Φυσικομαθηματική Σχολή του Παν/μίου Αθηνών, με το βαθμό 'άριστα'. Το Μάιο του ίδιου έτους πήρε τη θέση του Επιμελητή. Τον Οκτώβριο του 1983 εντάχθηκε σε προσωποπαγή μόνιμη θέση της βαθμίδας του Λέκτορα. Τον Οκτώβριο του 1988 εκλέχτηκε στη θέση του Επίκουρου Καθηγητή της Γενικής και Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας του Βιολογικού Τμήματος του Παν/μίου Αθηνών. Μετεκπαιδεύτηκε στα Ερευνητικά κέντρα Tate & Lyle του Παν/μίου του Reading της Αγγλίας, Orstom του Montpellier της Γαλλίας και Julich της Γερμανίας.

Στα 25 χρόνια της θητείας του στο ελληνικό Παν/μιο edίδαξε μαθήματα Κυτταρολογίας, Γενετικής, Γενικής Βοτανικής, Γενικής και Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας. Παράλληλα, είχε συμμετάσχει σε πολλές Συμβουλευτικές και Εξεταστικές Επιτροπές Διδακτορικών διατριβών. Το συγγραφικό του έργο συνοψίζεται σε 4 βοηθήματα των μαθημάτων και εργαστηριακών ασκήσεων, τα οποία edίδασκε. Η ερευνητική του δραστηριότητα εκάλυπτε αρκετούς τομείς της

Γενικής και Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας. Έχει 17 δημοσιεύσεις σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά και 49 ανακοινώσεις σε ελληνικά και διεθνή συνέδρια. Τα τελευταία χρόνια είχε αναλάβει τη διεκπεραίωση διαφόρων διακρατικών προγραμμάτων.

Ο Σ. Μαράκης ξεχώριζε για το πάθος και την αγάπη προς την επιστήμη που ασκούσε. Ήταν ο βασικός παράγων ίδρυσης και λειτουργίας του Εργαστηρίου Μικροβιολογίας του Τομέα Βοτανικής. Άξιος δάσκαλος και αγαπητός στους φοιτητές του. Η κοινωνική προσφορά του στο Παν/μιο και σε άλλους χώρους ήταν σημαντική.

Πατέρας δύο παιδιών, υπήρξε υπέροχος οικογενειάρχης. Η σύζυγος και συνάδελφός του Αλίκη Ιατρίδου Μαράκη, από την Ηράκλεια Σερρών, ήταν καθηγήτρια Γυμνασίου. Παρέστεκε, τα τελευταία 25 χρόνια της ζωής του Σ. Μαράκη, ηθικά και ουσιαστικά στο επιστημονικό έργο του.

Στενή συνεργάτης και υποψήφια διδάκτωρ, ήταν η Άννα Φελίτσια Νικολάου, η οποία γεννήθηκε στη Ρουμανία στις 9 Ιουνίου 1970. Αποφοίτησε από το Βιολογικό Τμήμα του Παν/μίου Αθηνών, το 1995 και το Μάιο του ίδιου έτους ξεκίνησε διδακτορική διατριβή στο εργαστήριο Εφαρμοσμένης Μικροβιολογίας, υπό την επίβλεψη του Σ. Μαράκη. Το θέμα το οποίο είχε επιλέξει ήταν από τα δυσκολότερα στο πεδίο και απαιτούσε πειθαρχία, υπομονή και μεγάλη υπευθυνότητα, χαρακτηριστικά τα οποία και διέθετε. Στο βραχύ χρόνο της επιστημονικής της σταδιοδρομίας, επέδειξε ικανότητες νέας, αλλά δυναμικής, αξιολογής και φιλόδοξης επιστήμονος, με όνειρα και οραματισμούς για το μέλλον και την εξέλιξή της.

Είχε συμμετάσχει με 4 ανακοινώσεις σε συνέδρια.

Τον Ιούλιο του 1996, μετέβη στη Ρουμανία, μαζί με τον καθηγητή Σ. Μαράκη, για ερευνητικούς λόγους. Για τον Αύγουστο του 1996, της είχε εγκριθεί υποτροφία για μετεκπαίδευση, σε ένα από τα πιο οργανωμένα εργαστήρια της Ευρώπης.

Ξεχώριζε για το ήθος, την ευπρέπεια, την ευγένεια, το ζήλο για δουλειά, την άψογη συμπεριφορά προς τους καθηγητές, συνεργάτες και φίλους της. Η απλότητα και η γλυκύτητα του χαρακτήρα της, την έκαναν από τα πιο αγαπητά άτομα στον περίγυρό της.

Ο Επίκ. Καθηγητής Σ. Μαράκης, η σύζυγός του Αλίκη Ιατρίδου Μαράκη και η υποψήφια διδάκτωρ Άννα Φελίτσια Νικολάου υπήρξαν τραγικά θύματα αυτοκινητιστικού δυστυχήματος, στις 25 Ιουλίου 1996, κατά την επιστροφή τους από το Παν/μιο της Ρουμανίας. Το κενό που άφησαν στην Επιστημονική Κοινότητα και στους συγγενείς και φίλους είναι δυσαναπλήρωτο.

**ΤΕΛΕΤΗ ΕΝΑΡΞΗΣ  
ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΙ**



## ΠΡΟΣΦΩΝΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΕΔΡΟΥ ΤΗΣ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΚΥΠΡΟΥ Δρα ΧΡΙΣΤΟΥ Χ. ΓΕΩΡΓΙΑΔΗ

Εντιμη κυρία Υπουργέ της Παιδείας και του Πολιτισμού,

Σας καλωσορίζουμε στο Συνέδριό μας. Ερμηνεύουμε την εδώ παρουσία σας ως ένδειξη εκτίμησης στο έργο που επιτελούμε, ως έμπρακτη στήριξη των στόχων, σκοπών και επιδιώξεων του Συνεδρίου από μέρους της Κυπριακής Πολιτείας. Η εδώ παρουσία σας μας δίνει κουράγιο και δύναμη να συνεχίσουμε το δύσκολο και επίμοχθο έργο μας.

Κύριε Δήμαρχε,

Αποτελεί για μας ξεχωριστή τιμή το γεγονός ότι ολοπρόθυμα αποδεκτήκατε την πρότασή μας για φιλοξενία του Συνεδρίου. Η γενναιόδωρη χρηματική χορηγία του Δήμου και των Δημοτών σας κ. Δήμαρχε, η ποικιλότροπη στήριξη της προσπάθειάς μας, προκαθορίζουν την επιτυχία του συνεδρίου και εκφράζουμε γι' αυτό ευγνώμονες ευχαριστίες τόσο προς εσάς και στο Δημοτικό Συμβούλιο, όσο και προς το πλήθος των επώνυμων και ανώνυμων χορηγών.

Φίλτατοι Ελλαδίτες αδελφοί σύνεδροι,

Καλώς ήλθατε στο μεγάλο νησί. Καλώς ήλθατε στην Εσχατία του Ελληνισμού, την πολύπαθη Κύπρο. Η Κύπρος, το μεγάλο νησί, δεν περιμένει τη γνώμη των πολλών ή των ολίγων για να νοιώθει τη γη του χώρα Ελληνικό και να αισθάνεται πως τίποτα δεν το χωρίζει από την άλλη Ελλάδα, ούτε η ιστορία του, ούτε η Εθνική συνείδηση, ούτε η θρησκεία, ούτε η γλώσσα, ούτε η σημερινή του ζωή που είναι καθαρότατα Ελληνική.

Η Κύπρος, το μεγάλο νησί, πάνω από κάθε είδους συμβιβασμούς και θλιβερές σκοπιμότητες που και η ιστορία δεν τις συγχωρεί και η ζωντανή και ασυγκράτητη πραγματικότητα τις περιφρονεί, βρίσκει τη δύναμη και το πάθος, πέρα από τον αγώνα της για εθνική επιβίωση και δικαιοσύνη, να διεξάγει και τον αγώνα τον καλό, αγώνα πνευματικό, για την κατάκτηση της γνώσης, για την κατάκτηση της αλήθειας.

Σ' όλους μας τους αγώνες, εθνικούς και πνευματικούς, σας θεωρούμε, αδέλφια μας, συνοδοιπόρους και συναγωνιστές. Ο ερχομός σας στην Κύπρο, η συμμετοχή σας στο συνέδριο, συνιστούν εχέγγυο επιτυχίας των προσπαθειών μας. Είμαστε, εξάλλου βέβαιοι, πως εδώ στην Κύπρο θάστε σαν στο σπίτι σας, γιατί αυτός ο τόπος που σας είναι τίποτε άλλο παρά μια μικρή αλύτρωτη Ελλάδα. Ο τόπος που σας φιλοξενεί, η τιμημένη γη του Παραλιμνίου, η Κύπρος ολόκληρη, τόπος Ευρωπαϊκός και συνάμα Ελληνικός, τόπος τόσο όμορφος που τον ύμνησαν με ύμνους δοξαστικούς ντόπιοι και ξένοι, μολύνεται εδώ και 22 χρόνια από την παρουσία του Τούρκου εισβολέα. Τούτος ο τόπος, Ελλαδίτες αδέλφια μας, ο τόπος του Ομήρου, του Ονήσιλλου, του Γρηγόρη Αυξεντίου, που μύριζε κάποτε γιασεμί, ματσικόρουδο και λεμονανθούς, μύρισε μπαρούτι και θάνατο.

Είχαμε ένα ήλιο, μια λεμονιά στην αυλή, ένα σπιτικό, μια αρχοντιά, μια Σαλαμίνα..... Δεν τάχουμε. Μας τα πήρε, μας τα κατάκλεψε, τα λεηλάτησε και τα μόλυνε ο αγαρινός, η Τουρκία.

Εχουμε, όμως, αδέρφια μας, την απόλυτη πίστη, πως όλοι μαζί, μ'αυτό το ματωμένο χώμα μας, θα κόψουμε πλινθάρια να ξανακτίσουμε τον τόπο μας. Να κάνουμε να ξαναθίσουν τα κυκλάμινα στον Πενταδάκτυλο, ο βασιλικός στα λιακωτά. Να ξαναπαίξουν οι μέλισσες στους ανθούς της λεμονιάς στην Αμμόχωστο, την Κυθραία και τη Λάπηθο.

Ελλαδίτες αδέρφια μας, είμαι σίγουρος πως, μαζί με τις πλούσιες εμπειρίες που θα αποκομίσετε από την επιστημονική αυτή σύναξή μας, θα μεταφέρετε και την αγωνία της μοιρασμένης Κύπρου και θα γίνεται σε κάθε σας βήμα κήρυκες των δικαίων και δικαιωμάτων του Κυπριακού Ελληνισμού.

Φίλοι σύνεδροι,

Χαίρομαι ιδιαίτερα για την αθρόα παρουσία σας στο 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Βοτανικής που από κοινού οργανώνεται από την Ελληνική Βοτανική Εταιρεία και τη Βιολογική Εταιρεία Κύπρου.

Είναι, σήμερα, κοινά αποδεκτό ότι η επιστημονική διερεύνηση του φυτικού κόσμου αποτελεί προτεραιότητα πρωταρχική και επιτακτική.

Προβλήματα καίρια, που ταλανίζουν την ανθρωπότητα σε παγκόσμια κλίμακα, το πρόβλημα της υποβάθμισης του φυσικού μας περιγυρου, το πρόβλημα της παγκόσμιας πείνας και άλλα πολλά, θα οδηγηθούν στη λύση τους μόνο μέσα από την επιστημονική γνώση και έρευνα. Για μας τους Έλληνες, ιδιαίτερα, η μελέτη και γνώση του φυτικού κόσμου προσλαμβάνει και εθνικές διαστάσεις, αφού η αγέρωχη Ελληνική φύση αποτελεί το φυσικό πλαίσιο στο οποίο γεννήθηκε, αναπτύχθηκε και μεγαλούργησε ο αιώνιος Ελληνικός πολιτισμός.

Εύχομαι ειλικρινά και πιστεύω η εμπειρία που θα αποκομίσουμε να αποβεί καρποφόρα για το καλό όλων μας, για το καλό του Ελληνισμού.



## ΠΡΟΣΦΩΝΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΕΔΡΟΥ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΒΟΤΑΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗ κ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ Π. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ

Εντιμη Κυρία Υπουργέ,  
Αξιότιμε Κύριε Δήμαρχε,  
Αγαπητοί Φοιτητές,  
Κυρίες και Κύριοι,

Αισθάνομαι μεγάλη χαρά και βαθειά συγκίνηση που επιτέλους έφτασε η ώρα της έναρξης του 6ου Επιστημονικού Συνεδρίου Βοτανικής, το οποίο συνδιοργανώνεται από την Ελληνική Βοτανική Εταιρεία και τη Βιολογική Εταιρεία Κύπρου, εδώ σ'αυτή την θαυμάσια Αίθουσα Τελετών του Δημοτικού Μεγάρου Παραλιμνίου, στην ακριτική αυτή γωνιά της Κύπρου. Οι σκοποί του συνεδρίου μας είναι πολλαπλοί. Αποσκοπεί αρχικά στην παρουσίαση του πολύ αξιόλογου πρωτότυπου ερευνητικού έργου που πραγματοποιείται τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Κύπρο. Υπάρχουν ήδη ομάδες συνεργασίας και φιλοδοξούμε το συνέδριό μας να αποτελέσει το forum για την ενδυνάμωση και διεύρυνση των συνεργασιών αυτών. Επιπλέον, το Συνέδριό μας αποσκοπεί στο να γνωρίσουμε το πανέμορφο νησί της Αφροδίτης, το χρυσοπράσινο φύλλο ριγμένο στο πέλαγο, με τα μοναδικά ήθη και έθιμα, την απaráμιλλη παραδοσιακή φιλοξενία, τον αρχαίο αλλά και σύγχρονο ελληνικό πολιτισμό. Επιθυμούμε να διακηρύξουμε ότι Ελλάδα και Κύπρος, εκτός των άλλων, αποτελούν ενιαίο βοτανικό, επιστημονικό και ερευνητικό χώρο. Η προσέλευσή μας εδώ από την Ελλάδα αποτελεί προσκύνημα τιμής και ευγνωμοσύνης στη γη ηρώων και μαρτύρων, που ποτίστηκε με αίμα ελληνικό από την εποχή που ιδρύθηκε και δοξάστηκε "η Σαλαμίνα της Κύπρος" μέχρι τις μέρες μας.

Αποτελεί μεγάλη τιμή για το Συνέδριό μας που η εξοχότατη Υπουργός Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου κ. Κλαίρη Αγγελίδου το έθεσε υπό την αιγίδα της. Την ευχαριστούμε θερμά. Το Συνέδριό μας φιλοξενείται από το Δήμο Παραλιμνίου και προσωπικά από τον Δήμαρχο κ. Νίκο Βλίττη. Ευχαριστούμε και ευγνωμονούμε τον κ. Δήμαρχο, το Δημοτικό Συμβούλιο, αλλά και τους επώνυμους και ανώνυμους πολίτες του Δήμου αυτού για τη φιλοξενία που μας παρέχουν και για όλα όσα έχουν ετοιμάσει και θα κάνουν για μας τις προσεχείς ημέρες. Η διοργάνωση όμως του Συνεδρίου και του όλου προγράμματος που ακολουθεί θα ήταν αδύνατη χωρίς την αδιάκοπη συμπαράσταση και συνεργασία της Βιολογικής Εταιρείας Κύπρου και ιδιαίτερα του Προέδρου της Δρα Χρίστου Γεωργιάδη, τον οποίο ευχαριστούμε θερμά. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλονται επίσης στον κ. Δημήτριο Μακρίδη, ο οποίος αποτελεί την ψυχή του τοπικού κλιμακίου οργάνωσης του προγράμματος συνέδρων και συνοδών προσώπων στην περιοχή Παραλιμνίου. Ευχαριστίες όμως οφείλονται και προς όλα τα υπόλοιπα μέλη της Οργανωτικής Επιτροπής, η οποία αν και ήταν διασκορπισμένη σε 4 απομακρυσμένες πόλεις (Θεσσαλονίκη, Αθήνα, Λευκωσία, Παραλίμνι), κατόρθωσαν να εκμηδενίσουν τις αποστάσεις και να λειτουργήσουν ως ένα ενιαίο σώμα και μόχθησαν μακρόχρονα για την κατά το δυνατό άρτια οργάνωση του Συνεδρίου. Αυτή είναι η πρώτη φορά που βρισκόμαστε όλοι μαζί!

Ως Οργανωτική Επιτροπή ευχαριστούμε θερμά και όλους τους υπόλοιπους χορηγούς: τον Δήμο Παραλιμνίου, τη Βιολογική Εταιρεία Κύπρου, τον Κυπριακό Οργανισμό Τουρισμού, την Υπεραγορά Κόκκινος, τη Συνεργατική Πιστωτική Εταιρεία Παραλιμνίου, την Τράπεζα Κύπρου, την Εταιρεία "Technotent" Κωστάκης Γιώργατσος, τις Οικοδομικές Επιχειρήσεις ΝΙΧΡΟΠΑ, τις επιπλώσεις Παύλος Α. Μάρκου, το βιβλιοπωλείο Προμηθέας, την μπίρα Carlsberg, τους Αφοί Λανίτη (αναψυκτικά Coca Cola), την Επιτροπή Ερευνών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, την Πρυτανεία του Πανεπιστημίου Πατρών, την Ελληνική Βοτανική Εταιρεία, το Ίδρυμα Α.Γ. Λεβέντη, τη Γενική Γραμματεία Ερευνας και Τεχνολογίας, τις Επιστημονικές Συσκευές και Όργανα Ε.Π.Ε. (Zeiss) και την Εταιρεία Hellamco/Μιχάλης Κοντογιάννης, οι οποίοι με την ποικιλότητα ενίσχυση τους συνέβαλαν αποφασιστικά στην άρτια οργάνωση του συνεδρίου μας.

Ευχαριστίες όμως οφείλονται και σε όλους εσάς, αγαπητοί φίλοι και συνάδελφοι, που ήλθατε εδώ από όλα τα μέρη της Ελλάδας και της Κύπρου και με την παρουσία σας και τη συμβολή σας γίνεστε κοινωνοί της προδιαγραφόμενης επιτυχίας του Συνεδρίου.

Όμως, με βαθιά συγκίνηση είμαι υποχρεωμένος να χρησιμοποιήσω και την Κυπριακή μου ιδιότητα, γιατί κι εγώ εδώ γεννήθηκα, πέρασα τα παιδικά και σχολικά μου χρόνια και υπηρέτησα τη στρατιωτική μου θητεία εκατέρωθεν της παράνομης γραμμής που πέραν από κάθε έννοια δικαίου και λογικής χωρίζει το νησί. Η καρδιά μου κτυπάει εδώ. Θέλω λοιπόν να σας καλωσορίσω κι εγώ με τη σειρά μου, αγαπητοί αδελφοί από την Ελλάδα, στα πάτρια εδάφη και να σας διαβεβαιώσω ότι τα σύνορά μας δεν είναι εδώ. **Τα σύνορά μας είναι ο γιάλος ολόγυρα της Κύπρου. Δεν ξεχνώ.** Και υποσχόμεθα κάποιον από τα επόμενα συνέδριά μας να το οργανώσουμε στο ελεύθερο Βαρώσι, και η εκδρομή μας μετά το συνέδριο θα είναι προσκύνημα στον Απόστολο Βαρνάβα και τον Απόστολο Ανδρέα και τον Άγιο Χρυσόστομο και τον Άγιο Ιλαρίωνα και τον Άγιο Παντελεήμονα. Γιατί κι εκεί ανθούν στις ρεματιές, στους λόφους και στους κάμπους οι παπαρούνες μας, οι νάρκισσοι, οι ανεμώνες, τα κυκλάμινα, οι αροδάφνες, η ρίγανη της πατρίδας μας. Και δανείζομαι για να σας καλωσορίσω τα λόγια του εθνικού μας ποιητή, του Κωστή Παλαμά, όχι για να σας ρωτήσω, αλλά για να σας διαβεβαιώσω και να σας πω:

"Καλώς μας ήλθατε παιδιά,  
στην Κύπρο την αέρινη τη μακαρία τη γη  
στάζει το μέλι διαλεχτό σαν πρώτα,  
ακόμα γίνεται τ' ολόγλυκο κρασί.

Καλώς μας ήλθατε παιδιά,  
στην Κύπρο την αέρινη τη μακαρία τη γη  
η ελληνική ψυχή δεν έσβησε,  
και ζει, και ζει, και ζει!"

## **ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΔΗΜΑΡΧΟΥ ΠΑΡΑΛΙΜΝΙΟΥ κ. ΝΙΚΟΥ ΒΛΙΤΤΗ ΣΤΟ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΣΤΙΣ 6 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 1996**

Κυρία Υπουργέ,  
Εκλεκτοί προσκεκλημένοι,  
Αγαπητοί Εκπαιδευτικοί,

Σας καλωσορίζω στο Παραλίμνι και σας εκφράζω τις ευχαριστίες μου που επιλέξατε την πόλη μας ως τον τόπο του φετινού συνεδρίου σας. Ιδιαίτερα καλωσορίζω τους αδελφούς από την Ελλάδα και τους διαβιβάζω τα αισθήματα της αγάπης όλων των δημοτών της πόλης μας. Οι κάτοικοι αυτής της πόλης νιώθουν ιδιαίτερη συγκίνηση για κάθε ελλαδική παρουσία, γιατί για όλους μας η Ελλάδα είναι το όραμα και το όνειρο, η δύναμη που μας εμπνέει και η πατρίδα που μας αγκαλιάζει ως στοργική μητέρα. Είμαστε όλοι Έλληνες και το κέντρο της σκέψης, των συναισθημάτων και των προσδοκιών μας βρίσκεται στην Ακρόπολη και στον Παρθενώνα και εκφράζεται με τους κυματισμούς της γαλανόλευκης.

Η οργάνωση ενός πανελληνίου συνεδρίου στο Δημοτικό μας Μέγαρο αποτελεί ιδιαίτερη τιμή για την πόλη μας. Ιδιαίτερα όμως το θέμα και το περιεχόμενο του συνεδρίου εντάσσεται θαυμάσια μέσα στις δραστηριότητες της πόλης, που αποσκοπούν στην ευαισθητοποίηση της νεολαίας και όλων των δημοτών για το φυσικό περιβάλλον. Εχουμε πλήρως συνειδητοποιήσει πως το φυσικό μας περιβάλλον είναι η κιβωτός του πολιτισμού μας. Μόνο η διατήρηση και βελτίωσή του θα βελτιώσει την ποιότητα της ζωής μας και θα διατηρήσει τη συναγωνιστικότητα του τουριστικού μας προϊόντος.

Φέτος ο Δήμος επιδιώκει να κερδίσει τη διάκριση της ΓΑΛΑΖΙΑΣ ΣΗΜΑΙΑΣ. Τα σχολεία της περιοχής, οι μαθητές που αποτελούν την ελπίδα μας και οι καθηγητές που είναι οι εκπαιδευτικοί που είναι οι συνεργάτες του Δήμου έχουν συμβάλει πολύ στην επίτευξη αυτού του στόχου. Το συνέδριο αυτό αποτελεί τον τελευταίο κρίκο αλυσίδας των δραστηριοτήτων μας και πιστεύουμε ότι είναι και η κορωνίδα των εκδηλώσεων που ο Δήμος αφιερώνει στο φυσικό περιβάλλον.

Θεωρώ λοιπόν υποχρέωσή μου να εκφράσω τις ευχαριστίες μας προς την Οργανωτική Επιτροπή του Συνεδρίου και προς όλους τους συνέδρους που με την παρουσία τους αναβαθμίζουν τις δραστηριότητές μας για την ευαισθητοποίηση του κοινού για το φυσικό μας περιβάλλον. Ευχαριστώ επίσης τον κ. Δημήτρη Μακρίδη για τις άοκνες προσπάθειες και τη συμβολή του σ'όλες τις εκδηλώσεις μας για το φυσικό περιβάλλον. Ευχαριστώ τον Πρώτο Λειτουργό Εκπαίδευσης και τους συναδέλφους του του Υπουργείου Παιδείας και Πολιτισμού για την πολύτιμη βοήθειά τους. Ο κ. Γεωργιάδης είναι για την κιβωτό του περιβάλλοντός μας ο Νώε, που μας εντοπίζει και μας υποδεικνύει τα προς διάσωση και διατήρηση είδη του φυσικού μας περιβάλλοντος, που είναι και φυσικοί θησαυροί της περιοχής μας. Ευχαριστώ ιδιαίτερα την Υπουργό Παιδείας και Πολιτισμού, κ. Κλαίρη

Αγγελίδου, που με την παρουσία της λαμπρύνει τη σημερινή τελετή και της προσδίδει το κύρος που της αρμόζει.

Εύχομαι κάθε επιτυχία στις εργασίες του συνεδρίου. Εύχομαι ευχάριστη παραμονή στην περιοχή μας και εύχομαι σύντομα να ξαναβρεθούμε στην ελεύθερη Αμμόχωστο για να ζωντανέψουμε ξανά το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον της πόλης που το κατέστρεψε ο κατακτητής.

Καλώς ήλθατε στο Παραλίμνι.

## ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΣΥΝΕΔΡΟΥΣ ΑΠΟ ΤΗ ΛΑΪΚΗ ΠΟΙΗΤΡΙΑ

κ. ΚΥΡΙΑΚΟΥ Γ. ΠΕΛΑΓΙΑ

ΠΑΡΑΛΙΜΝΙ - ΚΥΠΡΟΣ

Πριν προχωρίσω όλους σας  
θα σας καλώς ωρίσω  
τους Ελλαδίτες φυσικά  
στην όμορφη μας νήσο

Στες ομορφιές τούντου νησιού  
ποιός θα διαφωνήσει;  
πού τ'αγαλιάζει θάλασσα  
π'Ανατολήν ως Δύση

Οροσειρές το πράσινο,  
παντού όπου κοιτάξης  
θα πης εν ούλα όμορφα  
τη γνώμη δεν θ'αλλάξης

Η Κύπρος σ'ούλους εν γνωστή  
της Αφροδίτης Μάνα  
ήταν θεά της ομορφιάς  
μα οι Μουσουλμάνοι

Ομως οι δυνατοί της γης  
εκλέψαν της τα γέλια  
νομίζω θα τα είδατε  
της αντροπής τα ττέλια

Με τα συρματομπλέγματα  
έχουν τη μοιρασμένη  
εδκιώξαν τους κατοίκους της  
τζιαί κάθουντε οι ξένοι

Παντού τους κλέφτες πιάνουντους  
τζιαί βάλλουντους σε δίκη  
μα η Τουρκία έτυχε  
στους δυνατούς ν'ανήκη

Ο πλανητάρχης δεν θέλει  
να τη καταδικάση  
γιατί έχει συμφέροντα  
τζι ύστερα θα τα χάση

Ζητούμε σας βοήθεια  
να πήτε του Σιμήτη  
να πάη κάθε πρόσφυγας  
εις το δικό τους σπίτι



## **ΧΑΙΡΕΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΥΠΟΥΡΓΟΥ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ κ. ΚΛΑΙΡΗΣ ΑΓΓΕΛΙΔΟΥ**

Με ιδιαίτερη χαρά βρίσκομαι σήμερα μαζί σας για την έναρξη του 6ου Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου Βοτανικής και καλωσορίζω θερμά τους κορυφαίους πανεπιστημιακούς από όλα τα πανεπιστήμια της Ελλάδας, καθώς και τους Έλληνες επιστήμονες της διασποράς, που με τη συμμετοχή τους αναμφίβολα διασφαλίζουν το υψηλό επιστημονικό επίπεδο του Συνεδρίου.

Τα κοινά επιστημονικά συνέδρια Ελλάδας και Κύπρου είναι πολλαπλώς επωφελή και σημαντικά: Συμβάλλουν στη συνεχή σύσφιγξη και ενδυνάμωση των στενών ακαδημαϊκών και πνευματικών δεσμών του Ελληνισμού, δίνουν την ευκαιρία για ευρεία και γόνιμη ανταλλαγή απόψεων, εμπειριών και εισηγήσεων και συμβάλλουν στην κοινή αντιμετώπιση των προβλημάτων στην Ελλάδα και στην Κύπρο.

Η ανάπτυξη της Επιστήμης στο σύγχρονο κόσμο είναι τρομακτική και έχει πάρει πλέον ιλιγγιώδεις ρυθμούς. Η εξειδίκευση της γνώσης, η έμφαση στην έρευνα, η χρήση των νέων μέσων που παρέχει διαρκώς η τεχνολογία, η άμεση διάδοση σχεδόν κάθε νέας γνώσης μέσω των συστημάτων πρόσβασης στην πληροφόρηση και ο έντονος ανταγωνισμός έχουν συμβάλει στη συνεχή συσσώρευση νέας γνώσης. Το σύνολο της επιστημονικής γνώσης διπλασιάζεται κάθε λίγα χρόνια και παράξενοι καινούριοι κόσμοι που ζητούν εξερεύνηση απλώνονται μπροστά στο σύγχρονο επιστήμονα.

Παρόλο που οι εξελίξεις αυτές προσφέρουν ασύλληπτες δυνατότητες στον άνθρωπο, υπάρχουν ταυτόχρονα και φοβερά διλήμματα για την ηθική πολλών πτυχών χρήσης της σύγχρονης τεχνολογίας. Είναι ανάγκη, όπως τόσο εύστοχα είχε σημειώσει ο Πλάτωνας από την εποχή της κλασικής αρχαιότητας, η Επιστήμη να συμβαδίζει με την αρετή, έτσι ώστε να είναι πραγματική σοφία.

Η Βοτανική γνώρισε, όπως και οι άλλοι τομείς των φυσικών επιστημών, εκπληκτική πρόοδο και εξειδίκευση τα τελευταία χρόνια. Οι εξελίξεις, για παράδειγμα, στον τομέα της φυτικής βιοτεχνολογίας ήταν ασύλληπτες για την ανθρώπινη φαντασία μερικές δεκαετίες προηγουμένως.

Παράλληλα, η διαρκής υποβάθμιση και καταστροφή του φυσικού περιβάλλοντος επιβάλλουν τη συστηματική μελέτη και προστασία της χλωρίδας, που οφείλουμε να παραδώσουμε πλούσια και άθικτη στις επόμενες γενιές.

Γιατούς τους λόγους, θεωρώ πολύ σημαντικό το συνέδριο αυτό και συγχαίρω την Ελληνική Βοτανική Εταιρεία και τη Βιολογική Εταιρεία

Κύπρου που το οργανώνουν, καθώς και το Δήμο Παραλιμνίου που φιλοξενεί το Συνέδριο.

Τα πορίσματα που θα εξαχθούν από τις εργασίες του συνεδρίου θα είναι πολύ χρήσιμα για την προσπάθεια που όλοι μας καταβάλλουμε για την προστασία της κυπριακής χλωρίδας και γενικά της ανεκτίμητης φυσικής μας κληρονομιάς.

Μ'αυτές τις σκέψεις, κηρύσσω την έναρξη του 6ου Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου Βοτανικής και εύχομαι κάθε επιτυχία στις εργασίες του.



# **ΠΡΟΦΟΡΙΚΕΣ ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ**



## **Η ανάπτυξη και σχηματισμός των συνθετόντων κυτταρίνη γραμμικών τερματικών συμπλόκων στην πλασματική μεμβράνη του θαλάσσιου Ροδοφύκου *Erythrocladia subintegra***

**Τσέκος Ι.<sup>1</sup>, Okuda Κ.<sup>2</sup> και Brown, R.M. Jr.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας Α.Π.Θ., 540 06-Θεσσαλονίκη, Μακεδονία, Ελλάς

<sup>2</sup>Department of Botany, The University of Texas at Austin, Austin, Texas 78713, U.S.A.

## **The development and formation of cellulose-synthesizing linear terminal complexes (TCs) in the plasma membrane of the marine red alga *Erythrocladia subintegra***

**Tsekos I.<sup>1</sup>, Okuda K.<sup>2</sup> and Brown R.M.Jr.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-54006-Thessaloniki, Macedonia, Hellas

<sup>2</sup>Department of Botany, The University of Texas at Austin, Austin, Texas 78713, U.S.A.

**Περίληψη:** Η ανάπτυξη και ο σχηματισμός των συνδεδεμένων με την πλασματική μεμβράνη γραμμικών τερματικών συμπλόκων (TCs) στο Ροδοφύκος *Erythrocladia* ερευνήθηκε με την τεχνική της κατάψυξης-θραύσης χρησιμοποιώντας περιστρεφόμενη και μιας κατευθύνσεως σκίαση.

Κατά τη διάρκεια του σχηματισμού του κυτταρικού τοιχώματος στην *Erythrocladia*, από τη συσκευή Golgi σχηματίζονται κυστίδια που συντήκονται με την πλασματική μεμβράνη και περιέχουν δύο ειδών πρωτεϊνικά σωματίδια συνδεδεμένα με τις μεμβράνες τους μεγάλα σφαιρικά σωματίδια (globules) (διάμετρος 15-21 nm περίπου) και τα σωματιδιακά σύμπλοκα "τετράδες" (διάμετρος 8.9±0.12 nm περίπου). Τα τυπικά μεμβρανικά σωματίδια έχουν διάμετρο 9.15±0.13 nm, ενώ τα τερματικά σύμπλοκα (TCs) συγκροτούνται από σωματίδια με μία μέση διάμετρο 8.77±0.11 nm.

Τα μεγάλα σφαιρικά σωματίδια (globules) συγκροτούνται από ένα κεντρικό σώμα και μια περιφερειακή κορυφογραμμή η τελευταία αποτελείται από ένα αριθμό (πιθανόν 8) μικρών υπομονάδων. Οι υπομονάδες στο μεγάλο σφαιρικό σωματίδιο θα πρέπει να αντιπροσωπεύουν ζυμογόνο προβαθμίδα του τερματικού συμπλόκου. Σύζευξη των εκπτυσομένων σφαιρικών σωματιδίων (globules) φαίνεται να οδηγεί στο σχηματισμό των γραμμικών τερματικών συμπλόκων. Δύο ή τρία σφαιρικά σωματίδια έρχονται σε στενή επαφή μεταξύ τους, διογκώνονται και εκπτύσσονται για να σχηματίσουν τις πρώτες σειρές υπομονάδων του τερματικού συμπλόκου. Περισσότερα νέα σφαιρικά σωματίδια προσφύονται προς αυτή τη δομή και εκπτύσσονται για να σχηματίσουν μερικές εγκάρσιες σειρές των υπομονάδων του τερματικού συμπλόκου. Δύο κέντρα

σχηματισμού των υπομονάδων εμφανίζονται στα δύο άκρα του επιμηκυνόμενου τερματικού συμπλόκου. Παράλληλα με τα παραπάνω κέντρα, υπομονάδες προστίθενται διαμέσου σφαιρικών σωματιδίων, τα οποία προσφύονται στις δύο πλευρές του τερματικού συμπλόκου. Νέες υπομονάδες προστίθενται με αυτό τον τρόπο μέχρις ότου ολοκληρωθεί το επιμηκυνόμενο τερματικό σύμπλοκο.

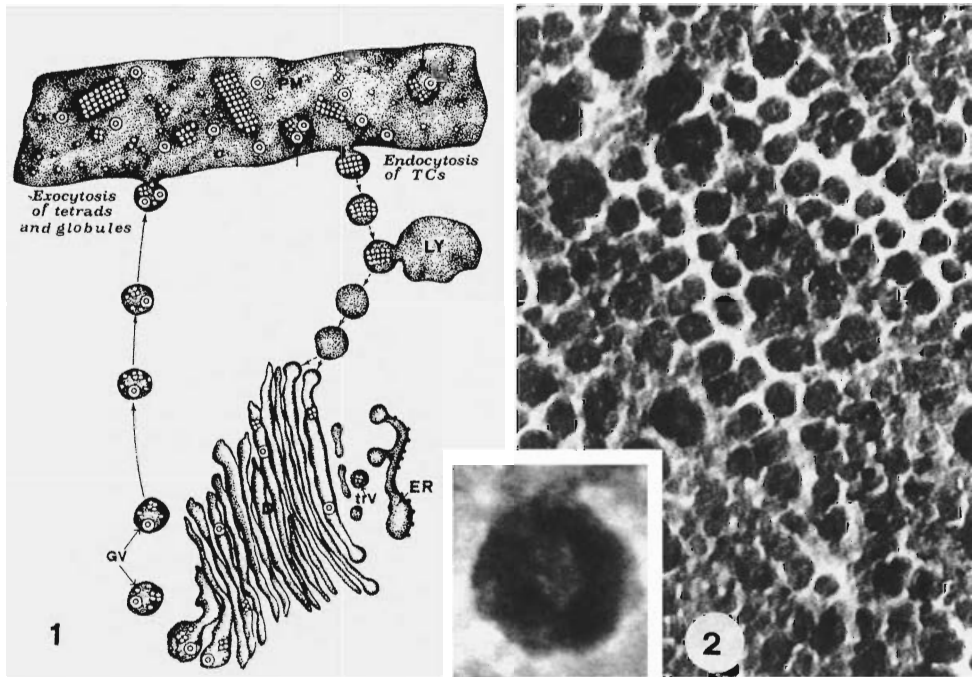
**Abstract:** The development and formation of plasma membrane-bound linear terminal cellulose-synthesizing complexes (TCs) in the red alga *Erythrocladia* were investigated by freeze-etching technique using both rotary and unidirectionally shadowing.

During cell wall formation in *Erythrocladia*, vesicles containing both a number of membrane-bound large globular particles (diameter: about 15-21 nm) and particle "tetrads" (diameter about  $8.9 \pm 0.12$  nm) are formed by the Golgi apparatus and seem to fuse with the plasma membrane. The typical intramembranous particles are  $9.15 \pm 0.13$  nm in diameter, whereas the TCs possess particles with an average diameter of about  $8.77 \pm 0.11$  nm.

The globules are composed of a central hole (the core) and peripheral ridge; the latter is composed of a number of small subunits (probable 8). The subunits in the globule should represent a zymogenic precursor of the TC. Aggregation of the unfolding globules appears to lead to the formation of linear TCs. Two or three globules come in close contact with each other, swell and unfold to form the first subunit linear rows of the TC. More new globules attach to this structure and unfold to form a few transverse rows of TC subunits. Two formation centers of the subunits appear at the two ends of the elongated TC. Parallel to the above centers, subunits are added through globules, which are attached on both sides of the TC. New subunits are in this way being added until the elongating TC is completed.

Το κυτταρικό τοίχωμα των Ροδοφυκών συγκροτείται από δύο φάσεις· μία μικροϊνιδιακή (κρυσταλλική) φάση προσηλωμένη σε μία περισσότερο άμορφη βλεννώδη φάση (matrix) (Tsekos et al. 1993). Στα Ροδοφύκη η άμορφη βλεννώδης φάση συντίθεται στο ενδομεμβρανικό σύστημα (σύμπλοκο Golgi και βλεννώδεις σάκοι), ενώ η βιοσύνθεση της μικροϊνιδιακής φάσης (κυτταρίνη στη συγκεκριμένη περίπτωση) είναι γενικά μία διαδικασία που είναι συνδεδεμένη αποκλειστικά με την πλασματική μεμβράνη. Γραμμικά τερματικά σύμπλοκα συμμετέχουν στη βιοσύνθεση, σύζευξη (μορφοποίηση) και προσανατολισμό των μικροϊνιδίων που συντίθενται από κυτταρίνη (Tsekos and Reiss 1992, Okuda et al. 1994).

Κατά τη διάρκεια του σχηματισμού του κυτταρικού τοιχώματος στην *Erythrocladia*, κυστίδια που σχηματίζονται από το σύμπλοκο Golgi περιέχουν στις μεμβράνες τους δύο είδη σωματιδίων (Εικ. 1)· μεγάλα σφαιρικά σωματίδια (διάμετρος 15-21 nm περίπου) και "μεμβρανικές τετράδες" (διάμετρος 8-9 nm). Τα κυστίδια αυτά υφίστανται εξωκύτωση και συντήκονται με την πλασματική μεμβράνη. Σε ότι αφορά την προέλευση των γραμμικών τερματικών συμπλόκων στα κύτταρα της *Erythrocladia* τα ευρήματά μας οδήγησαν σε μία άποψη ενδοκυτταρίου μεμβρανικής ροής: Τα μεγάλα σφαιρικά σωματίδια (globules) τα οποία φαίνεται να αντιπροσωπεύουν τις δομικές και λειτουργικές υπομονάδες των τερματικών



Εικ. 1. 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 (trv) από ενδοπλασματικό δίκτυο (ER) προς το δικτυόσωμα (D). Οι μεμβράνες των μεταφορικών κυστιδίων πιθανόν περιέχουν "τετράδες". 2. Μεμβρανική ροή διαμέσου κυστιδίων Golgi από το δικτυόσωμα προς την πλασματική μεμβράνη (PM) (εξωκύτωση). Οι μεμβράνες των σακκιδίων και κυστιδίων Golgi περιέχουν ευμεγέθη σφαιρικά σωματίδια (globules) και "τετράδες": τα εκπυσσόμενα 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 την μεμβράνη λυσοσωμάτων (LY) και κατόπιν με εκείνη των σακκιδίων Golgi.

Εικ. 2. Περιστροφόμενη σκίαση (κατάψυξη-θραύση) της πρωτοπλασματικής όψης (PF face) της πλασματικής μεμβράνης που δείχνει δύο ανώριμα τερματικά σύμπλοκα. Στο αριστερό τερματικό σύμπλοκο τα βέλη υποδηλώνουν τα δύο κέντρα σχηματισμού εγκάρσιων γραμμών υπομονάδων. Στο επάνω άκρο 5 μεγάλα σφαιρικά σωματίδια (globules) σε στενή επαφή προς το κέντρο σχηματισμού εγκάρσιων γραμμών υπομονάδων. X 500.000. Σε ένθετο σε πολύ μεγάλη μεγέθυνση ένα διογκωμένο σφαιρικό σωματίδιο (globule) στο οποίο διακρίνονται οι υπομονάδες. X 1.250.000.

συμπλόκων στην *Erythrocladia*, βρέθηκαν τόσο στην πλασματική μεμβράνη όσο και στις μεμβράνες της συσκευής Golgi (Εικ. 1), πράγμα το οποίο επιτρέπει να προταθεί ότι το ενζυματικό σύμπλοκο για τη σύνθεση της κυτταρίνης συντίθεται αρχικά στο ενδομεμβρανικό σύστημα υπό μορφή ζυμογόνων σωματιδίων (ζυμογόνος προβαθμίδα του τερματικού συμπλόκου) και κατόπιν μεταφέρεται σε μεμβράνες κυστιδίων Golgi προς την πλασματική μεμβράνη για την πρώτη μορφοποίηση (Giddings et al. 1980, Haigler and Brown 1986, Tsekos et al. 1996).

Αν λάβουμε υπόψη ότι η συντονισμένη σύνθεση των απλών αλυσίδων κυτταρίνης χρειάζεται την συνεργασία μιας υψηλής διατάξεως ομάδος πρωτεϊνών (Northcote 1991), φαίνεται λογικό ότι το γραμμικό τερματικό σύμπλοκο της *Erythrocladia* μορφοποιείται με τη στενή παρεμβολή και διάταξη των "σφαιρικών σωματιδίων" (συγκρ. επίσης Mizuta and Brown 1992, Tsekos et al. 1996). 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. 1).

Η διαδικασία της αναπτύξεως και σχηματισμού των τερματικών συμπλόκων (TCs) της *Erythrocladia* πολύ πιθανόν συμβαίνει κατά τον ακόλουθο τρόπο (συγκρ. επίσης Tsekos et al. 1996): Ευμεγέθη σφαιρικά σωματίδια (globules) (διαμέτρου 15-21 nm) που περιέχουν ζυμογόνους προβαθμίδες έρχονται σε στενή επαφή μεταξύ τους, διογκώνονται και εκπτύσσονται (Εικ. 2), ενώ οι καμπύλες σειρές των υπομονάδων μετατρέπονται σε γραμμικές σειρές των υπομονάδων στα τερματικά σύμπλοκα· οι υπομονάδες συγκρατούνται μαζί από λεπτά ινίδια ανάμεσά τους. Μετά τον σχηματισμό συνήθως 3 γραμμικών σειρών εμφανίζονται δύο κέντρα σχηματισμού εγκαρσίων σειρών στα δύο άκρα του TC με την πρόσφυση νέων σφαιρικών σωματιδίων (Εικ. 2). Η βαθμιαία επιμήκυνση του TC πραγματοποιείται με την πρόσφυση νέων μεγάλων σφαιρικών σωματιδίων τόσο στα δύο άκρα όσο και στις πλευρές του TC, ώστε να προστίθενται νέες υπομονάδες στο ήδη υφιστάμενο TC. Ακόμα και στα TCs με 15 σειρές, τα μεγάλα σφαιρικά σωματίδια προσφύονται και στις δύο πλευρές των TCs, και τα διπλά κέντρα σχηματισμού σειρών είναι ακόμα παρόντα. Σε TCs με περισσότερες από 17 σειρές φαίνεται ότι τα κέντρα σχηματισμού σειρών εξαφανίζονται.

#### Βιβλιογραφία

- Giddings, T.H. Jr., Brower, D.L. and Staehelin, L.A. (1980). *J. Cell Biol.* 84, 327-339.
- Haigler, C.H. and Brown R.M. Jr. (1986). *Protoplasma* 134, 111-120.
- Mizuta, S. and Brown, R.M. Jr. (1992). *Protoplasma* 166, 187-197.
- Northcote, D.H. (1991). Site of cellulose synthesis. In *Biosynthesis and Biodegradation of Cellulose* (eds. C.H. Haigler and P.J. Weimer), pp. 165-176. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Okuda, K., Tsekos, I. and Brown, R.M. Jr. (1994). *Protoplasma* 180, 49-58.
- Tsekos, I. and Reiss, H.-D. (1992). *Protoplasma* 169, 57-67.
- Tsekos, I. and Reiss, H.-D. (1993). *Ann. Bot.* 72, 213-222.
- Tsekos, I., Okuda, K. and Brown, R.M. Jr. (1996). *Protoplasma* (in press).

## Οργάνωση της ατράκτου και πορεία της μίτωσης στο φαιοφύκος *Sphacelaria rigidula* μετά από επίδραση nocodazole

Κατσαρός Χ., Manandhar G.\*

*Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βοτανικής,  
Αθήνα, 157 84*

**Περίληψη** Επίδραση με 0,04 µg/ml nocodazole για 36 ώρες σε νεαρούς θαλλούς του φαιοφύκου *Sphacelaria rigidula*, προκαλεί μερικό αποπολυμερισμό των μικροσωληνίσκων (ΜΣ) και δεσμεύει σημαντικό ποσοστό των μιτωτικών κυττάρων στη μετάφαση, χωρίς να επηρεάζει τη μορφή της μεταφασικής πλάκας. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις nocodazole (0,1-2 µg/ml) ο αποπολυμερισμός των ΜΣ είναι μεγαλύτερος και όλα τα προ-μεταφασικά κύτταρα σταματούν σε C-μετάφαση, ενώ τα μετα-μεταφασικά κύτταρα γίνονται διπύρρηνα λόγω αποτυχίας της κυτοκίνησης. Μετά από ανάκαμψη 2 ωρών, τα περισσότερα από τα C-μεταφασικά κύτταρα μετατρέπονται σε φυσιολογικά μεταφασικά. Μετά από 2-8 ώρες ανάκαμψης, παρατηρούνται πολλά διπύρρηνα κύτταρα σε φάσεις διπλής ή πολυ-πολικής μίτωσης. Πολλές από αυτές τις ατράκτους έχουν κοινό πόλο. Κατά την ανάκαμψη, σε πολλά κύτταρα δημιουργούνται στο κυτόπλασμα, εκτός της περιοχής της ατράκτου, ανεξάρτητοι αστέρες ΜΣ.

## Spindle organization and mitosis in *Sphacelaria rigidula* (Phaeophyceae) after nocodazole treatment

Katsaros C., Manandhar G.\*

*University of Athens, Department of Biology, Section of Botany,  
Athens 157 84, Greece*

**Abstract** Treatment of young thalli of *Sphacelaria rigidula* with 0.04 µg/ml nocodazole for 36 hours does not depolymerize all the microtubules (Mts), but blocks a large number of mitotic cells in metaphase, without disruption of the metaphase plate. Higher concentrations (0.1 - 2 µg/ml) of nocodazole depolymerize almost all the Mts and block the pre-metaphase cells at C-metaphase, while post-metaphase cells become binuclear, due to failure of cytokinesis. After recovering for 2 hours, most of the C-metaphase cells change to normal metaphasic ones. After recovering for 2-8 hours, a large number of binuclear cells at various stages of mitosis (bimitosis) or multipolar mitosis were observed. Various spindle configurations of bimitosis or multipolar mitosis were observed, including the formation of common poles. In some cells, during recovering, independent microtubule asters are formed in the cytoplasm outside the normal spindle area.

\* Παρούσα διεύθυνση (present address) :

*Central Department of Botany, Tribhuvan University, Kirtipur, Kathmadu, Nepal*

**Εισαγωγή** Η μελέτη της μίτωσης και της κυτοκίνησης σε κύτταρα Φαιοφυκών παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, λόγω των ειδικών χαρακτηριστικών τους. Τα κυριότερα από αυτά είναι η απουσία συστήματος περιφερειακών μικροσωληνίσκων (ΜΣ) ανάλογου με αυτό των κυττάρων των ανωτέρων φυτών και η παρουσία κεντροσωματίου, το οποίο αποτελεί το κέντρο οργάνωσης όλων των ΜΣ (Katsaros και συν. 1983, Katsaros and Galatis 1992). Σε παρόμοιες μελέτες σε ζωικά κύτταρα έχουν επανειλημμένως χρησιμοποιηθεί ουσίες που αποπολυμερίζουν τους ΜΣ (Bajer and Molè-Bajer 1972, Zieve και συν. 1980). Η nocodazole είναι από τις ευρέως χρησιμοποιούμενες συνθετικές ουσίες που αποπολυμερίζουν τους ΜΣ πολύ γρήγορα και η δράση της είναι εύκολα αντιστρεπτή (De Brabander και συν. 1976). Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η ουσία αυτή, σε νεαρά κύτταρα του φαιοφύκου *Sphaecelaria rigidula*, με σκοπό τη μελέτη της συμπεριφοράς των ΜΣ και του πυρήνα κατά τη μίτωση, τόσο μετά από την επίδραση, όσο και μετά από ανάκαμψη.

**Υλικά και μέθοδοι** Τα φυτά καλλιεργούνται σε αποστειρωμένο θαλασσινό νερό, εμπλουτισμένο με θρεπτικό διάλυμα Provasoli, σε θερμοκρασία  $12\pm 2$  °C και φωτισμό 14 ώρες φως : 10 ώρες σκοτάδι. Νεαροί θαλλοί τοποθετήθηκαν σε διαλύματα nocodazole συγκεντρώσεων 0,04 - 2 μg/ml για χρόνους 16-36 ώρες. Επιλέχθηκαν χρόνοι ανάλογοι του κυτταρικού κύκλου. Η μελέτη έγινε αμέσως μετά την επίδραση και μετά από ανάκαμψη για 2-8 ώρες. Ο πυρήνας και τα χρωμοσώματα μελετήθηκαν με χρώση Hoechst 33258 (Sigma) και οι ΜΣ μετά από ανοσοεντόπιση σωληνίνης (για λεπτομέρειες της μεθόδου βλέπε Katsaros 1992). Για την παρατήρηση χρησιμοποιήθηκε οπτικό μικροσκόπιο Zeiss Axioplan.

**Αποτελέσματα** Επίδραση με χαμηλές συγκεντρώσεις nocodazole (0,04 μg/ml), ακόμη και για μακρούς χρόνους (36 ώρες) δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά τους ΜΣ. Τα περισσότερα κύτταρα φαίνονται να φέρουν ελαφρά επηρεασμένο κυτταροσκελετό ΜΣ. Σε σύγκριση με τα φυσιολογικά κύτταρα, παρατηρήθηκε αυξημένο ποσοστό κυττάρων σε μετάφαση, σε σχέση με τις άλλες φάσεις της μίτωσης (πίν. 1). Στα κύτταρα αυτά η μεταφασική πλάκα είναι κανονική. Τα περισσότερα φέρουν ΜΣ, ενώ ένα μικρό ποσοστό από αυτά στερούνται ΜΣ. Μετά από ανάκαμψη για 2 ώρες, το ποσοστό των μεταφασικών κυττάρων μειώνεται και παρατηρούνται περισσότερα κύτταρα σε τελόφαση (πίν. 1). Υψηλότερες συγκεντρώσεις nocodazole (0,1 - 2 μg/ml) προκαλούν εντονότερο αποπολυμερισμό των ΜΣ. Στα μεσοφασικά κύτταρα οι ΜΣ επηρεάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι στα μιτωτικά. Εξαφανίζονται σχεδόν εντελώς οι κυτοπλασματικοί ΜΣ, ενώ παραμένουν λίγες περιπυρηνικές δέσμες, καθώς και ορισμένες συνδεδεμένες με τα σημεία εστίασης των ΜΣ, που αντιστοιχούν στις θέσεις των κεντροσωματίων (εικ. 1, 2). Τα μιτωτικά κύτταρα που παρατηρούνται μετά από αυτές τις επιδράσεις βρίσκονται αποκλειστικά σε C-μετάφαση, δηλαδή σε μία κατάσταση συμπυκνωμένων χρωμοσωμάτων, αλλά χωρίς την οργάνωση μεταφασικής πλάκας. Οι ΜΣ της ατράκτου φαίνονται να διατηρούνται, αλλά έχουν περιορισμένο μήκος σε σύγκριση με τους φυσιολογικούς και οι δέσμες δείχνουν πιο έντονο φθορισμό. Παρατηρούνται επίσης περισσότερα διπύρηνα κύτταρα από ότι σε φυσιολογικό υλικό, με συγχρονισμένους ή όχι πυρήνες (εικ. 3, 4). Μετά από ανάκαμψη 2 ωρών, τα κύτταρα με εικόνες C-μετάφασης μειώνονται δραστικά και παρατηρούνται πολλά κύτταρα σε κανονική μετάφαση. Το ποσοστό των κανονικών μεταφασικών κυττάρων παραμένει υψηλό σε σχέση με τις άλλες φάσεις της μίτωσης και σε σύγκριση με το φυσιολογικό υλικό, ακόμη και μετά από 8 ώρες ανάκαμψης. Επίσης, μετά από ανάκαμψη παρατηρούνται πολλά διπύρηνα κύτταρα στα οποία οι πυρήνες έχουν μεσοφασική εικόνα ή βρίσκονται σε διάφορες φάσεις διπλής μίτωσης (όπως εικ. 3, 4). Οι άτρακτοι σε αυτά τα κύτταρα δείχνουν ποικίλα οργάνωσης, και σε μερικές περιπτώσεις σχηματίζουν γωνία ή δείχνουν κοινό άξονα με ένα κοινό πόλο στο μέσο. Επίσης, παρατηρήθηκαν πολυ-πολικές

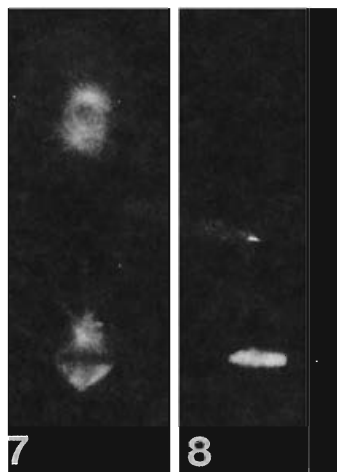
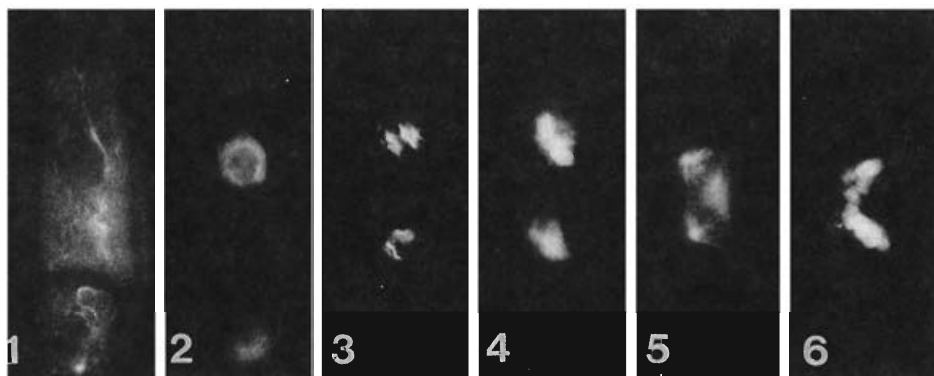


άτρακτοι (εικ. 5, 6). Σε αρκετά κύτταρα που ανακάμπτουν εντοπίστηκαν ανεξάρτητοι αστέρες ΜΣ στο κυτόπλασμα, σε θέσεις εκτός της φυσιολογικής περιοχής των κεντροσωματίων (εικ. 7, 8). Σε μερικά από αυτά τα κύτταρα αστέρες ΜΣ από διαφορετικά σημεία εστίασης αντιδρούν μεταξύ τους σχηματίζοντας μορφές παρόμοιες με ατράκτους (εικ. 7, 8).

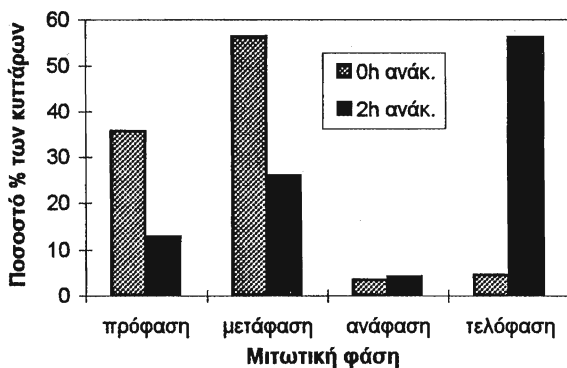
**Συζήτηση** Η nocodazole έχει χρησιμοποιηθεί επανειλημμένως σε μελέτες φαινομένων της μίτωσης ζωικών κυττάρων, γιατί προκαλεί δέσμευση του πυρήνα σε C-μετάφαση και δημιουργία πολλών μιτωτικών κυττάρων (Zieve και συν. 1980, Alieva and Vorobjev 1984, Kerryer και συν. 1991). Από τη μελέτη της δράσης της nocodazole σε κύτταρα του φαιοφύκου *S. rigidula* αποκαλύπτεται ότι: α) Σε μεσοφασικά κύτταρα οι κυτοπλασματικοί ΜΣ είναι πιο ευαίσθητοι από τους περιπυρηνικούς και από αυτούς των μιτωτικών κυττάρων. β) Η συσσώρευση μεγάλου αριθμού κυττάρων σε κατάσταση C-μετάφασης δείχνει ότι ο κύκλος των χρωμοσωμάτων αρχικά είναι ανεξάρτητος από αυτόν των ΜΣ και τα χρωμοσώματα συμπυκνώνονται. Η μίτωση όμως δεν μπορεί να προχωρήσει περαιτέρω. Φαίνεται ότι οι ΜΣ που διατηρούνται κατά τη μίτωση δεν είναι ικανοί για την ολοκλήρωσή της. Το υψηλό ποσοστό μεταφασικών κυττάρων κατά την ανάκαμψη δείχνει ότι τα κύτταρα παραμένουν στη μετάφαση για περισσότερο χρόνο μετά από την επίδραση. γ) Τα διπύρηνια κύτταρα μετά από την επίδραση προκύπτουν από αποτυχία της κυτοκίνησης. Φαίνεται ότι, παρά το ότι η κυτοκίνηση στα φαιοφύκη δεν περιλαμβάνει το σύστημα φραγμοπλάστη - κυτταρικής πλάκας (Katsaros και συν. 1983, Katsaros and Galatis 1992), οι ΜΣ είναι απαραίτητοι για τη δημιουργία της διαχωριστικής μεμβράνης. δ) Κατά την ανάκαμψη οι πυρήνες των διπύρηνων κυττάρων προχωρούν στην επόμενη μίτωση χωρίς τη δημιουργία τοιχώματος. Όταν η απόσταση των δύο πυρήνων είναι μικρότερη από μία κρίσιμη τιμή, παρατηρούνται κοινοί πόλοι στις ατράκτους. Τα κέντρα οργάνωσης των ΜΣ σε αυτές τις περιπτώσεις πιθανώς συντήκονται και σχηματίζουν ΜΣ που κατευθύνονται σε διαφορετικές ομάδες χρωμοσωμάτων. ε) Η παρατήρηση αστέρων ΜΣ σε σημεία εκτός της κανονικής ατράκτου, οδηγεί στην υπόθεση ότι τα κεντροσωμάτια δεν είναι πάντοτε απαραίτητα για τον πολυμερισμό τους. Σε αυτήν την περίπτωση φαίνεται ότι ως κέντρα πυρήνωσης των ΜΣ λειτουργούν τμήματα ΜΣ που διατηρήθηκαν μετά την επίδραση. Παρόλα αυτά, είναι δυνατόν η δράση της nocodazole να προκαλεί διασπορά περικεντροβλυστικού υλικού με ή χωρίς κεντρώλια, τμήματα του οποίου κατά την ανάφαση - τελόφαση μετακινούνται και κατά το τέλος της επίδρασης βρίσκονται σε απομακρυσμένες θέσεις. Παρόμοια άποψη έχει διατυπωθεί από τους Sellitto και Kuriyama (1988).

### Βιβλιογραφία

- Alieva I.B., and Vorobjev I.A. 1991. Chromosoma 100, 532-542.  
Bajer A.S., & Molè-Bajer J. 1972. Int. Rev. Cytol. suppl. 3, 1-271.  
De Brabander M.J., Van de Veire M.L., Aerts F.E.M., Borgers M., & Janssen P.A.J. 1976. Cancer Res. 36, 905-916.  
Katsaros C. 1992. Bot. Acta 105, 400-406.  
Katsaros C., Galatis B., & Mitrakos K. 1983. J. Phycol. 19, 16-30.  
Katsaros C., & Galatis B. 1992. Protoplasma 169, 75-84.  
Kerryer G., Ris H., & Borisy G.G. 1984. J. Cell Biol. 98, 2222-2229.  
Sellitto, C., & Kuriyama R. 1988. J. Cell Biol. 89, 57-65.  
Zieve G.W., Turnbull D., Mullins M.J. & McIntosh R.J. 1980. Exp. Cell Res. 126, 397-405.



**ΜΙΤΩΤΙΚΟΣ ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΠΙΔΡΑΣΗ  
0,04μg/ml NOCODAZOLE ΓΙΑ 36 ΩΡΕΣ**



### Επεξηγήσεις εικόνων

Εικ. 1, 2. Μεσοφασικό ακραίο κύτταρο, μετά από επίδραση nocodazole 0,1 μg/ml επί 24 ώρες.

Εικ. 3, 4. Διπύρρνο κύτταρο, οι πυρήνες του οποίου βρίσκονται σε C-μετάφαση. Επίδραση nocodazole 0,1 μg/ml επί 24 ώρες.

Εικ. 5, 6. Τριπολική άτρακτος. Επίδραση nocodazole 0,1 μg/ml επί 24 ώρες, ανάκαμψη για 2 ώρες.

Εικ. 7, 8. Ακραίο κύτταρο σε μετάφαση, κατά την ανάκαμψη για 2 ώρες, μετά από επίδραση με nocodazole για 24 ώρες. Στην κορυφαία περιοχή του παρατηρείται σχηματισμός διπλού αστέρα.

Σημ.: Στις εικ. 1, 3, 5 και 7 έχει γίνει ανοσοεντόπιση σωληνίνης και στις εικ. 2, 4, 6 και 8 χρώση του DNA με Hoechst 33258. Μεγέθυνση όλων X 600.

## **Άτυπη οργάνωση και συμπεριφορά του κεντροσωματίου σε ακραία κύτταρα του φαιοφύκου *Sphacelaria rigidula*, μετά από επίδραση nocodazole**

**Καρυοφύλλης Δ., Γαλάτης Β., Κατσαρός Χ.**  
*Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βοτανικής,  
Αθήνα 157 84*

**Περίληψη** Επίδραση με nocodazole 0,1 µg/ml για 24 ώρες, σε μεσοφασικά ακραία κύτταρα του φαιοφύκου *Sphacelaria rigidula* αποπολυμερίζει τους περισσότερους μικροσωληνίσκους (ΜΣ). Η μορφή των ακραίων κυττάρων δεν φαίνεται να επηρεάζεται, αλλά η θέση του πυρήνα και της ατράκτου πολλές φορές διαταράσσεται λόγω της απουσίας ΜΣ. Στα C-μεταφασικά καθώς και στα διπύρνα ακραία κύτταρα, που προκύπτουν από την επίδραση, τα κεντροσωμάτια διπλασιάζονται κανονικά παρουσία nocodazole, αλλά παρουσιάζουν ποικιλία απόστασης μεταξύ τους, γεγονός που δείχνει ότι επηρεάζεται ο διαχωρισμός τους, λόγω της απουσίας των ΜΣ. Μετά από ανάκαμψη 2 ωρών οι C-μεταφάσεις μετατρέπονται σε κανονικές μεταφάσεις και τα διπλασιασμένα κεντροσωμάτια φαίνονται σε απόσταση μεταξύ τους. Επίσης παρατηρούνται διπλές και πολυ-πολικές άτρακτοι, στις οποίες τα κεντροσωμάτια βρίσκονται σε διαφορετικό στάδιο του κύκλου τους. Σε αρκετά κύτταρα εντοπίστηκαν αστέρες ΜΣ σε θέσεις εκτός της ατράκτου. Σε μεγάλο ποσοστό κεντροσωματίων, τόσο αμέσως μετά την επίδραση, όσο και μετά από ανάκαμψη, εκτός από τις συνήθεις κηλίδες των κεντροσωματίων, παρατηρούνται ραβδοειδείς σχηματισμοί που φέρουν κεντρίνη, που εκτείνονται από αυτές με αξονική διευθέτηση.

## **Abnormal centrosome behaviour in apical cells of *Sphacelaria rigidula*, after nocodazole treatment**

**Karyophyllis D., Galatis B., Katsaros C.**  
*University of Athens, Department of Biology, Section of Botany,  
Athens 157 84, Greece*

**Abstract** Treatment with nocodazole 0.1 µg/ml for 24 hours of interphase apical cells of *Sphacelaria rigidula* dissociates most of the microtubules (MT). The shape of the apical cells is also not affected, but the position of the nucleus and the spindle is frequently disturbed due to the absence of MTs. In C-metaphase, as well as in binuclear cells derived after the treatment, the centrosomes duplicate normally but the distance between them varies, a fact suggesting that their separation is disturbed due to the absence of MTs. After recovering for 2 hours, C-metaphases change to normal metaphases and the separation of the duplicated centrosomes proceeds further. Variable arrangement of centrosomes is observed in bimitoses and multipolar mitoses resulted from the treatment after recovering. Rod-like structures showing a positive centrin reaction extend axially from the centrin spots in many cells after the treatment or after 2 hours recovering.

**Εισαγωγή** Τα κύτταρα των φαιοφυκών είναι από τις σχετικά λίγες περιπτώσεις φυτικών κυττάρων που φέρουν κεντροσωμάτια. Το κεντροσωμάτιο αποτελείται από δύο κεντρύλλια και το περικεντρυλλιακό υλικό, το οποίο θεωρείται ως το κέντρο οργάνωσης των μικροσωληνίσκων (ΜΣ) (Bornens and Karsenti 1984, Mazia 1987, Bornens 1992). Σε ζωικά κύτταρα έχουν γίνει εκτεταμένες μελέτες της δομής και της συμπεριφοράς του κεντροσωματίου κατά τη διάρκεια του κυτταρικού κύκλου (Mazia 1987, Tournier and Bornens 1994). Ουσίες που αποπολυμερίζουν τους ΜΣ, καθώς και άλλες τεχνικές παράτασης του κυτταρικού κύκλου χρησιμοποιούνται, ώστε να προκληθούν πολυπολικές άτρακτοι και να εξετασθεί η συμπεριφορά του κεντροσωματίου (Keryger και συν. 1984, Sellitto and Kuriyama 1988, Alieva and Vorobjev 1991). Εκτός από τα παραπάνω, έχει μελετηθεί η σχέση του κεντροσωματίου με την κυτταρική πολικότητα (Schliwa 1992). Σχετικά πρόσφατα έχει εντοπισθεί μία συστατική πρωτεΐνη, η κεντρίνη, που συνδέεται με βασικά σωμάτια αλλά και με κεντροσωμάτια ευκαρυωτικών κυττάρων (Melkonian και συν. 1992). Στην παρούσα εργασία, μελετάται η συμπεριφορά του κεντροσωματίου σε ακραία κύτταρα του φαιοφύκου *S. rigidula*, μετά από επίδραση nocodazole.

**Υλικά και μέθοδοι** Για τα υλικά και τις μεθόδους βλέπε Κατσαρός και Manandhar (1996). Η ανοσοεντόπιση της κεντρίνης έγινε με πολυκλωνική αντι-κεντρίνη.

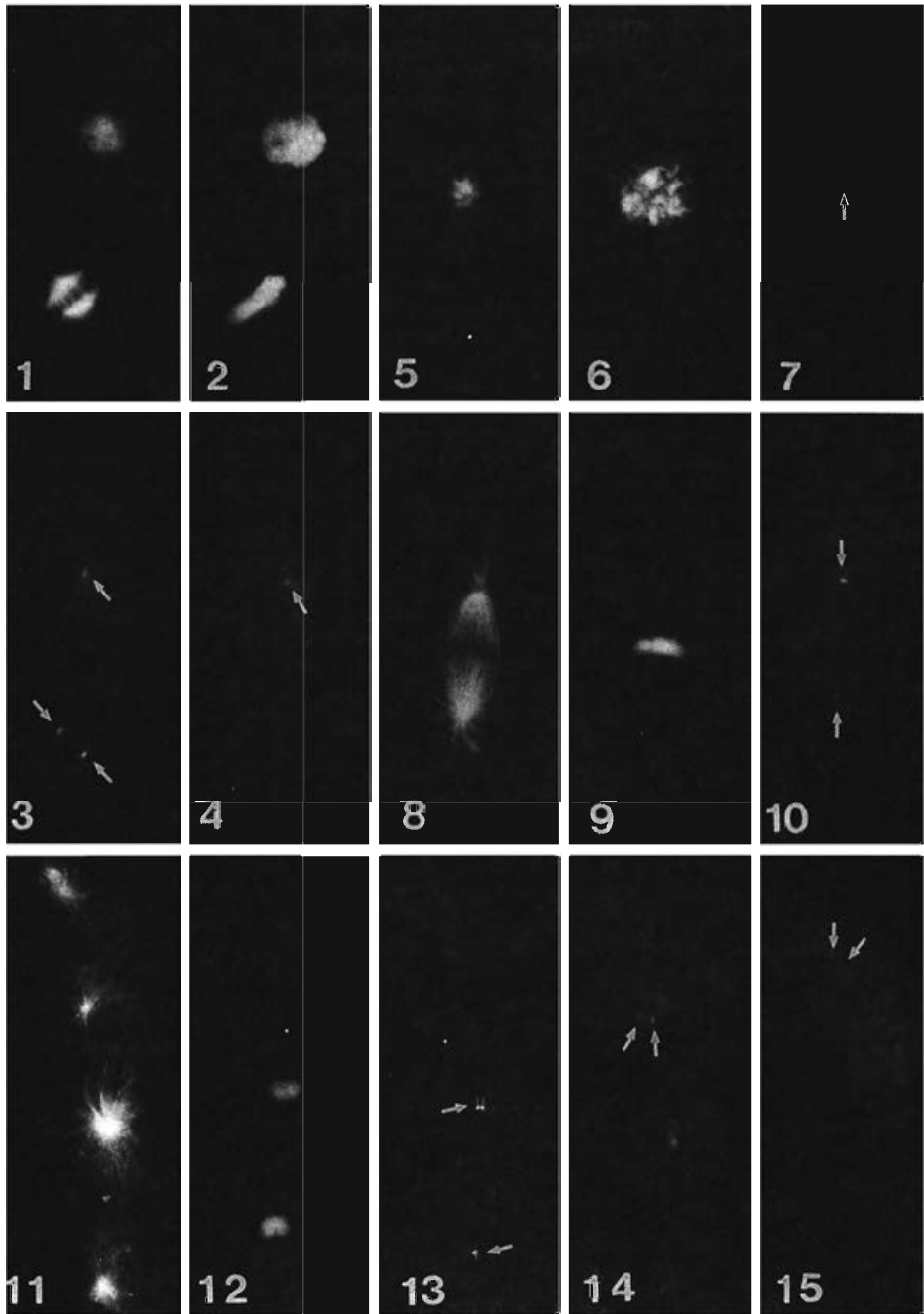
**Αποτελέσματα** Επίδραση με διάλυμα nocodazole 0,1 μg/ml για 24 ώρες, σε μεσοφασικά ακραία κύτταρα του φαιοφύκου *S. rigidula* προκαλεί αποπολυμερισμό των περισσότερων ΜΣ, εκτός από λίγους περιπυρηνικούς και ορισμένους μικρού μήκους σε επαφή με τα κεντροσωμάτια. Μετά από ανοσοεντόπιση κεντρίνης, στις φυσιολογικές θέσεις των κεντροσωματίων παρατηρείται έντονος φθορισμός με μορφή φωτεινών σημείων. Οι θέσεις αυτές συμπίπτουν με τα σημεία εστίασης των ΜΣ. Στην περιφέρεια διακρίνονται σπάνια ορισμένες δέσμες ΜΣ, ενώ μερικές φορές διατηρούνται και κάποιες δέσμες στην κορυφή των κυττάρων, οι οποίες μπορεί να είναι απλές ή να σχηματίζουν συμπλέγματα. Σε μιτωτικά κύτταρα οι ΜΣ της ατράκτου παραμένουν, αλλά δεν δείχνουν τυπική οργάνωση. Έχουν μικρό μήκος και έντονο φθορισμό (εικ. 1, 2). Ο άξονας της ατράκτου σε σημαντικό ποσοστό (78%) ακραίων κυττάρων παρουσιάζει απόκλιση από τα φυσιολογικά κύτταρα, σχηματίζοντας γωνία μέχρι και 90° σε σχέση με τον άξονα των κυττάρων (εικ. 1, 2). Σε σχετικά υψηλό ποσοστό κυττάρων παρατηρείται επίσης απόκλιση της θέσης του πυρήνα. Μετά από 24 ώρες επίδραση παρατηρούνται πολλά κύτταρα με δύο πυρήνες, λόγω αποτυχίας της κυτοκίνησης (εικ. 1, 2). Οι πυρήνες αυτοί βρίσκονται στο ίδιο ή σε διαφορετικό στάδιο διαφοροποίησης και σε ποικίλη απόσταση μεταξύ τους (εικ. 1, 2). Ανοσοεντόπιση κεντρίνης σε αυτά τα κύτταρα αποκαλύπτει ότι κάθε πυρήνας συνοδεύεται από ένα ή δύο κεντροσωμάτια (εικ. 2-4). Πολλές φορές τα κεντροσωμάτια εμφανίζονται διπλασιασμένα και έτσι παρατηρούνται μέχρι και 4 σε έναν πυρήνα (εικ. 5-7). Μετά από 24 ώρες επίδραση παρατηρούνται και πυρήνες μεγαλύτερου μεγέθους που πιθανώς είναι πολυπλοειδικοί (εικ. 6). Αυτοί συνήθως συνοδεύονται από δύο διπλασιασμένα κεντροσωμάτια σε διαφορετικά στάδια απομάκρυνσης μεταξύ τους (εικ. 6, 7). Σε κύτταρα, η μίτωση των οποίων έχει σταματήσει σε στάδιο C-μετάφασης, σε κάθε πόλο εντοπίζονται απλά ή διπλασιασμένα κεντροσωμάτια σε διαφορετικές αποστάσεις μεταξύ τους (εικ. 2-4). Πολλές φορές, από την συνήθη φωτεινή κηλίδα της κεντρίνης εκτείνονται ραβδοειδείς σχηματισμοί με επίσης θετική αντίδραση κεντρίνης, που έχουν αξονική διεύθυνση. Μετά από 2 ώρες ανάκαμψη από την επίδραση, κυριαρχούν οι μεταφάσεις. Εκτός από τις κανονικές ατράκτους, παρατηρούνται ορισμένες, οι πόλοι των οποίων απέχουν πολύ μεταξύ τους (εικ. 8-10). Οι πόλοι αυτοί φέρουν αστέρες με πολύ έντονη δέσμες ΜΣ, που φθάνουν στην κορυφή και τη βάση του κυττάρου. Τα κεντροσωμάτια σε αυτά τα κύτταρα παρουσιάζουν εικόνα ανάλογη με αυτή των κυττάρων αμέσως μετά την επίδραση. Πολλές φορές, παρατηρούνται και μικροί αστέρες σε σημεία της κορυφής εκτός της ατράκτου, με θετική ή αρνητική αντίδραση κεντρίνης (εικ. 11-15).

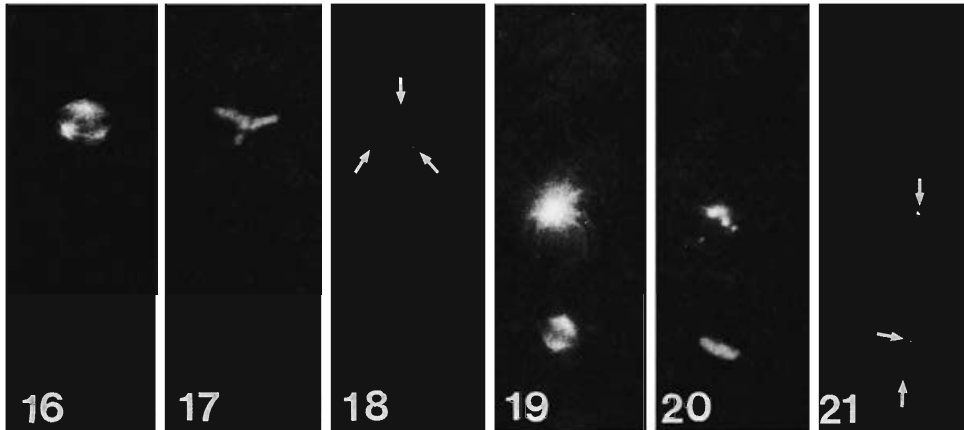
Σε περιπτώσεις διπλών ή πολυ-πολικών ατράκτων, σε κάθε πόλο παρατηρείται θετική αντίδραση κεντρίνης και όταν ένας πόλος είναι κοινός, η αντίδραση είναι πιο έντονη (εικ. 16-18). Σε αρκετά κύτταρα που ανακάμπτουν για 2 ώρες, οι ραβδοειδείς σχηματισμοί που φέρουν κεντρίνη είναι πιο επιμήκεις από προηγουμένως, με ποικιλία μήκους (εικ. 11-15).

**Συζήτηση** Σε ζωικά κύτταρα έχει επανειλημμένως μελετηθεί η κατανομή των κεντρολλίων ή του περικεντρολλιακού υλικού σε κύτταρα, τα οποία μετά από επίδραση παραγόντων που αποπολυμερίζουν τους ΜΣ φέρουν πολυ-πολικές ατράκτους. Κατά τη μελέτη ανάκαμψης μετά από επίδραση με colcemid, εδείχθη ότι τα κεντρούλλια δεν είναι απαραίτητα για τη λειτουργία των πόλων της ατράκτου, αφού παρατηρήθηκαν κεντρούλλια απομακρυσμένα από την κανονική τους θέση. Φαίνεται όμως ότι εξυπηρετούν την σωστή κατανομή και οργάνωση του περι-κεντρολλιακού υλικού, το οποίο είναι απαραίτητο για το σχηματισμό ενός λειτουργικού πόλου (Keryer και συν. 1984). Επίσης έχει βρεθεί ότι παράγοντες όπως το colcemid και η nocodazole, προκαλούν διασπορά του περικεντρολλιακού υλικού, η οποία δεν φαίνεται να συνδέεται άμεσα με τη δράση των ουσιών αυτών στους ΜΣ (Sellitto and Kuriyama 1988). Σε καλλιέργεια κυττάρων εμβρύου χοίρου διαπιστώθηκε ότι οι πολυ-πολικές άτρακτοι είναι αποτέλεσμα του πλήρους αποπολυμερισμού των ΜΣ γύρω από τα κεντροσωμάτια. Κατά την ανάκαμψη τα κεντρούλλια διαχωρίζονται αλλά τα θυγατρικά κεντρούλλια δεν ωριμάζουν. Επίσης παρατηρήθηκε ότι τα θυγατρικά κεντρούλλια αυξάνουν σε μήκος σε σύγκριση με τα μητρικά (Alieva and Vorobjev 1991). Στην παρούσα εργασία τα κεντροσωμάτια εντοπίζονται από την παρουσία κεντρίνης, η οποία σε επίπεδο ηλεκτρονικού μικροσκοπίου έχει μελετηθεί σε βασικά σωματίδια μαστιγωτών χλωροφυκών, καθώς και γαμετών φαιοφυκών (Melkonian και συν. 1992, Katsaros και συν. 1993). Επίσης έχει εντοπισθεί με ανοσοφθορισμό σε κεντροσωμάτια βλαστητικών κυττάρων φαιοφυκών (Katsaros and Galatis 1992, Καρυοφύλλης και Κατσαρός 1995). Πληροφορίες όμως από πολλές μελέτες τόσο σε ζωικά όσο και σε φυτικά κύτταρα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα βασικά σωματίδια των μαστιγίων και τα κεντροσωμάτια παρουσιάζουν όχι μόνο λειτουργική, αλλά και δομική και μοριακή ομολογία (Baron and Salisbury 1992). Τα αποτελέσματα των παρατηρήσεων στα ακραία κύτταρα του φυτού *S. rigidula* μπορούν να συνοψισθούν στα εξής: α) Η nocodazole προκαλεί αποπολυμερισμό των περισσοτέρων ΜΣ. Πιο ανθεκτικοί είναι οι περιπυρηνικοί, αυτοί που είναι σε επαφή με τα κεντροσωμάτια και οι μιτωτικοί. β) Η διατάραξη της θέσης του πυρήνα δείχνει ότι οι ΜΣ συμμετέχουν στη συγκράτησή του στη σωστή θέση, καθώς και στις μετακινήσεις του κατά τη μίτωση και κυτοκίνηση. γ) Το κεντροσωμάτιο διπλασιάζεται κατά την επίδραση, αλλά επηρεάζεται ο διαχωρισμός του. Αυτό φαίνεται να οφείλεται στον αποπολυμερισμό των ΜΣ, οι οποίοι συμμετέχουν στην πορεία αυτή. δ) Η θετική αντίδραση κεντρίνης σε διπύρηνα κύτταρα, σε θέσεις εκτός των φυσιολογικών, πιθανώς οφείλεται στο ότι στα κύτταρα αυτά υπήρξε κάποια διασπορά του περικεντρολλιακού υλικού κατά την τελόφαση. Οπωσδήποτε, η παρουσία κεντρολλίων στις θέσεις αυτές δεν μπορεί να αποκλεισθεί. ε) Οι ραβδοειδείς σχηματισμοί που φέρουν κεντρίνη πιθανώς δείχνουν μία άτυπη διαφοροποίηση των κεντρολλίων που οφείλεται στην δράση της nocodazole. Ανάλογη παρατήρηση έχει γίνει από τους Alieva and Vorobjev (1991). στ) Η οργάνωση ΜΣ κατά την ανάκαμψη από θέσεις εκτός των κανονικών κεντροσωματίων πιθανώς γίνεται από τμήματα ΜΣ, οι οποίοι δεν αποπολυμερίστηκαν και λειτουργούν ως κέντρα πυρήνωσης.

#### **Βιβλιογραφία**

- Alieva I.B., and Vorobjev I.A. 1991. Chromosoma 100, 532-542.  
Baron A.T., and Salisbury J.L. 1992. In «The centrosome» ed. by V.I. Kalnins, pp. 167-195  
Bornens M. 1992. In «The centrosome» ed. by V.I. Kalnins, pp. 1-43.





Bornens M., and Karsenti E. 1984. In «Membrane structure and function» ed. by E.E. Bittar, pp. 99-171.

Katsaros C., and Galatis B. 1992. *Protoplasma* 169, 75-84.

Katsaros C., Kreimer G., and Melkonian M. 1990. *Bot. Acta* 104, 87-92.

Katsaros C., Maier I., and Melkonian M. 1993. *J. Phycol.* 29, 787-797.

Καρυοφύλλης Δ., και Κατσαρός Χ. 1995. Πρακτ. 17ου Επιστ. Συνεδρ. Ε.Ε.Β.Ε. σελ. 203-205.

Κατσαρός Χ., και Manandhar G. 1996. Πρακτ. 6ου Επιστ. Συνεδρ. Ε.Ε.Β.Ε. (προηγούμενη ανακοίνωση).

Kerryer G., Ris H., and Borisy G.G. 1984. *J. Cell Biol.* 98, 2222-2229.

Mazia D. 1987. *Int. Rev. Cytol.* 100, 49-92.

Melkonian M., Beech, P.L., Katsaros, C., and Schulze D. 1992. In «Algal cell motility» ed. by M. Melkonian, pp. 192-217.

Schliwa M. 1992. In «The centrosome» ed. by V.I. Calnins, pp.331-351.

Sellitto, C., and Kuriyama R. 1988. *J. Cell Biol.* 89, 57-65.

Tournier F., and Bornens M. 1994. In «Microtubules» ed. by J.S. Hyams, & C.W. Lloyd, pp. 303-324.

#### Επεξηγήσεις εικόνων

**Εικ. 1-4.** Διπύρνηο ακραίο κύτταρο, οι πυρήνες του οποίου βρίσκονται σε C-μετάφαση με διαφορετικό προσανατολισμό.

**Εικ. 5-7.** Ακραίο κύτταρο, με πολυπλοειδικό πυρήνα και τέσσερα κεντροσωμάτια.

**Εικ. 8-10.** Μεταφασικό ακραίο κύτταρο με απομακρυσμένους πόλους.

**Εικ. 11-15.** Ακραίο κύτταρο, στη βάση του οποίου παρατηρείται τελοφασικός πυρήνας και η κεντρίνη εμφανίζεται με μορφή ραβδοειδών σχηματισμών (13), ενώ στην κορυφή παρατηρούνται δύο αστέρες εκτός ατράκτου, που φέρουν κεντρίνη (14, 15).

**Εικ. 16-18.** Ακραίο κύτταρο με τριπολική άτρακτο και τρία κεντροσωμάτια.

**Εικ. 19-21.** Διπύρνηο ακραίο κύτταρο. Ο κορυφαίος πυρήνας εμφανίζεται με μορφή διεσπαρμένων χρωμοσωμάτων και φέρει ένα κεντροσωμάτιο, ενώ ο βασικός βρίσκεται σε μετάφαση και φέρει δύο κεντροσωμάτια.

**Σημ:** Εικ. 1-7 : Επίδραση nocodazole 0,1 μg/ml επί 24 ώρες. Εικ. 8-21 : Επίδραση nocodazole 0,1 μg/ml επί 24 ώρες και ανάκαμψη για 2 ώρες. Εικ. 1, 5, 8, 11, 16, 19: ανοσοεντόπιση σωληνίτης. Εικ. 2, 6, 9, 12, 17, 20 : χρώση DNA με Hoechst 33258. Εικ. 3-4, 7, 10, 13-15, 18, 21 : ανοσοεντόπιση κεντρίνης. Τα βέλη δείχνουν τα κεντροσωμάτια. Μεγέθυνση σε όλες τις εικόνες : X 600.

## **Επίδραση του χαλκού σε μορφολογικές και μορφομετρικές παραμέτρους των φύλλων της ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* L.)**

**Πάνου-Φιλοθέου Ε, Μποζαμπαλίδης ΑΜ**

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη, 54006.

**Περίληψη:** Φυτά ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* L.) αναπτύχθηκαν σε έδαφος που περιείχε αυξανόμενες συγκεντρώσεις χαλκού: 0.3 (μάρτυρας), 13.0, 17.0, 19.0, 22.0, 24.5 και 25.5  $\mu\text{M}$  Cu / g εδάφους. Η επίδραση του χαλκού προκάλεσε αύξηση του πάχους του φύλλου κατά 42%, ελάττωση της επιφάνειάς του κατά 55%, ενώ ταυτόχρονα εκδηλώθηκαν φαινόμενα χλώρωσης. Τα αδενικά τριχώματα που παράγουν το αιθέριο έλαιο αυξήθηκαν κατά 153% στην πάνω επιφάνεια του φύλλου και κατά 120% στην κάτω, αλλά συγχρόνως έγιναν μικρότερα κατά 34%. Τα μη αδενικά τριχώματα αυξήθηκαν σε αριθμό στο πενταπλάσιο στην πάνω επιφάνεια και στο τριπλάσιο στην κάτω κάνοντας το φύλλο ιδιαίτερα τριχωτό. Αύξηση παρατηρήθηκε και στον αριθμό των στομάτων (κατά 189% στην πάνω και 84% στην κάτω επιφάνεια του φύλλου), όχι όμως και στο μέγεθός τους που ελαττώθηκε (κατά 31% στην πάνω και 25% στην κάτω επιφάνεια αντίστοιχα). Ο σχετικός αριθμός χλωροπλαστών ανά τομή κυττάρου μεσόφυλλου (εγκάρσια τομή φύλλου) ελαττώθηκε κατά 72% στο δρυφακτοειδές και 78% στο σπογγώδες παρέγχυμα αυξανομένης της συγκέντρωσης του χαλκού.

## **Effect of copper on morphological and morphometrical parameters of oregano leaves (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* L.)**

**Panou-Filothou E, Bosabalidis AM**

Department of Botany, School of Biology, Aristotle University, Thessaloniki, 54006, Greece

**Abstract:** The effect of copper on oregano leaf resulted in an increase of the blade thickness by 42% and a decrease of the blade surface by 55%, while simultaneously the leaf exhibited more chlorosis. The essential oil-producing trichomes became by 120%-153% more numerous and by 34% smaller. The non glandular trichomes increased in number by 174%-392% giving to the leaf a hairy appearance. Stomata also increased in number by 86%-189%, but the length of the guard cells became reduced (by 25%-31%). The relative number of chloroplasts per mesophyll cell section (leaf cross section) decreased by 72-78%.



## Εισαγωγή

Το επιφανειακό καλλιεργούμενο έδαφος συνεχώς επιβαρύνεται με βαρέα μέταλλα, κατάλοιπα της καλλιεργητικής δραστηριότητας. Ένα από αυτά είναι ο χαλκός που περιέχεται σε μυκητοκτόνα σκευάσματα με τα οποία ψεκάζονται οι καλλιέργειες αρκετές φορές τον χρόνο. Ο χαλκός είναι ένα ιχνοστοιχείο απαραίτητο για τα φυτά και βρίσκεται στο έδαφος σε συγκεντρώσεις 0.08-0.8  $\mu\text{M}$  / g εδάφους. Σε μεγάλες όμως συγκεντρώσεις είναι τοξικός και προκαλεί αναστολή της αύξησης (Clijsters & Van Assche 1985) και μορφολογικές μεταβολές (Mengel & Kirkby 1982, Karataglis & Babalonas 1985, Marschner 1986, Ουζουνίδου 1993).

Μελετήθηκε η επίδραση της αυξανόμενης συγκέντρωσης χαλκού του εδάφους στη μορφολογία και ανατομία του φύλλου της ρίγανης.

## Υλικά και Μέθοδοι

Κανονικό χώμα (0.3  $\mu\text{M}$  Cu / g εδάφους) αναμείχθηκε με χώμα από μεταλλείο χαλκού της Ν. Παναγιάς Χαλκιδικής (25.5  $\mu\text{M}$  Cu / g εδάφους) σε αναλογίες 1/0, 1/1, 1/3, 1/6, 1/12, 1/24, 0/1, η δε τελική συγκέντρωση του χαλκού στις επεμβάσεις ήταν: 0.3 (μάρτυρας), 13.0, 17.0, 19.0, 22.0, 24.5 και 25.5  $\mu\text{M}$  Cu / g εδάφους.

Έρριζες παραφυάδες ρίγανης (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* L.) από μητρική φυτεία μεταφυτεύθηκαν σε γλάστρες στις προαναφερθείσες επεμβάσεις σε τέσσερις επαναλήψεις. Οι παρατηρήσεις έγιναν σε φύλλα πλήρως διαφοροποιημένα με ίδιο προσανατολισμό από το πέμπτο γόνατο από τη βάση ετήσιων βλαστών.

Οι συγκεντρώσεις του χαλκού στο χώμα και στα φύλλα μετρήθηκαν με φασματοφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης (Perkin Elmer 2380), μετά από ξήρανση του υλικού σε κλίβανο στους 60°C για 24 h και υγρή πέψη ( $\text{HNO}_3/\text{HClO}_4$  4:1 v/v) για 4 h στους 150°C. Η επιφάνεια των φύλλων υπολογίστηκε με μετρητή επιφάνειας (Delta-T Devices Ltd, UK) συνδεδεμένο με μηχανή λήψεως εικόνας TC7000 Series Camera (Burie Industries Inc, USA).

## Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η συγκέντρωση του χαλκού στα φύλλα της ρίγανης αυξάνεται αναλογικά προς τη συγκέντρωση του χαλκού στο έδαφος. Τα κάτω φύλλα περιέχουν περισσότερο χαλκό ( $354 \pm 33 \mu\text{g} / \text{g}$  ξ.β.) από τα πάνω ( $278 \pm 28 \mu\text{g} / \text{g}$  ξ. β.) σε πλήρως χαλκούχο έδαφος.

Η επιφάνεια του ελάσματος του φύλλου στο μάρτυρα ( $2 \times 186.25 \pm 19.08 \text{ mm}^2$ ) μειώνεται στο χαλκούχο έδαφος ( $2 \times 83.22 \pm 8.20 \text{ mm}^2$ ), ενώ το πάχος του ελάσματος αυξάνεται από  $0.26 \pm 0.06 \text{ mm}$  σε  $0.37 \pm 0.05 \text{ mm}$  αντίστοιχα. Ο συνολικός όγκος του ελάσματος του φύλλου από  $48.42 \pm 3.50 \text{ mm}^3$  που είναι στο μάρτυρα γίνεται  $30.79 \pm 4.21 \text{ mm}^3$  στο χαλκούχο έδαφος. Η αύξηση του πάχους του ελάσματος κυρίως οφείλεται στην αύξηση του σπογγώδους παρεγχύματος, τα κύτταρα του οποίου αυξάνονται σε αριθμό και όγκο.

Ο σχετικός αριθμός χλωροπλαστών ανά τομή μεσοφυλλικού κυττάρου (εγκάρσια τομή φύλλου) μειώνεται τόσο στο δρυφακτοειδές όσο και στο σπογγώδες παρέγχυμα και από  $20.23 \pm 2.57$  και  $8.04 \pm 1.09$  που είναι στο μάρτυρα γίνεται  $5.68 \pm 1.94$  και  $1.76 \pm 0.06$  αντίστοιχα στο πλήρως χαλκούχο έδαφος.

Ο αριθμός των αδενικών τριχωμάτων αυξάνεται με την επίδραση του χαλκού και στις δύο επιφάνειες του φύλλου, πολύ περισσότερο όμως στην πάνω επιφάνεια (Σχ. 1). Αντίθετα, μείωση παρατηρείται στο μέγεθος της εκκριτικής κεφαλής των αδενικών τριχωμάτων (Σχ. 1).

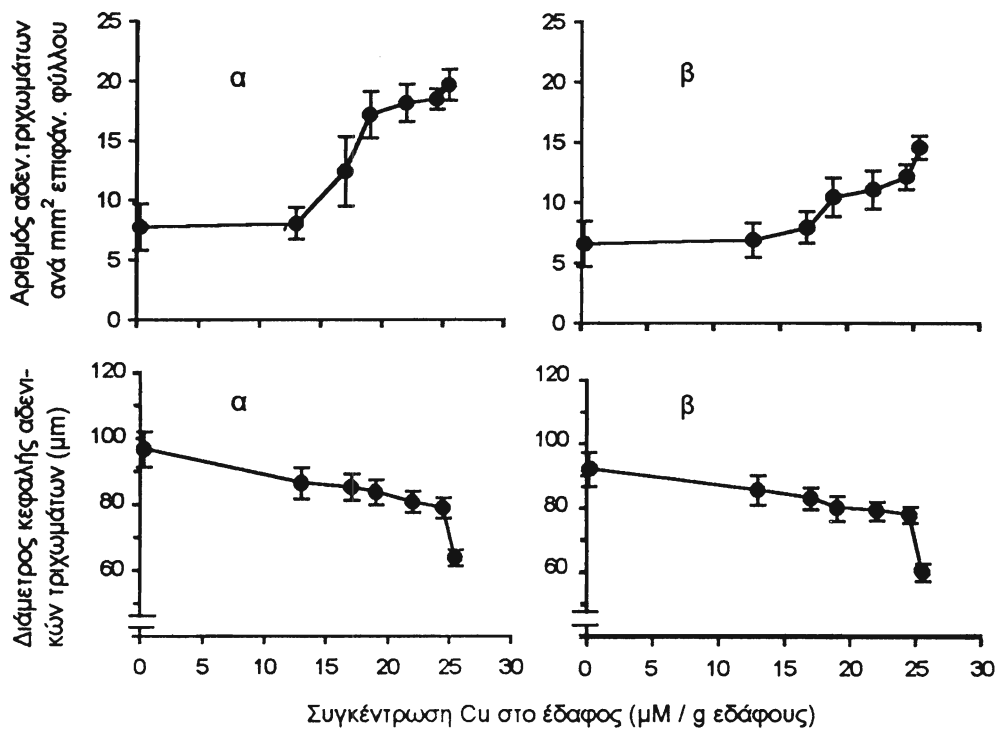
Αναφορικά με τα στόματα, ο χαλκός προκαλεί αύξηση του αριθμού τους, τόσο στην πάνω επιφάνεια του φύλλου (από  $45.81 \pm 4.64$  ανά  $\text{mm}^2$  στο μάρτυρα σε  $132.24 \pm 8.05$  στο πλήρες χαλκούχο έδαφος), όσο και στην κάτω επιφάνεια (από  $106.81 \pm 8.85$  ανά  $\text{mm}^2$  σε  $196.50 \pm 12.23$ ). Το μήκος των καταφρακτικών κυττάρων όμως μειώνεται τόσο στην πάνω επιφάνεια του φύλλου (από  $26.55 \pm 2.09$   $\mu\text{m}$  σε  $18.22 \pm 3.06$   $\mu\text{m}$ ) όσο και στην κάτω (από  $26.31 \pm 2.06$   $\mu\text{m}$  σε  $19.84 \pm 2.54$   $\mu\text{m}$ ).

Τέλος, η αυξανόμενη συγκέντρωση χαλκού προκαλεί παράλληλη αύξηση του αριθμού των μη αδενικών τριχωμάτων και στις δυο επιφάνειες του φύλλου (Σχ. 2).

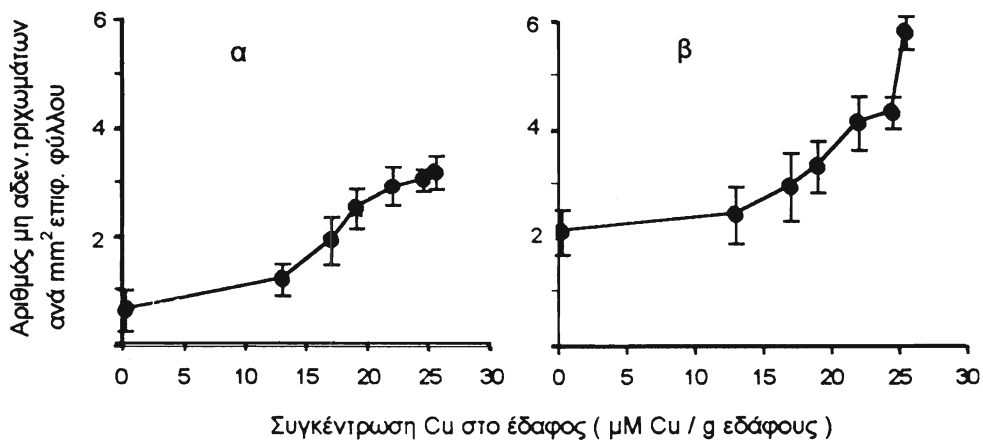
Η υψηλή συγκέντρωση χαλκού στο έδαφος επέφερε χαρακτηριστικές μορφολογικές και ανατομικές μεταβολές στα φύλλα. Η σμίκρυνση της επιφάνειας του ελάσματος σε συνδυασμό με την ελάττωση του αριθμού των χλωροπλαστών και την εκδήλωση συμπτωμάτων χλώρωσης, υποδηλώνουν μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας του φυτού.

### **Βιβλιογραφία**

- Clijsters H, Van Assche F. 1985, Inhibition of photosynthesis by heavy metals, Photosynth. Res. 7: 31-40.
- Karataglis S, Babalonas D. 1985. The toxic effects of copper on the growth of *Solanum lycopersicum* L. collected from Zn- and Pb- soil, Angew. Bot. 59, 45-52.
- Marschner H. 1986. Mineral Nutrition in Higher Plants, Academic Press, London, 513-524.
- Mengel R & Kirkby E, 1982. Principles of Plant Nutrition, International Potash Institute, Switzerland, 278-300.
- Ουζουνίδου Γ. 1993, Μελέτη της επίδρασης βαρέων μετάλλων σε αυτοφυή φυτικά είδη μεταλλοφόρων περιοχών της Β. Ελλάδας, Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη.



Σχήμα 1. Επίδραση του Cu στην πυκνότητα των αδενικών τριχωμάτων και στη διάμετρο της κεφαλής τους σε κάτοψη φύλλου (α: πάνω επιφάνεια φύλλου, β: κάτω επιφάνεια φύλλου).



Σχήμα 2. Επίδραση του Cu στην πυκνότητα των μη αδενικών τριχωμάτων του φύλλου (α: πάνω επιφάνεια φύλλου, β: κάτω επιφάνεια φύλλου).

**Κυτταροδιαίρεση των ετεροφασικών πολυπύρηνων  
κυττάρων ακρορρίζου του φυτού *Triticum turgidum*, που  
δημιουργούνται μετά από επίδραση καφεΐνης.  
I. Προ-πρόφαση.**

**Manadhar G.<sup>1</sup>, Αποστολάκος Π. και Β. Γαλάτης**

*Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βοτανικής,  
Πανεπιστημιούπολη, 157 84, Αθήνα*

**Περίληψη** Πολλά από τα πολυπύρηννα ετεροφασικά κύτταρα ακρορρίζου του φυτού *T. turgidum*, που δημιουργούνται μετά από επίδραση καφεΐνης, αλλά και εκείνα που φέρουν έναν πολυπλοειδή πυρήνα, σχηματίζουν 1-4 εγκάρσιες προ-προφασικές ζώνες (ΠΠΖΜ) ή μία παράλληλη προς τον κατά μήκος άξονά τους. Ο αριθμός και η θέση των ΠΠΖΜ δεν έχουν σχέση με τον αριθμό, τη θέση ή τη φάση των πυρήνων, αλλά φαίνεται ότι καθορίζονται από περισσότερα από ένα διακυτταρικά μορφογενετικά ερεθίσματα. Ορισμένα ετεροφασικά κύτταρα, πιθανώς προκαμβιακά, σχηματίζουν ελικοειδείς ΠΠΖΜ. Αυτές ίσως είναι αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης διακυτταρικών μορφογενετικών ερεθισμάτων διαφορετικής φύσεως.

**Cell division of heterophasic root-tip cells of *Triticum  
turgidum* formed by caffeine treatment.  
I. Preprophase cells**

**Manadhar G.<sup>1</sup>, Apostolakos P., and B. Galatis**

*University of Athens, Department of Biology, Section of Botany,  
Athens 157 84, Greece*

**Abstract** Many heterophasic multinuclear root tip cells of *T. turgidum*, which are formed by caffeine treatment, as well as some which encompass one polyploid nucleus, form 1-4 transverse preprophase microtubule bands (PPBs) or one longitudinally arranged. Their number and position are not related to the number and position or the phase of the nuclei, but they seem to be determined by more than one intercellular morphogenetical stimuli coming from different directions. Some heterophasic cells, probably procambial, form helical PPBs. They seem to be a result of interaction of intercellular morphogenetical stimuli of different nature.

<sup>1</sup> Παρούσα διεύθυνση (Present address):

*Central Department of Botany, Tribhuvan University, Kirtipur, Kathmadu, Nepal*

**Εισαγωγή** Κατά τη διάρκεια του φυσιολογικού κυτταρικού κύκλου των ανωτέρων φυτών οι μικροσωληνίσκοι (ΜΣ) σχηματίζουν επάλληλα συστήματα χαρακτηριστικής οργάνωσης, που σχετίζονται χρονικά με τις διάφορες φάσεις του πυρήνα. Αυτοί δημιουργούν κατά τη διάρκεια της G1 και S περιόδου του κυτταρικού κύκλου ένα περιφερειακό δίκτυο, κατά τη G2 φάση την προ-προφασική ζώνη (ΠΠΖΜ), κατά τη μίτωση την άτρακτο, ενώ κατά την κυτοκίνηση τον φραγμοπλάστη (Seagull 1989, Baskin και Cande 1990). Την ολοκλήρωση της κυτοκίνησης ακολουθεί η επανεμφάνιση των περιφερειακών ΜΣ. Η αναστολή της σύνθεσης του DNA με διάφορες ουσίες έχει δείξει ότι ο σχηματισμός της ΠΠΖΜ είναι ανεξάρτητος από τον κυτταρικό κύκλο (Mineyuki και συν. 1988). Στη παρούσα εργασία με επίδραση καφεΐνης δημιουργήθηκαν πολυπύρνα κύτταρα ρίζας με διαφορετικούς συνδυασμούς ετεροφασικών πυρήνων ή μιτωτικών φάσεων. Δηλαδή σε κάθε ένα από αυτά τα κύτταρα οι πυρήνες βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια του κυτταρικού κύκλου. Σε αυτά τα κύτταρα μελετήθηκε ο αριθμός, η οργάνωση, η διάταξη, καθώς και η σχέση των ΠΠΖΜ με τις φάσεις των ετεροφασικών πυρήνων.

**Υλικά και μέθοδοι** Αρτίβλαστα του φυτού *Triticum turgidum* ηλικίας τριών ημερών υπέστησαν συνεχή επίδραση καφεΐνης για 24 ώρες σε σκοτάδι. Μετά την αφαίρεση της καφεΐνης, τα φυτά ανεπτύχθησαν σε φυσιολογικές συνθήκες για 8 ώρες. Οπως είναι γνωστών, η καφεΐνη αναστέλλει την κυτοκινητική πορεία, παρεμποδίζοντας τη σύντηξη των κυστιδίων των δικτυοσωματίων στην κυτταρική πλάκα, ενώ δεν επηρεάζει τους ΜΣ (Hepler και Bonsignore 1990). Με αυτόν τον τρόπο αναστέλλονται δύο διαδοχικές κυτοκινήσεις και παράγονται τετραπύρνα κύτταρα ρίζας ή ακόμη και κύτταρα που φέρουν έναν μεγάλο πολυπλοειδή πυρήνα. Κατά το τέλος της επώασης πολλά από τα παραπάνω κύτταρα έχουν εισέλθει ή εισέρχονται σε μίτωση. Σε αυτά μελετήθηκε η οργάνωση των ΜΣ μετά από ανοσοεντόπιση της σωληνίσκου σύμφωνα με διαδικασία που έχει περιγραφεί σε προηγούμενη εργασία (Panteris και συν. 1991).

**Αποτελέσματα** Τα ετεροφασικά κύτταρα της ρίζας του φυτού *T. turgidum* σχηματίζουν μία ή περισσότερες ΠΠΖΜ μόνον όταν ένας τουλάχιστον από τους πυρήνες έχει εισέλθει σε προ-πρόφαση. Ο αριθμός και η θέση τους δεν σχετίζονται με τη θέση, τη φάση ή τον αριθμό των πυρήνων. Τα πλείστα των παραπάνω κυττάρων και εκείνα που περιέχουν έναν πολυπλοειδή πυρήνα σχηματίζουν 1-4 εγκάρσιες ΠΠΖΜ (Εικ. 1α) ή μία κατά μήκος του κυττάρου (Εικ. 2). Εγκάρσιες ΠΠΖΜ μπορεί να περιβάλλουν όλους τους μεσοφασικούς, προ-προφασικούς ή/και προφασικούς πυρήνες (Εικ. 1α, β), ή μερικούς από αυτούς (Εικ. 3), ή μπορεί να εντοπίζονται μεταξύ τους. Οι επιμήκειες ΠΠΖΜ συχνά είναι ατελείς (Εικ. 2, 4α). Πολλά κύτταρα σχηματίζουν μία εγκάρσια και μία κατά μήκος ΠΠΖΜ κάθετες μεταξύ τους, διευθετημένες σε σχήμα T (Εικ. 5) ή ανεξάρτητες η μία από την άλλη (Εικ. 4α). Ακόμη παρατηρήθηκαν ΠΠΖΜ με διαγώνια διευθέτηση. Σε πολλά ετεροφασικά κύτταρα μεσοφασικοί ΜΣ συνυπήρχαν με τις ΠΠΖΜ (Εικ. 2, 4α). Στην εργασία αυτή παρατηρήθηκε για πρώτη φορά οργάνωση ελικοειδών ΠΠΖΜ (Εικ. 6). Αυτές διέτρεχαν το περιφερειακό κυτόπλασμα από το ένα άκρο του κυττάρου στο άλλο, ως δεξιόστροφες ή αριστερόστροφες έλικες. Η ανάπτυξη των ΠΠΖΜ σε κάθε ετεροφασικό κύτταρο είναι συχνά ασύγχρονη, δηλαδή αφ' ενός μεν οι ΠΠΖΜ βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης (Εικ. 4α), αφ' ετέρου δε το αναπτυξιακό στάδιό τους δεν αντιστοιχεί στη φάση του πυρήνα που συνοδεύουν. Σε κάποια κύτταρα παρατηρήθηκαν νεαρές, δηλαδή πλατιές ΠΠΖΜ γύρω από προχωρημένους προφασικούς πυρήνες (Εικ. 4α, β), ενώ σε κάποια άλλα ώριμες, δηλαδή, στενές συμπαγείς ΠΠΖΜ περιέβαλλαν πυρήνες, που δεν είχαν εισέλθει σε πρόφαση (Εικ. 1α, β).

**Συζήτηση** Η θέση και διευθέτηση της ΠΠΖΜ στα κύτταρα των ανωτέρων φυτών δεν φαίνεται να ρυθμίζεται από τους πυρήνες, αλλά από διακυτταρικά μορφογενετικά ερεθίσματα, που έχουν σχέση με τον καθορισμό του επιπέδου διαίρεσης (Galatis και συν. 1983, 1984, Apostolakis και Galatis 1987). Πυρηνική ρύθμιση της θέσης της

ΠΠΖΜ έχει περιγραφεί μόνο στην περίπτωση των πρωτονημάτων του φυτού *Adiantum* (Murata και Wada, 1991, 1993). Η δημιουργία πολλών και πολύπλοκων ΠΠΖΜ στα ετεροφασικά πολυπύρρηνα κύτταρα μπορεί να οφείλεται στην ανταπόκριση των τελευταίων σε περισσότερα από ένα μορφογενετικά ερεθίσματα που προέρχονται από διαφορετικές κατευθύνσεις. Η υπόθεση αυτή μπορεί να ερμηνευθεί: (α) Την απουσία σχέσης μεταξύ της διευθέτησης των ΠΠΖΜ και των θέσεων των πυρήνων, (β) την αποσύνδεση της ανάπτυξης της ΠΠΖΜ από τη φάση του πυρήνα, και (γ) τον σχηματισμό ατελών ΠΠΖΜ. Οι τελευταίες μπορεί να σχηματίζονται από τη δράση μορφογενετικών ερεθισμάτων που δρουν σε περιορισμένη περιοχή του κυτταρικού φλοιού. Ελικοειδείς δεσμίδες περιφερειακών ΜΣ δημιουργούνται σε κύτταρα αγωγού ιστού που διαφοροποιούνται σε τραχειακά στοιχεία. Αυτές έχουν σχέση με την εναπόθεση πανομοιότυπων τοιχωματικών παχύνσεων (Seagull 1989). Τα κύτταρα που φέρουν ελικοειδείς ΠΠΖΜ είναι πιθανώς προκαμβιακά κύτταρα, τα οποία βρίσκονται υπό την επήρεια δύο μορφογενετικών ερεθισμάτων. Ενός που σχετίζεται με τον καθορισμό του επιπέδου διαίρεσης και ενός άλλου που σχετίζεται με την επαγωγή διαφοροποίησης τραχειακών κυττάρων με ελικοειδή πάχυνση τοιχώματος. Το δεύτερο φαίνεται ότι επικρατεί και δημιουργεί ελικοειδείς δομές ΜΣ που συμπεριφέρονται ως ΠΠΖΜ. Προφανώς, αυτά τα ερεθίσματα δρουν κατά την προ-πρόφαση-πρόφαση, δηλαδή όταν οι περιφερειακοί ΜΣ είναι σε στάδιο αποπολυμερισμού-πολυμερισμού.

#### **Βιβλιογραφία**

- Apostolakis P., Galatis B. (1987). *Protoplasma* 140: 26-42  
 Baskin T.I., Cande W.Z. (1990). *Ann. Rev. Plant Physiol., Plant Mol. Biol.* 41: 277-315  
 Galatis B., Apostolakis P., Katsaros C. (1983). *Protoplasma* 117: 24-39  
 --- (1984). *Can. J. Bot.* 62: 343-359  
 Hepler P.K., Bonsignore C.L. (1990). *Protoplasma* 157: 182-192  
 Mineyuki Y., Wick S.M., Gunning B.E.S. (1988). *Planta* 174: 518-526  
 Murata T., Wada M. (1991). *Planta* 183: 391-398  
 --- (1993). *J. Plant Res.* 106: 313-318  
 Panteris E., Galatis B., Apostolakis P. (1991). *Protoplasma* 165: 173-188  
 Seagull R.W. (1989). *Critical Rev. Plant Sci.* 8: 131-167

#### **Επεξηγήσεις εικόνων**

**Εικ. 1-6.** Διευθετήσεις ΠΠΖΜ σε πολυπύρρηνα ετεροφασικά ή πολυπλοειδικά κύτταρα. Εικ. 1α, 2, 3, 4α, 5, 6: Κύτταρα στα οποία έχει γίνει ανοσοεντόπιση της σωληνίνης. Εικ. 1β, 4β: Χρώση DNA με Hoechst 33258. Εικ. 1-6X 1200

**Εικ. 1.** Τριπύρρηνο ετεροφασικό κύτταρο με τρεις ώριμες εγκάρσιες ανεξάρτητες μεταξύ τους ΠΠΖΜ (Εικ. 1α). Κάθε μία από αυτές περιβάλλει έναν πυρήνα. Ο πυρήνας που βρίσκεται στο άνω άκρο του κυττάρου έχει εισέλθει στην πρόφαση, ενώ οι άλλοι δύο βρίσκονται ακόμη στη μεσόφαση (Εικ. 1β).

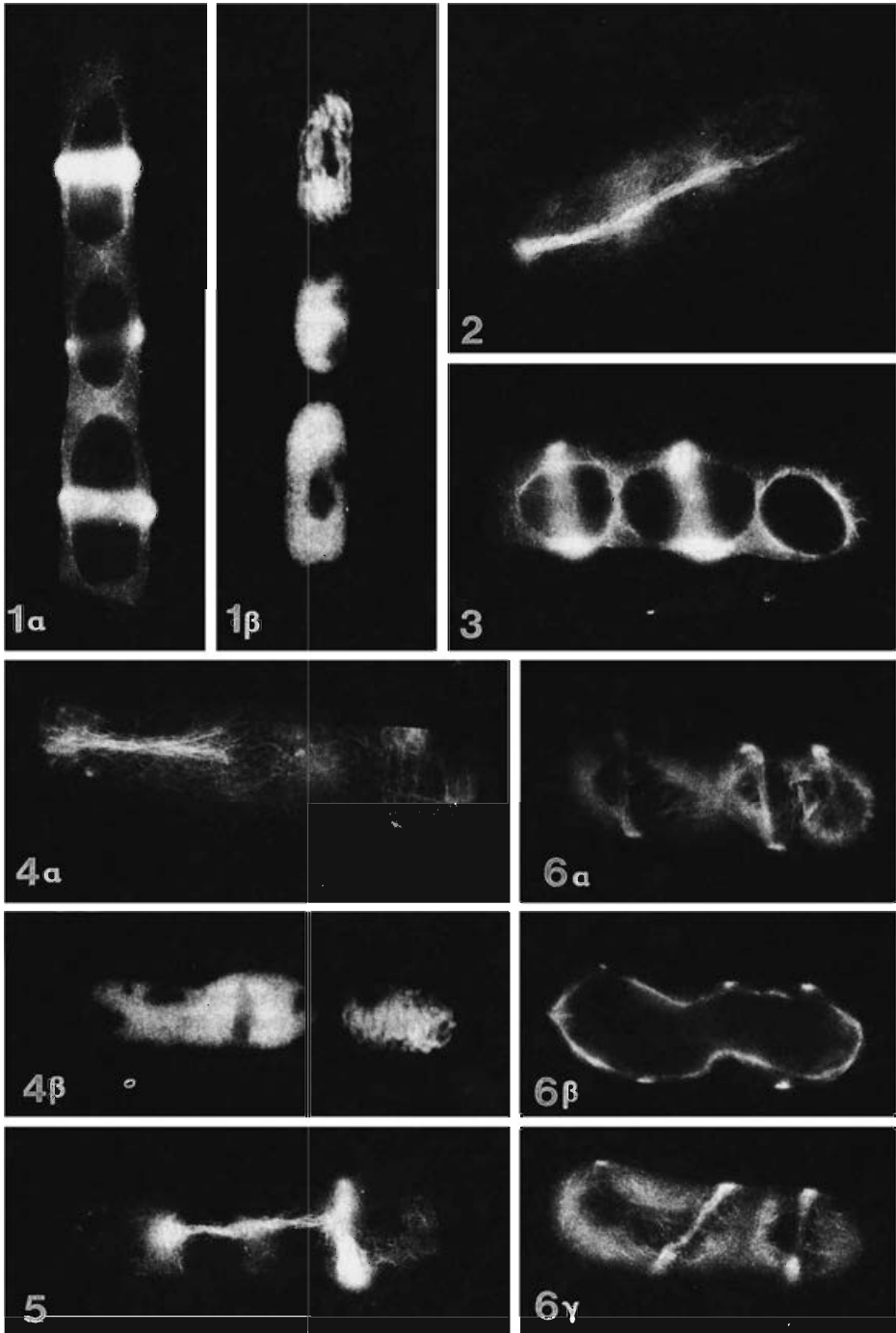
**Εικ. 2.** Ετεροφασικό κύτταρο που φέρει μία ατελή κατά μήκος ΠΠΖΜ.

**Εικ. 3.** Τριπύρρηνο ετεροφασικό κύτταρο, το οποίο φέρει δύο εγκάρσιες ώριμες ΠΠΖΜ. Η μία περιβάλλει έναν προφασικό πυρήνα (αριστερά), ενώ η άλλη έναν πολυπλοειδικό μεσοφασικό πυρήνα (μέσον). Ο προφασικός πυρήνας στη δεξιά πλευρά του κυττάρου στερείται ΠΠΖΜ.

**Εικ. 4.** Ετεροφασικό κύτταρο που φέρει στην αριστερή του πλευρά μία ώριμη, ατελή, κατά μήκος διευθετημένη ΠΠΖΜ και στη δεξιά του πλευρά μία νεαρή εγκάρσια ΠΠΖΜ (Εικ. 4α), οι οποίες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Η νεαρή ΠΠΖΜ περιβάλλει έναν προφασικό πυρήνα, ενώ η άλλη σχετίζεται με έναν μεσοφασικό πυρήνα (Εικ. 4β).

**Εικ. 5.** Πολυπύρρηνο κύτταρο που φέρει μία εγκάρσια και μία κατά μήκος ΠΠΖΜ που τέμνονται μεταξύ τους. Η δεύτερη ΠΠΖΜ είναι ατελής.

**Εικ. 6.** Πολυπλοειδικό προφασικό κύτταρο, όπως φαίνεται σε τρία διαφορετικά επίπεδα εστίασης. Αυτό φέρει μία δεξιόστροφη ελικοειδή ΠΠΖΜ.



**Κυτταροδιαίρεση των ετεροφασικών πολυπύρηνων  
κυττάρων ακρορρίζου του φυτού *Triticum turgidum*, που  
δημιουργούνται μετά από επίδραση καφεΐνης.  
II. Μίτωση, κυτοκίνηση**

**Manadhar G.<sup>1</sup>, Αποστολάκος Π. και Β. Γαλάτης**

*Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βοτανικής,  
Πανεπιστημιούπολη, 157 84, Αθήνα*

**Περίληψη** Ορισμένοι πυρήνες πολλών πολυπύρηνων κυττάρων ακρορρίζου του φυτού *T. turgidum*, τα οποία σχηματίζονται μετά από επίδραση καφεΐνης, εισέρχονται σε πρόφαση, ενώ οι υπόλοιποι καθυστερούν στη μεσόφαση. Οι προμεταφασικοί προχωρημένοι πυρήνες επάγουν άτυπη συμπύκνωση της χρωματίνης των καθυστερημένων, οι οποίοι εισέρχονται σε πρώιμη μίτωση. Η επαγωγή αυτή οφείλεται σε κάποιο παράγοντα, πιθανώς κινάση που ελέγχεται από κάποια κυκλίνη (CDK), ο οποίος απελευθερώνεται από τους προχωρημένους προμεταφασικούς πυρήνες. Η μίτωση των καθυστερημένων πυρήνων δεν συγχρονίζεται με εκείνη των προχωρημένων. Η οργάνωση της ατράκτου των καθυστερημένων πυρήνων ποικίλλει ανάλογα με τον βαθμό συμπύκνωσης της χρωματίνης τους, δεν σχηματίζονται όμως τυπικές διπολικές άτρακτοι. Κατά την ανάφαση η χρωματίνη των καθυστερημένων πυρήνων διαχωρίζεται σε δύο άνισες μάζες ή δεν πραγματοποιείται διαχωρισμός της.

**Cell division of heterophasic root-tip cells of *Triticum turgidum* formed by caffeine treatment.  
II. Mitosis and cytokinesis**

**Manadhar, G.<sup>1</sup>, Apostolakos P., and B. Galatis**

*University of Athens, Department of Biology, Section of Botany,  
Athens 157 84, Greece*

**Summary** Some nuclei of the multinuclear cells of *T. turgidum*, which are produced by caffeine treatment, enter prophase, while the rest lag behind in interphase. The advanced prometaphase nuclei induce the delaying ones to enter a premature mitosis by a mitotic factor released by them, which may be a cyclin-dependent kinase (CDK). The mitosis of the delaying nuclei is not synchronized with that of the advanced ones. The chromatin condensation of the former is abnormal and variable in different cells. The spindle organization of the delaying nuclei is variable and is related to the chromatin condensation. Typical bipolar spindles are not formed in these nuclei, which divide unequally or do not divide at all.

<sup>1</sup> Παρούσα διεύθυνση (Present address):

*Central Department of Botany, Tribhuvan University, Kirtipur, Kathmandu, Nepal*



**Εισαγωγή** Η εργασία αυτή αποτελεί συνέχεια της προηγούμενης και περιγράφει τη συμπεριφορά των πυρήνων και την οργάνωση των μικροσωληνίσκων (ΜΣ) σε μίτωτικά και κυτοκινητικά ετεροφασικά πολυπύρηννα κύτταρα ακορριζίου του φυτού *T. turgidum*. Τα κύτταρα αυτά, που παράγονται μετά από επίδραση καφεΐνης για 24 ώρες και 8 ώρες ανάνηψη σε φυσιολογικές συνθήκες, αποτελούν ένα κατάλληλο σύστημα για τη μελέτη της ρύθμισης του κυτταρικού κύκλου των ανωτέρων φυτών.

**Αποτελέσματα** Σε πολλά πολυπύρηννα κύτταρα η είσοδος ορισμένων πυρήνων στην πρόφαση προηγείται εκείνης των υπολοίπων, οι οποίοι παραμένουν στη μεσόφαση (Εικ. 1Β). Ωστόσο, στα ετεροφασικά αυτά κύτταρα οι προφασικοί ή/και προμεταφασικοί πυρήνες επάγουν τη δημιουργία τυπικής προφασικής ατράκτου γύρω από τους μεσοφασικούς πυρήνες (Εικ. 1Α, 2). Κατά τη φάση αποδιοργάνωσης του πυρηνικού φακέλου των προχωρημένων πυρήνων, οι μεσοφασικοί πυρήνες εισέρχονται σε πρώιμη μίτωση (Εικ. 3, 4Β, 5Β, 6Β). Στην περίπτωση αυτή πραγματοποιείται αποδιοργάνωση του πυρηνικού φακέλου των καθυστερημένων πυρήνων και συμπύκνωση της χρωματίνης, πριν ολοκληρωθεί το μεσοφασικό τους στάδιο (Εικ. 3, 4Β). Η συμπύκνωση της χρωματίνης των πυρήνων αυτών κατά τη μίτωση ποικίλλει στα διάφορα κύτταρα, από μία συμπαγή μάζα (Εικ. 3, 4Β) έως και ευδιάκριτα χρωμοσώματα (Εικ. 5Β, 6Β). Η μίτωση των κανονικών πυρήνων προηγείται εκείνης των καθυστερημένων σε όλα τα ετεροφασικά κύτταρα (Εικ. 4Β, 6Β). Ακόμη η ανάφαση των τελευταίων πυρήνων δεν είναι τυπική. Οι πυρήνες που φέρουν ομοιογενή χρωματίνη (Εικ. 4Β) δεν μπορούν να διαιρεθούν, ενώ εκείνοι που σχηματίζουν ευδιάκριτα χρωμοσώματα (Εικ. 5Β, 6Β) διαιρούνται σε δύο άνισους συνήθως θυγατρικούς πυρήνες, οι οποίοι συχνά συνδέονται μεταξύ τους με γέφυρες χρωματίνης (Εικ. 7Β). Η είσοδος σε μίτωση των πυρήνων με πρώιμη συμπύκνωση χρωματίνης συνοδεύεται με σχηματισμό ατράκτου ποικίλης οργάνωσης, που έχει σχέση με το βαθμό συμπύκνωσης της χρωματίνης και την ενεργοποίηση ή όχι των κινητοχώρων. Κατά τη μετάφαση-ανάφαση των προχωρημένων πυρήνων, γύρω από τους καθυστερημένους πυρήνες με ομοιογενή χρωματίνη σχηματίζονται μερικές δέσμες ΜΣ που διευθύνονται προς την πλησιέστερη άτρακτο (Εικ. 4Α, Β). Οι καθυστερημένοι "μεταφασικοί πυρήνες" με ενδιάμεσο στάδιο συμπύκνωσης χρωματίνης (Εικ. 5Β) φέρουν κινητοχώρους με δέσμες ΜΣ, οι οποίες όμως δεν σχηματίζουν διπολική μεταφασική άτρακτο (Εικ. 5Α). Τυπικές διπολικές άτρακτοι δεν δημιουργούνται ακόμη και στην περίπτωση που η χρωματίνη των καθυστερημένων μεταφασικών πυρήνων έχει λάβει τη μορφή χρωμοσωμάτων (Εικ. 6Α, Β). Ο σχηματισμός φραγμοπλάστη στα κυτοκινητικά ετεροφασικά πολυπύρηννα κύτταρα σε πολλές περιπτώσεις είναι ασύγχρονος (Εικ. 7Α). Συχνά, τμήματα φραγμοπλαστών δημιουργούνται κοντά σε πυρήνες με πρώιμη συμπύκνωση χρωματίνης που απέτυχαν να διαιρεθούν, ιδιαίτερα σε περιοχές λοβών. Περιπυρηνικοί ΜΣ σχηματίζονται γύρω από πυρήνες που προέκυψαν από άτυπη μίτωση των καθυστερημένων πυρήνων, είτε αυτοί έχουν διαιρεθεί είτε όχι (Εικ. 7Α).

**Συζήτηση** Τα σημαντικότερα αποτελέσματα της εργασίας αυτής είναι: (1) Η έλλειψη συγχρονισμού εισόδου στη μίτωση των διαφόρων πυρήνων των ετεροφασικών κυττάρων. (2) Η είσοδος πυρήνων που δεν έχουν ολοκληρώσει το μεσοφασικό στάδιο ή και τον διπλασιασμό του DNA σε πρώιμη μίτωση. Ο βαθμός συμπύκνωσης της χρωματίνης στους πυρήνες αυτούς ποικίλλει από άμορφες μάζες, έως άτυπα χρωμοσώματα. (3) Ο σχηματισμός τυπικής προφασικής ατράκτου και άτυπης μεταφασικής-αναφασικής ατράκτου στους πυρήνες με πρώιμη συμπύκνωση χρωματίνης. Τα δεδομένα υποστηρίζουν ότι η πρώιμη είσοδος των μεσοφασικών πυρήνων σε μίτωση και η δημιουργία ατράκτου γύρω από αυτούς είναι αποτέλεσμα επαγωγής, η οποία φαίνεται ότι αρχίζει να ασκείται όταν οι προχωρημένοι πυρήνες είναι σε προμετάφαση, δηλαδή κατά το στάδιο αποδιορ-

γάνωσης του πυρηνικού τους φακέλου. Επομένως, φαίνεται ότι η επαγωγή οφείλεται στη δράση ενός πυρηνικού παράγοντα, ο οποίος απελευθερώνεται από τους προχωρημένους πυρήνες. Ο παράγων αυτός είναι πιθανώς μία κινάση που ρυθμίζεται από κάποια κυκλίνη (cyclin-dependent kinase, CDK). Πρέπει να σημειωθεί ότι CDK έχουν εντοπισθεί στον πυρήνα των προφασικών κυττάρων (Mineyuki και συν. 1991, Colasanti και συν. 1993). Είναι γνωστόν ότι η ενεργοποίηση των CDK ενεργοποιεί μία αλληλουχία φαινομένων που συνδέονται με τον έλεγχο του κυτταρικού κύκλου (Wolniak 1991, Doerner 1994, Chasan 1995, Jacobs 1995). Η πρώτη συμπίκνωση της χρωματίνης και είσοδος των καθυστερημένων πυρήνων σε μίτωση συμβάλλει στον συγχρονισμό των μιτώσεων των πυρήνων των πολυπύρηνων ετεροφασικών κυττάρων. Ο μηχανισμός όμως αυτός στην περίπτωση των κυττάρων που σχηματίζονται μετά από επίδραση της καφεΐνης δεν λειτουργεί ικανοποιητικά.

### **Επεξηγήσεις εικόνων**

**Εικ. 1-7.** Διαιρούμενα ετεροφασικά πολυπύρρηνα κύτταρα. Εικ. 1A, 2, 4A, 5A, 6A, 7A: Κύτταρα στα οποία έχει γίνει ανοσοεντόπιση της σωληνίνης. Εικ. 1B, 4B, 5B, 6B, 7B: Χρώση DNA με Hoechst 33258. Εικ. 1, 2, 4-7 X 1200, Εικ. 3 X 1800.

**Εικ. 1.** Ετεροφασικό κύτταρο με έναν πολυπλοειδικό προφασικό (άνω) και έναν πολυπλοειδικό μεσοφασικό (κάτω) πυρήνα (Εικ. 1B). Ο προφασικός πυρήνας περιβάλλεται από καλά οργανωμένη προφασική άτρακτο (Εικ. 1A). Προφασική άτρακτος αρχίζει να οργανώνεται και γύρω από τον μεσοφασικό πυρήνα, ο οποίος περιβάλλεται από ώριμη ΠΠΖΜ (Εικ. 1A).

**Εικ. 2.** Ετεροφασικό κύτταρο με μεταφασικό (άνω), προμεταφασικό (μέσον) και μεσοφασικό (κάτω) πυρήνα. Στον τελευταίο η χρωματίνη έχει αρχίσει να συμπακνώνεται, λόγω επαγωγής που υφίσταται από τους δύο μιτωτικούς πυρήνες. Ο μεσοφασικός πυρήνας περιβάλλεται από καλά οργανωμένη προφασική άτρακτο και ώριμη ΠΠΖΜ.

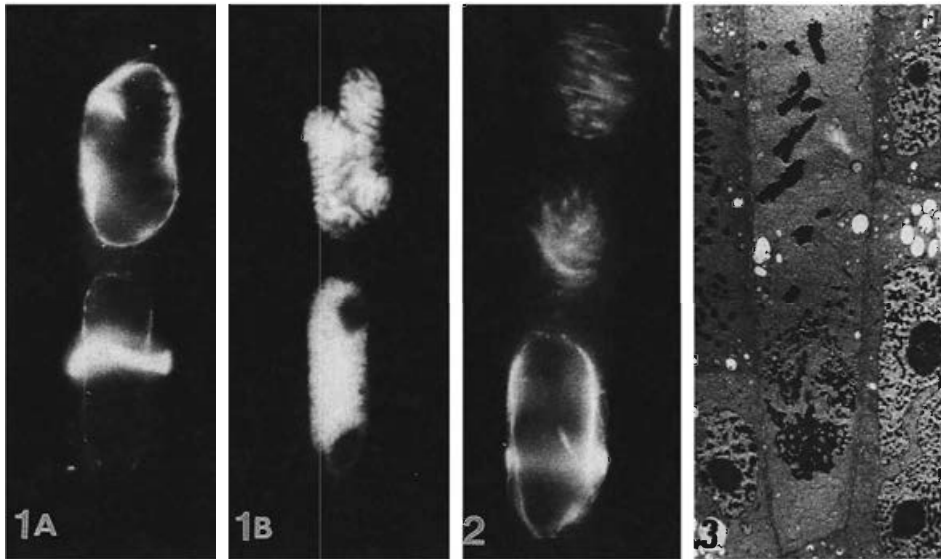
**Εικ. 3.** Τμήμα ετεροφασικού κυττάρου όπως φαίνεται στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης. Στο άκρο του παρατηρείται πυρήνας με πρώιμα συμπακνωμένη χρωματίνη. Πλησίον του διακρίνονται χρωμοσώματα των άλλων πυρήνων του κυττάρου.

**Εικ. 4.** Ετεροφασικό κύτταρο με αναφασικό (άνω), μεταφασικό (μέσον) πυρήνα και πυρήνα που περιέχει ομοιογενή μάζα πρώιμα συμπακνωμένης χρωματίνης (κάτω) (Εικ. 4B). Οι δύο πρώτοι πυρήνες συνοδεύονται από αναφασική και μεταφασική άτρακτο αντίστοιχα, ενώ γύρω από τον τρίτο έχει αναπτυχθεί άτυπη άτρακτος (Εικ. 4A).

**Εικ. 5.** Μεταφασικό πολυπύρρηνο κύτταρο, ένας πυρήνας του οποίου φέρει πρώιμα συμπακνωμένη χρωματίνη (κάτω) με μορφή άτυπων χρωμοσωμάτων (Εικ. 5B). Η άτρακτος αυτού του πυρήνα αποτελείται από δέσμες ΜΣ κινητοχώρων (Εικ. 5A), αλλά δεν εμφανίζει διπολική οργάνωση. Οι άλλοι δύο προχωρημένοι πυρήνες βρίσκονται σε τυπικό μεταφασικό στάδιο (Εικ. 5A, B).

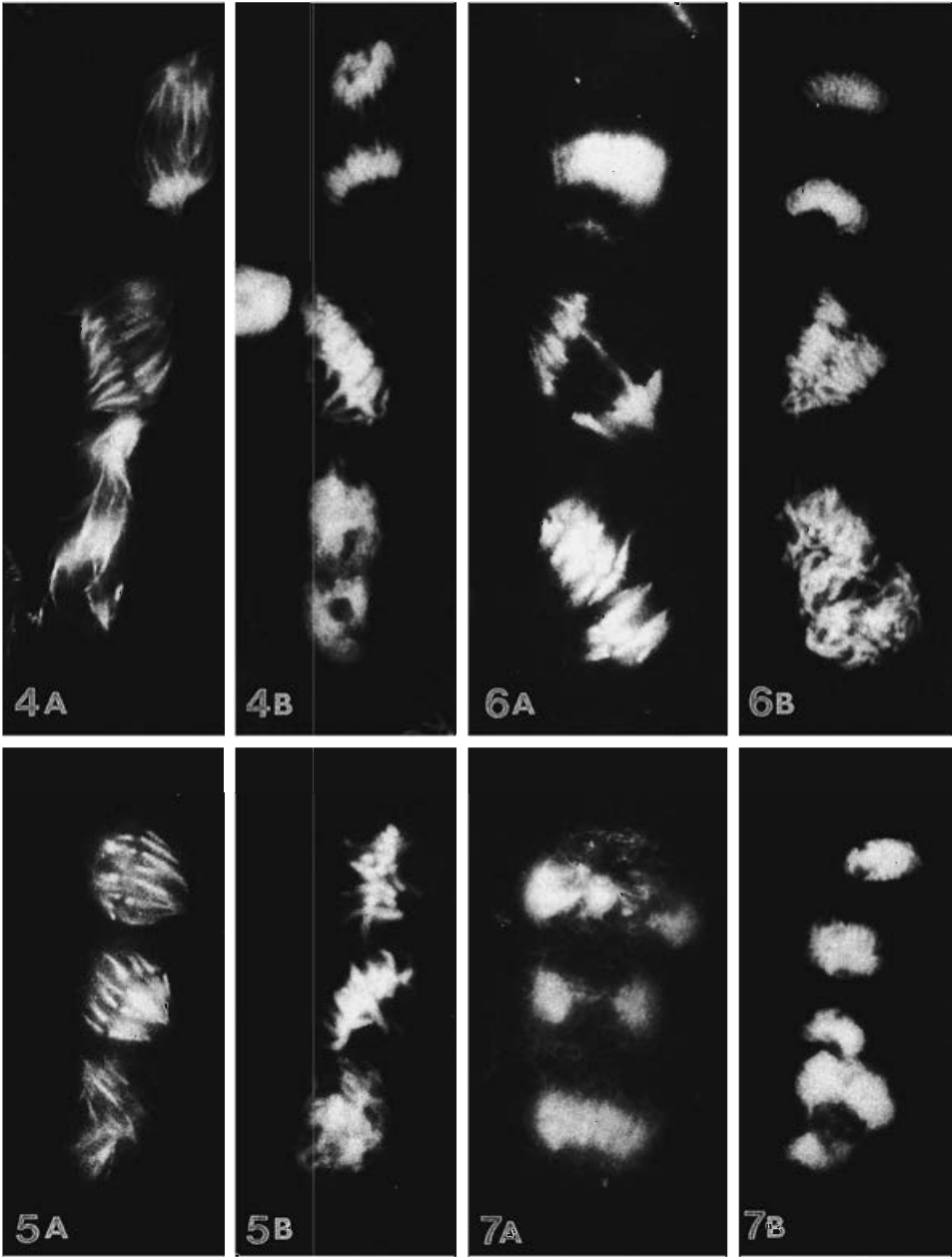
**Εικ. 6.** Οι προχωρημένοι πυρήνες αυτού του ετεροφασικού κυττάρου βρίσκονται σε αρχική τελόφαση (άνω) και αρχική ανάφαση (μέσον) (Εικ. 6B). Η "μάζα" των χρωμοσωμάτων στο κάτω άκρο του κυττάρου (Εικ. 6B) προέρχεται από πρώιμα συμπακνωμένη χρωματίνη. Στο κύτταρο συνυπάρχουν φραγμοπλάστης (άνω), αναφασική άτρακτος (μέσον) και άτυπες μεταφασικές άτρακτοι (κάτω) (Εικ. 6A).

**Εικ. 7.** Κυτοκινητικό ετεροφασικό κύτταρο με τρεις ανεξάρτητους φραγμοπλάστες σε διαφορετικά αναπτυξιακά στάδια (Εικ. 7A). Ο νεώτερος είναι εκκενός και εντοπίζεται στο κάτω άκρο του κυττάρου, ενώ ο πλέον ώριμος βρίσκεται στο απέναντι κυτταρικό άκρο. Οι δύο άνισες μάζες χρωματίνης που εντοπίζονται στο κάτω άκρο του κυττάρου (Εικ. 7B) προέρχονται από άτυπο διαχωρισμό πρώιμα συμπακνωμένων χρωμοσωμάτων. Στο υπόλοιπο κύτταρο παρατηρούνται τυπικοί θυγατρικοί πυρήνες (Εικ. 7B).



### **Βιβλιογραφία**

- Chasan, R. (1995) *Plant Cell* 7: 1-4  
 Colasanti J., Cho S.O., Wick S., Sundaresan V. (1993). *Plant Cell* 5: 1101-1111  
 Doerner P.W. (1994). *Plant Physiol.* 106: 823-827  
 Jacobs T.W. (1995). *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 46: 317-339  
 Mineyuki Y., Yamashita M., Nagahama Y. (1991). *Protoplasma* 162: 182-186  
 Wolniak S.M. (1991) In Lloyd (ed): *The cytoskeletal basis of plant growth and form.* Academic Press, London, pp. 209-226



## Βιοσυσσώρευση βαρέων μετάλλων στον θαλλό των λειχήνων

Chettri MK<sup>1</sup>, Σαθθίδης Θ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Botany, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal

<sup>2</sup> Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, ΑΠΘ

**Περίληψη** Μελετήθηκε η πρόσληψη Pb, Cu και Zn από τον θαλλό των λειχήνων *Cladonia convoluta* (Lam.) και *C. rangiformis*. (Hoffm.) από διαλύματα Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CuCl<sub>2</sub> και ZnCl<sub>2</sub> διαβαθμισμένης συγκέντρωσης. Για κάθε μέταλλο παρατηρείται μια συγκεκριμένη περιοχή πάνω από την οποία η πρόσληψη αυξάνει απότομα. Η πρόσληψη του Zn ήταν μεγαλύτερη στον ζωντανό θαλλό από ότι στον απονεκρωμένο ενώ τα αντίθετα συνέβησαν στην περίπτωση του Pb και Cu. Στην περίπτωση συνύπαρξης και των τριών μετάλλων (ανταγωνιστική πρόσληψη) η πρόσληψη του Zn ήταν κατά πολύ μικρότερη. Στο οπτικό μικροσκόπιο παρατηρήθηκε αύξηση του πάχους του θαλλού του λειχήνα μετά την επίδραση του μετάλλου ιδιαίτερα στην *C. convoluta*. Η αύξηση του πάχους του θαλλού οφείλεται κατά μείζονα λόγω στην αύξηση του κενού χώρου μεταξύ των μυκηλιακών υφών. Στην περίπτωση της *C. rangiformis* η αμφίπλευρη διάταξη των ζωνών φύκους και μύκητα δεν ευνοεί την ελεύθερη διόγκωση του θαλλού. Στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο παρατηρήθηκε συγκέντρωση συσσωματωμάτων στο χώρο μεταξύ κυτταρικού τοιχώματος και πλασμαλήματος. Στα κύτταρα του φύκους παρατηρήθηκαν συσσωματώματα και στο περιφερειακό κυτόπλασμα. Ακόμα αποθέσεις βαρέων μετάλλων παρατηρήθηκαν και στις μυκηλιακές υφές του θαλλού του λειχήνα.

## Bioaccumulation of heavy metals in the lichen thalli

Chettri MK<sup>1</sup>, Sawidis Th<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Department of Botany, Tribhuvan University, Kathmandu, Nepal

<sup>2</sup> Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, ΑΠΘ

**Abstract** Uptake of Pb, Cu and Zn by the thalli of *Cladonia convoluta* (Lam.) and *C. rangiformis* (Hoffm.) from different concentrations of solutions of Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CuCl<sub>2</sub> and ZnCl<sub>2</sub> was studied. Zinc accumulation was higher in living than in dead thalli, but the opposite occurred for Pb and Cu. Further study with a solution containing all three metals (competitive uptake) revealed that at higher concentrations, uptake of Zn was very low compared to that for the single metal solution. Light microscopy revealed that the thickness of lichen thalli increased in both species after heavy metal uptake. Increase in thickness is more conspicuous in *C. convoluta* than in *C. rangiformis*. Increase in the thallus thickness is largely due to the increase of the empty space between the mycelial hyphae. In the case of *C. rangiformis* the bilateral arrangement of the algal and fungal zones does not favour the free swelling of the thallus. Electron microscopical study revealed that the heavy metals penetrate the cell wall of phycobionts and were mostly retained in the space between cell wall and cell membrane. An amount of globular precipitates were also observed in peripheral cytoplasm of algal cells. Heavy metals were also accumulated on the surface layers and in the cell wall of mycobionts.

## Εισαγωγή

Οι λειχήνες αποτελούν συμβίωση φύκους και μύκητα. Οι αναλογίες φύκους μύκητα και η θέση αυτών των ζωνών από είδος σε είδος ποικίλει.

Οι προσαρμοστικές ικανότητες των λειχήνων σε ακραίες συνθήκες περιβάλλοντος, η έλλειψη εφυμενίδας, η μεγάλη επιφάνεια του θαλλού, η μεγάλη διάρκεια ζωής και ο μικρός ρυθμός ανάπτυξης καθιστά τους λειχήνες άριστους ίσως τους καλύτερους βιολογικούς δείκτες στη μελέτη του περιβάλλοντος (Sawidis and Heinrich 1992, Sawidis et al. 1995).

Οι λειχήνες έχουν την ικανότητα να προσλαμβάνουν μεγάλες ποσότητες τοξικών ουσιών και να τις κατακρατούν για μακρό χρόνο. Έτσι χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση του βαθμού ρύπανσης μιας περιοχής από βαρέα μέταλλα (Pb, Cd, Zn, Cu) αλλά και από ραδιενεργά στοιχεία φυσικής (Cs-134, Cs-137) ή τεχνητής προέλευσης (Ra-228, Ra 226, K-40, Th-228). Εκτός από την in vivo ικανότητα πρόσληψης (Galun and Ronen 1988, Richardson et al. 1985) οι λειχήνες επίσης προσλαμβάνουν και αποταμιεύουν τοξικές ουσίες σε συνθήκες πειράματος (Ramelow et al. 1991).

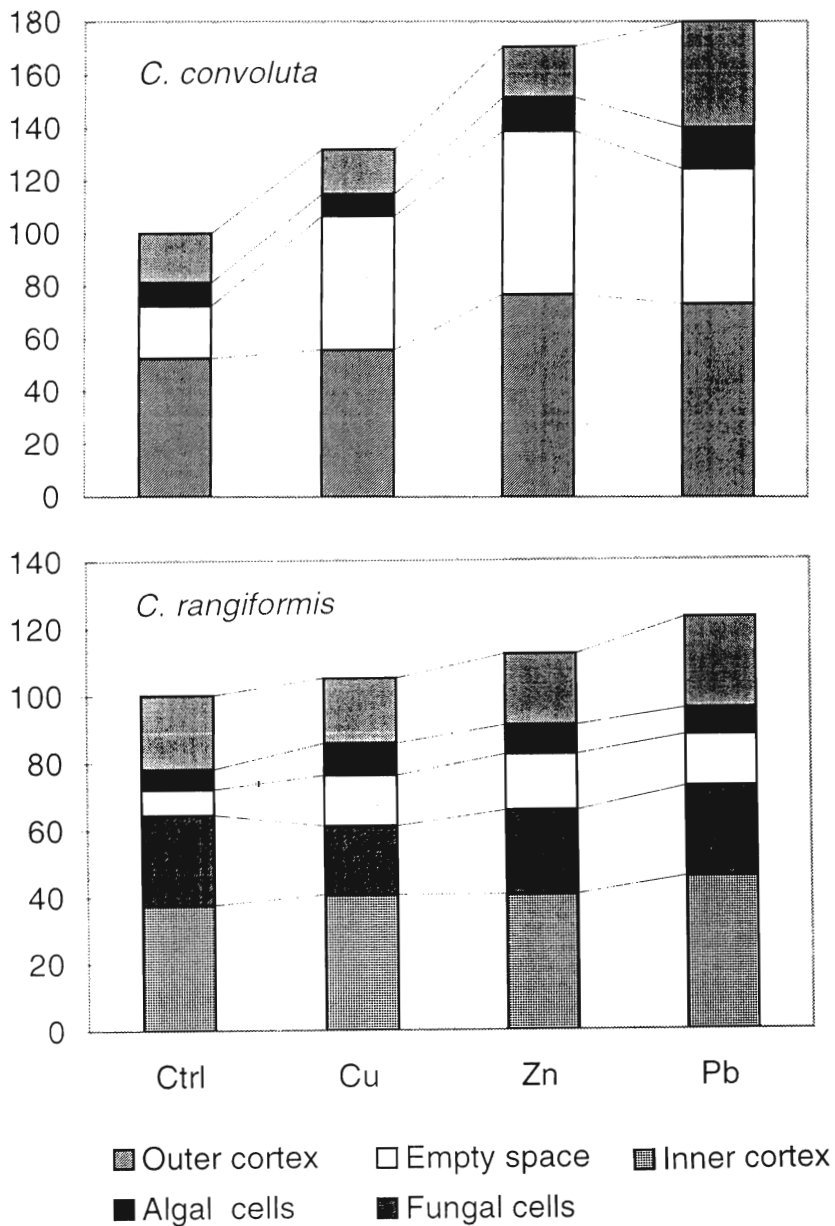
## Υλικά και μέθοδοι

Στο πείραμά μας προσπαθήσαμε να μελετήσουμε την απόκριση των λειχήνων (*Cladonia convoluta* και *C. rangiformis*) στην επίδραση βαρέων μετάλλων υπό συνθήκες πειράματος. Οι θαλλοί των λειχήνων (ζωντανοί ή απονεκρωμένοι) τοποθετήθηκαν για 15 λεπτά σε σειρά διαλυμάτων Pb (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CuCl<sub>2</sub> και ZnCl<sub>2</sub> διαβαθμισμένης συγκέντρωσης. Ακολούθησε έκπλυση του θαλλού και ξήρανση σε συνθήκες δωματίου. Η πρόσληψη βαρέων μετάλλων μετρήθηκε με τη μέθοδο της ατομικής απορρόφησης. Ακόμα τμήματα θαλλών στερεώθηκαν, μετά την επίδραση των βαρέων μετάλλων, για την παρατήρησή τους με το οπτικό (OM) και το ηλεκτρονικό (HM) μικροσκόπιο. Παράλληλα η διαδικασία εφαρμόστηκε και σε θαλλούς-μάρτυρες οι οποίοι παρέμειναν στον ίδιο χρόνο σε απεσταγμένο νερό.

## Αποτελέσματα-συζήτηση

Στις μικρές συγκεντρώσεις παρατηρείται μια αμυδρή πρόσληψη του βαρέως μετάλλου. Μετά όμως από μια ορισμένη περιοχή (συγκεκριμένη για κάθε μέταλλο) η πρόσληψη γίνεται αρκετά σημαντική. Η πρόσληψη Pb και Cu από απονεκρωμένο θαλλό ήταν υψηλότερη. Αυτό αποδίδεται στην καταστροφή των μεμβρανών και στην ευκολότερη διείσδυση του μετάλλου (Boileau et al. 1985). Αντίστροφα παρατηρήθηκαν στην περίπτωση του Zn όπου ο απονεκρωμένος με βρασμό θαλλός κατακρατά λιγότερο μέταλλο. Σύμφωνα με τους Brown και Buck (1985) μεγάλες ποσότητες Zn μπορούν να συνδέονται χημικά με δομές του πρωτοπλάσματος. Μετά τον βρασμό το πρωτόπλασμα καταστρέφεται μαζί και η ικανότητα δέσμευσης Zn. Σε επίπεδο OM παρατηρείται μία αύξηση του πάχους του θαλλού με την επίδραση των βαρέων μετάλλων. Αυτό είναι περισσότερο καταφανές στην

Εικ. 1. % αύξηση του συνολικού πάχους και των επί μέρους ζωνών του θαλλού με την επίδραση  $10^{-3}$  Cu,  $10^{-4}$  Zn και  $10^{-2}$  Pb.



*C. convoluta* από ότι στην *C. rangiformis* όπου δεν ευνοεί ιδιαίτερα η αμφίπλευρη διάταξη των ζωνών φύκους και μύκητα. Η αύξηση του πάχους (Εικ. 1) οφείλεται κύρια στην ποσοστιαία αύξηση του κενού χώρου μεταξύ των μυκηλιακών υφών της κεντρικής περιοχής (*Medula*).

Σε επίπεδο ΗΜ παρατηρούνται άμορφες αποθέσεις μετάλλων στην εξωτερική επιφάνεια τόσο των κυττάρων του μύκητα όσο και του φύκους. Οι αποθέσεις θα πρέπει να συνδέονται χημικά με το κυτταρικό τοίχωμα καθώς δεν απομακρύνονται με τη διαδικασία στερέωσης του θαλλού για την παρατήρησή του στο Η.Μ. Στα κύτταρα του φύκους ηλεκτρονικά πυκνές αποθέσεις παρατηρούνται στο χώρο μεταξύ κυτταρικού τοιχώματος και πλασματικής μεμβράνης. Σε ορισμένες περιπτώσεις (Zn) παρατηρούνται αποθέσεις και στο περιφερειακό κυτόπλασμα. Στα μυκήλια και στα κύτταρα του φύκους παρατηρείται σε μεγάλες συγκεντρώσεις αποικοδόμηση του κυτταρικού τοιχώματος και χαλάρωση των στοιβάδων. Η αποταμίευση βαρέων μετάλλων τόσο στο κυτταρικό τοίχωμα όσο και στο χώρο μεταξύ κυτταρικού τοιχώματος και πλασμαλήμματος δικαιολογεί την ικανότητα των λειχήνων να συσσωρεύουν βαρέα μέταλλα σε πολύ μεγαλύτερες ποσότητες από τις βιολογικές τους ανάγκες. Το γεγονός ότι τα βαρέα μέταλλα αποταμιεύονται κυρίως έξω από την κυτταρική μεμβράνη είναι ίσως η αιτία που δεν προκαλούν ή προκαλούν ελάχιστη βλάβη στην φυσιολογία του κυττάρου παρά την αυξημένη συγκέντρωση του μετάλλου στον θαλλό του λειχήνα. Επιπλέον οι μυκηλιακές υφές, που αυξάνουν κατά πολύ την εκτιθέμενη επιφάνεια βοηθούν στην παραπέρα κατακράτηση των βαρέων μετάλλων στον θαλλό των λειχήνων.

## Βιβλιογραφία

- Boileau, L.J.R., Nieboer, E. and Richardson, D.H.S., 1985. Uranium accumulation in the lichen *Cladonia rangiferina* (L.) Wigg. Part I: Uptake of cationic, neutral and anionic form of the uranyl ion. *Can. J. Bot.* 63, 384-389.
- Brown, D.H. and Buck, G.W., 1985. The cellular location of metals in two Bryophytes and a lichen. *Crypto. Bryol. Lichenol.* 6, 279-286.
- Galun, M. and Ronen, R., 1988. Interaction of lichens and pollutants. In: *Handbook of Lichenology*, vol. 111 Ed. M. Galun. CRC Press, Boca Raton, Fl. pp. 55-72.
- Ramelow, G.J., Yumo, Z. and Liu, L., 1991. Uptake of metallic ions from aqueous solution by dried lichen biomass. *Microbios*, 66, 95-105.
- Richardson, D.H.S., Kiang, S., Ahmadjian, V., and Nieboer, E., 1985. Lead and uranium uptake by lichens. In: D.H. Brown, ed. *Lichen physiology and cell biology*, pp. 227-245. Plenum Publishing Corporation.
- Sawidis, T. and Heinrich, G., 1992. Cesium-137 monitoring using lichens and mosses from northern Greece. *Can. J. Bot.* 70, 140-144.
- Sawidis, T., Chettri, M.K., Zachariadis, G., Stratis, J., and Seaward, M.R.D., 1995. Heavy metal bioaccumulation in lichens from Macedonia in North Greece. *Toxicol. and Environ. Chem.* 50, 157-166.



# Βλάστηση και Οικολογία νησίδων και βραχονησίδων των Βορείων Δωδεκανήσων

**Οικονομίδου, Ε.**

*Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Λεβίδου 13, 145 62 Κηφισιά*

**Περίληψη.** Μελετάται η βλάστηση 45 νησίδων και βραχονησίδων των Βορείων Δωδεκανήσων μετά τη διάκρισή τους σε τρεις κατηγορίες αναλόγως του μεγέθους τους και της ανάπτυξης της παράλιας ζώνης και της σχετικής βλάστησης. Τονίζονται οικολογικές ιδιαιτερότητες ορισμένων νησίδων, όπως η διαφορά της οικολογίας και βλάστησης μεταξύ νοτιάς και βορείας πλευράς καθώς και η οικολογική ζώνωση. Συζητάται επίσης η διαφορετική κατανομή μερικών ξυλωδών ειδών στις διάφορες νησίδες, καθώς και τα κυριώτερα προβλήματα του περιβάλλοντός τους.

## **Vegetation and Ecology of islets in the Northern Dodecanese.**

**Economidou, E.**

*Goulandris Natural History Museum, 13 Levidou str., 14562 Kifisia*

**Abstract.** The vegetation of 45 islets in the Northern Dodecanese is studied after their division to three categories according to their size and development of the littoral zone and its vegetation. The ecological features of some islets, such as the difference of ecology and vegetation between the southern and northern slopes and the ecological zonation, are emphasized. The particular distribution of different ligneous species in the studied islets and their main environmental problems are also discussed.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι νησίδες των Βορείων Δωδεκανήσων έχουν προσφάτως αρχίσει να διερευνώνται από την άποψη της χλωρίδας τους (Hansen, 1980, Panitsa & Tzanoudakis, 1991, Panitsa & Tzanoudakis, in press).

Η έλλειψη, όμως, στοιχείων για τη βλάστηση καθώς και η ύπαρξη ιδιαιτέρων οικολογικών χαρακτηριστικών στις νησίδες αυτού του χώρου ήταν η αιτία που μας ώθησε στη μελέτη τους (Οικονομίδου, 1995).

Στις νησίδες που ερευνήθηκαν είναι πολύ χαρακτηριστική η ποικιλία της γεωμορφολογίας και του γεωλογικού υποβάθρου τους καθώς και οι τύποι βλάστησης που τα καλύπτουν. Υπάρχουν νησιά υψηλά, χαμηλά, απότομα, ομαλά, ασβεστολιθικά, ψαμμιτικά, φλυσχώδη, σχιστολιθικά κλπ. Πολλές μικρές νησίδες είναι τόσο χαμηλές, ώστε τελικά να παρουσιάζουν παράλιο μόνο ζώνη. Στις μεγάλες νησίδες επικρατεί συνήθως ένας τύπος ξυλώδους βλάστησης ή το πολύ δύο. Χαρακτηριστική ακόμη είναι η διαφορετική φυσιογνωμία και βλάστηση στις δύο πλευρές των νησιών (βόρεια και νότια) σε πολλές περιπτώσεις.

Στην παρούσα εργασία δίνεται επί πλέον η κατανομή πολλών ξυλωδών ειδών μέσα στον βορειο-δωδεκανησιακό χώρο, η οποία είναι ανομοιογενής, όπως συμβαίνει και στο Κ. Αιγαίο (Runemark, 1969).

## ΜΕΘΟΔΟΙ

45 νησίδες και βραχονησίδες μελετήθηκαν κατά τη διάρκεια 15νθήμερης ερευνητικής αποστολής της Ε.Ο.Ε. κατά τον Απρίλιο του 1995 με χορηγία της Μοληλυκε ΕΛΛΑΣ Α.Ε.

Κατά τη διάρκεια της ερευνητικής αποστολής συνελέγησαν φυτικά taxa σε διάφορες νησίδες, αλλά κυρίως μελετήθηκε η βλάστηση με χλωριδικές καταγραφές και φυτοληψίες και η ιδιαίτερη οικολογία τους με επιτόπιες παρατηρήσεις και έρευνες.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κατά την έρευνά μας διακρίναμε τρεις κατηγορίες νησιδών:

1. Μεγάλες νησίδες στις οποίες είναι πολύ ανεπτυγμένη φρυγανική και θαμνώδης βλάστηση, ενώ η παραλιακή βλάστηση είναι σχετικώς ολίγον ανεπτυγμένη. Οι νησίδες αυτές κατοικούνται ή κατοικούνταν μέχρι προσφάτως.
2. Νησίδες μετρίου μεγέθους, στις οποίες είναι λίαν ανεπτυγμένη η παράλιος ζώνη και μόνον στα υψηλότερα τμήματά τους η φρυγανική και θαμνώδης βλάστηση. Νησίδες ακατοίκητες που όμως παλαιότερα κατοικούνταν.
3. Βραχονησίδες μικρού μεγέθους, στις οποίες είναι ανεπτυγμένη μόνο η παράλιος ζώνη. Ερημονήσια.

Ως παραδείγματα των μεγάλων νησιδών μπορεί ν'αναφερθούν το Αγαθονήσι, οι Αρκιοί, ο Αρχάγγελος και η Καλόλιμνος.

Στο Αγαθονήσι, το οποίο αποτελείται από ασβεστόλιθους και στο οποίο ασκείται έντονη βόσκηση, τα επικρατή είδη της φρυγανικής βλάστησης είναι η *Genista acanthoclada*, *Euphorbia acanthothamnus* και *Pistacia lentiscus*. Τοπικά υπεισέρχονται πολλές φορές αγριελιές (*Olea oleaster*). Τα εδάφη είναι μεσογειακά ερυθροχρώματα που το βάθος τους κυμαίνεται από λίγα εκατοστά σε σχισμές βράχων μέχρι βάθους 40-50 εκ. σε επίπεδα μέρη. Πολλές φορές το βραχώδες ασβεστολιθικό υπόστρωμα και οι πέτρες φθάνουν να έχουν κάλυψη μέχρι 50% του σταθμού. Στα υψηλότερα επίπεδα του νησιού συναντώνται, εκτός των παραπάνω, η *Salvia triloba* και το *Sarcopoterium spinosum*. Σε ευρείες μιογάγγειες στα ανώτερα τμήματα του νησιού ή σε άλλα

πλησίον του κύριου οικισμού που άλλοτε καλλιεργούνταν ή καλλιεργούνται εν μέρει μέχρι σήμερα, εγκαθίστανται κοινότητες με *Salvia triloba* και *Cistus parviflorus*.

Οι Αρκιοί καλύπτονται γενικά από βλάστηση με *Pistacia lentiscus*, *Euphorbia acanthothamnus*, λίγες δενδρώδεις *Olea oleaster*, *Ceratonia siliqua*, *Anagyris foetida* και διάφορα φρυγανώδη είδη. Η βλάστηση αυτή είναι γενικά πολύ βοσκομένη και χαρακτηριστικό αποτελεί ότι γύρω από το χωριό των Αρκιών υπάρχει περίφραξη για τη βόσκηση κατά ιδιοκτησίες. Παρά ταύτα, σε δύο θέσεις προφυλαγμένες και σχετικώς διατηρημένες παρατηρήθηκε ποικιλία ειδών και βλάστησης.

Η νησίδα Αρχάγγελος έχει υπόβαθρο κροκαλοπαγή-λατυποπαγή αλλά και ασβεστολιθούς. Έχει υποστεί ακόμη επιδράσεις από τη βόσκηση που ασκείται μέχρι σήμερα. Η βλάστηση του νησιού είναι χαμηλή θαμνώδης και φρυγανώδης που συντίθεται από *Pistacia lentiscus*, *Cistus parviflorus*, *Cistus creticus*, *Cistus salviifolius*, *Brachypodium ramosum* και διάσπαρτα *Olea oleaster*. Σε πολλά τμήματα, κυρίως τα ανατολικά, κυριαρχεί επίσης η *Erica manipuliflora*.

Η Καλόλιμνος είναι ασβεστολιθικό νησί που καλύπτεται κυρίως από θαμνώδη-φρυγανώδη βλάστηση, η οποία αποτελείται από *Pistacia lentiscus*, *Euphorbia acanthothamnus* και *Juniperus phoenicea*.

Στη δεύτερη κατηγορία υπάγονται οι περισσότερες νησίδες, όπως Κουνελονήσι, Κατσαγός, Νερονήσι, Καλόβολος, Κόμαρος, Αγγυλούσα, Άνυδρος, Αρέφουσα, Καλαπόδι, Φραγκονήσι, Μακρονήσι, Πιλάφι, Παραδονήσια, Τρυπητή, Γλαρονήσια κ.ά. Οι περισσότερες από αυτές τις νησίδες είναι ασβεστολιθικές με κλιτύες απότομες, στις οποίες η αλο-βραχόφιλη βλάστηση φθάνει σχεδόν μέχρι τις κορυφές τους. Η βλάστηση αυτή αποτελείται από διάφορα *Limonium*, κυρίως το *Limonium gmelini*, αλλά επίσης τα *L. sieberi*, *S. ocyimifolium* κ.ά. Άλλα είδη είναι τα *Bellium minutum*, *Malcolmia flexuosa*, *M. chia*, *Sedum littoreum*, *Lotus spp.*, *Mesembryanthemum nodiflorum*, *Anthemis rigida*. Σπανιότερα αναπτύσσεται το *Cirhorium spinosum*, ενώ αλλού απαντούν τα *Arthrocneum fruticosum*, *Sarcocornia herbacea*, *Crithmum maritimum* κ.α. Στα υψηλότερα τμήματα αναπτύσσονται φρύγανα, θαμνώνες ή ενδιάμεσες μορφές μεταξύ των δύο ή χορτολιβαδικές κοινότητες με κυρίαρχα τα *Hypparhenia hirta* και *Stipa tortilis*. Στα επίπεδα εσωτερικά τμήματα του δυτικού τμήματος αναπτύσσεται φρυγανική βλάστηση με *Genista acanthoclada*, *Coridothymus capitatus* και *Brachypodium ramosum*. Οι πέτρες και τα βράχια αποτελούν το 35%, το επιφανειακό έδαφος το 5%, ενώ η φυτοκάλυψη είναι το 60%.

Σε αυτή την κατηγορία είναι σημαντικό να αναφερθεί η ιδιαίτερη οικολογία και βλάστηση αυτών των νησίδων, στις δύο πλευρές τους, υπήνεμη και προσήνεμη, δηλαδή κυρίως νότια και βόρεια αντιστοίχως, εφόσον συνήθως η βόρεια πλευρά των νησίδων είναι εκτεθειμένη σε δυνατούς ανέμους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της ιδιαίτερης οικολογίας και βλάστησης αποτελεί το Νερονήσι, πλησίον του Αγαθονησιού. Το ασβεστολιθικό αυτό νησί έχει το δυτικό τμήμα του ομαλότερο και χαμηλό, ενώ το ανατολικό είναι ψηλότερο και πιο απότομο. Όσον αφορά στην βλάστηση υπάρχει διαφορά τόσο μεταξύ της βόρειας και νότιας πλευράς του, πολύ έντονη, όσο και μεταξύ του δυτικού και ανατολικού τμήματος, αλλά μικρότερη. Η νότια παραλιακή ζώνη του δυτικού τμήματος έχει αρχικά γυμνά βράχια μέχρι πλάτους 10 μ. Στη συνέχεια η βλάστηση αποτελείται από *Cichorium spinosum*, *Limonium sp.*, *Malcolmia chia*, *Sedum littoreum* κλπ. Η βόρεια παραλιακή ζώνη όλου του νησιού έχει βλάστηση με *Limonium gmelini*, κυρίως ανεπτυγμένη στο δυτικό τμήμα. Ειδικά στο χαμηλότερο τμήμα του νησιού όπου στενεύει και εκεί είναι εγκατεστημένο ένα ιχθυοτροφείο υπάρχει επαφή μεταξύ των δύο φυτοκοινοτήτων ή παρεμβάλλεται άλλη φυτοκοινότητα με *Frankenia hirsuta*.

Η διαχωριστική γραμμή μεταξύ των δύο φυτοκοινοτήτων σε αυτό το χαμηλό τμήμα δείχνει και το όριο επίδρασης των βορείων ισχυρών ανέμων. Στο ανατολικό υψηλότερο τμήμα του νησιού αναπτύσσονται κυρίως φρύγανα, ενώ η νότια και η βόρεια παραλιακή ζώνη είναι πολύ στενές, περιορισμένες μόνο πολύ κοντά στη θάλασσα. Στο ανατολικό τμήμα του νησιού και στις νότιες πλευρές επικρατούν αντί των φρυγάνων χορτολιβαδικές διαπλάσεις με *Hyparrhenia hirta*, *Brachypodium ramosum* και *Stipa tortilis*.

Χαρακτηριστική είναι επίσης η οικολογική ζώνωση που παρατηρείται σε αυτές τις νησίδες. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η αβεστολιθική νησίδα Τρουπητή, όπου παρατηρείται η ακόλουθη ζώνωση: 1. Ζώνη γυμνών βράχων, 2. Ζώνη με *Limonium vulgare* aggr., 3. Ζώνη με *Limonium vulgare* aggr., *Malcolmia flexuosa*, *Capparis spinosa*, *Teurcium polium*, *Bellium minutum*, *Sedum littoreum*, 4. Ζώνη με *Pistacia lentiscus*, *Teurcium polium*, *Teurcium divaricatum*, *Asphodelus microcarpus* και *Euphorbia acanthothamnus*.

Παρόμοια ζώνωση παρατηρήθηκε και στην αβεστολιθική νησίδα Καλόβολο:

1. Γυμνή παραλιακή αβεστολιθική βραχώδης ζώνη πλάτους 20 μ. περ. 2. Κλιτύς με μεγάλη φυτοκάλυψη που φθάνει μέχρι το 70%. Οι πέτρες και το γυμνό χώμα αποτελούν το υπόλοιπο ποσοστό κατά ίσα μέρη (15% & 15%). Το επικρατές φυτό σε αυτό το περιβάλλον είναι το *Helichrysum barrelieri*, ενώ φύονται ακόμη ενδιάμεσα *Pistacia lentiscus*, *Sarcopoterium spinosum*, *Daphne gnidioides*, *Cistus salviifolius*, *Leopoldia comosa*, *Vicia microphylla* κ.α. 3. Στα ανώτερα μέρη του νησιού και ιδίως στην κορυφογραμμή τα σχοίνα γίνονται πολύ μεγάλα και πληθαίνει το *Daphne gnidioides*, επίσης είναι πολύ περισσότερο το *Cistus salviifolius*. Εδώ όλα είναι γενικά υψηλότερα και δημιουργούν αδιαπέραστη ουσιάδα ύψους μέχρι 1,5 μ.

Παραδείγματα της τρίτης κατηγορίας δηλ. των βραχονησίδων που έχουν μόνο παραλιακή βλάστηση αποτελούν το Πράσο του Αγαθονησιού, η Σαρακίνα των Λειψών, το Πρασονήσι Καλύμνου και τα Λιμνιά η Ίμια.

Στο Πράσο, η ζώνωση που υπάρχει σε ορισμένα ομαλά τμήματα είναι πολύ χαρακτηριστική. Στην αρχή έχει *Limonium vulgare* aggr. με *Arthrocnemum fruticosum* και *Malcolmia flexuosa*, στη συνέχεια λίγο *Limonium* με άφθονο *Arthrocnemum* και στη συνέχεια *Lavatera arborea*. Παντού υπεισέρχεται επίσης το *Allium ampeloprasum*. Εκτός από αυτές τις παραλιακές ζώνες το υπόλοιπο κατακλύζεται από *Asphodelus microcarpus*.

Η Σαρακίνα, ομαλή αβεστολιθική νησίδα καλύπτεται εξ ολοκλήρου από *Arthrocnemum fruticosum* και *Anthemis scopulorum*. Τοπικά υπάρχει πολύ *Allium ampeloprasum* και αλλού πολύ *Taraxacum megalorrhizon*. Ακόμη συμμετέχουν το *Convolvulus oleifolius*, η *Lavatera arborea*, το *Elymus rechingeri* κ.α.

Το Πρασονήσι Καλύμνου, αβεστολιθική χαμηλή νησίδα, καλύπτεται κυρίως από *Lavatera arborea* και δευτερευόντως από *Mesembryanthemum nodiflorum*, *Lotus creticus*, *Limonium vulgare* aggr., *Malcolmia chia*, *Pistacia lentiscus*, *Ferula communis*.

Τέλος οι νησίδες Λιμνιά ή Ίμια καλύπτονται αμφότερες από άφθονη *Lavatera arborea* και η φυτοκάλυψή τους στη πρώτη ζώνη φθάνει τα 40-50%, ενώ τα υπόλοιπα 50% καλύπτονται από βράχια. Στη δεύτερη ζώνη η φυτοκάλυψη φτάνει τα 95%. Η τυπική βλάστηση της πρώτης ζώνης είναι η ακόλουθη: *Limonium vulgare* aggr. 2.1., *Halimione portulacoides* 3.3., *Frankenia pulverulenta* 2.2. και *Mesembryanthemum nodiflorum* 3.2. Στη δεύτερη παράλιο πάλι ζώνη η τυπική βλάστηση είναι: *Lavatera arborea* 5.2, *Limonium vulgare* aggr. 2.2, *Phleum* sp. 3.2, *Trifolium scabrum* + *Adrachne telephioides* +, *Koeleria phleoides* +, *Vailanthis muralis* +, *Urospermum picroides* +.

Στην περιοχή που διενεργήθηκε η έρευνα πολλά φυτά έχουν ανομοιογενή κατανομή. Έντυπωσιακή είναι ιδιαιτέρως η κατανομή πολλών θαμνωδών και φρυγανικών ειδών, τα οποία απαντούν σε ορισμένες νησίδες και απουσιάζουν από άλλες, όπως έχει σημειώσει κυρίως για το Κ. Αιγαίο ο Runemark (1969).

Η *Euphorbia dendroides* παρατηρήθηκε μόνο σε Αγρυλούσα και Ανυδρο, η *Thymelaea tartonraira* μόνο στα Ασπρονήσια και το Μακρονήσι, η *Thymelaea hirsuta* μόνο στα Ασπρονήσια, Καλαπόδι, Λύρα, η *Ceratonia siliqua* σε Αρκιούς, Αρχάγγελο και Τρυπητή το *Cistus parviflorus* σε Αγαθονήσι Αρκιούς, Κόμαρο, Ασπρονήσια, Κουλούρα, Μακρονήσι και Αρχάγγελο, το *Juniperus macrocarpa* σε Αρκιούς και Κόμαρο, ενώ το *Juniperus phoenicea* στο Φαρμακονήσι και στη Καλόλιμνο. Η *Erica manipuliflora* απαντάται μόνο σε Κόμαρο, Ασπρονήσια και Αρχάγγελο, η *Salvia triloba* μόνο σε Αγαθονήσι Αρκιούς και Στρογγυλή της Λέρου, η *Anthyllis hermaniae* μόνον σε Αρκιούς, Κόμαρο και Ασπρονήσια, η *Calycotome villosa* επίσης μόνον σε Αρκιούς, Κόμαρο, αλλά και σε Καλόλιμνο και Γλαρονήσι (αντίθετα από την ομοιογενή κατανομή της στο Κ. Αιγαίο όπως σημειώνει ο Runemark, 1969), η *Anagyris foetida* μόνο στους Αρκιούς Σπολάτο, Στρογγυλή Αρκιών, Πηγανούσα, Στρογγυλή Λέρου και Καλόλιμνο, ενώ η *Genista acanthoclada* έχει και αυτή ανομοιογενή κατανομή στο Αγαθονήσι, Νερονήσι, Ασπρονήσια, Φαραδονήσια, Τρυπητή και Γλαρονήσι. Σε τρεις μόνον νησίδες απαντά το παραλιακό είδος *Cichorium spinosum* (Φαρμακονήσι, Νερονήσι και Φαραδονήσια), ενώ δύο μόνον είδη απαντούν σε μεγάλο αριθμό νησίδων (16 & 15) η *Euphorbia acanthothamnus* και το *Daphne gnidioides* αντιστοίχως. -

Προβλήματα περιβάλλοντος που υπάρχουν στις νησίδες που ερευνήθηκαν είναι κυρίως η εγκατάλειψή τους από τους ανθρώπους, παρότι πολλές από αυτές κατοικούνταν μέχρι προσφάτως ή τουλάχιστον τις τελευταίες δεκαετίες. Εγκαταλελειμμένοι οικισμοί και ερειπωμένα κτίσματα παρατηρούνται στην πλειονότητα των νησίδων. Ένα άλλο πρόβλημα είναι η υπερβολική βόσκηση μέχρι του σημείου να ξυρίζονται όλα τα φυτά, ακόμη και τα ξυλώδη. Τούτο συμβαίνει ιδίως σε ορισμένα ερημόνησα. Ωστόσο, τα πολύνησα που έχουν σχηματισθεί π.χ. Πολύνησο Αγαθονησίου, Πολύνησο Αρκιών ή Λειψών κ.λ.π. είναι αληθινοί παράδεισοι για την χλωρίδα, τις φυτοκοινότητες και την πανίδα, εκτός του ότι αποτελούν ιδιαίτερες φυσικές γεωγραφικές ενότητες και φυσικά τοπία. Είναι απαραίτητο τα πολύνησα αυτά να διατηρηθούν, καθώς τα περισσότερα υπάγονται σε περιοχές του δικτύου ΦΥΣΗ 2000, αλλά παράλληλα να είναι δυνατόν να επισκέπτονται και να προβάλλονται ως μοναδικές περιοχές για γνήσιους φυσιολάτρεις, οικοπεριηγητές κ.λ.π.

#### Βιβλιογραφικές αναφορές

- Hansen, A., 1980. Eine liste der Insel Kos, Kalymnos, Pserimos, Telendos und Nachbar Inselchen. (Ostgäis Griechenland). *Biologia Gallo-Hellenica*, IX: 3-105.
- Οικονομίδου, Ε., 1995. Χλωρίδα και Βλάστηση. Σε : Οικολογική Έρευνα στα Βόρεια Δωδεκάνησα, από Παπακωνσταντίνου, Οικονομίδου, Μπούσουρα, Καρδακάρη, Ζόγκαρη, Τσιακίρη & Ρουσόπουλο. ΕΟΕ Κεφάλαιο 2. σελ. 7 -38.
- Panitsa, M. & Tzanoudakis, D., 1991. Contribution to the study of the Greek Flora: Floristic and Phytogeographical Studies of North Dodecanesos. *Medecos VI. Plant Animal Interactions in Mediterranean Type Ecosystems. Proceedings*, p. 367-374.
- Panitsa, M. & Tzanoudakis, D. (in press). *Flora and Vegetation of Some Aegean islets. Contribution to the Protection and the Management of their Habitats. 4th EUCC Congress, Marathon, 1993, Proceedings*.
- Runemark, H., 1969. Reproductive Drift, a Neglected Principle in Reproductive Biology. *Botaniska Notiser*, 122:90-129.

## **Τα φυσικά οικοσυστήματα της Πελοποννήσου με βάση την ποικιλότητα σε τύπους οικοτόπων και τα σημαντικά τους είδη**

ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ Θ., ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Π., ΠΑΝΙΤΣΑ Μ., ΔΗΜΗΤΡΕΛΛΟΣ Γ.

*Εργαστήριο Βοτανικής-Οικολογίας Φυτών, Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 26500-Πάτρα*

### **Περίληψη**

Στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος που εκπονήθηκε για την εφαρμογή της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ στην Ελλάδα, γίνεται μια λεπτομερής ανάλυση των τύπων οικοτόπων που είναι παρόντες σε κάθε τόπο της φυτογεωγραφικής περιοχής της Πελοποννήσου, καθώς και συσχετίσεις με τα φυτοκοινωνιολογικά syntaxa και δίνονται συγκριτικά στοιχεία για τους διαφορετικούς τύπους οικοσυστημάτων, όσον αφορά την ποικιλότητα σε τύπους οικοτόπων. Δεν παρατηρείται γραμμική συσχέτιση ανάμεσα στην ποικιλότητα σε τύπους οικοτόπων και στην επιφάνεια κάθε τόπου. Από την ανάλυση της κατανομής 68 φυτικών taxa τα οποία απαντούν αποκλειστικά στην Πελοπόννησο, όσον αφορά την Ελλάδα, και είναι παρόντα σε διάφορους τύπους οικοτόπων διαφορετικών ορόφων βλάστησης που δίνονται ως syntaxa ανώτερων φυτοκοινωνιολογικών επιπέδων, επιβεβαιώνεται η αυξημένη συγκέντρωση ενδημικών σε φυτοκοινωνίες των μεγάλων υψομέτρων (>1500 μ). Όλοι οι τόποι που έχουν επιλεγεί προς ένταξη στο δίκτυο 'ΦΥΣΗ 2000' χαρακτηρίζονται από υψηλή οικολογική σημασία από την άποψη της χλωρίδας, της πανίδας και της βλάστησης.

## **The natural ecosystems of Peloponnisos on the basis of habitat diversity and their important plant species**

GEORGIADIS TH., DIMOPOULOS P., PANITSA M., DIMITRELLOS G.

*Laboratory of Botany-Plant Ecology, Division of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras, 26500-Patras*

### **Abstract**

In the framework of the project carried out for the implementation of the Directive 92/43/EEC in Greece, a detailed analysis of the habitat types occurring in each site of the phytogeographical region of Peloponnisos is given and comparisons between the different types of ecosystems, as concerns their habitat diversity, as well as correlations with the phytosociological syntaxa are made. No linear correlation of the habitat diversity with the surface of each site is observed. From the distribution analysis of 68 plant taxa exclusively occurring in Peloponnisos, as concerns Greece, within habitat types of various vegetation belts given as high-ranked syntaxa, the increased concentration of endemics in plant associations of high altitudes (>1500 m) is evident. All the sites selected for incorporation in the NATURA 2000 network are ecologically very significant, from the floristic, vegetational and zoological point of view.

## Εισαγωγή

Η φυτογεωγραφική περιοχή της Πελοποννήσου χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό τοπογραφικής ετερογένειας, καθώς συγκροτείται από 25 όρη με υψόμετρο μεγαλύτερο των 1200m, ποικιλία γεωλογικών υποστρωμάτων και εδαφών (διακρίνονται πέντε γεωτεκτονικές ζώνες, ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ 1985) και έντονη παλαιογεωγραφική ιστορία (ΚΙΣΚΥΡΑΣ 1959). Ο έντονα ορεινός χαρακτήρας του Β, Κ και Ν τμήματος της Πελοποννήσου, σε συνδυασμό με τις ομαλής κλίσης περιοχές στα βόρεια και δυτικά παράλιά της, καθώς και τις εύφορες πεδιάδες της Αργολίδος, Λακωνίας και Μεσσηνίας διαμορφώνουν ένα πλήθος σημαντικών τόπων (42 sites) που χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό τύπων οικοτόπων και φυτικών taxa της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ (44 τύποι οικοτόπων και 6 taxa), εκ των οποίων 10 είναι οικοτόποι προτεραιότητας και 5 είναι είδη προτεραιότητας (NATURA 2000 project 1996). Στους τύπους οικοτόπων θα πρέπει να προστεθούν και οι δασικές φυτοκοινωνίες με κεφαλληνιακή ελάτη (*Abies cephalonica*) που καλύπτουν σημαντικές εκτάσεις των ορεινών σχηματισμών της Πελοποννήσου και δεν περιλαμβάνονται στο παράρτημα Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Η οικολογική σημασία της Πελοποννήσου τεκμηριώνεται ακόμη με βάση το μεγαλύτερο αριθμό τόπων, συγκριτικά με τρεις ακόμη φυτογεωγραφικές περιοχές (Στερεά Ελλάδα, Ιόνια νησιά, Ηπειρος), που επελέγησαν προς ένταξη στο δίκτυο "ΦΥΣΗ 2000" (Πίν. 1), την ύπαρξη μοναδικών τύπων οικοτόπων όπως οι συστάδες με *Juniperus drupacea* στο όρος Πάρνωνα και το μεγαλύτερο σε έκταση δάσος της *Pinus pinea* (κουκουναριά) στους νομούς Αχαΐας και Ηλείας. Επιπλέον, η Πελοπόννησος αποτελεί την κύρια περιοχή γεωγραφικής εξάπλωσης της *Abies cephalonica* και συγκεντρώνει 500 περίπου σημαντικά taxa από τα 1800 taxa που απαντούν στους 296 τόπους που επελέγησαν από όλο τον Ελληνικό χώρο .

## Υλικά και Μέθοδοι

Χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία όπως αυτά προέκυψαν από την εφαρμογή της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ στην Ελλάδα μέσω του προγράμματος "Καταγραφή, Αναγνώριση, Εκτίμηση και Χαρτογράφηση των Τύπων Οικοτόπων και των Ειδών Χλωρίδας και Πανίδας της Ελλάδας" για την περιοχή της Πελοποννήσου, από την ερευνητική ομάδα του Παν/μίου Πατρών ( 25 ερευνητές και τεχνικό προσωπικό) και με βάση το λογισμικό BIOGREECE '95 που έχει αναπτυχθεί σε περιβάλλον Windows με το πρόγραμμα MS ACCESS (2.0) (DAFIS & al. 1995, ΤΣΑΝΤΑΣ 1995).

## Αποτελέσματα-Συζήτηση

Με βάση τη γεωμορφολογική-οικολογική ταξινόμηση των τόπων (sites) μελέτης της Πελοποννήσου, το μεγαλύτερο ποσοστό κατέχουν τα ορεινά οικοσυστήματα (17/42: 40,4%), ακολουθούν οι παράκτιοι υγρότοποι (δελταϊκοί σχηματισμοί, λιμνοθάλασσες 7/42: 16,6%), ενώ οι υπόλοιπες κατηγορίες οικοσυστημάτων συμμετέχουν με τα ακόλουθα ποσοστά: λιμναία 4,76%, ποτάμια 4,7%, παράκτια θαλάσσια 7,14%, νησιωτικά 4,76%, λοιπά χερσαία 11,90%.

Από τη σύγκριση του αριθμού των τύπων οικοτόπων που εμφανίζονται σε κάθε τόπο (Σχ. 1), προκύπτει ότι τα υγροτοπικά οικοσυστήματα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ποικιλότητα σε τύπους οικοτόπων, π.χ. η Καλόγρια (A23200001) με 18, οι θίνες και το παραλιακό δάσος Ζαχάρως (A23300005) με 14, και το Κοτύχι (A23300006) με 12 τύπους οικοτόπων, ενώ ακολουθούν τα ορεινά οικοσυστήματα, π.χ. η Κυλλήνη (A25300001) με 11, ο Πάρνωνας (A25200006) με 11, ο Χελμός (A23200002) με 10 και ο Ταΰγετος (A25500006) με 10 τύπους οικοτόπων) με σχετικά μικρότερη ποικιλότητα.

Φυτογεωγραφική περιοχή	Αριθμός τόπων ανά φυτ/φική περιοχή	Τύποι οικοτόπων Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ	Τύποι οικοτόπων προτεραιότητας Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ	Φυτικά είδη Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ	Ζωικά είδη Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ
ΗΠΕΙΡΟΣ	19	48	8	2	22
ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ	15	28	5	-	10
ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ	31	64	11	7	32
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	42	44	10	6	19

**Πίνακας 1. Κατανομή του αριθμού τόπων (sites), των τύπων οικοτόπων (προτεραιότητας και μη), των φυτικών και ζωικών ειδών της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, σε τέσσερις φυτογεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας.**

Από την επεξεργασία των 23 τύπων οικοτόπων που έχουν τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης σε επίπεδο Ελλάδας, προκύπτει ότι οικοτόποι χερσαίων-ορεινών οικοσυστημάτων, όπως τα φρύγανα (κωδ. 5420: *Cisto-Micromerietea*), οι πρινώνες (κωδ. 6310: *Quercetea ilicis*), οι ασβεστολιθικές σάρες (κωδ. 6140: *Drypetea spinosae*), τα δάση μαύρης πεύκης (κωδ. 9536: *Quercetea pubescentis*), τα κάθετα ασβεστολιθικά βράχια χαμηλών και μεσαίων υψομέτρων (κωδ. 8216: *Asplenietea trichomanis/Campanulion versicoloris*) στην Πελοπόννησο εμφανίζονται με μεγαλύτερο ποσοστό (σύνολο τόπων 42) συγκριτικά με το συνολικό αριθμό τόπων της Ελλάδας (296 τόποι).

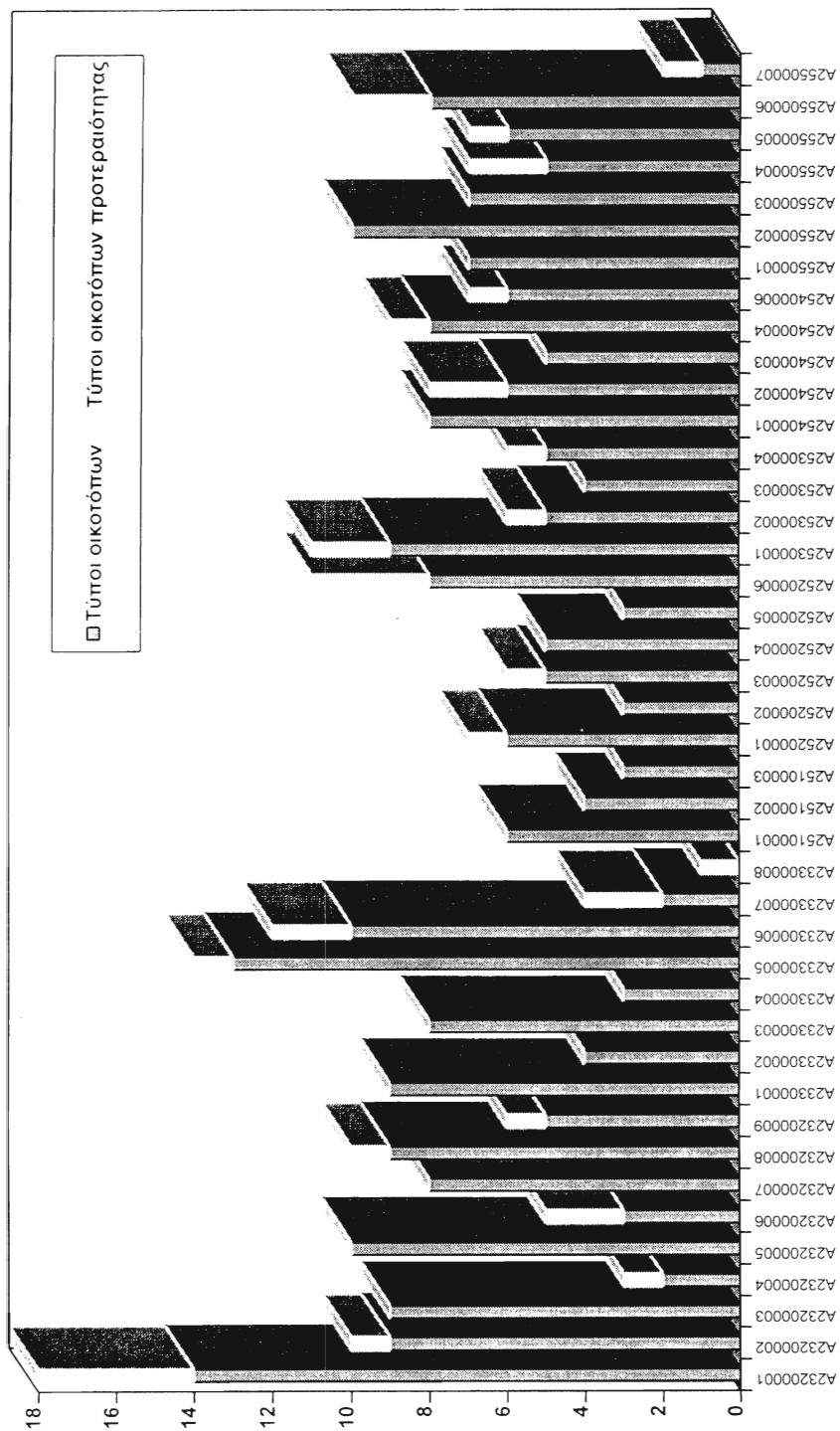
Όσον αφορά τώρα τα εδαφικά εξαρτώμενα οικοσυστήματα της Πελοποννήσου, τύποι οικοτόπων όπως τα υγρά λιβάδια (κωδ. 1410: *Juncetea maritimi*), οι υψηλές αμμοθίνες με *Ammophila arenaria* (κωδ. 2120: *Ammophiletea*), και οι εμβρυακές θίνες με *Agrropyron junceum* (κωδ. 2120: *Ammophiletea*), και οι φυτοκοινωνίες των μονοετών αλοφύτων με *Salicornia europaea* (κωδ. 1310: *Salicornietea europaeae*) απαντούν επίσης με υψηλότερα ποσοστά συγκριτικά με τους υγροτόπους της Ελλάδας.

Εάν συγκρίνουμε τους τύπους οικοτόπων που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα στους τόπους της Πελοποννήσου, θα παρατηρήσουμε ότι αυτοί υστερούν ως προς τα παρόχθια δάση (κωδ. 92CO, 92 DO, 92AO), τα δάση φυλλοβόλων δρυών με *Quercus frainetto* (κωδ. 9280), τους θαμνώνες αειφύλλων σκληροφύλλων με *Quercus ilex* (κωδ. 9340), τις φυτοκοινωνίες με πολυετή αλοφυτικά είδη του γένους *Arthrocnemum* (κωδ. 1420: *Arthrocnemetalia fruticosae*) και τη βλάστηση των απόκρημνών παραλιακών βράχων με ενδημικά είδη του γένους *Limonium* (κωδ. 1240: *Crithmo-Limonietea*).

Από τη συσχέτιση της συνολικής έκτασης, αλλά και της έκτασης των φυσικών οικοσυστημάτων κάθε τόπου με τους διακρινόμενους τύπους οικοτόπων της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, δεν προκύπτει γραμμική σχέση, τόσο για ορεινούς τύπους οικοσυστημάτων, όσο και για τα παράκτια υγροτοπικά οικοσυστήματα.

Η μη γραμμική συσχέτιση της έκτασης με την παρατηρούμενη ποικιλότητα σε τύπους οικοτόπων θεωρούμε ότι είναι αναμενόμενη, καθώς είναι γνωστό ότι υπεισέρχεται πλήθος αβιοτικών παραμέτρων και ανθρωπογενών επεμβάσεων (εδαφικοί τύποι, γεωλογικά υποστρώματα, ομοιομορφία βλάστησης ή μωσαϊκό πολλών διαφορετικών μικρής έκτασης οικοτόπων, που διαφοροποιούνται σε λίγα μέτρα απόσταση, ο ένας από τον άλλο). Έτσι, παρατηρείται ότι για παράδειγμα ένας μικρός υγρότοπος, όπως είναι η Αλυκή Αιγίου (έκταση μόλις 20ha) χαρακτηρίζεται από 5 τύπους οικοτόπων, εκ των οποίων 2 είναι οικοτόποι προτεραιότητας, ενώ ο τόπος “όρος Ολίγυρτος” (A25400001) με έκταση 8620 ha χαρακτηρίζεται από 6 τύπους οικοτόπων και 1 τύπο προτεραιότητας.





Σχήμα 1. Κατανομή τύπων οικιοτόπων (προτεραιότητας και μη) οδηγίας 92/43/ΕΟΚ στους επιμέρους τόπους της Πελοποννήσου

Θα πρέπει ωστόσο να αναφερθεί ότι η ποικιλότητα σε τύπους οικοτόπων δεν αντιστοιχεί πλήρως με την ποικιλότητα σε φυτοκοινωνιολογικά σύνταχα στους επιμέρους τόπους, καθώς οι τύποι οικοτόπων (όπως εκφράζονται μέσω της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ) ορίζονται είτε με βάση μόνο αβιοτικά χαρακτηριστικά (λιμνοθάλασσες, εκβολές ποταμών, εμβρυακές κινούμενες θίνες κ.ά), είτε αναφέρονται σε διάφορα επίπεδα σύνταχα (συνηθέστερα ως συνένωση, τάξη, κλάση, αρκετές φορές γενικά ως διάπλαση και ορισμένες μόνο φορές ως φυτοκοινωνία), γεγονός που επιτρέπει την περαιτέρω υποδιαίρεσή τους σε επιμέρους φυτοκοινωνίες.

Από το σύνολο των περίπου 500 taxa που αναφέρονται στις κατηγορίες Other και Greek Important Species για όλους τους τόπους της Πελοποννήσου και που ανήκουν κυρίως στις χωρολογικές κατηγορίες ενδημικά της Ελλάδας και της Βαλκανικής χερσονήσου έγινε επεξεργασία των 68 taxa τα οποία απαντούν μόνο στην Πελοπόννησο, όσον αφορά την Ελλάδα και κατ' αποκλειστικότητα σχεδόν σε ορεινά οικοσυστήματα. Από τα 68 αυτά taxa τα 58 είναι αποκλειστικά ενδημικά της Πελοποννήσου, ενώ τα υπόλοιπα 10 παρουσιάζουν ένα διακεκομμένο πρότυπο κατανομής.

Με βάση το εύρος υψομετρικής κατανομής των παραπάνω 68 taxa και την κατανομή τους σε τύπους οικοτόπων (Σχ. 2), προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Τα 38 taxa απαντούν σε "στεπτόμορφα" βραχώδη λιβάδια του ορεινού και ορο-μεσογειακού ορόφου βλάστησης (*Daphno-Festucetalia*).

- Τα 30 taxa απαντούν σε κάθετους αβεστολιθικούς βράχους του ορεινού και ορο-μεσογειακού ορόφου βλάστησης που αποικίζονται από φυτοκοινωνίες της συνένωσης *Silenion auriculatae*, της τάξης *Potentilletalia speciosae*, της κλάσης *Asplenieta trichomanis*.

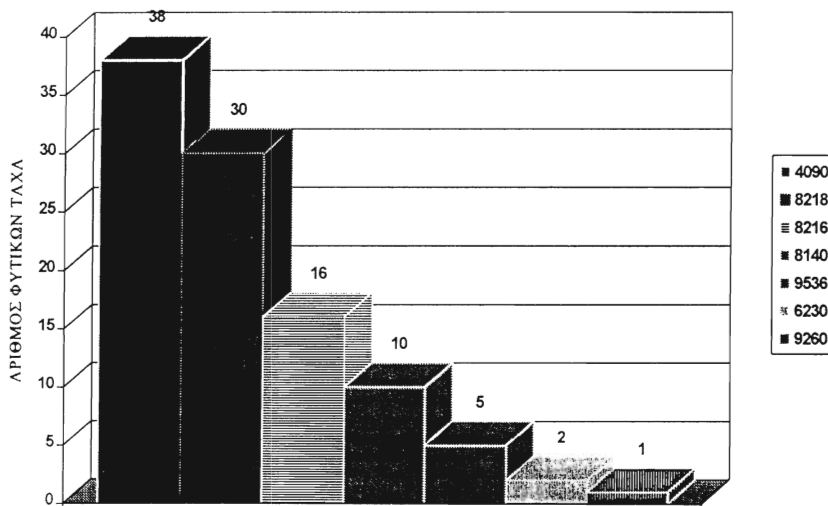
- Τα 16 taxa κατανέμονται σε κάθετους αβεστολιθικούς βράχους από τα μέσα επίπεδα του μεσο-μεσογειακού έως τα ανώτερα επίπεδα του υπερ-μεσογειακού ορόφου βλάστησης που αποικίζονται από φυτοκοινωνίες της συνένωσης *Campanulion versicoloris* της τάξης *Onosmetalia frutescentis*, της κλάσης *Asplenieta trichomanis*.

- Τα 10 taxa απαντούν σε φυτοκοινωνίες αβεστολιθικών σαρών του ορεινού- και ορο-μεσογειακού ορόφου βλάστησης και ανήκουν στη συνένωση *Silenion caesia*, την τάξη και κλάση *Drypetalia (-etea) spinosae*.

- Τα υπόλοιπα φυτικά taxa κατανέμονται ως εξής αντίστοιχα στους παρακάτω τύπους οικοτόπων: 5 taxa σε δάση μαύρης πεύκης (*Quercetea pubescentis*), 6 taxa σε δάση κεφαλληνιακής ελάτης και κυρίως σε ξέφωτα δασών (*Quercetalia pubescentis*), 2 taxa σε φυτοκοινωνίες "ξυρισμένων" χιονόφιλων λιβαδιών (*Trifolion parnassi*) και 1 taxon σε δάση καστανιάς.

Από την παραπάνω ανάλυση που αφορούσε την υψομετρική κατανομή των ενδημικών της Πελοποννήσου προέκυψε η μεγαλύτερη συγκέντρωσή τους σε φυτοκοινωνίες κατά κύριο λόγο των μεγάλων υψομέτρων (>1500m). Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνει για ακόμη μια φορά το αυξανόμενο ποσοστό ενδημισμού με την αύξηση του υπερθαλάσσιου ύψους στα ορεινά οικοσυστήματα της Πελοποννήσου που προκαλεί έντονη διαφοροποίηση των οικολογικών συνθηκών, δημιουργία πολλών επιμέρους μικροοικοτόπων, αύξηση του βαθμού κοινωνιολογικής απομόνωσης, μείωση του ανταγωνισμού, και βρίσκεται σε αντιστοιχία με έρευνες τόσο πάνω σε όρη της Πελοποννήσου (DIMOPOULOS & GEORGIADIS 1992, ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ 1993) όσο και σε όρη της Στερεάς Ελλάδας (ΔΗΜΗΤΡΕΛΛΟΣ 1996 υπό δημ.).

Συμπερασματικά, οι περιοχές της Πελοποννήσου που επελέγησαν για ένταξη στο δίκτυο 'ΦΥΣΗ 2000' είναι υψηλής βιολογικής αξίας, καθώς διαθέτουν είτε σημαντικό αριθμό τύπων οικοτόπων, είτε υψηλό αριθμό σημαντικών ειδών (ενδημικών, προστατευόμενων από διάφορες συνθήκες, ειδών με ενδιαφέρουσα γεωγραφική εξάπλωση), είτε συνδυασμούς των παραπάνω.



- 4090 - Στεπλόμορφα βραχώδη λιβάδια  
 8218 - Ασβεστολιθικά κάθετα βράχια μεγάλων υψομέτρων  
 8216 - Ασβεστολιθικά κάθετα βράχια χαμηλών, μεσαίων υψομέτρων  
 8140 - Ασβεστολιθικές σάρες  
 9536 - Δάση μαύρης πεύκης  
 6230 - Ξυρισμένα χιονόφιλα λιβάδια  
 9260 - Δάση καστανιάς

**Σχήμα 2. Κατανομή του αριθμού των φυτικών ταχά σε επιμέρους τύπους φυσικών οικοτόπων**

## Βιβλιογραφία

- DAFIS SP., EVA PAPASTERGIADOU, V. TSIAOUISSI (1995). Habitat types of community interest (Directive 92/43/EEC), encountered in Greece, whose preservation requires the designation of Special Areas of Conservation. The Goulandris Natural History Museum, Greek Biotope/Wetland Centre. Thessaloniki.
- ΔΗΜΗΤΡΕΛΛΟΣ Γ. (1996). Γεωβοτανική έρευνα του όρους Τυμφρηστός. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών (υπό δημοσίευση).
- ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ Π. (1993). Χλωριδική και Φυτοκοινωνιολογική Έρευνα του Ορους Κυλλήνη - Οικολογική Προσέγγιση. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, 385 σελ.
- DIMOPOULOS P. & TH. GEORGIADIS (1992). Floristic and Phytogeographical Analysis of Mount Killini (NE Peloponnisos, Greece). *Phyton (Horn, Austria)* 32 (2):283-305.
- ΚΙΣΚΥΡΑΣ Δ. (1959). Γύρω από την παλαιογεωγραφία της Πελοποννήσου. *Πελοποννησιακή Πρωτοχρονιά* :128-136. Αθήνα.
- ΜΟΥΝΤΡΑΚΗΣ Δ. (1985). Γεωλογία της Ελλάδας. Θεσσαλονίκη, 207 σελ.
- ΤΣΑΝΤΑΣ Ν. (1995). BIOGREECE '95, NATURA 2000 Network Database: Εισαγωγή, επεξεργασία και εκτύπωση δεδομένων για Pcs ( σε περιβάλλον MS Windows) με χρησιμοποίηση της MS Access V2.0.

**Η βιοποικιλότητα των νησιών του Αιγαίου όπως εκφράζεται από τους οικοτόπους και τα είδη της χλωρίδας που προστατεύονται από την οδηγία 92/43/ΕΟΚ στις προτεινόμενες περιοχές του δικτύου «Φύση 2000»**

**ΔΕΛΗΠΕΤΡΟΥ Π.<sup>1</sup>, ΟΙΚΟΝΟΜΙΔΟΥ Ε.<sup>2</sup>, ΤΣΙΟΥΡΛΗΣ Γ.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 157 84

<sup>2</sup>Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας, Λεβίδου 13, Αθήνα 145-62

<sup>3</sup>Εργαστήριο Χερσαίας Οικολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο 711-10

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ** Στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ στην Ελλάδα, μελετήθηκαν 47 περιοχές στο Βόρειο, Δυτικό, Κεντρικό και Ανατολικό Αιγαίο. Καταγράφηκαν 68 "τύποι οικοτόπων" (Παράρτημα Ι της Οδηγίας) και 472 σημαντικά φυτικά taxa. Τα νησιά του Αιγαίου χαρακτηρίζονται από ποικιλία οικοτόπων σε μικρές έκτασης περιοχές. Η συχνότητα των θαλάσσιων και παραλιακών οικοτόπων είναι μεγάλη. Τα φρύγανα, ποικίλων τύπων, επικρατούν στο νότιο Αιγαίο. Η παρουσία των μακί είναι σημαντική. Χαρακτηριστικοί στο Αιγαίο είναι οι βραχώδεις οικοτόποι με χλωρίδα πλούσια σε ενδημικά taxa. Τα φυτικά taxa είναι κυρίως ενδημικά με εξάπλωση στο Αιγαίο. Τα μη ενδημικά taxa είναι κυρίως μεσογειακά και ιδίως ανατοlikομεσογειακά. Βαλκανικά ενδημικά καταγράφηκαν κυρίως στο Δ. και Β. Αιγαίο. Παρόλο που ο συνολικός αριθμός ειδών που καταγράφηκαν στο Αιγαίο είναι χαμηλός σε σχέση με την υπόλοιπη Ελλάδα, το ποσοστό των ενδημικών ειδών είναι σημαντικά υψηλό. Η αντιπροσωπευτικότητα και η κατάσταση διατήρησης των οικοτόπων αξιολογήθηκαν ως επί το πλείστον από άριστες έως καλές. Τα κινδυνεύοντα ή εύρωτα είδη είναι λίγα ενώ υπάρχουν πολλά σπάνια είδη. Η διατήρηση της βιοποικιλότητας στο Αιγαίο απαιτεί μελέτη, παρακολούθηση και προστασία. Αυτός ακριβώς είναι ο στόχος της δημιουργίας του δικτύου "Φύση 2000".

**Biodiversity in the Aegean Islands as expressed in the habitats and flora species protected by the Directive 92/43/EEC in the sites proposed for the "Natura 2000" network.**

**DELIPETROU P.<sup>1</sup>, ECONOMIDOU E.<sup>2</sup>, TSIURLIS G.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Department of Botany, University of Athens, Athens 157-84, Greece

<sup>2</sup>Goulandris Natural History Museum, Levidou 13, Athens 145-62

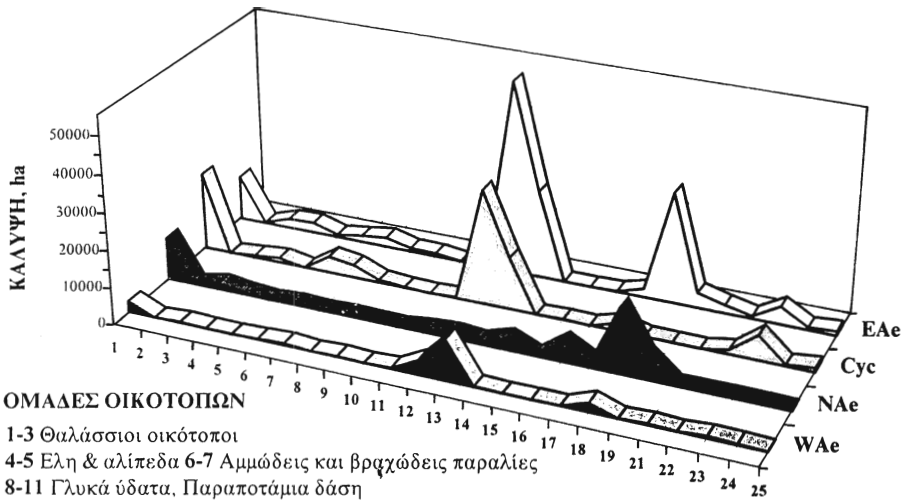
<sup>3</sup>Laboratory of Terrestrial Ecology, University of Crete, Iraklio 711-10

**Abstract.** In the 'Habitats project' for the implementation of the Directive 92/43/EEC in Greece, 47 sites were studied in the North, Central, West and East Aegean. A total of 68 Annex I habitat types and 472 important plant taxa were recorded. The Aegean islands are characterized by the presence of patches of different habitats in small areas. Marine and maritime habitats were recorded in all sites. Phrygana is the predominant vegetation in south Aegan. The presence of maquis is significant. Rocky habitats are typical in the Aegean and host endemic species. *Juniperus* maquis and vernal pools consist special habitats. The plant taxa were mostly endemic aegean species. Non-endemic taxa were mostly mediterranean species. Balkan endemics were recorded mainly in the W. and N. Aegean. Although the total species number in the Aegean was low compared to the rest of Greece, the proportion of endemic species was high. The representativity and conservation status of the habitats were graded as excellent to good at most cases. Few species are endangered or vulnerable and many are rare. The conservation of biodiversity in the Aegean demands study, monitoring and protection. This is the main objective of the "Natura 2000" network.

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ.** Στο πλαίσιο του προγράμματος «Καταγραφή, αναγνώριση, εκτίμηση και χαρτογράφηση των τύπων οικοτόπων, της χλωρίδας και της πανίδας στην Ελλάδα», για την εφαρμογή της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για την προστασία της Βιοποικιλότητας, οριοθετήθηκαν και μελετήθηκαν 47 περιοχές στο Αιγαίο με συνολική έκταση 609.238 ha (περίπου 300.000 ha χερσαίας επιφάνειας). Σε αυτές περιλαμβάνονται 37 νησιά και 8 νησιωτικά συμπλέγματα στο Βόρειο, Δυτικό (Σποράδες και Σκύρος), Κεντρικό (Κυκλάδες) και Ανατολικό (συμπεριλαμβανομένων των νησιών Καρπάθου και Κάσου) Αιγαίο. Παρουσιάζεται ανάλυση των οικοτόπων και των ειδών χλωρίδας από τη σκοπιά της βιοποικιλότητας και της αντιπροσωπευτικότητάς των περιοχών του Αιγαίου.

**ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ** Τα οικολογικά στοιχεία της παρούσας ανάλυσης αφορούν “τύπους οικοτόπων” που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα Ι της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ και “σημαντικά” (ενδημικά, υπενδημικά, σπάνια ή απειλούμενα) φυτικά taxa. Τα στοιχεία για κάθε περιοχή καταχωρήθηκαν σε βάση δεδομένων σύμφωνα με πρότυπο κοινό για όλες τις χώρες της κοινότητας (γενική επισκόπηση και ανάλυση της μεθοδολογίας και των δεδομένων παρουσιάζεται στον υπό έκδοση τόμο της ανάλυσης των αποτελεσμάτων του προγράμματος). Ακολουθούνται οι φυτογεωγραφικές υποδιαίρέσεις της “Flora Hellenica” (Strid A., 1991). Η ανάλυση των χλωριδικών στοιχείων έγινε με συνεπεξεργασία της βάσης δεδομένων *BioGreece* και της βάσης δεδομένων *Hellas* (Georghiou, 1995).

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ** Στις περιοχές του Αιγαίου καταχωρήθηκαν 68 διαφορετικοί οικοτόποι (323.579 ha) του Παραρτήματος Ι. Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται η κάλυψη των ομάδων οικοτόπων (Αριανούτσου και συν., στην υπό έκδοση ανάλυση των αποτελεσμάτων του προγράμματος) ανά φυτογεωγραφική περιοχή. Και στις τέσσερις περιοχές εκπροσωπούνται οι περισσότερες από τις ομάδες οικοτόπων. Οι περισσότερες περιοχές που μελετήθηκαν χαρακτηρίζονται από την παρουσία διαφορετικών οικοτόπων κατά τόπους, με μικρή κάλυψη, ένα φαινόμενο τυπικό στα νησιά του Αιγαίου. Είναι ενδεικτικό ότι σε περιοχές έκτασης κυρίως από 5000-15.000 ha καταγράφηκαν κατά μέσο όρο 15 διαφορετικοί οικοτόποι. Μεγάλη συχνότητα παρουσιάζουν οι θαλάσσιοι και παραλιακοί οικοτόποι. Ιδιαίτερες περιπτώσεις μεταξύ των τελευταίων αποτελούν οι χαρακτηριστικές στο Αιγαίο μεταθινικές κοινότητες με *Centaurea spinosa* και οι πρωτογενείς αμμοθίνες με *Ipomoea imperati* (*I. stolonifera*, nom. illeg.) στη Σάμο και τη Ρόδο. Τα φρύγανα, ο τύπος βλάστησης που κυριαρχεί στο κεντρικό Αιγαίο, είναι η ομάδα οικοτόπων με τη μεγαλύτερη κάλυψη στις Κυκλάδες και στο Α. Αιγαίο και με μεγάλη σχετική κάλυψη στο Δ. Αιγαίο (όπου κυριαρχούν τα μακκί). Τα τυπικά αιγαιακά φρύγανα με *Sarcopoterium spinosum*, *Coridothymus capitatus*, *Centaurea spinosa* καταγράφηκαν σε όλες τις περιοχές των Κυκλάδων, του Α. και Δ. Αιγαίου, αλλά όχι και στο Β. Αιγαίο. Η χλωριδική σύσταση των φρυγάνων στις Κυκλάδες και στο Α. Αιγαίο ποικίλλει. Από τα τυπικά φυτά των φρυγανικών οικοτόπων, τα υποείδη της *C. spinosa* και της *C. raphanina* καταγράφηκαν σε 18 περιοχές (taxa με ομαλή εξάπλωση στο Αιγαίο). Αντίθετα, άλλα taxa, όπως το *Erysimum pusillum* ssp. *hayekii*, η *Fritillaria ehrhartii*, η *F. tuntasia*, ο *Astragalus spruneri* και το *Hymenonema graecum* καταγράφηκαν σε 2 ως 4 μόνο περιοχές (taxa με μη ομαλή εξάπλωση στο Αιγαίο). Τα φρύγανα



#### ΟΜΑΔΕΣ ΟΙΚΟΤΟΠΩΝ

1-3 Θαλάσσιοι οικότοποι

4-5 Ελη & αλίπεδα 6-7 Αμμώδεις και βραχώδεις παραλίες

8-11 Γλυκά ύδατα, Παραποτάμια δάση

12 Φρύγανα 13 Ματορράλ, μακί 14-16 Λειμώνες

17 Δάση φυλλοβόλων 18-19 Δάση κωνοφόρων 21 Δάση αειφύλλων-ξηροφύλων

22-25 Βραχώδεις οικότοποι

Εικόνα 1. Κάλυψη ομάδων οικοτόπων. EAe: Ανατολικό Αιγαίο· Cyc: Κυκλάδες· WAe: Δυτικό Αιγαίο· NAe: Βόρειο Αιγαίο

με *Euphorbia acanthothamnus* (Φολέγανδρος-Σίκινος και Σίφνος, Σκύρος και Β. Σποράδες) και με *E. dendroides* (Αρκοί - Λειψοί και Β. Σποράδες) έχουν πιο περιορισμένη και διακεκομμένη κατανομή. Αρκετά συχνή στο Ν. και Δ. Αιγαίο είναι η παρουσία χαμηλών βοσκημένων πρινώνων και υψηλών θαμνώνων πρίνου. Στα νησιά του Αιγαίου είναι χαρακτηριστική η παρουσία των θερμόφιλων μακί με *Juniperus phoenicea* (Ν. και Δ. Αιγαίο), που δεν απειλούνται λόγω της ευρείας εξάπλωσής τους και της απουσίας βόσκησης, και με *J. oxycedrus* ssp. *macrocarpa* (Ν. Αιγαίο), που έχουν πιο περιορισμένη κατανομή, κυρίως σε αμμοθίνες, και γι' αυτό είναι πιο εύτρωτα. Είναι σημαντική η παρουσία των οικοτόπων αυτών στις βραχονησίδες. Στη Σαμοθράκη καταγράφηκαν μακί της ημιορεινής και ορεινής ζώνης με *J. excelsa* και *J. foetidissima*. Οι δασικοί οικοτόποι είναι άνισα κατανεμημένοι στο Αιγαίο. Έχουν αρκετά μεγάλη σχετική κάλυψη στο Β. Αιγαίο (*Pinus brutia*- *P. nigra*- και *Quercus frainetto*, που απαντά μόνο στη Σαμοθράκη στο Αιγαίο) και στο Α. Αιγαίο (*P. brutia*- *P. nigra*- και *Cupressus sempervirens*, που κατεγράφει στα νησιά Ρόδος, -τα πιο σημαντικά δάση-, Σάμος Κως). Δάση *Pinus* (*P. halepensis* και *P. brutia*) υπάρχουν στο Δ. Αιγαίο και δάση καστανιάς στη Λέσβο. Το *Quercus ilex* εμφανίζεται στο Δ. Αιγαίο και στην Ικαρία, ενώ στις Κυκλάδες καταγράφηκε μόνο το *Q. macrolepis*. Χαρακτηριστική στο νότιο και ανατολικό Αιγαίο είναι η σημαντική από οικολογική και από επιστημονική άποψη και πλούσια ενδημικά taxa ομάδα των βραχωδών οικοτόπων -βιοκοινότητες σε σάρες, απότομους βράχους, ασβεστολιθικές πλάκες, σε ασβεστολιθικά ή πυριτικά υποστρώματα. Μοναδικοί στην Ελλάδα είναι οι ηφαιστειογενείς οικοτόποι στις Κυκλάδες

(Μήλος, Σαντορίνη και γύρω νησιά) και στη Νίσυρο. Τέλος, ιδιαίτερη σημασία έχουν οι εποχιακοί υγρότοποι (*vernal pools*) με είδη που αν και έχουν ευρεία εξάπλωση στην Ευρώπη, στην Ελλάδα είναι σπάνια (π.χ., *Pilularia minuta* και *Callitriche brutia* -Σποράδες, Αγ. Ευστράτιος-, *Illecebrum verticillatum* -Μήλος, Αμοργός-, *Crassula vaillantii* -Αγ. Ευστράτιος, Γαύδος).

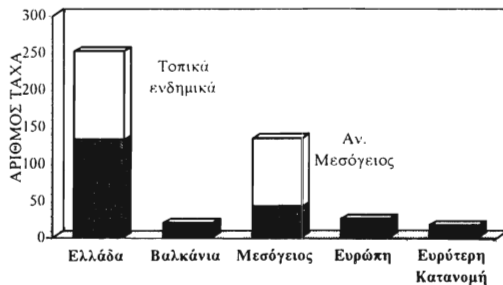
Στις περιοχές του Αιγαίου καταγράφηκαν συνολικά 472 είδη φυτών, κυρίως ελληνικά ενδημικά (>50%) και πολλά τοπικά ενδημικά. Παρόλο που ο αριθμός των ειδών που καταγράφηκαν στις περιοχές του Αιγαίου είναι σχετικά μικρός σε σύγκριση με την υπόλοιπη Ελλάδα, στο σύνολο των φυτογεωγραφικών υποδιαίρεσεων, ο αριθμός των ειδών παρουσιάζει γραμμική συσχέτιση με την έκταση των περιοχών. Αυτό δείχνει ότι στο Αιγαίο η βιοποικιλότητα -όπως εκφράζεται από τα συγκεκριμένα είδη χλωρίδας- δεν είναι σημαντικά χαμηλότερη από ότι στην ηπειρωτική Ελλάδα. Αν και το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα αναμενόμενα για τη νησιωτική χλωρίδα (Wilson, 1992) έχει επίσης σημειωθεί και από ανάλυση των στοιχείων του MedChecklist, και ίσως οφείλεται στη μακρόχρονη ανθρωπογενή επιρροή στα νησιά του Αιγαίου (Greuter, 1991· 1995). Από την άλλη μεριά, το ποσοστό των ενδημικών ειδών που καταγράφηκαν είναι σημαντικά υψηλό στη νησιωτική Ελλάδα και δεν συσχετίζεται με την έκταση των περιοχών. Τα ελληνικά ενδημικά είδη που καταγράφηκαν στις Κυκλάδες και στο Α. Αιγαίο, περιορίζονται κυρίως στις περιοχές του Νότιου Αιγαίου και στην Κρήτη. Αντίθετα, τα ελληνικά ενδημικά που καταγράφηκαν στο Δ. Αιγαίο εξαπλώνονται κυρίως στην Εύβοια, τη Θεσσαλία και τη Στ. Ελλάδα, ενώ τα είδη του Β. Αιγαίου κυρίως στη Β. Ελλάδα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η γεωγραφική κατανομή των μη ενδημικών ειδών που καταγράφηκαν. Τα είδη των Κυκλάδων και του Α. Αιγαίου είναι κυρίως μεσογειακά και μάλιστα είδη της Α. Μεσογείου και πολλά από αυτά εξαπλώνονται μόνο στην Ελλάδα και στην Τουρκία. Τα είδη του Δ. Αιγαίου είναι μεσογειακά αλλά και βαλκανικά ενδημικά ή είδη με εξάπλωση στην Ευρώπη ενώ τα είδη του Β. Αιγαίου είναι κατά κύριο λόγο βαλκανικά ενδημικά ή είδη με ευρωπαϊκή εξάπλωση.

Οι οικότοποι όλων των περιοχών βαθμολογήθηκαν ως προς την αντιπροσωπευτικότητα (δομή, λειτουργία) και ως προς την κατάσταση διατήρησης από άριστοι έως καλοί στην πλειοψηφία τους. Εξαίρεση αποτελούν οι παραλιακοί οικότοποι (κοινωνίες ζώνης κυμαγωγής, πρωτογενείς, κινούμενες και σταθερές αμμοθίνες), που σπάνια βαθμολογήθηκαν ως άριστοι, κυρίως λόγω των επιδράσεων της τουριστικής ανάπτυξης που πλήττουν την παραλιακή ζώνη. Γενικότερα, οι νησιωτικοί οικότοποι απειλούνται από την αλλαγή των χρήσεων γης και την ανεξέλεγκτη αξιοποίηση. Κύριες απειλές για τα φρυγανικά οικοσυστήματα και τα μακί είναι η υπερβόσκηση και οι συχνές πυρκαγιές. Τα φρύγανα σε κάποια νησιά είναι υποβαθμισμένα (π.χ., Κάσος), αλλά γενικά διατηρούνται σε καλή κατάσταση. Σε φυτοκαλύψεις μικρότερες από 40% κινδυνεύει η σταθερότητά τους και είναι πιθανές οι επιπτώσεις στη γονιμότητα και τη σταθερότητα των εδαφών. Οσον αφορά τα είδη της χλωρίδας, σύμφωνα με τον κατάλογο του WCMC, τα περισσότερα είναι σπάνια και λίγα έχουν χαρακτηριστεί ως κινδυνεύοντα ή εύρωτα, ενώ δεν έχει σημειωθεί καμμία βέβαιη περίπτωση εξαφάνισης. Ωστόσο,

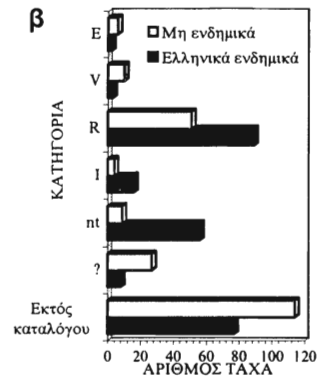
είναι άγνωστη η κατάσταση διατήρησης του 40% περίπου των ειδών που καταγράφηκαν. Τα περισσότερα από τα χαρακτηρισμένα ως απειλούμενα είδη προστατεύονται από διεθνείς συμβάσεις (Βέρνη, CITES) ή, στο μεγαλύτερο ποσοστό τους, από την ελληνική νομοθεσία (ΠΔ 67/1981). Παρολαυτά, η νομική προστασία παραμένει σε θεωρητικά επίπεδα.

Συμπερασματικά, οι προτεινόμενες περιοχές του Αιγαίου είναι αντιπροσωπευτικές της βιοποικιλότητας του χώρου. Η διατήρηση της σχετικά καλής κατάστασης τόσο των οικοτόπων όσο και των ειδών χλωρίδας εξαρτάται από την λήψη μέτρων προστασίας της οικολογικής ισορροπίας, που απειλείται κυρίως από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η επίτευξη του στόχου αυτού θα πραγματοποιηθεί με την πληρέστερη μελέτη της βιοποικιλότητας και με την μελλοντική λειτουργία του δικτύου "Φύση 2000".

α



β



Εικόνα 2. (α) Γεωγραφική κατανομή των φυτών των περιοχών του Αιγαίου  
(β) Κατηγορίες κινδύνου της WCMC για τα φυτά του Αιγαίου

Η έρευνα και η συλλογή των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία έγιναν στο πλαίσιο του προγράμματος "Habitat" που εκτελέστηκε με χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και του Υπουργείου Γεωργίας με συντονιστή το Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας. Οι περιοχές του Αιγαίου μελετήθηκαν από την ομάδα του Πανεπιστημίου Αθηνών με συνεργάτες από το Πανεπιστήμιο Κρήτης, εκτός από τα νησιά Θάσος και Σαμοθράκη που μελετήθηκαν από την ομάδα του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

## Βιβλιογραφία

- Georgiou K. 1995. A checklist of the endemic, rare and threatened plants of Greece. Draft. Athens.
- Greuter W. 1991. Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterranean area: an analysis based on the published volumes of Med-Checklist. Bot. Chron. 10: 63-79.
- Greuter W. 1995. Origin and peculiarities of Mediterranean island floras. Ecologia Mediterranea XXI(1/2):1-10.
- Strid A. 1991. The «Flora Hellenica» project. Bot. Chron. 10:81-94
- Wilson E.O. 1992. The diversity of life. Allen Lane, Penguin, London



## ***Alyssion muralis* all. nova : Μία πρόταση για την συνταξονομική θέση των σερπεντινικών γρασιδιών της Βόρειας Ελλάδας.**

**Κωνσταντίνου Μ. & Μπαμπαλώνας Δ.**

Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54006 Θεσσαλονίκη.

**Περίληψη :** Στην Β. Ελλάδα η παρουσία υπερβασικών οφειολιθικών πετρωμάτων που συνήθως συνδέονται με μεταλλοφορία είναι σημαντική. Από την φυτοκοινωνιολογική έρευνα που διεξήχθη σε 9 περιοχές, με τον έλεγχο της δομής της βλάστησης διαπιστώθηκε η παρουσία ενός νέου για την επιστήμη Syntaxon της ένωσης *Alyssion muralis* all. nova. Στην ένωση αυτή που η εξάπλωσή της συνδέεται με τα υπερβασικά πετρώματα (Δουνίτης, Σερπεντινίτης, Αμφιβολίτες, Περιδοτίτες), εντάσσονται οι 4 φυτοκοινωνίες *Minuartio-Alysetum muralis* ass. nova, *Asterolino-Thymetum plasonii* ass. nova, *Alysetum heldreichii* ass. nova και *Trifolio-Aegilopetum lorentii* ass. nova.

Στην ίδια ένωση που ανήκει στην τάξη *Astragalo-Potentilletalia* Mic. 1970 της κλάσης *Festuco-Brometea* Br. -Bl. & Tx. 1943, εντάσσονται επίσης, με επιφύλαξη, ακόμη 4 φυτοκοινότητες που αντιπροσωπεύουν την υποορεινή και έντονα υποβαθμισμένη βλάστηση περιοχών της Ανατολικής Μακεδονίας όπου τα μητρικά πετρώματα είναι ανθρακικά (Μάρμαρα) σε ανάμιξη με Αμφιβολίτες και Σχιστόλιθους. Το Syntaxon *Alyssion muralis* all. nova περιλαμβάνει τη γρασιδική σερπεντινική βλάστηση της Β. Ελλάδας και έχει ως χαρακτηριστικά taxa τα: *Alyssum murale* s.l., *Aethionema saxatile* R. Bz., *Centaurea grisebachii* Form., *Euphorbia taurinensis* All., *Minuartia verna* Hiern. ssp. *collina* Halliday, *Sedum sartorianum* Boiss. και *Thymus thracicus* Velen.

## ***Alyssion muralis* all. nova : A proposal for the syntaxonomic place of the serpentine grasslands of Northern Greece.**

**Konstantinou M. & Babalonas D.**

Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 54006 Thessaloniki.

**Abstract :** There are important ophiolitic (ultramafic) outcrops in N. Greece, often associated with mineralization. A phytosociological investigation carried out in 9 sites, resulted in the establishment of the new Syntaxon *Alyssion muralis* all. nova in order to include 4 associations. In this alliance, which is a member of the order *Astragalo-Potentilletalia* Mic. 1970 in the class *Festuco-Brometea* Br.-Bl. & Tx. 1943, are also included, temporarily 4 associations representing the submontane degraded vegetation of E. Macedonia, where the geologic substrate is composed of carbonate rocks (marbles) interchanged with amphibolites and schists. The Syntaxon *Alyssion muralis* is characterized by the species: *Alyssum murale* s.l., *Aethionema saxatile* R. Bz., *Centaurea grisebachii* Form., *Euphorbia taurinensis* All., *Minuartia verna* Hiern. ssp. *collina* Halliday, *Sedum sartorianum* Boiss. and *Thymus thracicus* Velen.

**Εισαγωγή :** Ως γνωστόν τα εδάφη που προέρχονται από σερπεντινικά (οφειολιθικά) υπερβασικά πετρώματα, λόγω των ιδιαίτερων φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών τους, απαιτούν ειδικές προσαρμοστικές ικανότητες στην ανάπτυξη των φυτών και γι'αυτό η έρευνα τόσο της χλωρίδας όσο και της βλάστησης στα εδάφη αυτά έχει σε παγκόσμιο επίπεδο ιδιαίτερο ενδιαφέρον (Brooks 1987).

Στον Ελληνικό χώρο οι ιδιαιτερότητες των σερπεντινικών (οφειολιθικών) εδαφών και οι διαφορετικές κλιματικές συνθήκες, συντελούν ώστε η βλάστηση να χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη δομή και η ένταξή της στο συνταξινόμικό σύστημα να είναι δύσκολη (Ernst 1974, Babalonas 1988).

Στα πλαίσια της ερευνητικής προσπάθειας με αντικείμενο τη χλωρίδα και βλάστηση των σερπεντινικών (οφειολιθικών) και άλλων μεταλλοφόρων εδαφών (Konstantinou 1992) εντάσσεται και η έρευνα της σερπεντινικής πλώδους βλάστησης, ημιορεινών και ορεινών περιοχών της Β. Ελλάδας, τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται στην εργασία αυτή.

**Περιοχή έρευνας-Μέθοδος :** Η παρούσα έρευνα έγινε σε εννέα περιοχές της Β. Ελλάδας όπου τα μητρικά πετρώματα είναι λίγο πολύ πλούσια σε μεταλλοφορία.

Γενικά είναι περιοχές χαμηλού υψομέτρου (συνήθως < 800 m), με μέση ετήσια θερμοκρασία μεγαλύτερη των 14<sup>0</sup> C και με χαμηλή ή μέση ετήσια βροχόπτωση (< 500-800 mm) (Μπαλαφούτης 1977). Από γεωλογική άποψη τα υποστρώματα είναι οφειολιθικά (Δουνίτες, Χαρταβουργίτες, Σερπεντινίτες, Αμφιβολίτες), Μάρμαρα και Σχιστόλιθοι (βλ. Fig. 1).

Για τον προσδιορισμό των ενοτήτων βλάστησης στις περιοχές έρευνας διενεργήθηκαν 91 φυτοκοινωνιολογικές μετρήσεις κατά την ανοιξιάτικη και θερινή περίοδο. Ο προσδιορισμός και η ονοματολογία των φυτικών taxa ακολουθεί την Flora Europaea (Tutin et al. 1964-1980), με εξαίρεση ορισμένα taxa χαρακτηριστικά ήδη γνωστών syntaxa, που για συγκριτικούς λόγους διατηρείται παλαιότερη ονομασία. Οι φυτοκοινωνιολογικές μετρήσεις έγιναν σε επιφάνειες 15-20 m<sup>2</sup> και σε αριθμό ανάλογα με την έκταση της κάθε περιοχής σύμφωνα με τη μέθοδο του Braun-Blanquet (1964).

**Αποτελέσματα :** Από την φυτοκοινωνιολογική έρευνα διαπιστώθηκε η παρουσία τεσσάρων φυτοκοινωνιών που από συνταξινόμική άποψη αποτελούν μία νέα ένωση (*Alysson muralis* all. nova) καθώς και τεσσάρων άλλων ενοτήτων βλάστησης, που επειδή από άποψη δομής είναι προβληματικές εντάσσονται με επιφύλαξη στην παραπάνω φυτοκοινωνιολογική ένωση.

Οι φυτοκοινωνίες αυτές είναι:

*Festuco - Brometea* Br. - Bl. & Tx. 1943. \*

*Astragalo - Potentilletalia* Mic. 1970.

*Alysson muralis* all. nova

1. *Minuartio - Alysetum muralis* ass. nova
2. *Asterolino - Thymetum plasonii* ass. nova
3. *Alysetum heldreichii* ass. nova
4. *Trifolio - Aegilopetum lorentii* ass. nova

- a. *Satureja pilosa - Potentilla astracanicum* ass.
- b. *Alyssum repens - Centaurea bovina* ass.
- c. *Alyssum montanum - Thlaspi ochroleucum* ass.
- d. *Plantago afra - Thlaspi avalanum* ass.

\* Οι φυτοκοινωνιολογικοί πίνακες λόγω χώρου δεν παρουσιάζονται στην εργασία, αλλά είναι στη διάθεση κάθε ενδιαφερόμενου.

**1. *Minuartio - Alysetum muralis* ass. nova.** Η ενότητα αυτή καταλαμβάνει σημαντική έκταση σε εδάφη που είναι επηρεασμένα (ή σχηματίστηκαν) από παλαιότερες αποθέσεις των μεταλλείων Λευκολίθου στη Βάβδο Χαλκιδικής. Χαρακτηριστικά ταχα είναι τα: *Minuartia verna* subsp. *collina*, *Alyssum murale*, *Centaurea grisebachii*, *Euphorbia taurinensis* και *Aethionema saxatile*. Η δομή της βλάστησης παρουσιάζει κατά τόπους διαφοροποίηση λόγω της ετερογένειας των εδαφών. Διακρίθηκαν η τυπική μορφή, η υποκοινωνία *Convolvulosum althaeoides* και η υποκοινωνία *Plantaginetosum subulatae*.

**2. *Asterolino - Thymetum plasonii* ass. nova.** Στο οφειολιθικό υπόστρωμα (Δουνίτης) της λοφώδους περιοχής ανατολικά του χωριού Τριάδι αναπτύσσεται η φυτοκοινωνία *Asterolino - Thymetum plasonii*, η οποία εμφανίζεται περισσότερο ομοιογενής από την προηγούμενη. Έχει ως χαρακτηριστικά ταχα τα *Asterolinon linum-stellatum*, *Fumana arabica* και *Thymus plasonii*, το τελευταίο από τα οποία είναι ενδημικό με εξάπλωση στην Β.Α. Ελλάδα (Greuter et al. 1986).

**3. *Alysetum heldreichii* ass. nova.** Στο οφειολιθικό σύμπλεγμα του Βούρινου και κοντά στην κοινότητα Κτένι, οι δέκα φυτοληψίες που έγιναν σε υψόμετρο 800-835 m απαρτίζουν μία τρίτη ενότητα βλάστησης την *Alysetum heldreichii*. Η ενότητα αυτή χαρακτηρίζεται από τα 4 ταχα *Alyssum heldreichii*, *Asperula rumelica*, *Convolvulus boissieri* ssp. *compactus*, *Scabiosa webbiana*, από τα οποία το πρώτο είναι ενδημικό της Κ. και Β. Ελλάδας (Ball & Dudley 1964, cit Tutin et al. 1964-1980) και είναι υπερσυσσωρευτής Ni (Brooks & Radford 1978, Konstantinou 1992), τα δε υπόλοιπα 3 είδη με την εξάπλωσή τους προσδίδουν βαλκανικό χαρακτήρα στη φυτοκοινωνία.

**4. *Trifolio - Aegilopetum lorentii* ass. nova.** Στην νοτιοανατολική πλευρά του ορεινού όγκου των Κερδυλλίων και σε χαμηλά σχετικά υψόμετρα (380-430 m) έγιναν 10 φυτοληψίες που εκφράζουν την κοινωνία *Trifolio - Aegilopetum lorentii*. Ο τύπος αυτός βλάστησης που απαντάται σε εδάφη με μικρές κλίσεις (0-15%) και που η φυτοκάλυψή της κυμαίνεται από 55-85%, εμφανίζεται σε έντονα υποβαθμισμένες θέσεις της ζωνικής βλάστησης της περιοχής.

Οι τέσσερις φυτοκοινότητες που η ένταξή τους στην ένωση *Allyssion muralis* έγινε με επιφύλαξη είναι:

a. *Satureja pilosa - Potentilla astracanica*-ass. από τις περιοχές Μεταλλείο Γραμμής και Λαγός, b. *Alyssum repens - Centaurea bovina*-ass. από την Π. Καβάλα, c. *Alyssum montanum - Thlaspi ochroleucum*-ass. από την περιοχή Σωτήρας Θάσου, d. *Plantago afra - Thlaspi avalanum*-ass. από την περιοχή Βούβες της Θάσου.

Η παρουσία ορισμένων χλωριδικών στοιχείων που προσδίδουν σ'αυτές ομοιότητα με τη βλάστηση της *Alyssion muralis* αποδίδεται στο γεγονός ότι τουλάχιστο ορισμένοι εδαφικοί ή κλιματικοί παράμετροι είναι παρόμοιες με αυτές των περιοχών της *Alyssion muralis*.

**Συμπεράσματα:** Με τον έλεγχο της πιστότητας των ειδών διαπιστώθηκε ότι οι παραπάνω οκτώ ενότητες βλάστησης δεν μπορούν να ενταχθούν σε καμία από τις μέχρι τούδε γνωστές ενώσεις που περιλαμβάνουν τα γρασίδια των σερπεντινικών (οφειολιθικών) υποστρωμάτων. Σε σημαντικό αριθμό βιβλιογραφικών αναφορών από την Ελλάδα και άλλες βαλκανικές χώρες επισημαίνεται ο σημαντικός ρόλος του *Alyssum murale* στον σχηματισμό λειβαδικών φυτοκοινωνιών σε σερπεντινικά

εδάφη, των οποίων όμως η συνταξινόμική θέση παρέμεινε μέχρι σήμερα προβληματική και αδιευκρίνιστη (Krause et al. 1963, Babalonas 1984, 1988, Bergmeir 1990). Αυτός είναι ο λόγος που προτείνεται η δημιουργία της *Alysson muralis* για το χώρο της νότιας Βαλκανικής χερσονήσου, με χαρακτηριστικά είδη τα : *Aethionema saxatile*, *Alysson murale* s.l., *Centaurea grisebachii*, *Euphorbia taurinensis*, *Minuartia verna* ssp. *collina*, *Sedum sartorianum* και *Thymus thracicus*.

Το είδος *Alysson murale* s.l. έχει καθοριστικό ρόλο για το χαρακτηρισμό αυτής της σερπεντινικής βλάστησης, για τους παρακάτω λόγους:

i. Ανήκει στη Section *Odontarrhena* που περιλαμβάνει σχεδόν αποκλειστικά είδη συσσωρευτές Νικελίου, στοιχείο που αφθονεί στα σερπεντινικά (οφειολιθικά) υποστρώματα (Brooks et al. 1979, Babalonas et al. 1984). ii. Εξαπλώνεται στο χώρο της Νοτιοανατολικής Ευρώπης με σταθερή παρουσία στα σερπεντινικά και άλλα υπερβασικά πετρώματα (Ball & Dudley 1964, cit. Tutin et al. 1964-1980). iii. Χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλομορφία με αποτέλεσμα οι διάφορες ποικιλίες, που θα πρέπει να συνδέονται με το είδος του υποστρώματος, να έχουν κατά καιρούς περιγραφεί από διάφορους ερευνητές ως ξεχωριστά είδη και υποείδη.

**Βιβλιογραφία:** Babalonas D., 1984. Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentin-Standorten Nordgriechenlands. I. Serpentinvegetation im Voras-Gebirge. Feddes Repert., 95 (9-10): 687-697. Babalonas D., 1988. Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten Nordgriechenlands. II. Serpentinvegetation auf submontanen Stufen. Bot. Jahrb. Syst., 110 (2): 145-156. Babalonas D., Karataglis S. & Kabassakalis V., 1984. The ecology of plant populations growing on serpentine soils. III. Some plant species from North Greece in relation to the serpentine problem. Phytion (Austria), 24 (2): 225-238. Bergmeier E., 1990. Wälder und Gebüsche des Niederen Olymp (Kato Olimbos, NO-Thessalien). Ein Beitrag zur systematischen und orographischen Vegetationsgliederung Griechenlands. Phytocoenologia, 18 (2/3): 161-342. Braun-Blanquet J., 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, Wien: 865 pp. Brooks R.R., 1987. Serpentine and its vegetation - A multidisciplinary approach. Croom Helm, London: 454 pp. Brooks R.R., Morrison R.S., Reeves R.D., Dudley T.R. & Akman Y., 1979. Hyperaccumulation of nickel by *Alysson* Linnaeus (Cruciferae). Proc. R. Soc. Lond. B., 203:387-403. Brooks R.R & Radford C.C., 1978. Nickel accumulation by european species of the genus *Alysson*. Proc. R. Soc. Lond. B., 200: 217-224. Ernst W., 1974. Schwermetallvegetation der Erde. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 194 pp. Greuter W., Burdet H.M. & Long G. (eds.), 1986. Med-Checklist. A critical inventory of vascular plants of the circum-mediterranean countries. Vol. 3. Conservatoire et Jardin botaniques, Geneve. Krause W., Ludwig W. & Seidel F., 1963. Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten des Balkans. 6. Vegetationsstudien in der Umgebung von Mantoudi (Euboa). Bot. Jb., 82 (4): 337-403. Konstantinou M., 1992. Phytosociological studies of the vegetation on metalliferous soils, in Northern Greece. Ph. D. thesis, Aristotle University of Thessaloniki, (in greek). Μπαλαφούτης Χ.Ι., 1977. Συμβολή εις την μελέτην του κλίματος της Μακεδονίας και Δυτικής Θράκης. Διατριβή επί Διδακτορία Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 121 σελ. 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, Vol 1-5, Cambridge University Press, Cambridge.

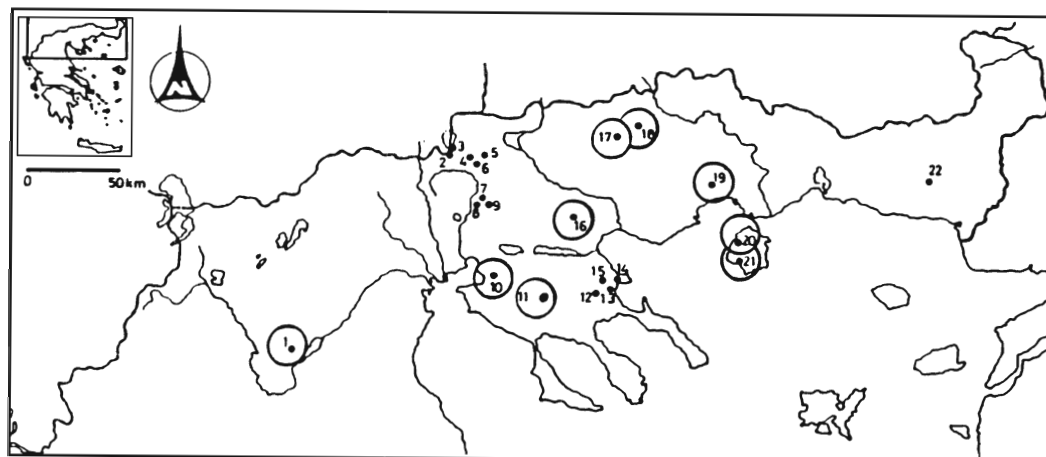


Fig. 1. Map of Northern Grece with investigated sites.

Site code	Site	Stand No.	Substrate	Basic metals
1	<b>Kteni</b>			
	2 Km north of the village	108-113, 211-214	Dunite, Harzburgite	Cr, Ni
10	<b>Triadi</b>			
	1 Km east of the village	1-10, 27-33	Dunite	Cr, Ni
11	<b>Vavdos</b>			
	Siladi	27-33	Dunite, Serpentinite	Cr, Mg, Ni
	Gioldaki	34-41, 58		
	Loukovitis	42-48		
	Griva	49-56		
	Tsournara	57		
16	<b>Lagadi</b>			
	1Km north of the village	89-93, 215	Antigoritic Serpentinite	Cr, Ni
	Paliochora			
	700 m north-west of the village	94-97		
	Pournaroudi			
17	<b>Met. Grammenis</b>			
	1,5 Km east of the village	132-136, 216-218	Marble	Mn, Pb, Zn
	Panorama			
18	<b>Lagos</b>			
	1 Km east of the village	130-131	Marble	Mn, Pb, Zn
	Granitits			
19	<b>P. Kavala</b>			
	Dag hill	145	Marble, Schist, Amphibolite	Cu, Fe, Mn, Pb, Zn
	East Mandra Kari 3 Km south-west of P. Kavala	146-147		
	Trianglemetric of hill 2 Km south of P. Kavala	150-153		
21	<b>Vouves</b>			
	1 Km north-east of Limenaria	181-190	Marble, Schist, Amphibolite	Pb, Zn
20	<b>Sotiras</b>			
	800 m north-west of the village	105-107, 191-196, 219	Marble, Schist, Amphibolite	Pb, Zn

## **Εδαφικές συνθήκες των γρασιδιών που αναπτύσσονται σε μεταλλοφόρα εδάφη της Β. Ελλάδας**

**Κωνσταντίνου Μ., Μπαμπαλώνας Δ. & Συμεωνίδης Λ.**

*Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης, 540 06 Θεσ/νίκη*

### **Περίληψη**

Οι εδαφικές συνθήκες ανάπτυξης της ποώδους, ξηροφυτικής βλάστησης 22 μεταλλοφόρων περιοχών του βορειοελλαδικού χώρου μελετήθηκαν με τον έλεγχο μιας σειράς εδαφικών παραγόντων: pH, CaCO<sub>3</sub>, οργανική ουσία, ολικές ποσότητες 12 μετάλλων (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na) σε 88 επιφανειακά εδαφικά δείγματα. Οι 4 ενότητες, στις οποίες διακρίνεται η βλάστηση των ερευνηθεισών περιοχών, φαίνεται να αντιστοιχούν σε 4 ενότητες εδαφών, γεγονός που διαπιστώνεται από τις εδαφικές αναλύσεις.

## **Soil factors affecting grassland vegetation on metalliferous substrates**

**Konstantinou M., Babalonas D. & Symeonidis L.**

*Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 540 06 Thessaloniki*

### **Abstract**

Soil factors affecting herbaceous, xerophytic vegetation of 22 metalliferous sites in N. Greece were studied. A total of 88 surface soil samples, collected from the studied areas, were analysed for pH, CaCO<sub>3</sub>, organic matter and total quantities of 12 metals (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na). Soil classification resulted in 4 groups that support 4 vegetation units, distinguished on the basis of the floristic analysis of the vegetation structure.

## Εισαγωγή

Είναι γνωστό ότι η χλωρίδα και η βλάστηση των μεταλλοφόρων περιοχών συγκεντρώνουν το ενδιαφέρον των ερευνητών σε παγκόσμια κλίμακα, δεδομένου ότι λίγο ως πολύ τα μεταλλοφόρα εδάφη απαιτούν ειδικές προσαρμογές των φυτών (Ernst 1974, Kinzel 1982, Brooks 1987). Στην Ελλάδα και ειδικότερα στη Β. Ελλάδα, η οποία, στο χώρο της Βαλκανικής θεωρείται ως μία από τις πλουσιότερες σε μεταλλοφόρες εμφανίσεις, οι σχετικές έρευνες ξεκίνησαν αρκετά πρόσφατα και είναι ακόμη αρκετά περιορισμένες (Karataglis et al. 1982, Babalonas et al. 1987, Babalonas & Reeves 1988, Konstantinou & Babalonas 1991).

Αποτέλεσμα της ερευνητικής μας προσπάθειας των τελευταίων χρόνων που έχει ως αντικείμενο τη χλωρίδα και τη βλάστηση των μεταλλοφόρων περιοχών της Β. Ελλάδας (Konstantinou 1992) είναι και η παρούσα εργασία που εξετάζει τις εδαφικές συνθήκες ανάπτυξης της ποώδους, ξηροφυτικής βλάστησης των μεταλλοφόρων περιοχών.

## Περιοχή έρευνας / Υλικά & μέθοδοι

Η έρευνα έγινε σε 22 περιοχές του βορειοελλαδικού χώρου, οι οποίες χαρακτηρίζονται από διάφορα γεωλογικά υποστρώματα και διάφορα είδη μεταλλοφορίας (Konstantinou 1992).

Ο έλεγχος των εδαφικών συνθηκών έγινε σε 88 επιφανειακά εδαφικά δείγματα, στα οποία μετρήθηκε το pH (αιώρημα 1:2,5 έδαφος:νερό), οι ποσότητες του CaCO<sub>3</sub> (επίδραση HCl - ασβεστόμετρο Scheibler), η οργανική ουσία (μέθοδος υγρής καύσης Walkley-Black), καθώς επίσης και οι ολικές ποσότητες 12 μετάλλων με τη μέθοδο της υγρής καύσης (HNO<sub>3</sub>/HClO<sub>4</sub> 4:1) και τη χρήση της Ατομικής Απορρόφησης (Steubing 1965, Allen et al. 1974). Ακόμη, έγινε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων των αναλύσεων με τις μεθόδους της ανάλυσης συσχέτισης (correlation analysis) και της ανάλυσης διαφοροποίησης (discriminant analysis).

## Αποτελέσματα - Συζήτηση

Από τις 12 φυτοκοινωνίες της κλάσης *Festuco-Brometea* Br.-Bl. & Tx. 1943 και της τάξης *Astragalo-Potentilletalia* Mic. 1970 που διαπιστώθηκαν από την έρευνα των περιοχών βρέθηκε ότι οι 4 ανήκουν στην ένωση *Trifolion cherleri* Mic. 1970, οι 4 στην *Alyssion muralis* all. nova και οι 4 εντάσσονται με επιφύλαξη στην τελευταία ένωση. Τέλος, 4 φυτοκοινωνίες λόγω έντονης υποβάθμισης δεν κατατάσσονται σε κάποιο γνωστό συνταξινομικό σχήμα (Konstantinou 1992).

Από τις 4 ομάδες φυτοκοινωνιών η πρώτη φαίνεται να συνδέεται με όξινης σύστασης πετρώματα που χαρακτηρίζονται κυρίως από μεταλλοφορία Cu, η δεύτερη με υπερβασικά (σερπεντινικά) πετρώματα πλούσια σε Ni, Cr και Mg, η τρίτη με ανθρακικά πετρώματα (μάρμαρα) και μεταλλοφορία Zn, Pb, Cd αλλά και Mn και Fe και τέλος, η τέταρτη ομάδα εμφανίζεται σε ποικίλα πετρώματα (όξινα-βασικά) με ποικίλη μεταλλοφορία Cu, Zn, Pb, Mn και Fe (πίν. 1).

Τα πτωχά σε CaCO<sub>3</sub> εδάφη των φυτοκοινωνιών της *Trifolion cherleri* καθώς και των μη κατατασσομένων φυτοκοινωνιών παρουσιάζουν χαμηλές τιμές pH σε αντίθεση με τα εδάφη της *Alyssion muralis* και των προσωρινά εντασσομένων σ' αυτήν φυτοκοινωνιών. Παράλληλα, στα εδάφη της

τελευταίας ενότητας παρατηρούνται ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά  $\text{CaCO}_3$ . Οι τιμές της οργ. ουσίας παρουσιάζουν μία ευρεία γενικά διακύμανση στα εδάφη των 4 ενοτήτων βλάστησης (πίν. 1).

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις των μετάλλων, το εδαφικό υπόστρωμα της *Trifolium cherleri* χαρακτηρίζεται από υψηλές συγκεντρώσεις Cu, συνοδευόμενες από αυξημένες συγκεντρώσεις Zn και Pb. Παρόμοια εικόνα παρουσιάζει το εδαφικό υπόστρωμα των μη κατατασσομένων φυτοκοινωνιών, το οποίο όμως διακρίνεται από αρκετά έως πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις των τριών παραπάνω στοιχείων και επιπλέον παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις Mn και Fe (πίν. 2). Το εδαφικό υπόστρωμα των προσωρινά εντασσομένων στην *Alyssion muralis* φυτοκοινωνιών διακρίνεται από εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις Zn, Pb, Cd, Mn και σε ορισμένες περιπτώσεις Fe. Οι συγκεντρώσεις Ni, Cr και Mg εκφράζουν καλύτερα την ιδιαιτερότητα του σερπεντινικού υποστρώματος της *Alyssion muralis*. Είναι γνωστό ότι τα σερπεντινικά εδάφη χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις Ni, Cr, Mg και χαμηλές Ca. Στην περίπτωση μας, οι συγκεντρώσεις του Ca παρουσιάζουν μία αρκετά μεγάλη διακύμανση που μπορεί να εξηγηθεί αφενός μεν από την ορυκτολογική ποικιλομορφία των με ευρεία έννοια "σερπεντινικών" πετρωμάτων, αφετέρου δε μπορεί να αποδοθεί σε διαφορετικά στάδια εδαφογένεσης, διαφορετικές κλιματικές συνθήκες κλπ. (Brooks 1987). Επιπλέον, την ιδιαιτερότητα των εδαφών της *Alyssion muralis* τονίζει ο λόγος Ca/Mg που είναι συγκριτικά ο χαμηλότερος (πίν.2). Τέλος, με βάση τις συγκεντρώσεις K φαίνεται ότι γενικά τα εδάφη είναι πτωχά, ενώ οι συγκεντρώσεις του Na δεν παρουσιάζουν κάποια ιδιαιτερότητα σε όλα τα εξεταζόμενα εδάφη (πίν. 2).

Η διαφοροποίηση στις εδαφικές συνθήκες ανάπτυξης των 4 ενοτήτων βλάστησης θεωρείται ως η βασική αιτία της διαφοροποίησης της χλωριδικής τους δομής. Μία συνολική θεώρηση όλων των εξετασθέντων εδαφικών παραγόντων με τη χρήση της στατιστικής μεθόδου της ανάλυσης συσχέτισης (correlation analysis) έδειξε μία στενή, τις περισσότερες φορές, θετική συσχέτιση του pH με τα μέταλλα Zn, Cr, Ni, Mn και Fe, γεγονός που προσδίδει στην οξύτητα των εδαφών ρυθμιστικό ρόλο, μια και είναι γνωστό ότι επηρεάζει τη διαθεσιμότητα των μετάλλων (Kabata-Pendias & Pendias 1984). Λαμβάνοντας υπόψη τη δράση του Ca στην αντιμετώπιση της τοξικότητας των διάφορων μετάλλων (Antonovics et al. 1971, Wallace & Abou-Zamzam 1989), ενδιαφέρον παρουσιάζει η στενότερη θετική συσχέτιση του Ca με τα μέταλλα Pb, Zn, Mn και Fe. Το αντίθετο ισχύει σ' όλες τις παραπάνω περιπτώσεις για το Cu, που παρουσιάζει σημαντική, αρνητική συσχέτιση με το pH και το Ca. Ενδιαφέρον επίσης παρουσιάζει η ομάδα των μετάλλων Cr, Ni, Mg που συσχετίζονται θετικά μεταξύ τους και αρνητικά με το Cu, Zn και Pb. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι τα τρία πρώτα συνυπάρχουν συνήθως σε αυξημένα ποσά στα σερπεντινικά εδάφη, ενώ τα ποσά των υπολοίπων είναι μικρά.

Η περαιτέρω επεξεργασία των αποτελεσμάτων με τη μέθοδο της ανάλυσης διαφοροποίησης (discriminant analysis) έδειξε τη διάκριση των εδαφών σε 4 ομάδες, που αντιστοιχούν στις 4 ενότητες βλάστησης (σχ. 1). Το γεγονός αυτό τονίζει τον σημαντικό ρόλο που παίζουν οι εδαφικές συνθήκες ανάπτυξης στη διάθρωση της δομής της γρασιδικής βλάστησης των μεταλλοφόρων εδαφών της Β. Ελλάδας.



Από το σύνολο των εδαφικών παραγόντων που εξετάσθηκαν, το Ni και ο Zn μαζί με το K και το Mg (μέσω της 1ης διαφοροποιού συναρτήσεως) συμβάλλουν κυρίως στη διαφοροποίηση των εδαφών της *Alyssion muralis*, ενώ το pH και η οργ. ουσία καθώς και τα μέταλλα Zn και Ca φαίνεται να συμβάλλουν (μέσω της 2ης διαφοροποιού συναρτήσεως) στη διαφοροποίηση κυρίως των εδαφών των προσωρινά εντασσομένων στην *Alyssion muralis*.

## Βιβλιογραφία

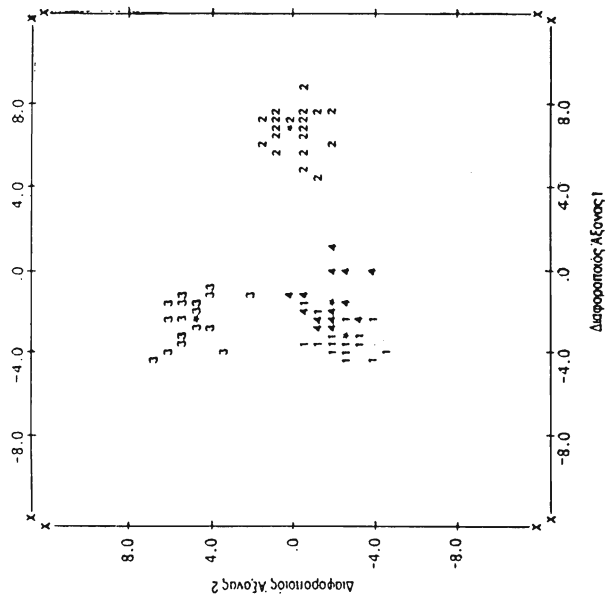
Allen S. E., Grimshaw H. M., Parkinson J. A. & Quarmby C., 1974. Chemical analyses of ecological materials. Blackwell Scientific Publications, Oxford. - Antonovics J., Bradshaw A.D. & Turner R.G., 1971. Heavy metal tolerance in plants. Adv. Ecol. Res., 7: 1-85. - Babalonas D., Karataglis S. & Kabassakalis V., 1987. Zinc, lead and copper concentrations in plants and soils from two mines in Chalkidiki, North Greece. J. Agr. & Crop Science, 158: 87-95. - Babalonas D. & Reeves R., 1988. Okologische Untersuchungen auf einer metallhaltigem Boden entwickelten Wiese. J. Agr. & Crop Science, 160: 155-162. - Brooks R. R., 1987. Serpentine and its vegetation - A multidisciplinary approach. Croom Helm, London. - Ernst W., 1974. Schwermetallvegetation der Erde. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. - Kabata-Pendias A. & Pendias H., 1984. Trace elements in soils and plants. CRC Press, Boca Raton, Florida. - Karataglis S., Babalonas D. & Kabassakalis B., 1982. The ecology of plant populations growing on serpentine soils. II. Ca/Mg ratio and the Cr, Fe, Ni, Co concentrations as development factors of *Buxus sempervirens* L. Phytion (Austria), 22 (2): 317-327. - Kinzel H. (ed.), 1982. Pflanzenökologie und Mineralstoffwechsel. E. Ulmer, Stuttgart. - Konstantinou M., 1992. Phytosociological studies of the vegetation on metalliferous soils, in Northern Greece. Ph.D. Thesis, Aristotle University of Thessaloniki. - Konstantinou M. & Babalonas D., 1992. Geobotanische Untersuchung auf Galmei-Erzhalde auf der Inseln Thassos (Griechenland). J. Agr. & Crop Science: 168: 1-9. - Steubing L., 1965. Pflanzenökologisches Praktikum. P. Parey, Berlin. - Wallace A. & Abou-Zamzam A.M., 1989. Calcium-zinc interactions and growth of bush beans plants grown in solution culture. Soil Science, 147 (6): 442-443.

Πίνακας 1. Γεωλογικά και εδαφικά χαρακτηριστικά των ενοτήτων βλάστησης.

Ενότητες βλάστησης	Γεωλογικό υπόβαθρο	Είδος μεταλλοφορίας	pH	CaCO <sub>3</sub> %	Οργανική ουσία (%)
<i>Trifolium cherleri</i>	Όξινο	Cu±Zn±Pb	6,1	0,00	3,3
<i>Alyssion muralis</i>	Υπερβασικό (σερπεντινικό)	Ni,Cr,Mg±Fe	7,3	0,75	4,8
Προσωρινά εντασόμενες στην <i>Alyssion muralis</i> φυτοκοινωνίες	Ανθρακικό	Pb,Zn,Cd±Mn±Fe	7,7	4	7,7
Μη κατατασόμενες φυτοκοινωνίες	Όξινο-Βασικό	Cu±Zn±Pb±Mn±Fe	6,0	0,01	3,4

Πίνακας 2. Μέσες τιμές των συγκεντρώσεων των μετάλλων στα εδαφικά υποστρώματα των ενδημικών βλάστησης. (Για τον υπολογισμό του λόγου Ca/Mg έχουν ληφθεί υπόψη τα Α, Β, των στοιχείων).

Ενδημική βλάστηση	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Cr μg/g	Mn	Fe	K	Na	Ca	Mg	Ca/Mg
<i>Trifolium chesteri</i>	1065	476	889	-	32	34	880	28181	2625	91	1882	4110	0,46
<i>Alysson muralis</i>	25	52	48	-	1649	861	921	56002	1294	90	8404	70863	0,09
Προσωρινά εντασόμενες στην <i>Alysson muralis</i> φυτοκοινωνίες	158	31251	3449	272	54	46	17155	65642	1638	116	42557	8548	5,2
Μη κατατασόμενες φυτοκοινωνίες	1534	2115	7431	-	101	127	7173	51268	3303	165	3590	8927	0,71



Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση των ομάδων των εδαφών. 1 --> *Trifolium chesteri*, 2 --> *Alysson muralis*, 3 --> Προσωρινά εντασόμενες στην *Alysson muralis* φυτοκοινωνίες, 4 -> Μη κατατασόμενες φυτοκοινωνίες. \* δηλώνει το κεντρικό σημείο κάθε ομάδας.

Η βλάστηση ενός μικρού πεδινού δάσους χνοώδους δρυός (*Quercus pubescens* Willd.) στη θεσσαλική πεδιάδα (Κ. Ελλάδα).

Θεοδωρόπουλος, Κ. Γ.

*Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής - Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας & Φυσιικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, 540 06, Θεσσαλονίκη.*

**Περίληψη.** Στη θεσσαλική πεδιάδα, σε απόσταση περίπου 2 km από την κοινότητα Ζαππείου του νομού Λάρισας και στον ευρύτερο χώρο καλλιεργήσιμης γης (βαμβάκι, σιτηρά), υπάρχει ένα μικρό δάσος χνοώδους δρυός (*Quercus pubescens* Willd.). Η βλάστηση του δάσους αυτού μελετήθηκε με τη βοήθεια επτά (7) δειγματοληπτικών επιφανειών, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του Braun - Blanquet. Συνταξινόμικά, το δάσος εντάχθηκε στην τάξη και κλάση Quercetalia (-ea) pubescentis ως *Quercus pubescens* - κοινότητα.

**The vegetation of a small downy oak (*Quercus pubescens* Willd.) forest in the thessalian plain (C. Greece).**

Theodoropoulos, K. G.

*Laboratory of Forest Botany - Geobotany, Department of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, GR - 540 06 Thessaloniki, Greece.*

**Abstract.** In the thessalian plain, at a distance of about 2 km from the village Zappion, in the district of Larisa, there is a small forest of *Quercus pubescens*. The forest is surrounded by agricultural cultivations. Its vegetation was studied with data from 7 sample plots, according to the method of Braun-Blanquet. Syntaxonomically, this forest was classified as *Quercus pubescens* - community in the order and class Quercetalia (-ea) pubescentis.

## 1. Εισαγωγή

Η *Quercus pubescens* Willd. (χνοώδης δρύς) είναι ένα υπομεσογειακό στοιχείο (Oberdorfer 1990). Σχηματίζει στον ελληνικό χώρο αμιγή και μικτά, κυρίως χαμηλά, δάση που ανήκουν στην υπομεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*) και κυρίως στην υποζώνη της, *Ostryo - Carpinion orientalis*. Τα αποτελέσματα της μακροχρόνιας και έντονης ανθρωπογενούς επίδρασης στη ζώνη αυτή είναι εμφανή σε όλη την έκταση που καταλαμβάνει στον ελληνικό χώρο. Η μεγάλη έκταση πρινώνων που παρουσιάζεται στη ζώνη οφείλεται σε ανθρωπογενείς επιδράσεις και στη μεγάλη αντοχή του πρίνου στη βοσκή, πυρκαγιές και άλλες κακώσεις, καθώς και στη μεγάλη ριζοβλαστική και πρεμνοβλαστική ικανότητά του. Αρχικά κυριαρχούσαν στη ζώνη αυτή κυρίως δάση χνοώδους ή και πλατυφύλλου δρυός (*Q. frainetto*) χωρίς να αποκλείεται και η ύπαρξη δασών από πρίνο (Ντάφης 1973, Αθανασιάδης 1986).

Το υπό έρευνα δάσος κατελάμβανε στο παρελθόν μεγαλύτερη έκταση καθώς στην ευρύτερη περιοχή υπήρχαν μεμονωμένα μεγάλα δέντρα *Q. pubescens*, τα περισσότερα των οποίων κόπηκαν σταδιακά από τους κατοίκους της περιοχής. Το δάσος υπέστη και στο πρόσφατο παρελθόν έντονη πίεση από την επέκταση της καλλιεργήσιμης γης στα όριά του, την έντονη βόσκηση και την παράνομη ξύλευση. Η σημερινή του έκταση ανέρχεται σε 147 στρέμματα.

Σήμερα χρησιμοποιείται από τους κατοίκους των γύρω κοινοτήτων ως δάσος αναψυχής, ενώ η μικρή εκκλησία που βρίσκεται στο κέντρο του, δημιουργεί επιπλέον λόγους προστασίας του.

Λύση στο πρόβλημα της έντονης υποβάθμισής του φαίνεται να δίνει : α) Ο αναδάσμος (ολοκληρώθηκε το 1994) κατά τον οποίο, το δάσος κτηματογραφήθηκε και οριοθετήθηκε. Επιπλέον διανοίχθηκε ολόγυρά του δρόμος και περιφράχθηκε, και β) Η κάλυψη των διακένων του με τεχνητή αναγέννηση με σπορά της ίδιας της *Q. pubescens*. Τα παραπάνω πιστεύεται ότι θα το διατηρήσουν και ως απομεινάρια των μεγάλης έκτασης υπαρξάντων στο παρελθόν πεδινών δασών της χνοώδους δρυός.

## 2. Περιοχή έρευνας

### 2.1. Γεωγραφία και Γεωλογία.

Το μικρό δάσος χνοώδους δρυός βρίσκεται στη θεσσαλική πεδιάδα εντός του τριγώνου που σχηματίζουν οι κοινότητες Ζάππειο, Χαρά και Κυπάρισσος, σε απόσταση περίπου 2 km από την κοινότητα Ζαππέιου. Περιβάλλεται από γεωργικές καλλιέργειες κυρίως βαμβακιού και σιτηρών.

Από γεωλογική άποψη η περιοχή έρευνας ανήκει στην Πελαγονική ζώνη (Μουντράκης 1985). Το δάσος της χνοώδους δρυός αναπτύσσεται σε προσχώσεις κυρίως σύγχρονες της θεσσαλικής πεδιάδας, των οποίων η εδαφολογική σύσταση αλλάζει από περιοχή σε περιοχή εξαρτώμενη από τα υλικά τροφοδοσίας (ΙΓΕΥ 1969).

Στην περιοχή υπάρχουν πολλές ιδιωτικές γεωτρήσεις (άρδευση καλλιεργειών) με σημαντικές συνέπειες στον υδροφόρο ορίζοντα της ευρύτερης περιοχής και του δάσους.

## 2.2. Κλίμα

Τα κλιματικά στοιχεία προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό (Μ.Σ.) Λάρισας (Γ.Π. 39° 38', Γ.Μ. 22° 35') που βρίσκεται σε υπερθ. ύψος 74 m. Η περιοχή έρευνας απέχει από τη Λάρισα περίπου 27 km.

Από το ομβροθερμικό διάγραμμα (σχήμα 1) προκύπτει ότι το κλίμα στην περιοχή του Μ.Σ. Λάρισας ταξινομείται στον "Csa κλιματικό τύπο" κατά Köppen, δηλ. ηπειρωτικό μεσογειακό κλίμα με πολύ θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες (Φλόκας 1990). Η ελεύθερη από παγετό περίοδος είναι το πεντάμηνο από Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο (Κοτίνη - Ζαμπάκα 1983), ενώ η ετήσια πορεία της μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας φαίνεται στο σχήμα 2.

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 Μ.Σ. Λάρισας ανήκει στον ημίξηρο βιοκλιματικό όροφο του Emburger ( $Q_2=52,4$ ) με χειμώνα ψυχρό ( $m=0,8^{\circ}\text{C}$ ) (Μαυρομάτης 1980).

## 3. Υλικά και μέθοδοι.

Στοιχεία από 7 δειγματοληπτικές επιφάνειες πάρθηκαν τον Ιούνιο των ετών 1992 και 1995, σύμφωνα με τη μέθοδο του Braun-Blanquet (Braun-Blanquet 1964, Knapp 1971, Westhoff and van der Maarel 1973, Dierssen 1990). Το μέγεθος των δειγματοληπτικών επιφανειών ήταν περίπου 300 m<sup>2</sup>. Η δειγματοληπτική επιφάνεια 7 πάρθηκε σε διάκενο όπου επικρατούσε στον ποώδη όροφο το αγροστώδες *Taeniatherum caput-medusae*.

Ο προσδιορισμός των σπερματοφύτων έγινε με τη "Flora Europaea" (Tutin & al. 1968-1991), "Mountain flora of Greece I, II" (Strid 1986, Strid & Tan 1991), "Flora of Turkey" (Davis 1965-1985), Αθανασιάδης 1985, 1986 καθώς και με πρόσφατες ταξινομικές δημοσιεύσεις για την Ελλάδα όπως των Matthäs 1988, Zielinski 1990, Christensen 1992, 1994.

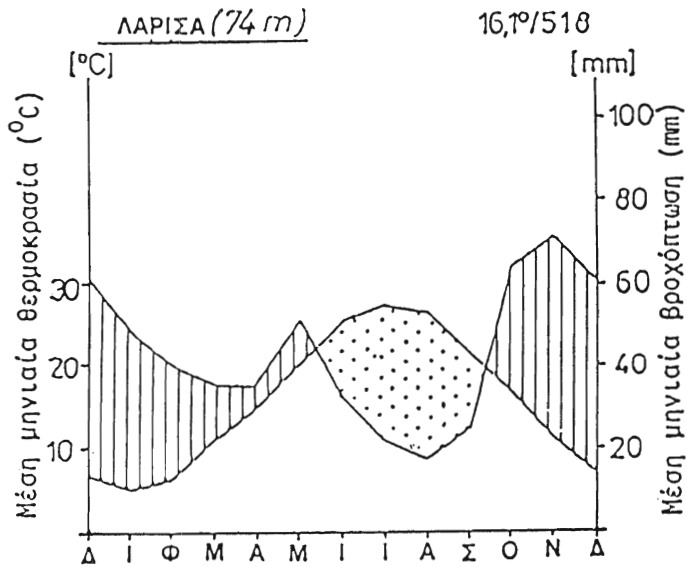
Η ονοματολογία είναι σύμφωνη με τις πρόσφατες βασικές χλωρίδες και "Checklists" που αφορούν την Ελλάδα (Strid 1986, Strid & Tan 1991, Greuter & al. 1984-1989, Tutin & al. 1968-1991) και επιλεγμένη ταξινομική βιβλιογραφία.

Η συνταξινόμηση ακολουθεί τον Bergmeier (1990).

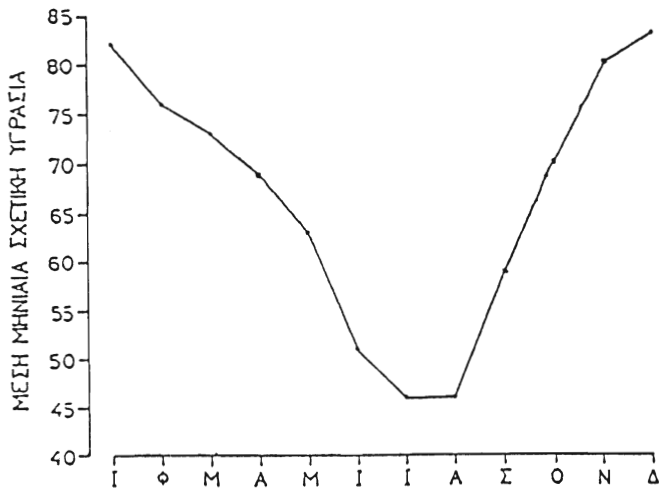
## 4. Αποτελέσματα.

Το πεδινό δάσος της χνοώδους δρυός βρίσκεται στον ευρύτερο χώρο καλλιεργήσιμης γης (βαμβάκι, σιτηρά, κ.ά.) κοντά στην κοινότητα Ζαππείου Λάρισας. Καταλαμβάνει επίπεδες προσχώσεις της θεσσαλικής πεδιάδας σε υπερθαλάσσιο ύψος 168 m. Οι δειγματοληπτικές επιφάνειες, όπως και όλο το δάσος, είναι επίπεδες.

Η κομοστέγη του δάσους κυριαρχείται από την *Quercus pubescens* με εδαφοκάλυψη που κυμαίνεται από 40-70%.



Σχήμα 1. Ομβροθερμικό διάγραμμα μετεωρολογικού σταθμού Λάρισσας (κατά Raus 1979).



Σχήμα 2. Ετήσια πορεία της μέσης μηνιαίας σχετικής υγρασίας του μετεωρολογικού σταθμού Λάρισσας (κατά Κοτίνη - Ζαμπάκα 1983).

Ο όροφος των θάμνων είναι φτωχός σε είδη και συμμετέχουν κυρίως άτομα των *Crataegus monogyna* var. *monogyna*, *Ulmus procera*, *Paliurus spina-christi*, *Pyrus spinosa*, *Quercus pubescens* και *Asparagus acutifolius*. Ο βαθμός κάλυψης κυμαίνεται μεταξύ 5-20%.

Ο ποώδης όροφος είναι πλούσιος σε είδη με εδαφοκάλυψη που κυμαίνεται από 90-100%.

Φυτοκοινωνιολογικά, το δάσος αυτό ανήκει στην τάξη και κλάση *Quercetalia* (-ea) *pubescentis* (Χαρακτηριστικά είδη τα : *Quercus pubescens*, *Pyrus spinosa*, *Crataegus monogyna* var. *monogyna*, *Agrimonia eupatoria* ssp. *eupatoria*, *Ranunculus neapolitanus*, *Campanula spatulata* ssp. *spruneriana*) (Πίνακας 1). Η ανάλυση της χλωριδικής του σύνθεσης δεν αποκάλυψε κανένα άλλο χαρακτηριστικό είδος. Γι' αυτό το δάσος εντάχθηκε στην *Quercetalia* (-ea) *pubescentis* ως *Quercus pubescens* - κοινότητα.

Επιπλέον, διακρίθηκαν και δύο όψεις : Μία με *Bellis perennis* (Δειγματοληπτικές επιφάνειες 1, 2, 3, 4) και μία με *Taeniatherum caput-medusae* (Δειγματοληπτική επιφάνεια 7).

## 5. Συνταξινόμική σύνοψη.

Κλάση : *Quercetea pubescentis* Oberd. 1948 ex auct. (in Oberdorfer 1948 non valid. publ.)

Τάξη : *Quercetalia pubescentis* Br. - Bl. 1931 ex auct. (in Braun-Blanquet 1931 non valid publ.)

Κοινότητα : *Quercus pubescens* - κοινότητα

Όψη : α) από *Bellis perennis*

β) από *Taeniatherum caput - medusae*

## 6. Συζήτηση

Στον ελληνικό χώρο, μελέτες βλάστησης σε αμιγή και μικτά (κυρίως με *Q. frainetto*) δρυοδάση στα οποία επικρατεί η *Quercus pubescens* έγιναν από διάφορους ερευνητές.

Οι Barbero & Quezel (1976) διέκριναν τη φυτοκοινωνία (=φυτοκοινωνική ένωση) *Quercetum frainetto - brachyphyllae* (=pubescentis) Ellenberg & Glavač 1974 στην Πελοπόννησο, Πήλιο και Κεντρική Πίνδο. Την ίδια μονάδα βλάστησης διέκρινε και ο Δημόπουλος (1993) στο όρος Κυλλήνη της Πελοποννήσου, παρά την έλλειψη της *Q. frainetto*. Πρέπει εδώ να αναφερθεί ότι πρώτος έγραψε για διαπλάσεις με *Quercus frainetto* και *Quercus brachyphylla* (= *Q. pubescens*) ο Rothmaler (1943, 1944) και ακολούθως οι Horvat, Glavač & Ellenberg (1974) αναφερόμενοι στον Rothmaler έδωσαν την ονομασία της φυτοκοινωνικής ένωσης.

Οι Krause, Ludwig & Seidel (1963) διέκριναν την *Phillyrea latifolia - Quercus pubescens* - κοινότητα στην Εύβοια. Η ίδια μονάδα βλάστησης (*Q. pubescens* - *P. latifolia* - κοινότητα) διακρίθηκε από τον Bergmeier (1990) στον κάτω Ολυμπο, παρά την έλλειψη της *Phillyrea latifolia*.

Ο Bergmeier (1990) διέκρινε, στον κάτω Ολυμπο, και μια *Quercus pubescens* - κοινότητα σε θαμνώδη δάση με *Q. pubescens* και *Q. frainetto*.

Ο Ντάφης (1966) μελέτησε συστάδες της *Quercus pubescens* (σχεδόν πάντοτε σε μίξη με *Q. frainetto*) στην βορειοανατολική Χαλκιδική.

**Πίνακας 1 : *Quercus pubescens* - κοινότητα (*Quercetalia pubescentis*).**

Αριθμός φυτοληγίας		1	2	3	4	5	6	7
Εδαφοκάλυψη (%)	Δ	6	6	6	7	4	6	
		0	0	0	0	0	0	5
	Θ	1	2	1	3			
		0	0	0	0	5	5	5
	Π	1	9	9	8	9	9	1
		0	5	0	0	0	0	0
		0						0
Υγος κυριαρχούντων (m)		1	1	1	1	1	1	
		3	4	1	1	1	2	7
Διάμετρος κυριαρχούντων (cm)		3	4	3	3	3	4	2
		2	3	8	9	1	5	1
Ημερομηνία λήξης		1	1	1	1	1	1	1
		3	3	4	4	1	1	2
		6	6	6	6	6	6	6
		9	9	9	9	9	9	9
		2	2	2	2	5	5	5
Αριθμός ειδών		6	5	6	6	5	4	4
		2	8	0	0	1	6	8

**Χαρακτηριστικά είδη της τάξης και κλάσης *Quercetalia (-ea) pubescentis***

**α) Δέντρα και θάμνοι**

<i>Quercus pubescens</i>	Δ	4	4	4	4	3	4	+
<i>Quercus pubescens</i>	Θ	+	.	+	+	.	.	.
<i>Quercus pubescens</i>	Π	1	1	2	1	1	1	.
<i>Pyrus spinosa</i>	Δ	.	.	1	.	.	.	+
<i>Pyrus spinosa</i>	Θ	+	+	+	+	.	.	.
<i>Pyrus spinosa</i>	Π	r	.	r	r	r	r	.
<i>Crataegus monogyna</i> var. <i>monogyna</i>	Θ	1	2	1	1	1	.	+
<i>Crataegus monogyna</i> var. <i>monogyna</i>	Π	+	+	r	r	+	.	.



**θ) Πόες**

<i>Agrimonia eupatoria</i> ssp. <i>eupatoria</i>	r	r	r	r	.	r	.
<i>Ranunculus neapolitanus</i>	.	.	+	r	.	.	.
<i>Campanula spatulata</i> ssp. <i>spruneriana</i>	.	r	.	.	.	.	.

**Συνοδά είδη****α) Δέντρα και θάμνοι**

<i>Ulmus procera</i>	Θ	.	+	+	+	.	+	.
<i>Ulmus procera</i>	Π	r	r	+	+	r	+	.
<i>Paliurus spina - christi</i>	Θ	+	.	+	1	.	.	.
<i>Paliurus spina - christi</i>	Π	.	.	.	+	.	.	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	Θ	.	+	.	(+)	+	r	.
<i>Asparagus acutifolius</i>	Π	r	r	r	r	.	.	.
<i>Prunus spinosa</i> ssp. <i>dasyphylla</i>	Θ	.	.	.	+	.	.	.
<i>Prunus spinosa</i> ssp. <i>dasyphylla</i>	Π	.	.	r	+	.	.	.
<i>Rosa canina</i>	Π	.	+	r	r	.	.	.
<i>Rubus sanctus</i>	Π	.	r	.	.	.	.	.

**θ) Πόες**

<i>Cynosurus echinatus</i>	4	3	3	3	4	4	1
<i>Torilis nodosa</i>	3	1	3	3	4	3	+
<i>Bromus sterilis</i>	2	1	2	2	3	3	+
<i>Poa trivialis</i> ssp. <i>sylvicola</i>	2	1	2	2	+	3	2
<i>Asphodelus aestivus</i>	2	3	1	1	2	+	+
<i>Sherardia arvensis</i>	2	1	1	2	2	2	1
<i>Gastridium ventricosum</i>	1	3	1	2	+	1	1
<i>Hordeum geniculatum</i>	1	+	+	1	r	2	1
<i>Hordeum bulbosum</i>	+	+	+	+	r	1	3
<i>Trifolium campestre</i>	1	1	+	1	+	+	+
<i>Geranium dissectum</i>	r	r	r	r	r	+	r
<i>Hordeum murinum</i> ssp. <i>leporinum</i>	3	1	2	2	1	1	.
<i>Galium aparine</i>	1	+	+	1	2	2	.
<i>Lolium perenne</i>	1	1	+	1	.	+	3
<i>Vulpia myuros</i>	1	1	1	2	.	+	1
<i>Dactylis glomerata</i>	1	2	1	+	+	+	.
<i>Bromus hordeaceus</i> ssp. <i>hordeaceus</i>	1	+	1	1	.	+	2
<i>Ammoides pusilla</i>	1	+	+	1	1	.	+
<i>Hainardia cylindrica</i>	1	+	1	+	+	1	.
<i>Carex flacca</i> ssp. <i>serrulata</i>	+	+	+	+	1	1	.
<i>Centaurea solstitialis</i> ssp. <i>solstitialis</i>	+	r	r	+	+	.	+
<i>Centaureum erythraea</i> ssp. <i>rumelicum</i>	r	r	r	.	+	r	+
<i>Brachypodium distachyon</i>	2	.	2	2	.	+	2

<i>Agrostis stolonifera</i>	1	1	1	1	.	+	.
<i>Phalaris paradoxa</i>	+	.	.	r	1	+	2
<i>Leontodon tuberosus</i>	1	+	+	+	.	.	r
<i>Trifolium physodes</i>	r	+	+	+	.	+	.
<i>Phlomis pungens</i>	+	r	r	r	.	.	2
<i>Medicago arabica</i>	1	+	r	r	+	.	.
<i>Notobasis syriaca</i>	r	.	r	.	1	r	1
<i>Ornithogalum sphaerocarpum</i>	.	r	r	.	r	+	1
<i>Scandix pecten-veneris</i> ssp. <i>pecten-veneris</i>	+	.	+	r	+	.	.
<i>Carlina corymbosa</i> ssp. <i>corymbosa</i>	r	.	+	r	.	.	+
<i>Dianthus corymbosus</i>	+	.	r	r	.	.	+
<i>Carthamus lanatus</i> ssp. <i>lanatus</i>	r	.	.	.	+	r	+
<i>Taeniatherum caput - medusae</i>	1	.	.	+	.	+	4
<i>Ranunculus chius</i>	.	+	.	+	1	1	.
<i>Sisymbrium officinale</i>	.	r	r	r	2	.	.
<i>Lactuca serriola</i>	r	r	.	.	r	r	.
<i>Hypericum perforatum</i>	.	r	r	r	.	r	.
<i>Bellis perennis</i>	+	+	+	1	.	.	.
<i>Prunella laciniata</i>	+	+	r	+	.	.	.
<i>Matricaria recutita</i>	+	r	r	+	.	.	.
<i>Daucus carota</i> ssp. <i>carota</i>	r	r	.	.	.	.	+
<i>Cichorium intybus</i>	r	.	.	.	+	r	.
<i>Ranunculus velutinus</i>	r	.	.	.	.	1	+
<i>Verbena officinalis</i>	.	r	r	r	.	.	.
<i>Rumex pulcher</i> ssp. <i>woodsii</i>	.	r	.	.	+	r	.
<i>Salvia virgata</i>	.	r	+	.	.	.	+
<i>Lactuca saligna</i>	.	.	r	r	.	.	+
<i>Malvella sherardiana</i>	.	.	r	(r)	.	.	1
<i>Cardopatium corymbosum</i>	.	.	(r)	r	.	.	r
<i>Sideritis purpurea</i>	.	.	r	.	r	.	1
<i>Silybum marianum</i>	.	.	.	.	+	r	+
<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	.	+	r	+

Είδη που εμφανίζονται σε μία και δύο φυτοληγίες :

*Bromus intermedius* : 1(2), 2(1), *Desmazeria rigida* ssp. *rigida* : 1(1), 5(1), *Carduus acicularis* : 1(+), 5(1), *Bromus madritensis* : 1(r), 5(1), *Potentilla recta* 2(r), 7(1), *Echinops ritro* ssp. *ritro* : 1(r), 7(1), *Torilis arvensis* ssp. *purpurea* : 2(+), 5(+), *Myosotis arvensis* ssp. *arvensis* : 2(1), 6(r), *Veronica arvensis* : (1(r), 2(r), *Carduus thoermeri* : (2(r), 5(r), *Trifolium lappaceum* : 3(+), 4(+), *Carduus pycnocephalus* ssp. *albidus* : 3(r), 4(r), *Mentha pulegium* : 3(+), 4(r), *Euphorbia aleppica* : 3(r), 7(r), *Bromus japonicus* ssp. *japonicus* : 3(+), 4(r), *Euphorbia phymatosperma* ssp. *cernua* : 4(r), 7(r), *Cerastium glomeratum* : 5(+), 6(1), *Vulpia bromoides* : 1(1), *Bromus scoparius* : 1(1), *Galium divaricatum* : 2(+), *Colchicum* sp. : 2(+), *Alopecurus myosuroides* : 4(+), *Ammi visnaga* : 5(+), *Raphanus raphanistrum* ssp. *raphanistrum* : 1(r), *Eryngium creticum* :

7(1), *Picris echioides* : 1(r), *Poa nemoralis* : 1(+), *Muscari comosum* : 1(r), *Hypericum* sp<sub>1</sub> : 1(r), *Rapistrum rugosum* ssp. *orientale* : 2(r), *Muscari neglectum* : 2(r), *Nigella arvensis* ssp. *aristata* : 3(r), *Capsella bursa-pastoris* ssp. *bursa-pastoris* : 4(r), *Anthemis altissima* : 4(r), *Aphanes arvensis* : 5(+), *Sonchus oleraceus* : 5(r), *Vicia sativa* ssp. *sativa* : 5(r), *Carlina lanata* : 5(r), *Oporordum illyricum* ssp. *illyricum* : 5(r), *Cirsium italicum* : 5(+), *Cerastium dubium* : 6(+), *Poa annua* : 6(+), *Gladiolus italicus* : 6 (r), *Convolvulus betonicifolius* : 7(r), *Stachys graeca* : 7(r), *Hypochaeris cretensis* : 7(+), *Echium italicum* ssp. *biebersteinii* : 7(r).

Τέλος, οι Zoller, Geissler & Athanasiadis (1977) διέκριναν ένα "Quercetum pubescentis" στο Άγιο Όρος.

Οι παραπάνω μονάδες βλάστησης εντάσσονται είτε στην *Quercetalia* (-ea) *ilicis* (*Quercetum frainetto-brachyphyllae*) είτε στην *Quercetalia* (-ea) *pubescentis* (*Quercus pubescens* - *Phillyrea latifolia* - κοινότητα, *Quercus pubescens* - κοινότητα, "Quercetum pubescentis").

Η χλωριδική σύνθεση του εξεταζόμενου δρυοδάσους σε σύγκριση με τα αναφερόμενα στη βιβλιογραφία έδειξε ότι χλωριδικά δεν εμφανίζονται συγγένειες για να ενταχθεί σε κάποια από τις βιβλιογραφικά αναφερόμενες μονάδες βλάστησης. Εκείνο που δημιούργησε ιδιαίτερη εντύπωση ήταν ο διάζων χαρακτήρας της ποώδους βλάστησης. Αυτή συντίθεται κυρίως από *Gramineae* (24 είδη) με πολύ μεγάλη πληθοκάλυψη και από *Compositae* (25 είδη). Ακολουθούν τα *Umbelliferae* (7 είδη), *Rosaceae* (8 είδη), *Labiatae* (6 είδη), *Leguminosae* (5 είδη), *Liliaceae* (5 είδη), *Cruciferae* (4 είδη), *Ranunculaceae* (4 είδη), *Rubiaceae* (3 είδη) κ.ά. μερικά από τα οποία εμφανίζουν μεγάλη πληθοκάλυψη. Οικολογικά η πλειονότητα των συνοδών ειδών είναι είδη ξηρών και ανοικτών χώρων, διαταραγμένων εδαφών, καλλιεργουμένων εδαφών, ξηρών λιβαδιών, προερχόμενα από τις άκρες των δρόμων και χωραφιών. Στην περιοχή έρευνας η πλειονότητα των συνοδών ειδών προέρχεται από τα καλλιεργούμενα εδάφη και τις άκρες των δρόμων και χωραφιών. Επιπλέον, πολλά είναι είδη ξηρών και ανοικτών χώρων.

## Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης, Ν. Ηρ. 1985 Δασική Βοτανική (Συστηματική σπερματοφύτων). Μέρος I. Θεσσαλονίκη, 305 σελ.
- Αθανασιάδης, Ν. Ηρ. 1986. Δασική Βοτανική (Δέντρα και Θάμνοι των δασών της Ελλάδος). Μέρος II. Θεσσαλονίκη, 309 σελ.
- Αθανασιάδης, Ν. Ηρ. 1986. Δασική Φυτοκοινωνιολογία. Θεσσαλονίκη, 119 σελ.
- Barbero, M. & Quezel, P. 1976. Les groupements forestiers de Grèce Centrale-Méridionale. *Ecologia Mediterranea*, 2:1-86, Marseille.
- 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.
- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie-Grundzüge der Vegetationskunde*. 3. Aufl., Wien, New York, 856 σελ.
- Christensen, K. I. 1992. Revision of *Crataegus* Sect. *Crataegus* and *Nothosect*. *Crataeguineae* (Rosaceae - Maloideae) in Old World. *Syst. Bot. Monogr.* 35:1-199.
- Christensen, K. I. 1994. *Crataegus* (Rosaceae) in the Balkan Peninsula. *Ann. Musei Goulandris* 9 : 39-90

- Davis, P.H. (ed.) (1965-1985). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. 1-10. Edinburgh.
- Δημόπουλος, Π. 1993. Χλωριδική και Φυτοκοινωνιολογική έρευνα του όρους Κυλλήνη-Οικολογική προσέγγιση-Διδ. διατριβή. Πάτρα, 370 σελ. + χάρτες.
- Dierssen, K. 1990. Einführung in die Pflanzensoziologie. Darmstadt, 241 σελ.
- Greuter, W., Burdet, H.M. & Long, G. 1984, 1986, 1989. Med-Checklist. 1,3,4. Genève.
- Horvat, I., Glavač, V. & Ellenberg, H. 1974. Vegetation Südosteuropas. 768 σελ. + Karten. Stuttgart.
- I.G.E.Y. - Ινστιτούτο Γεωλογίας και Ερευνών Υπεδάφους. 1969. Γεωλογικός χάρτης της Ελλάδος 1 : 50.000. Φύλλο Φάρσαλα. Αθήνα.
- Knapp, R. 1971. Einführung in die Pflanzensoziologie. 3. Aufl. Stuttgart, 388 σελ.
- Κοτίνη-Ζαμπάκα, Σ.Ι. 1983. Συμβολή στην κατά μήνα μελέτη του κλίματος της Ελλάδος. Διδ. διατριβή. Θεσσαλονίκη, 242 σελ.
- Krause, W., Ludwig, W. & Seidel, F. 1963. Zur Kenntnis der Flora und Vegetation auf Serpentinstandorten des Balkans. 6. Vegetationsstudien in der Umgebung von Mantoudi (Euböa). Bot. Jahrb. Syst. 82:337-403.
- Matthäs, U. 1988. Die laubwerfenden Eichenwälder Kretas. Diss. Botanicae, Band 119, Berlin-Stuttgart, 172 σελ.
- Μαυρομάτης, Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης, βιοκλιματικοί χάρτες. Ι.Δ.Ε.Α. Αθήνα, 63 σελ. + χάρτες.
- Μουντράκης, Δ.Μ. 1985. Γεωλογία της Ελλάδος. Θεσσαλονίκη, 207 σελ.
- Ντάφης, Σ. 1966. Σταθμολογικά και δασοαποδοτικά έρευναι εις πρεμνοφυή δρυοδάση και καστανωτά της βορειοανατολικής Χαλκιδικής. Θεσσαλονίκη, 120 σελ. + πίνακες.
- Ντάφης, Σ. 1973. Ταξινόμησης της δασικής βλαστήσεως της Ελλάδος. Επιστ. Επετ. Γεωπ. και Δασολ. Σχολ. Παν. Θεσσαλονίκης. 15/2:75-91.
- Oberdorfer, E. 1990. Pflanzensoziologische Exkursions Flora. Sechste, überarbeitete und ergänzte Auflage. Stuttgart, 1050 σελ.
- Raus, Th. 1979. Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland). I. Vegetationszonen und Höhenstufen. Bot. Jahrb. Syst. 100:564-601.
- Rothmaler, W. 1943. Die Waldverhältnisse im Peloponnes, in Intersylva III, 3.
- Rothmaler, W. 1944. Floristische Ergebnisse einer Reise nach dem Peloponnes. Bot. Jahrb. Syst. 73:418-452.
- Strid, A. (ed.). 1989. Mountain flora of Greece, vol. 1. Cambridge, 822 σελ.
- Strid, A. & Tan, K. 1991. Mountain flora of Greece, vol. 2. Edinburgh, 974 σελ.
- Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (ed.). 1968, 1972, 1976, 1980. Flora Europaea. 2,3,4,5. Cambridge.
- 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. (ed.) 1993. Flora Europaea. 1 (ed. 2). Cambridge.
- Westhoff, V. & Maarel, E. van der. 1973. The Braun-Blanquet Approach. - In: Whittaker, R.H. (ed.) : Ordination and classification of communities. Handbook of Vegetation Science (The Hague) 5:617-726.
- Φλόκας, Α. 1990. Μαθήματα Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας. Θεσσαλονίκη, 465 σελ.
- Zielinski, J. 1990. The genus *Rosa* L. in Greece. Arbor. Kórnickie 35:3-45.
- Zoller, H., Geissler, P. & Athanasiadis, N. 1977. Beiträge zur Kenntnis der Wälder, Moos- und Flechtenassoziationen in den Gebirgen Nordgriechenlands. Bauhinia 6:215-255.

## **Μόλυνση των Υπογείων νερών στην Επαρχία Αμμοχώστου από την εντατική Γεωργία**

**Φαρκωνής Μάρκος**

**Τμήμα Γεωργίας - Υπουργείου Γεωργίας Φυσικών πόρων  
και Περιβάλλοντος - Παραλίμνι**

**Περίληψη:** Τα ψηλά ποσοστά Νιτρικών, φωσφορικών και άλλων στοιχείων στα υπόγεια νερά αποτελούν σοβαρό πρόβλημα σε πολλές χώρες της Ευρώπης. Στην Κύπρο και ιδιαίτερα στην Επαρχία Αμμοχώστου όπου έχουμε μια πάρα πολύ Εντατική Γεωργία το πρόβλημα γίνεται ολοένα και πιο σοβαρό. Οι τεράστιες ποσότητες λιπασμάτων που δίδονται από τους γεωργούς μας, σαν υπερλιπάνσεις, παραμένουν στα εδάφη, όπου σιγά - σιγά, αλλά σταθερά μεταφέρονται στα Υπόγεια νερά της περιοχή και τα μολύνουν.

Σήμερα ο πρώτος Υδροφορέας που βρίσκεται στην περιοχή σε βάθος 5-30m. είναι μολυσμένος από Νιτρικά (150 - 500ppm) ενώ ο δεύτερος που βρίσκεται σε βάθος >30m. θεωρείται επί του παρόντος καθαρός (2 - 40ppm). Οι επιπτώσεις από την εντατική Γεωργία στην ποιότητα των Υπογείων Νερών της Επαρχίας Αμμοχώστου, είναι πολύ σοβαρές, όπως αποδεικνύεται από την έρευνα που έγινε και συνεχίζει να γίνεται από το 1992.

## **Ground water pollution from Agriculture in Famagusta area**

**Farkonis markos**

**Department of Agriculture -Ministry of Agriculture natural  
resources and Environment - Parallimni**

**Abstract:** Ground water contamination by nitrates and other nutrients consist a severe problem in many countries. Sources of local contamination may be associated with:

- a) Towns and industry
- b) Agriculture (Stores of fertilizers and chemicals)

in unoccupied area of Famagusta, (Paralimni, Sotira, Frenaros) under a very dense Agriculture the problem becomes more severe every year. Nitrates of the overfertilizations reach the ground water by high rainfull or irrigation. The present work examines this movement and the concentration of nitrates and other nutrients in the ground water. The study is started in 1992 and is still continuing. In general the concentrations of nitrates are very high (150-500ppm) in the first aquifer ( 5- 30m. ) and a few ( 2 - 40ppm) in the deeper second aquifer. (>30m.)

**Εισαγωγή:** Η Ελεύθερη περιοχή Αμμοχώστου έχει αρδευόμενη έκταση περίε των 6000 εκταρίων που καλύπτει 4500 εκτάρια πατάτες, 570 εκτάρια εσπεριδοειδή και 930 εκτάρια πρωίμων και άλλων λαχανικών. Από τα πιο πάνω στοιχεία φαίνεται καθαρά ότι η πατατοκαλλιέργεια που δέχεται και τις πιο πολλές λιπάνσεις καταλαμβάνει πέραν του 65% της αρδευόμενης έκτασης. Οι γεωργοί της περιοχής και ιδιαίτερα οι πατατοκαλλιεργητές χρησιμοποιούν τεράστιες ποσότητες λιπασμάτων υπέρ διπλάσιες καμιά φορά από αυτές που χρειάζονται για μια κανονική παραγωγή. Από στοιχεία που συνελέγησαν μόνο για τις πατάτες τοποθετούνται μεταξύ 5000 - 7.500 τόνων λιπασμάτων που περιέχουν περίε των 1000-1300 τόνων Νιτρικά ενώ οι ποσότητες που απομακρύνονται από το έδαφος υπό την μορφή των προϊόντων είναι μόνο 600 τόνοι. Σαν αποτέλεσμα τούτου είναι να παρασύρονται τα μεγάλα τούτα αποθέματα από την βροχόπτωση ή την άρδευση, σε βαθύτερα στρώματα και να μολύνουν τα υπόγεια νερά.

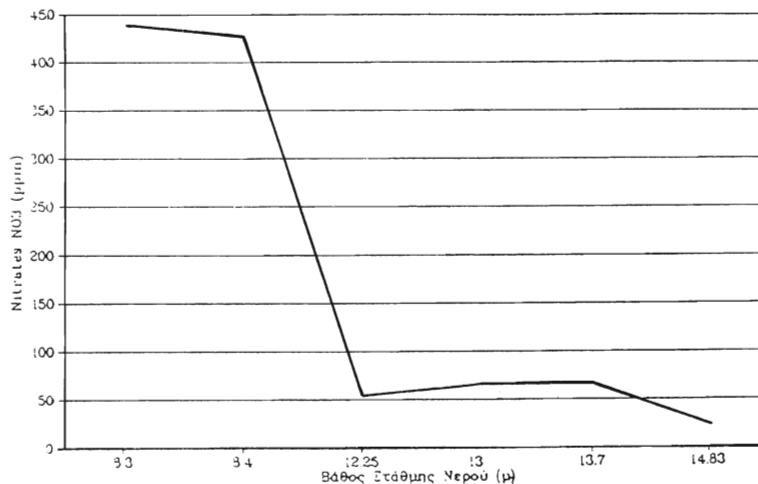
**Μεθοδολογία:** Η έρευνα έγινε σ' όλη την Ελεύθερη περιοχή της Αμμοχώστου και κάλυψε τις κοινότητες Παραλιμνίου - Σωτήρας - Φρενάρου και Αυγόρου σε πέραν των 50 γεωτρήσεων που κάλυπταν και τους δύο υδροφορείς της περιοχής. Η δειγματοληψίες έγινοντο 4 φορές το χρόνο, το Γενάρη - Μάρτη - Απρίλη - Μάη και Νιόβρη - Δεκέμβρη. Εξετάζοντο όλες οι παράμετροι ήτοι η στάθμη του νερού, το PH, η ηλεκτρική Αγωγιμότητα και τα ιόντα Cl, SO<sub>4</sub>, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, Na, Ca, Mg, K, Βο, Cu, Zn, phosp- orthoph (πίναξ 1).

Date	Water lev. (m)	pH	Conduc tivity ppm	Cl- ppm	SO <sub>4</sub> ppm	CO <sub>3</sub> ppm	BOO <sub>3</sub> ppm	NO <sub>3</sub> ppm	Na ppm	Ca ppm	Mg ppm	K ppm	Boron ppm	Cu ppm	Zn ppm	Phosp ppm	Orthoph ppm
30-Jun-93	16.10	7.40	1210	240	30	nil	250	265	155	78	60	9.00	0.26	n.d.	0.12	0.37	0.27
23-Sep-93	9.83	8.10	1455	225	67	nil	234	280	155	77	63	9.90	0.27	n.d.	0.11	0.29	0.22
29-Mar-94	12.00	7.54	1380	220	70	nil	230	200	120	78	65	8.00	0.25	0.01	0.13	0.42	0.15
17-May-95	11.60	8.20	1370	215	54	nil	256	240	132	77	66	8.20	0.22	0.03	0.01	0.70	0.20
16-Jan-96	11.20					nil		310									

Επί πλέον από τον Οκτώβρη του 93 ως τον Απρίλη του 94 ελαμβάνοντο δείγματα νερού κατά την διακίνηση του μέσα στο έδαφος, από 2 οριζόντιες τρύπες που ανοίχθηκαν οριζόντια σε πηγάδι σε μήκος 10 μέτρων και στα βάθη των 1,5 και 3 μέτρων. Η δειγματοληψία ήταν δυνατή μόνο μετά από υπεράρδευση ή μεγάλη βροχόπτωση.

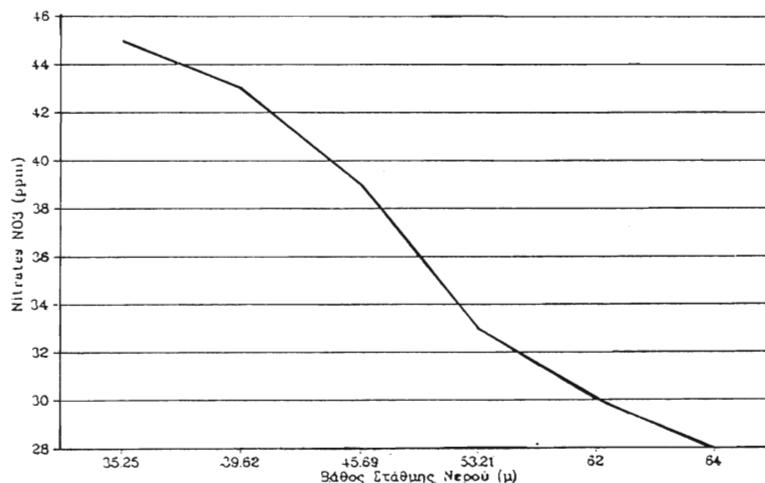
**Αποτελέσματα:** 1. από τις πρώτες αναλύσεις που έγιναν φάνηκε αμέσως ότι ο πρώτος Υδροφόρος που βρίσκεται σε βάθος 7 - 25 μέτρα σε όλες τις κοινότητες στις πλείστες περιπτώσεις είναι μολυσμένος και τα ποσοστά των NO<sub>3</sub> ποκίλουν από 150 ppm εως 500ppm ανάλογα της περιοχής και της γεωλογικής της δομής (Πίναξ 2). Ιδιαίτερα προβλήματα παρουσιάζονται στον Α' Υδροφορέα της περιοχής της Σωτήρας, όπου η ροή των νερών γίνεται από τις παραλιακές περιοχές προς το εσωτερικό και στη περιοχή του Παραλιμνίου όπου η ροή του νερού γίνεται από το εσωτερικό προς τη θάλασσα.

Πίναξ 2



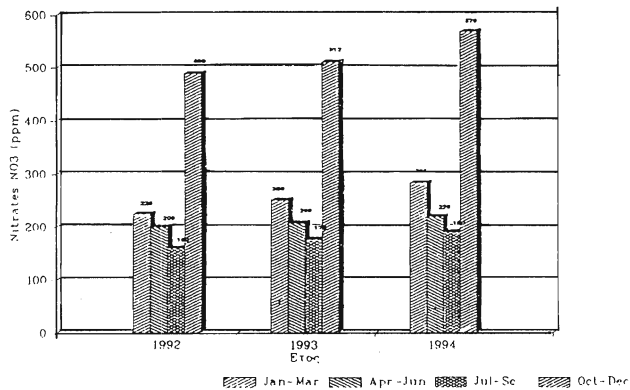
2. Τα βαθειά νερά του Β' Υδροφορέα που βρίσκονται σε μεγαλύτερα βάθη, από 35 μέτρα, περιέχουν μεν νιτρικά, αλλά δεν ξεπερνούν τα 50ppm όριο που η παγκόσμια Οργάνωση Υγείας έπεσε στα ανωτέρα επιτρεπτά όρια. Τα επίπεδα NO<sub>3</sub> μειώνονται με το βάθος. ( Πίναξ 3).

Πίναξ 3



3. Από τις μετρήσεις φάνηκε ότι τα πιο ψηλά ποσοστά NO<sub>3</sub> βρίσκονται στις δειγματοληψίες που έγιναν την περίοδο Οκτώβρη - Δεκέμβρη ενώ τα πιο χαμηλά ευρίσκοντο τον Απρίλη - Ιούνιο. Τούτο συμπίπτει με την έντονη δραστηριοποίηση των φυτών και την εκμετάλλευση ή αξιοποίηση των θρεπτικών συστατικών ή λιπασμάτων, ενώ στην πρώτη περίπτωση με την περίοδο των βροχών και τον εμπλουτισμό των Υδροφόρων στρωμάτων. (Πίναξ4).

4. Τα επίπεδα NO<sub>3</sub> αυξάνονται τον πρώτο αλλά και στον δεύτερο υδροφορέα από χρόνο σε χρόνο και με μεγάλο ρυθμό. Πίναξ 4



5. Στον ίδιο υδροφορέα είναι σχεδόν αδιάφορα τα επίπεδα από τις μικροδιακυμάνσεις της στάθμης του νερού.

6. Και στους δύο υδροφορείς σ' όλες τις δειγματοληψίες βρέθηκαν ποσότητες φωσφορικών αλλά και ιόντα Zn, και Cu που ενισχύει την άποψη της μόλυνσης των υπογείων νερών από τα λιπάσματα, και την άλλη γεωργική δραστηριότητα.

**Συμπεράσματα:** 1. Η αλόγιστη χρήση των λιπασμάτων αλλά και των αρδεύσεων σε περιοχές με εντατική γεωργία, έχει πολύ σοβαρές επιπτώσεις, στα υπόγεια νερά.

2. Η αποφυγή των λιπάνσεων σε περιόδους αδράνειας των φυτών όπως συμβαίνει τους χειμερινούς μήνες που συμπίπτει και με την περίοδο των βροχών θα βοηθήσει σημαντικά στον περιορισμό της ρύπανσης.

3. Η μόλυνση του πρώτου Υδροφορέα της περιοχής Αμμοχώστου και μάλιστα του Υδροφορέα που ρέει προς την θάλασσα και που αναπόφευκτα μεταφέρει NO<sub>3</sub> και φωσφορικά σ' αυτήν θα έχει σοβαρές επιπτώσεις στην ποιότητα των θαλασσών μας και θα βοηθήσει στην εμφάνιση φαινομένων ευτροφισμού και άλλων.

4. Εάν δεν προσεχθεί και αποφευχθεί η αλόγιστη χρήση των λιπασμάτων σιγά - σιγά θα μολυνθούν και τα βαθειά νερά και θα καταστούν ακατάλληλα για κάθε χρήση.

**Ευχαριστίες:** Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στον καθηγητή της Υδρογεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών κ. Γεώργιο Καλλέργη για την καθοδήγηση του στην έρευνα, τους διευθυντές των τμημάτων Γεωλογικής Επισκόπησης και Τμήματος Γεωργίας Δρ. Γ. Κωνσταντίνου και Π. Καλημέραν για την βοήθεια που μου παρέχουν τον Δρ. Αντώνη Χαραλαμπίδη προϊστάμενο του Χημείου στο τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης που επιλαμβάνεται όλων των χημικών αναλύσεων που γίνονται και τους τεχνικούς Ζ, Μιχαήλ και Χρ. Ξενοφώντος για την βοήθεια τους στις δειγματοληψίες.



## **Βιβλιογραφία**

1. Υδρογεωλογία Γ. Καλλέργη καθηγητή υδρογεωλογίας στο Πανεπιστήμιο Πατρών
2. Επιπτώσεις Ξηρασίας στην ποιότητα των πηγαίων και άλλων νερών. Γ.Καλλέργη καθηγητή υδρογεωλογίας στο Πανεπιστήμιο Πατρών.
3. Hydrogeological and hydrochemical survey of the coast area of Famagusta in connection with the 1990 -91 eutrofication phenomenon the sea by A Cristodoulides - ministry of Agriculture and Natural Resources - Cyprus.
- 4.Nitrate contamination of groundwater in the republic of Lithuania by Algirdas Klimas and Bernandes Pan KUSTYS
5. Nitrate removal L.J. Adersen and J. Morthorst. Denmark.

## Κυτταρολογία: ένας σημαντικός παράγων στην Βιοσυστηματική των Φυτών. Παραδείγματα από την μελέτη του γένους *Crepis* (*Compositae*).

Καμάρη Γεωργία

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστημίου Πατρών, 26500 ΠΑΤΡΑ-ΕΛΛΑΣ.

**Περίληψη:** Σκοπός αυτής της ανακοίνωσης δεν είναι μόνο να δώσει πληροφορίες για την μορφολογία του καρυστύπου μερικών ειδών *Crepis*, αλλά κυρίως να υπογραμμίσει πόσο σημαντικός παράγων στην Βιοσυστηματική μελέτη των Φυτών είναι η κυτταρολογία. Τέσσερις ομάδες ειδών του γένους *Crepis* χρησιμοποιούνται εδώ ως παραδείγματα.

**A.** Η ομάδα της *Crepis neglecta* η οποία αποτελείται από 4 μονοετή είδη, τα τρία εκ των οποίων είναι ενδημικά της Ελλάδας: *C. neglecta* ( $2n=8$ ), *C. cretica* ( $2n=8$ ), *C. hellenica* ( $2n=6$ ) και *C. cytherea* ( $2n=8$ ). Όλα έχουν διαφορετικούς καρυστύπους (αριθμό, μορφή και μέγεθος χρωμοσωμάτων), οι οποίοι έχουν προέλθει πιθανώς με άνισες αμοιβαίες μετατοπίσεις διαφορετικών χρωμοσωμάτων, δυσπλοειδία ή υβριδισμό. Οι καρυολογικές διαφορές των ειδών αυτής της ομάδας είναι ένα ακόμη σημαντικό κριτήριο για τον διαχωρισμό τους σε ξεχωριστά είδη.

**B.** Η ομάδα της *Crepis sibthorpiana* η οποία αποτελείται από 3 πολυετή, ενδημικά είδη, *C. sibthorpiana* ( $2n=8$ ), *C. heldreichiana* ( $2n=10x=40$ ) και *C. incana* ( $2n=8$  &  $2n=4x=16, 16+1$ ). Έχουν μεταξύ τους στενές φυλογενετικές σχέσεις, οι οποίες αποδεικνύονται και από την μορφολογία, μέγεθος και χρωμοσωματικό αριθμό (διπλοειδή-πολυπλοειδή) των καρυστύπων τους (επεξεργασμένοι με Feulgen και Giemsa χρώση) και οποίες δείχνουν ενδείξεις για την βιογεωγραφία του τόπου.

**Γ.** Τα δύο είδη *Crepis fraasii* ( $2n=12$ ) και *C. reuteriana* ( $2n=8$ ) τα οποία έχουν μία ευρύτερη εξάπλωση στην Ανατ. Μεσόγειο μέχρι, πρότινος εσυγγέοντο ταξινομικά λόγω της ομοιότητας των μορφολογικών τους χαρακτήρων. Όμως η κυτταρολογική τους μελέτη απέδειξε ότι οι καρυστύποι τους διαφέρουν σημαντικά όχι μόνο στον αριθμό αλλά και την μορφολογία των χρωμοσωμάτων τους. Η κυτταρολογική τους μελέτη συνέβαλε στην σαφή ταξινομική διάκριση των δύο αυτών ειδών και βοήθησε σημαντικά στον καθορισμό της γεωγραφικής τους εξάπλωσης στην Ελλάδα.

**Δ.** Η ομάδα της *Crepis aethoa* περιλαμβάνει τρία ενδημικά, πολυετή είδη. Τα δύο από αυτά, η *C. aethoa* και *C. guioliana* παρουσιάζουν πολλές μορφολογικές και καρυστιπικές ομοιότητες ( $2n=10$ ). Όμως το τρίτο είδος, η *C. crocifolia*, διαπιστώθηκε ότι έχει όχι μόνο μορφολογικές αλλά και καρυστυπικές διαφορές. Έχει δηλ.  $2n=18$  χρωμοσώματα, αριθμός ασυνήθης για το γένος *Crepis*. Η διαπίστωση αυτή οδηγεί στην σκέψη ότι αυτό το είδος πιθανώς δεν ανήκει στο γένος *Crepis*.

## **Συμβολή στη γνώση και τη διαχείριση της βιοποικιλότητας στην περιοχή του Ανατολικού Αιγαίου: Η περίπτωση του μικρονησιωτικού συμπλέγματος Καλολίμνος-Ιμια**

**Πανίτσα Μ. & Τζανουδάκης Δ.**

*Εργαστήριο Βοτανικής, Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών*

### **Περίληψη**

Το μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλολίμνου-Ιμια βρίσκεται στα ανατολικά της Καλύμνου (Ν. Δωδεκανήσου) και αποτελείται από 5 συνολικά βραχονησίδες. Η χλωρίδα των νησίδων αυτών αποτελείται από 170 συνολικά φυτικά ταξα. Η χωρολογική ανάλυση και τα βιοφάσματα της χλωρίδας τους συμφωνούν με τον θερμο-μεσογειακό χαρακτήρα της περιοχής. Δίνονται επίσης πληροφορίες για τους τύπους βλάστησης που συναντώνται στην περιοχή και γίνονται προτάσεις για τη διαχείριση της περιοχής με την ένταξή της σε οικοτουριστικά προγράμματα.

## **Contribution to the knowledge and the management of the biodiversity in the East Aegean area: The small islands group Kalolimnos-Imia (Dodekanisos).**

**Panitsa M. & Tzanoudakis D.**

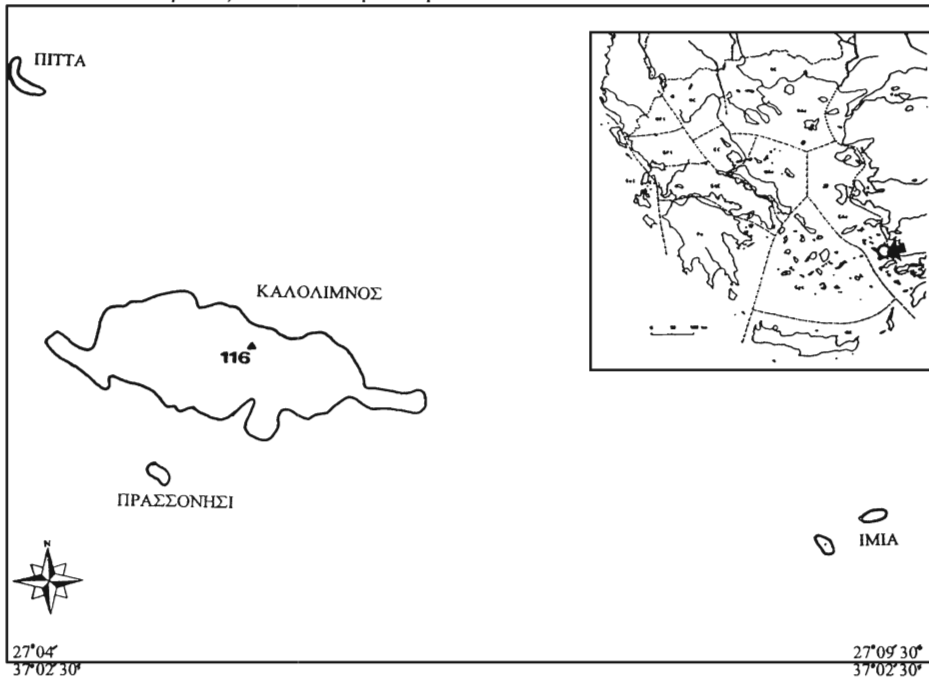
*Botanical Institute, Division of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras*

### **Abstract**

Kalolimnos-Imia is an islets group which is situated eastwards of Kalimnos (Dodekanisos, Greece). Its flora is consisted of 170 plant taxa. The chorological and biological spectra of the 5 islets belonging to this group, are in accordance to the thermomediterranean character of the area which belongs to the sub-humid bioclimatic stage with hot winter and a long dry period. The vegetation of the islets is discussed and the ecotourism is the principal proposition for their management.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα βασικά χαρακτηριστικά της Γεωγραφίας του Ελληνικού χώρου είναι τα χιλιάδες νησιά και βραχονήσια τα περισσότερα των οποίων είναι διάσπαρτα στο χώρο του Αιγαίου και στεγάζουν ένα μεγάλο κομμάτι της πολιτιστικής και φυσικής μας κληρονομιάς ως Λαού. Στα πλαίσια του 12ου συνεδρίου της Ε.Ε.Β.Ε. (Τζανουδάκης 1990) είχε αναγγελθεί η έναρξη ενός προγράμματος χλωριδικών και φυτογεωγραφικών μελετών στις ακριτικές βραχονησίδες του Αιγαίου χώρου και είχαν τονισθεί οι επιστημονικοί και οι εθνικοί λόγοι που επέβαλλαν κάτι τέτοιο. Στα πλαίσια αυτού του προγράμματος, που ταυτόχρονα είναι και θέμα διδακτορικής διατριβής ενός των συγγραφέων (Π.Μ.), έχουμε επισκεφθεί και μελετήσει το σύνολο σχεδόν των ακριτικών βραχονησίδων του Ανατολικού Αιγαίου στα όρια των νομών Λέσβου, Χίου, Σάμου, Δωδεκανήσου. Αρκετά στοιχεία για τη χλωρίδα, τη βλάστηση και τη διαχείρισή τους έχουν δημοσιοποιηθεί σε περιοδικά και συνέδρια (Panitsa & Tzanoudakis 1991, 1993, 1995, Panitsa & al. 1994). Στην παρούσα ανακοίνωση παρουσιάζουμε στοιχεία για τη χλωρίδα και τη βλάστηση ενός από τα πλέον άγνωστα, πριν λίγο καιρό, και πλέον γνωστού σήμερα μικρονησιωτικού συμπλέγματος του Ανατολικού Αιγαίου, του Καλολίμνου-Ιμια.



Χάρτης. Το μικρονησιωτικό σύμπλεγμα Καλολίμνος-Ιμια.

## ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Η παρούσα μελέτη βασίζεται σε παρατηρήσεις και φυτικό υλικό που συλλέχθηκε από τους συγγραφείς τα τελευταία χρόνια στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος “Χλωριδικές και φυτογεωγραφικές μελέτες στα νησιά του Ανατ. Αιγαίου. Για τον προσδιορισμό του φυτικού υλικού ακολουθήσαμε τον Davis (1965-1985) ή/και τους Tutin & al. (1964-1980). Για την ονοματολογία και την χωρολογία ακολουθήθηκαν επίσης, όπου ήταν δυνατό, οι Greuter & al. (1984-1989). Για την χωρολογική ανάλυση και το βιολογικό φάσμα ακολουθήσαμε τους Pignatti (1982) και Raunkiaer (1934) αντίστοιχα. Η γεωγραφική θέση και οι κατάλογοι των ειδών της χλωρίδας των νησίδων δίνονται σε χάρτη και σε πίνακα αντίστοιχα.

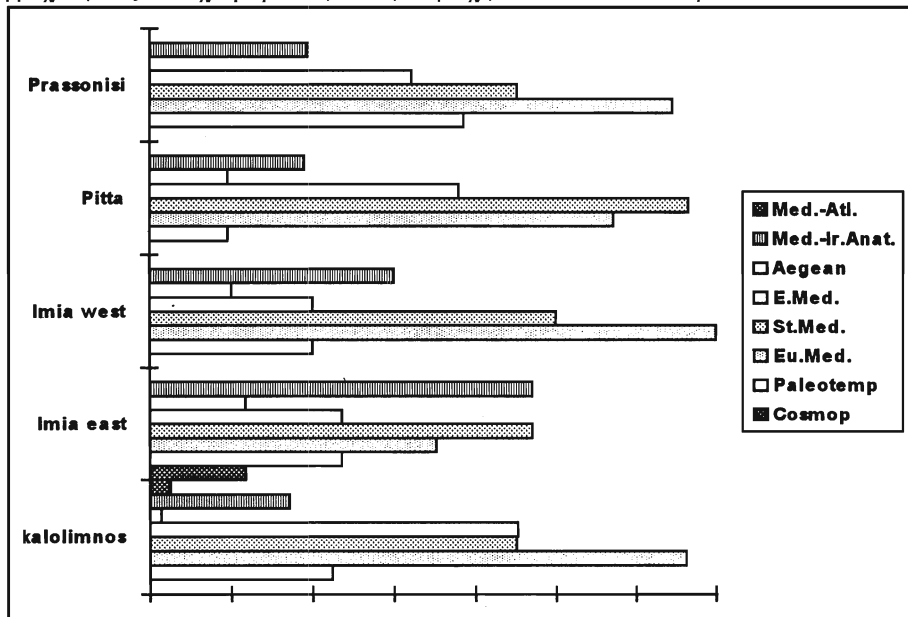
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 1.ΧΛΩΡΙΔΑ

Στην παρούσα συμβολή, μελετήθηκε η χλωρίδα 5 βραχονησίδων (Δυτική Ιμια, Ανατολική Ιμια, Καλόλιμνος, Πίττα και Πρασσονήσι) και συνολικά καταγράφηκαν 170 φυτικά taxa που αντιπροσωπεύουν 42 οικογένειες και 129 γένη (βλ.πίνακα). Από μία συγκριτική μελέτη των επί μέρους χλωρίδων διαπιστώνεται ότι μόνο 4, από τα 170 φυτικά είδη, είναι κοινά μεταξύ των 5 νησίδων (*Convolvulus oleifolius*, *Lotus cytisoides*, *Sedum littoreum*, *Silene sedoides*) ενώ 135 είδη απαντώνται μόνο σε μία από τις 5 νησίδες του συμπλέγματος. Η χωρολογική ανάλυση των χλωριδικών στοιχείων δίνεται στο διάγραμμα 1 και είναι φανερό ότι τα μεσογειακά στοιχεία (E.Med., St.Med., Eu.Med.) κυριαρχούν αν και τα ποσοστά διαφέρουν από νησίδα σε νησίδα. Τα taxa με ευρύτερη εξάπλωση ανήκουν κυρίως στις κατηγορίες Med.-Ir.Anat. και Paleotemp.

Από τα στενόχωρα είδη της περιοχής μπορούμε να αναφέρουμε τα είδη *Matricaria macrotis* και *Anthemis scopulorum*. Το πρώτο έχει περιορισμένη εξάπλωση σε Ρόδο, Σύμη και τη μικρασιατική χερσόνησο Mugla (Davis 1975). Η *Anthemis scopulorum* (Ενδημικό του Αιγαίου) παρατηρήθηκε σε 3 από τις 5 νησίδες και τα άτομα των πληθυσμών της χαρακτηρίζονται από την απουσία γλωσσοειδών ανθέων (var. *discoidea*, Georgiou 1990). Παρόμοιοι πληθυσμοί έχουν αναφερθεί από τις περιοχές Σκαλιά (Β.Δ. της Κέρου), Στόματα (Κάρπαθος) και Χάλκη (Carlstrom, 1989, Georgiou 1990).

Αξιοσημείωτη είναι επίσης η εμφάνιση του είδους *Asphodeline lutea* στη νησίδα Πίττα όπου και κυριαρχεί. Το ανατολικομεσογειακό αυτό είδος που είναι κοινό σε άλλες ηπειρωτικές ή νησιωτικές περιοχές, δε βρέθηκε σε καμία άλλη από τις 75 συνολικά βραχονησίδες που έχουμε μελετήσει στην περιοχή του Ανατολικού Αιγαίου.



Διάγραμμα 1. Χωρολογικά φάσματα των μελετούμενων νησίδων.

Από την ανάλυση των βιοφασμάτων των επί μέρους χλωρίδων των νησίδων προκύπτει εικόνα χαρακτηριστική για αντίστοιχα οικοσυστήματα του Αιγαϊκού χώρου με επικρατούσα βιομορφή εκείνη των θεροφύτων (Panitsa & al. 1991, 1993, 1994).

ΠΙΝΑΚΑΣ

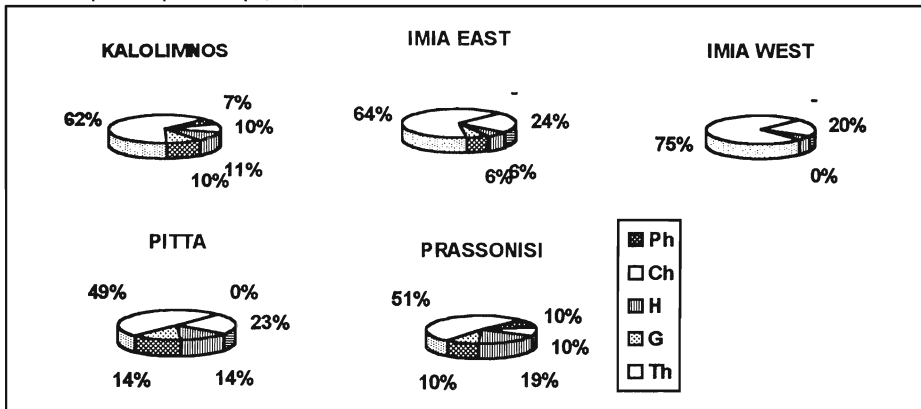
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΦΥΤΙΚΩΝ ΕΙΔΩΝ (1. Καλόλιμος, 2. Ίμια ανατολική, 3. Ίμια δυτική, 4. Πίττα, 5. Πρασσονήσι).

Gymnospermae		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5
Cupressaceae							Urospermum	picroides		*		*	*
Juniperus	phoenicea	*					Convolvulaceae						
Ephedraceae							Convolvulus	elegantissimus		*			
Ephedra	campylopoda	*					Convolvulus	oleifolius		*	*	*	*
Angiospermae							Convolvulus	siculus	siculus	*			
Dicotyledones							Cuscuta	palaestina	palaestina	*			
Aizoaceae							Crassulaceae						
Mesembryanthemu	nodiflorum		*	*	*	*	Sedum	litoreum		*	*	*	*
Rhacardiaceae							Cruciferae						
Pistacia	lentiscus	*				*	Biscutella	didyma		*			
Boraginaceae							Clypeola	jonthlaspi		*			
Echium	italicum					*	Malcolmia	flexuosa		*			*
Echium	arenarium	*					Cucurbitaceae						
Echium	parviflorum	*					Bryonia	cretica				*	*
Neatostema	apulum	*					Dipsacaceae						
Campanulaceae							Knautia	integrifolia		*			
Campanula	erinus	*					Euphorbiaceae						
Capparis	spinosa					*	Euphorbia	acanthothamnos		*			
Caryophyllaceae							Euphorbia	dendroides		*			
Polycarpon	tetraphyllum	*		*			Euphorbia	exigua		*			
Silene	sedoides	*	*	*	*	*	Euphorbia	peplus		*	*	*	*
Chenopodiaceae							Mercurialis	annua		*		*	*
Arthrocnemum	macrostachyum					*	Frankeniaceae						
Cistaceae							Frankenia	hirsuta		*	*	*	*
Fumana	arabica	*					Gentianaceae						
Helianthemum	salicifolium	*					Blackstonia	perfoliata	perfoliata	*			
Compositae							Centaurium	pulchellum		*			
Aetheorhiza	bulbosa	microcephala	*				Geraniaceae						
Anthemis	scopolorum		*	*	*	*	Erodium	cicutarium	cicutarium	*			
Anthemis	tomentosa		*				Erodium	malacoides		*			
Atractylis	cancellata		*				Geranium	dissectum					*
Carduus	argentatus		*				Geranium	molle	molle	*	*	*	*
Catananche	lutea		*				Geranium	robertianum		*			
Crepis	commutata		*				Labiatae						
Crepis	multiflora		*				Ballota	acetabulosa		*			
Evax	pygmaea		*				Coridothymus	capitatus		*			
Filago	eriocephala		*				Prasium	majus		*			*
Geropogon	hybridus		*				Salvia	verbenaca		*			
Hedypnois	cretica		*				Salvia	viridis		*			
Helichrysum	orientale		*				Satureja	juliana		*			
Hyoseris	scabra		*				Satureja	nervosa		*			
Hypochoeris	achyrophorus		*				Sideritis	curvidens		*			
Leontodon	tuberosus		*				Teucrium	divaricatum	divaricatum	*			
Matricaria	macrotis		*				Teucrium	polium		*			
Notobasis	syriaca		*				Leguminosae						
Phagnalon	graecum		*				Anagyris	foetida		*			
Reichardia	picroides		*			*	Coronilla	scorpiodes		*			
Scorzonera	elata		*				Hippocrepis	ciliata		*			
Sonchus	oleraceus		*			*	Lotus	cytisoides		*	*	*	*
Taraxacum	hellenicum		*				Lotus	edulis		*	*	*	
Taraxacum	sect. Scariosa					*	Lotus	ornithopodioides		*			
Tragopogon	porrifolius					*	Medicago	truncata		*			

Ononis	reclinata		*			Lagoecia	cumminoides		*					
Scorpiurus	muricatus		*			Opopanax	hispidus		*					
Trifolium	angustifolium		*			Orlaya	daucoides		*					
Trifolium	campestre		*			Tordylium	apulum		*					
Trifolium	scabrum		*	*	*	Urticaceae								
Trifolium	stellatum		*			Parietaria	cretica		*	*	*	*		
Trigonella	balansae		*			Valerianaceae								
Vicia	cretica		*			Valerianella	obtusiloba		*					
Vicia	hybrida		*			Monocotyledones								
Linum	strictum		*			Araceae								
Malvaceae						Arisarum	vulgare		*					
Althaea	hirsuta		*			Cyperaceae								
Lavatera	arborea		*	*	*	Carex	divisa		*					
Malva	aegyptia		*			Dioscoraceae								
Malva	cretica	cretica	*			Tamus	communis	cretica	*					
Malva	sylvestris				*	Gramineae								
Oleaceae						Aegilops	geniculata		*					
Olea	europaea	oleaster	*			Aegilops	markgrafii		*					
Orobanchaceae						Aeluropus	littoralis		*					
Orobanche	ramosa	nana	*			Andropogon	distachyos		*				*	
Papaveraceae						Avena	barbata	barbata	*				*	*
Papaver	purpureomarginatum		*			Avena	sterilis						*	
Papaver	rhoeas		*			Brachypodium	retusum		*					
Plantaginaceae						Bromus	intermedius		*					
Plantago	afra		*			Bromus	madridentis		*	*	*			
Plantago	lagopus		*		*	Bromus	sterilis		*	*				
Plantago	weldenii		*			Catapodium	marinum		*					
Plumbaginaceae						Dactylis	glomerata	hispanica	*			*	*	
Limonium	narbonense		*	*	*	Echinaria	capitata		*					
Primulaceae						Elymus	farctus	farctus	*					
Anagallis	arvensis		*			Hordeum	distichon		*					
Ranunculaceae						Hordeum	murinum	leporinum	*	*		*		
Clematis	cirrrosa		*			Hyparrhenia	hirta		*					
Clematis	flammula		*			Lolium	rigidum		*					
Rosaceae						Melica	minuta		*					
Sarcopoterium	spinusum		*			Parapholis	incurva		*					
Rubiaceae						Phalaris	paradoxa		*					
Crucianella	latifolia		*			Phleum	exaratum						*	
Galium	aparine		*		*	Rostaria	cristata		*	*	*			
Galium	murale		*		*	Stipa	capensis		*					
Galium	setaceum		*			Trachynia	distachya		*					
Rubia	tenuifolia	tenuifolia	*			Iridaceae								
Sherardia	arvensis		*			Gynandritis	sisyrinchium		*					
Valantia	hispida		*	*		Romulea	tempkyana		*					
Valantia	muralis		*			Liliaceae								
Scrophulariaceae						Allium	scorodoprasum		*					
Kichia	commutata	graeca	*			Allium	stacticiforme		*					
Misopates	orontium		*			Allium	subhirsutum		*					
Solanaceae						Asparagus	acutifolius						*	
Mandragora	autumnalis		*			Asparagus	aphyllus	orientalis	*				*	
Thymeleaceae						Asphodeline	lutea						*	
Daphne	gnidioides		*			Asphodelus	aestivus		*					
Umbelliferae						Gagea	graeca		*					
Bupleurum	gracile		*			Muscari	comosum		*					
Carum	multiflorum		*			Ornithogalum	sphaerocarpum		*					
Crithmum	maritimum		*	*	*	Urginea	maritima		*				*	

Διαφορές από νησίδα σε νησίδα έχουν αναφερθεί και παλαιότερα και είναι ένας από τους δείκτες ποικιλότητας στην περιοχή.

Από την παραπάνω ανάλυση της χλωρίδας των νησιδών είναι προφανές ότι αυτή είναι σε συμφωνία με τον μεσογειακό της χαρακτήρα (έντονος θερμο-μεσογειακός). Η περιοχή κατατάσσεται στον ύψυγρο βιοκλιματικό όροφο με θερμό χειμώνα και περίοδο ξηρασίας που διαρκεί περίπου 7 μήνες.



Διάγραμμα 2. Βιοφάσματα των μελετούμενων νησιδών

## 2.ΒΛΑΣΤΗΣΗ

Η διαφορετική γεωμορφολογία των μελετούμενων νησιδών μας επιβάλλει να αναφερθούμε ξεχωριστά στη βλάστηση των μικρότερων από εκείνη της Καλολιμνού. Στις νησίδες Ιμια, Πίττα και Πρασσονήσι το μέγιστο υψόμετρο κυμαίνεται από 20 έως 40 περίπου μέτρα, ενώ η κλίση των βραχωδών ακτών τους κυμαίνεται από 30% έως 45%. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα μεγάλο τμήμα της επιφάνειάς τους να δέχεται την άμεση ή έμμεση επίδραση του θαλασσινού νερού και συνεπώς να εμφανίζει ± ομοιόμορφη βλάστηση. Η παραλιακή ζώνη χαρακτηρίζεται από ένα κοινό τύπο παράκτιας ξηρο-αλοφυτικής βλάστησης (*Crithmo-Limonietea*) με φυτικά είδη ανθεκτικά σε μέτρια ή υψηλή αλατότητα όπως *Crithmum maritimum*, *Frankenia hirsuta*, *Limonium spp.*, *Sedum littoreum*, *Silene sedoides*, *Lotus cytisoides*, *Mesembryanthemum nodiflorum*, *Atriplex portulacoides* και *Arthrocnemum macrostachyum*. Εσωτερικά, αξιοσημείωτη είναι η κυριαρχία φυτικών ειδών τα οποία χαρακτηρίζουν τα μικρονησιωτικά συμπλέγματα. Τέτοια είδη είναι τα: *Lavatera arborea* (Ιμια, Πίττα), *Anthemis scopulorum* (Ανατ. Ιμια, Πίττα), *Convolvulus oleifolius* (Ανατ. Ιμια, Πίττα) και *Allium commutatum* (Πρασσονήσι, Ιμια). Το είδος *Asphodeline lutea* (Πίττα) αναφέρεται για πρώτη φορά σαν κυρίαρχο είδος σε βραχονησίδα.

Στην περίπτωση της νησίδας Καλολιμνού, της μεγαλύτερης σε μέγεθος και υψόμετρο (116μ.), παρατηρούμε καλά διαμορφωμένες 3 ζώνες βλάστησης. α) Την παραλιακή ζώνη βλάστησης με πλάτος έως και 15μ. και χαμηλή φυτοκάλυψη που χαρακτηρίζεται από λίγα αλλοφυτικά είδη που ήδη αναφέρθηκαν ως στοιχεία της βλάστησης των 4 μικρότερων νησιδών, β) Την υποπαραλιακή ζώνη βλάστησης που ανήκει στην κλάση *Cisto-Micromerietea* και χαρακτηρίζεται από τα είδη *Convolvulus oleifolius*, *Helichrysum orientale*, *Phagnalon graecum*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus phoenicea* και *Euphorbia acanthothamnus*. Στη ζώνη αυτή απαντούν επίσης είδη της παραλιακής ζώνης και γ) την εσωτερική ζώνη με βλάστηση που ανήκει στην κλάση *Querceteta ilicis* και την τάξη *Pistacio-Rhamnietalia* και φαίνεται να διαφοροποιείται ανάλογα με την έκθεση. Η βορειοανατολική και η ανατολική πλευρά της νησίδας χαρακτηρίζεται από μία πολύ καλά διαμορφωμένη φυτοκοινότητα με κυρίαρχο το είδος *Euphorbia dendroides* σε συνδυασμό με τα είδη *Daphne gnidioides*, *Olea europaea* subsp. *oleaster* και *Juniperus*



*phoenicea*. Στο κέντρο του νησιού και με έκθεση νότια-νοτιοδυτική έχουμε κυριαρχία του *Juniperus phoenicea*. Στην Βορειοδυτική και δυτική πλευρά το *Juniperus phoenicea* κυριαρχεί μαζί με *Olea europaea* subsp. *oleaster* και *Pistacia lentiscus* και συνοδεύεται από *Daphne gnidioides* και *Euphorbia acanthothamnus*.

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Όπως έχει επανειλημμένα επισημανθεί (τόσο από εμάς όσο και από άλλους συναδέλφους) τα οικοσυστήματα των βραχονησίδων είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα και οποιαδήποτε διαχειριστική προσέγγιση πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή. Στην περίπτωση του συγκεκριμένου νησιωτικού συμπλέγματος, στο οποίο αναφέρεται η ανακοίνωσή μας, απαιτούνται περισσότερο λεπτοί χειρισμοί αφού, όπως είναι πλέον σε όλους γνωστό, πέρα από τις οικολογικές υπεισέρχονται και άλλες ιδιαιτερότητες. Παρά τις νεώτερες εξελίξεις στην περιοχή εξακολουθούμε να πιστεύουμε ότι ο καλύτερος τρόπος διαχείρισης των βραχονησίδων του Αιγαϊκού χώρου είναι η ένταξή τους σε ένα οικοτουριστικό σχεδιασμό αφού με τον τρόπο αυτό εξυπηρετούνται ταυτόχρονα στόχοι εθνικοί, περιβαλλοντικοί και αναπτυξιακοί. Οι προτάσεις που αναφέρουμε εδώ τις έχουμε ήδη καταθέσει στα πλαίσια ελληνικών και διεθνών συνεδρίων (Τζανουδάκης 1990, Panitsa & Tzanoudakis 1991, 1993, 1995). Επιγραμματικά μπορούμε να υπενθυμίσουμε κάποιες από αυτές: 1) Οι μικρονησίδες προσφέρονται για οικοτουρισμό αφού οι διαδρομές (με τα πόδια ή με κάποιο πλωτό μέσο) που θα πρέπει να διανύσει κανείς για να επισκεφθεί κάποιο σημαντικό βιότοπο και να δει ή να φωτογραφίσει κάποιο σπάνιο φυτικό είδος είναι πολύ μικρές συγκρινόμενες με τις αντίστοιχες της Ηπειρωτικής ξηράς. 2) Η χλωρίδα των διαφόρων βραχονησίδων σχεδόν πάντοτε χαρακτηρίζεται από την παρουσία κάποιου σπάνιου είδους το οποίο εντυπωσιάζει τον επιστήμονα ή φυσιολάτρη επισκέπτη. 3) Στα πλαίσια της οικοτουριστικής διαχείρισης τέτοιων περιοχών απαιτείται: α. Αποσαφήνιση του ιδιοκτησιακού καθεστώτος των νησίδων αυτών. β. Μελέτη της χλωρίδας και της βλάστησης των νησίδων και σχεδιασμός του χρόνου και των διαδρομών για επισκέψεις, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να μην διαταράσσεται η λειτουργία του οικοσυστήματος. γ. Δημιουργία εξειδικευμένων για οικοτουρισμό, τουριστικών πρακτορείων. δ. Ευαισθητοποίηση του τοπικού πληθυσμού ως προς την επιστημονική και αισθητική αξία των μικρονησιωτικών οικοσυστημάτων.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Carlstrom, A. (1989): A survey of the flora and phytogeography of Rodhos, Simi, Tilos and the Marmaris peninsula (SE Greece, SW Turkey). Ph.D. thesis. Lund, Sweden.
- Davis, P.H. (ed.) (1965-1985): Flora of Turkey and the East Aegean islands.
- Γεωργίου, Ο. (1990): Βιοσυστηματική μελέτη της ομάδας *Anthemis tomentosa* (Asteraceae) στην Ελλάδα. Διδακτορική διατριβή. Πάτρα 1990.
- Greuter, W., Burdet, H.M. & Long G. (1984, 1986, 1989): Med-Checklist, vol. 1, 3, 4.
- Panitsa, M. & Tzanoudakis, D. (1991): Contribution to the study of the Greek flora: Floristic and phytogeographical studies of North Dodekanesos. Proceedings of the VI International conference in Mediterranean climate ecosystems (MEDECOS). Crete 1991: 367-374.
- & — (1993): Flora and vegetation of some Aegean islets. Contribution to the protection and the management of their habitats. Proceedings of the 4th EUCC Congress, Marathon, 1993. (in press).
- & — (1995): Contribution to the knowledge of vegetation diversity in the East Aegean islets (Greece). Proceedings of the "Alghero Convention" on "Coastal & Marine Biodiversity in the Mediterranean". Alghero (Italy). 19-22 January 1995. (in press).
- , Dinopoulos, P., Iatrou, G. & Tzanoudakis, D. (1994): Contribution to the study of the Greek flora: Flora and vegetation of the Enousses (Oinousses) islands (E.Aegean area). Flora 189: 367-374.
- 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.
- Tutin, T.G. & al. (Eds.) (1964-1980): Flora Europaea 1-5. Cambridge University Press.
- Tzanoudakis, D. & Panitsa, M. (1994). The flora of the Greek islands. *Ecologia Mediterranea* XX (3): 1-20.

## Η Μίνθη του όρους Μίνθη \*

Κοκκίνη Σ.

*Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 540 06 Θεσσαλονίκη*

**Περίληψη.** Σύμφωνα με την ελληνική μυθολογία τα πρώτα φυτά του γένους *Mentha* εμφανίσθηκαν στο όρος Μίνθη μετά τη μεταμόρφωση της νύμφης Μίνθης, ερωμένης του Πλούτωνα, από την Περσεφόνη στο ομώνυμο φυτό που είχε μια χαρακτηριστική γλυκειά οσμή. Οι συλλογές των φυτών του γένους από την περιοχή έδειξαν την ύπαρξη δύο μορφολογικά και χημικά διακριτών ειδών, των *M. pulegium* και *M. spicata*. Η μελέτη των συστατικών των αιθερίων ελαίων τους έδειξε ότι μόνο σε φυτά του είδους *M. spicata* συναντάται η καρβόνη ως κύριο συστατικό - η ένωση αυτή προσδίδει μια γλυκειά οσμή στα φυτά. Λαμβάνοντας επιπλέον υπόψη (i) την δημιουργία του είδους *M. spicata* από τον διπλασιασμό των χρωμοσωμάτων του υβριδίου των δύο διπλοειδών ειδών *M. suaveolens* και *M. longifolia* - που βρίσκονται σε αναπαραγωγική επαφή μόνο στον ελλαδικό χώρο, και (ii) την περιορισμένη σήμερα αυτοφυή εξάπλωση του αλλοτετραπλοειδούς είδους, φαίνεται ότι **η Μίνθη του όρους Μίνθη** είναι το είδος *M. spicata*.

## Minthi from Mt Minthi

Kokkini S.

*Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-540 06 Thessaloniki*

**Abstract.** According to the Greek mythology the first mint plants appeared in Mt Minthi (Peloponnese). On this mount Persephone transform the nymph Minthi, the mistress of her husband Pluto, to a mint plant characterized by a sweet odour. The collection of *Mentha* plants grown in the area of Mt Minthi revealed the occurrence of two morphologically and chemically distinct species, *M. pulegium* and *M. spicata*. The study of their essential oils has shown that only *M. spicata* plants were rich in carvone, a compound with a characteristic sweet odour. Furthermore, taking into account (i) the origin of *M. spicata*, through chromosome doubling of the hybrid between the two diploids *M. longifolia* and *M. suaveolens*, which are in breeding contact in the Greek territory, and (ii) the nowadays narrow native range of the allotetraploid species, we may conclude that **the nymph-plant Minthi from Mt Minthi** is the species *M. spicata*.

---

\* *Θύμηση Γιάννη Γκουζκούνη*

εποξειδίων. Οι τρεις κετόνες που χαρακτηρίζουν τα αιθέρια έλαια του είδους *M. pulegium* σχηματίζονται από την πιπεριτενόνη όταν υπάρχει ένα ένζυμο που ελέγχεται από ένα υπερέχον γονίδιο A.

Να αναφερθεί εδώ ότι οι δύο χημειότυποι που χαρακτηρίζονται από την παρουσία της καρβόνης και των εποξειδίων της πιπεριτενόνης και της πιπεριτόνης απαντούν αποκλειστικά στη *M. spicata* και τα δύο συγγενικά της είδη *M. longifolia* (L.) L. και *M. suaveolens* Ehrh. και τα οποία χαρακτηρίζονται επίσης από σταχυόμορφο ταξιανθία (ομάδα Spicatae).

Τα φυτά με αιθέρια έλαια πλούσια σε καρβόνη σαν αυτά που συλλέξαμε από το όρος Μίνθη έχουν μια χαρακτηριστική γλυκιά οσμή και σήμερα χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην ελληνική και κυπριακή κουζίνα με το κοινό όνομα δυόσμος (ηδύοσμος= ηδύς οσμή). Σε διεθνή κλίμακα παρόμοια φυτά καλλιεργούνται με το κοινό όνομα spearmint και τα αιθέρια έλαιά τους συγκαταλέγονται μεταξύ των πλέον εμπορικών παγκοσμίως.

Να πάμε τώρα στο δεύτερο ερώτημα: Είναι πιθανό να δημιουργήθηκε το είδος αυτό στην περιοχή του όρους Μίνθη?

Αποτελέσματα ερευνών που στηρίχθηκαν σε μορφολογικά και κυτολογικά δεδομένα υποδεικνύουν ότι η *M. spicata* είναι ένα αλλοτετραπλοειδές υβρίδιο που δημιουργήθηκε από το διπλασιασμό των χρωμοσωμάτων του υβριδίου των διπλοειδών ειδών *M. longifolia* και *M. suaveolens* (Harley & Brighton 1977). Παρότι η άποψη αυτή είναι γενικά αποδεκτή υπάρχει ένα βασικό ερώτημα που απασχολεί τους ερευνητές του γένους *Mentha* είναι ο γεωγραφικός χώρος στον οποίο αρχικά δημιουργήθηκε το είδος *M. spicata*. Και αυτό γιατί τα δύο διπλοειδή είδη είναι σε μεγάλο βαθμό αλλοπατρικά αλλά ακόμη και όταν συνυπάρχουν σε μια περιοχή είναι οικολογικά διαχωρισμένα μια και το είδος *M. longifolia* είναι ένα ορεινό taxon που φύεται πάνω από τα 1200m και η *M. suaveolens* συναντάται σε χαμηλά υψόμετρα (<500m).

Πρόσφατες έρευνες μας δείχνουν ότι στον ελλαδικό χώρο υπάρχει ένα ανατολικής προέλευσης taxon του *M. longifolia*, το *M. longifolia* subsp. *petiolata* (Boiss.) Kokkini που συναντάται μόνο σε χαμηλά υψόμετρα και συνυπάρχει με το *M. suaveolens* - ένα δυτικοευρωπαϊκής προέλευσης taxon με ακραία ανατολική εμφάνιση την Ελλάδα και τις ακτές της Μ. Ασίας. Μεταξύ των περιοχών που τα δύο taxa συνυπάρχουν στον Ελλαδικό χώρο είναι η Α Πελοπόννησος (Κοκκίνη 1983). Το υπόλοιπο τμήμα της Πελοποννήσου καταλαμβάνεται από τη *M. spicata*. Κατά συνέπεια είναι πιθανή η δημιουργία του είδους *M. spicata* στο όρος Μίνθη που στη συνέχεια εκτόπισε τους γονείς του από εκεί. Ο εκτοπισμός των προγονικών ειδών από τα νεοσχηματισθέντα πολυπλοειδή είδη είναι ένα πολύ συχνό φαινόμενο στη φύση και στην πορεία του χρόνου οδηγεί στην επικράτηση των μεγαλύτερου βαθμού πλοειδίας ειδών και την εξαφάνιση των αρχικών διπλοειδών ειδών.

Το γεγονός ότι η *M. spicata* συντάται ως αυτοφυής μόνο στην περιοχή της Βαλκανικής χερσονήσου σε μια πολύ μικρή δηλ. περιοχή σε σχέση με τα πατρικά της είδη υποδηλώνει:

- (i) ότι το είδος αυτό δημιουργήθηκε στο χώρο αυτό, και
- (ii) ότι η δημιουργία του έλαβε χώρα σχετικά πρόσφατα - πιθανότατα κατά τους ιστορικούς χρόνους.

“... Ανατολικά του Πύλου είναι ένα βουνό με το όνομα Μίνθη (*Μίνθη*), που ο μύθος λέει ότι ήταν παλλακίδα του Άδη και πατήθηκε από την Κόρη - Περσεφόνη - οπότε μεταβλήθηκε στη μίνθη του κήπου (*κηπαίαν μίνθη*), αυτή που μερικοί λένε δυόσμο (*ήδυοσμον*). Υπάρχει και ναός του Άδη κοντά στο βουνό, τον τιμούν και Μακίστιοι ...” - ΣΤΡΑΒΩΝ

ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ Η, < 344 (14)

Στο απόσπασμα αυτό του Στράβωνα έχουμε μια γεωγραφική πληροφορία - την ύπαρξη ενός όρους στην Πελοπόννησο με το όνομα Μίνθη και μια βοτανική πληροφορία που υποδεικνύει την ύπαρξη φυτών του γένους *Mentha* στην περιοχή. Τα φυτά αυτά έχουν μερικές φορές μια γλυκιά οσμή (ηδύοσμος) και σύμφωνα με το μύθο δημιουργήθηκαν στην περιοχή αυτή. Η γεωγραφική πληροφορία επιβεβαιώθηκε πολύ γρήγορα. Ένας σύγχρονος τοπογραφικός χάρτης δείχνει την παρουσία ενός όρους με το όνομα Μίνθη ανατολικά της Μακίστου (ο Πύλος που αναφέρει ο Στράβωνας). Επιπλέον στην περιοχή υπάρχει σήμερα και ένα χωριό με το όνομα Μίνθη.

Τον Αύγουστο του 1992 οργανώσαμε μια εξόρμηση στο όρος Μίνθη με στόχο να βρούμε αν υπάρχουν απαντήσεις στα δύο ερωτήματα που μας δημιούργησαν οι βοτανικές πληροφορίες του Στράβωνα.

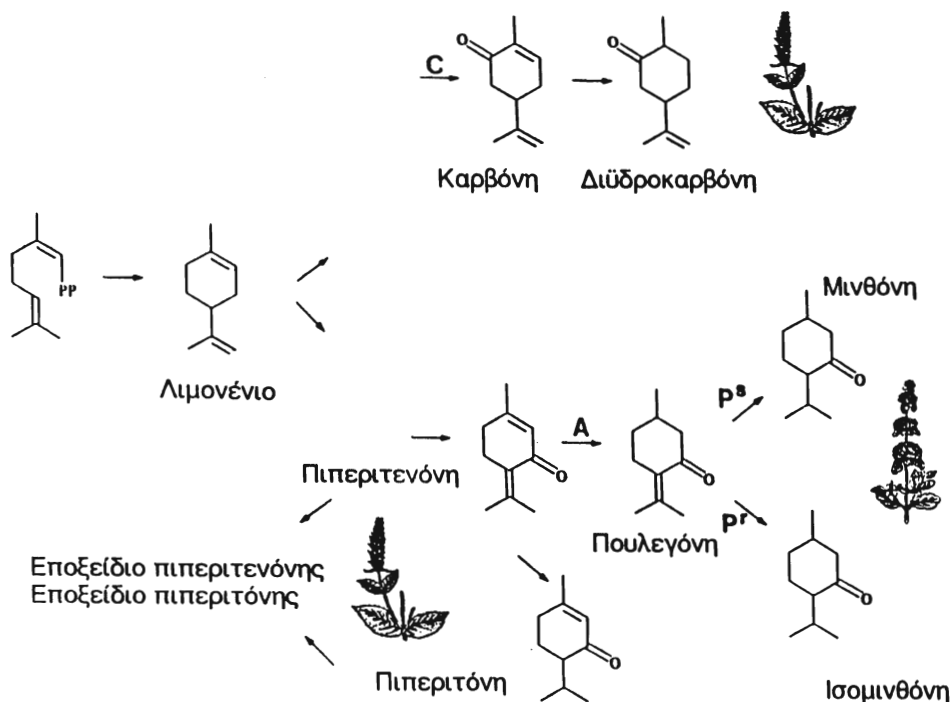
- Υπάρχουν ηδύοσμα φυτά του γένους (*Μίνθες*) στο όρος Μίνθη;
- Δημιουργήθηκε ένα είδος του γένους *Mentha* στην περιοχή του όρους Μίνθη;

Τα φυτά που συλλέχθηκαν από την περιοχή του όρους Μίνθη ανήκουν σε δύο είδη, τα *M. spicata* L. και *M. pulegium* L.. Τα δύο είδη είναι εμφανώς διακριτά από μορφολογική άποψη, μια και στο πρώτο τα άνθη σχηματίζουν ταξιανθία στάχυ ενώ στο δεύτερο τα άνθη σχηματίζουν διακριτούς σπονδύλους.

Προσεγγίζοντας το πρώτο ερώτημα συλλέξαμε διαφορετικούς πληθυσμούς των δύο ειδών από την περιοχή και μελετήσαμε την ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αιθερίων ελαίων τους. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των αιθερίων ελαίων έδειξαν την ύπαρξη δύο διακριτών χημειοτύπων μέσα στο είδος *M. spicata*. Ο ένας χαρακτηρίζεται από την κυρίαρχη παρουσία της καρβόνης και ο άλλος από την παρουσία των εποξειδίων της πιπεριτενόνης και της πιπεριτόνης. Τα αιθέρια έλαια του είδους *M. pulegium* χαρακτηρίζονται από την παρουσία τριών κετονών της μινθόνης, ισομινθόνης και πουλεγιόνης και ανήκουν σ' ένα διαφορετικό χημειότυπο από αυτούς της *M. spicata*.

Ακολουθώντας τα βιοσυνθετικά μονοπάτια που οδηγούν στο σχηματισμό των ενώσεων - κύριων συστατικών των αιθερίων ελαίων που αναλύσαμε (Εικ. 1) είναι εμφανής η ύπαρξη δύο διαφορετικών δρόμων μέσα στο είδος *M. spicata*. Ο ένας οδηγεί στο σχηματισμό της καρβόνης και των συγγενικών της ενώσεων. Ο δρόμος αυτός προϋποθέτει την ύπαρξη ενός ενζύμου που ελέγχεται από ένα υπερέχον γονίδιο *C*. Ο άλλος οδηγεί στο σχηματισμό της πιπεριτενόνης, της πιπεριτόνης και των αντίστοιχων

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της ερευνητικής μας προσέγγισης υποδεικνύουν ότι υπάρχουν θετικές απαντήσεις στα δύο ερωτήματα που δημιουργεί το κείμενο του Στράβωνα. Στην περιοχή του όρους Μίνθη υπάρχουν ηδύοσμα φυτά και αυτά ανήκουν στο είδος *M. spicata*. Η εξελικτική ιστορία του είδους *M. spicata* υποδεικνύει ότι η περιοχή του όρους Μίνθη είναι ένας από τους πιθανούς τόπους γέννησής του. **Αρα αν η μεταμόρφωση της νύμφης Μίνθης από την Περσεφόνη έδωσε γέννηση σε ένα φυτικό είδος, αυτό είναι η *M. spicata*.**



Εικ. 1. Βιοσυνθετικές σχέσεις των κυριότερων μονοτερπενικών συστατικών των αιθερίων ελαίων του γένους *Mentha* (cf. Kokkini 1991,1992 και οι εκεί αναφορές)

### Βιβλιογραφία

- Harley, R. M. & Brighton, C.A. 1977. Chromosome numbers in the genus *Mentha* L. Bot. J. Lin. Soc. 74: 71-96.
- Κοκκίνη, Σ. 1983. Ταξινομικές μελέτες του γένους *Mentha* L. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Kokkini, S. 1991. Chemical races within the genus *Mentha* L. In: Linskens, H.F., Jackson, J.F. (eds) Modern Methods of Plant Analysis, New Series 12, Springer-Verlag, Heidelberg. 63-78.
- Kokkini, S. 1992. Essential oils as taxonomic markers in *Mentha*. In: Harley, R. M., Reynolds, T. (eds) Advances in Labiatae Science. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, UK. 325-334.

## Ανίχνευση αλκαλοειδών και σαπωνινών στα φυτά του Εθνικού Δρυμού Βίκου-Αώου

Χανλίδου Ε.<sup>1</sup>, Κοκκίνη Σ.<sup>1</sup>, Κοκκάλου Ε.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 540 06 Θεσσαλονίκη

<sup>2</sup> Εργαστήριο Φαρμακογνωσίας, Τμήμα Φαρμακευτικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 540 06 Θεσσαλονίκη

**Περίληψη.** Ελέγχθηκε η παρουσία δύο κατηγοριών βιολογικά δραστικών δευτερογενών μεταβολιτών, των σαπωνινών και των αλκαλοειδών, σε 114 taxa (είδη και υποείδη) του Εθνικού Δρυμού Βίκου-Αώου. Σαπωνίνες ανιχνεύθηκαν σε 53 taxa. Η παρουσία τους σε 44 από αυτά δεν ήταν μέχρι σήμερα γνωστή. Αλκαλοειδή ανιχνεύθηκαν σε 46 taxa. Η παρουσία τους σε 27 από αυτά δεν ήταν μέχρι σήμερα γνωστή. Σαπωνίνες και αλκαλοειδή ταυτόχρονα ανιχνεύθηκαν σε 23 από τα παραπάνω taxa. Διερευνήθηκε η συσχέτιση της παρουσίας των παραπάνω συστατικών στα φυτά με τη διάρκεια ζωής, τη συνολική εξάπλωση και την εξάπλωση τους στην περιοχή Βίκου-Αώου

## Alkaloid and saponin screening of plants from the Vikos-Aoos National Park

Hanlidou E.<sup>1</sup>, Kokkini S.<sup>1</sup>, Kokkalou E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-540 06 Thessaloniki

<sup>2</sup> Laboratory of Pharmacognosy, School of Pharmacy, Aristotle University of Thessaloniki, GR-540 06 Thessaloniki

**Abstract.** 114 plant taxa (species and subspecies) from the Vikos-Aoos National Park were screened for saponins and alkaloids. Saponins were detected in 53 taxa. Their presence in 44 of them was recorded for the first time. Alkaloids were detected in 46 taxa. Their presence in 27 of them was recorded for the first time. Both saponins and alkaloids were detected in 23 taxa. The presence of these compounds is discussed in relation to the plant life duration, their total range and their distribution within the Vikos-Aoos area.

**Εισαγωγή.** Ο Εθνικός Δρυμός Βίκου-Αώου είναι μία περιοχή με πλούσια χλωρίδα. Διαθέτει παράδοση στην εθνοβοτανική, καθώς υπήρξε στο παρελθόν κέντρο εξάσκησής της, από τους περίφημους βικογιατρούς, από τον 17ο μέχρι την αρχή του 20ου αιώνα. Αυτά τα δύο χαρακτηριστικά του χώρου ήταν τα κίνητρα να προσανατολισούμε την έρευνά μας στη διερεύνηση της παρουσίας δύο κατηγοριών βιολογικά δραστικών δευτερογενών μεταβολιτών, των σαπωνινών και αλκαλοειδών, στα φυτά του Εθνικού Δρυμού Βίκου-Αώου.

Το ενδιαφέρον για τους δευτερογενείς μεταβολίτες έχει ενταθεί τα τελευταία χρόνια και η γνώση μας γι' αυτούς έχει διευρυνθεί, ως αποτέλεσμα της βελτίωσης των αναλυτικών μεθόδων και της εντατικής έρευνας στους τομείς της βιοσύνθεσης, μελέτης των βιολογικών δράσεων και οικολογικής φυτοχημείας. Παράλληλα, δεν παύει η διαρκής αναζήτηση νέων ειδών - πηγών για την ανεύρεση και άλλων βιολογικά δραστικών μορίων. Για το σκοπό αυτό εκπονούνται ερευνητικά προγράμματα που αφορούν τον έλεγχο της παρουσίας διαφόρων κατηγοριών ενώσεων σε φυτά πολλών πλούσιων χλωριδικά περιοχών της γης. Ενώ η παρούσα εργασία εξυπηρετεί και το σκοπό αυτό, κύριος στόχος μας είναι η προσέγγιση των δευτερογενών μεταβολιτών με την οπτική ενός βοτανικού. Η παραγωγή τους είναι γνώρισμα συγκεκριμένων φυτικών ομάδων, γεγονός από το οποίο απορρέει η χρήση τους στην ταξινόμηση. Επιπλέον, σύμφωνα με τις νεότερες αντιλήψεις, έχουν ουσιαστική λειτουργία για τα φυτά και τις βιοκοινότητες στις οποίες αυτά μετέχουν.

**Μέθοδος και Υλικά.** Για τον έλεγχο της παρουσίας σαπωνινών και αλκαλοειδών επιλέχθηκαν ταχα με βάση τα ακόλουθα κριτήρια: α) είναι κυρίαρχα στις διαφορετικές ενότητες βλάστησης, β) η παρουσία των συστατικών είναι πιθανή, από τις βιβλιογραφικές που αφορούν τα ίδια ή συγγενικά τους είδη.

Η διαδικασία ανίχνευσης σαπωνινών και αλκαλοειδών είναι η ακόλουθη:

Το φυτικό υλικό (50-100g) ξηραίνεται και κονιορτοποιείται σε ηλεκτρικό μύλο. Εκχυλίζεται σε συσκευή Soxhlet με διαλύτη τολουόλιο (διάρκεια 2-3 ημέρες), προκειμένου να απομακρυνθούν τα ιδιαίτερα λιπόφιλα συστατικά. Στη συνέχεια εκχυλίζεται εξαντλητικά σε συσκευή Soxhlet με διαλύτη μεθανόλη (διάρκεια 2-4 ημέρες), προκειμένου να παραληφθούν τα συστατικά που ενδιαφέρουν την παρούσα μελέτη. Το ίζημα του μεθανολικού διαλύματος παραλαμβάνεται μετά από εξάτμιση του διαλύτη σε περιστροφικό εξάτμιστήρα κενού. Μέρος του ιζήματος χρησιμοποιείται για την ανίχνευση σαπωνινών ενώ το υπόλοιπο διαλύεται σε 100-200ml απεσταγμένου νερού, ανάλογα με την αρχική ποσότητα του αποξηραμένου φυτικού υλικού. Περίπου 50ml του υδατικού διαλύματος χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση των αλκαλοειδών.

**Ανίχνευση σαπωνινών:** Μικρό μέρος του ιζήματος μεταφέρεται σε δοκιμαστικό σωλήνα, διαλύεται σε νερό και αναταράσσεται δυνατά. Η δημιουργία πυκνού αφρού που παραμένει για τουλάχιστον 15min είναι ισχυρή ένδειξη της παρουσίας σαπωνινών.

**Ανίχνευση αλκαλοειδών:** Το διάλυμα γίνεται αλκαλικό (pH 10-11) με προσθήκη αμμωνίας. Κατόπιν εκχυλίζεται με διχλωρομεθάνιο, για την παραλαβή

πρωτοταγών, δευτεροταγών και τριτοταγών αλκαλοειδών. Η οργανική στοιβάδα παραλαμβάνεται, ενώ η υδατική επανεκχυλίζεται με διάλυμα διχλωρομεθανίου / αιθανόλης, σε αναλογία 3:2, για την παραλαβή τεταρτοταγών αλκαλοειδών και N-οξειδίων. Τα δύο οργανικά εκχυλίσματα εξατμίζονται και τα ιζήματα διαλύονται σε 10ml 2N HCl. Κάθε διάλυμα μοιράζεται σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες, όπου γίνονται τα τεστ αλκαλοειδών, με την προσθήκη λίγων σταγόνων από τα ειδικά αντιδραστήρια Dragendorff, Wagner και ιωδιοπλατινικού οξέος. Δημιουργία νέφωσης ή ιζήματος αποτελεί ένδειξη παρουσίας αλκαλοειδών.

**Αποτελέσματα-συζήτηση.** Επιλέχθηκαν 114 taxa για τον έλεγχο της παρουσίας αλκαλοειδών και σαπωνινών, τα οποία ανήκουν σε 29 οικογένειες των υποκλάσεων *Magnoliidae*, *Dilleniidae*, *Caryophyllidae*, *Rosidae*, *Asteridae* (*Magnoliopsida*), *Liliidae* και *Aceridae* (*Liliopsida*).

Από αυτά:

- I. Σαπωνίνες ανιχνεύθηκαν σε 53 taxa. Η παρουσία τους σε 44 από αυτά αναφέρεται για πρώτη φορά. Εντοπίστηκαν σε taxa 19 οικογενειών, οι οποίες κατανέμονται σε όλες τις υποκλάσεις.
- II. Αλκαλοειδή ανιχνεύθηκαν σε 46 taxa (34 έδωσαν θετικές αντιδράσεις και στα τρία αντιδραστήρια που χρησιμοποιήσαμε και άλλα 12 σε ένα ή δύο από αυτά). Η παρουσία τους σε 27 taxa αναφέρεται για πρώτη φορά. Ανήκουν σε taxa 15 οικογενειών, οι οποίες κατανέμονται σε όλες τις υποκλάσεις, εκτός από τις οικογένειες της υπόκλασης *Caryophyllidae*.
- III. Σαπωνίνες και αλκαλοειδή ταυτόχρονα ανιχνεύθηκαν σε 23 από τα παραπάνω taxa.

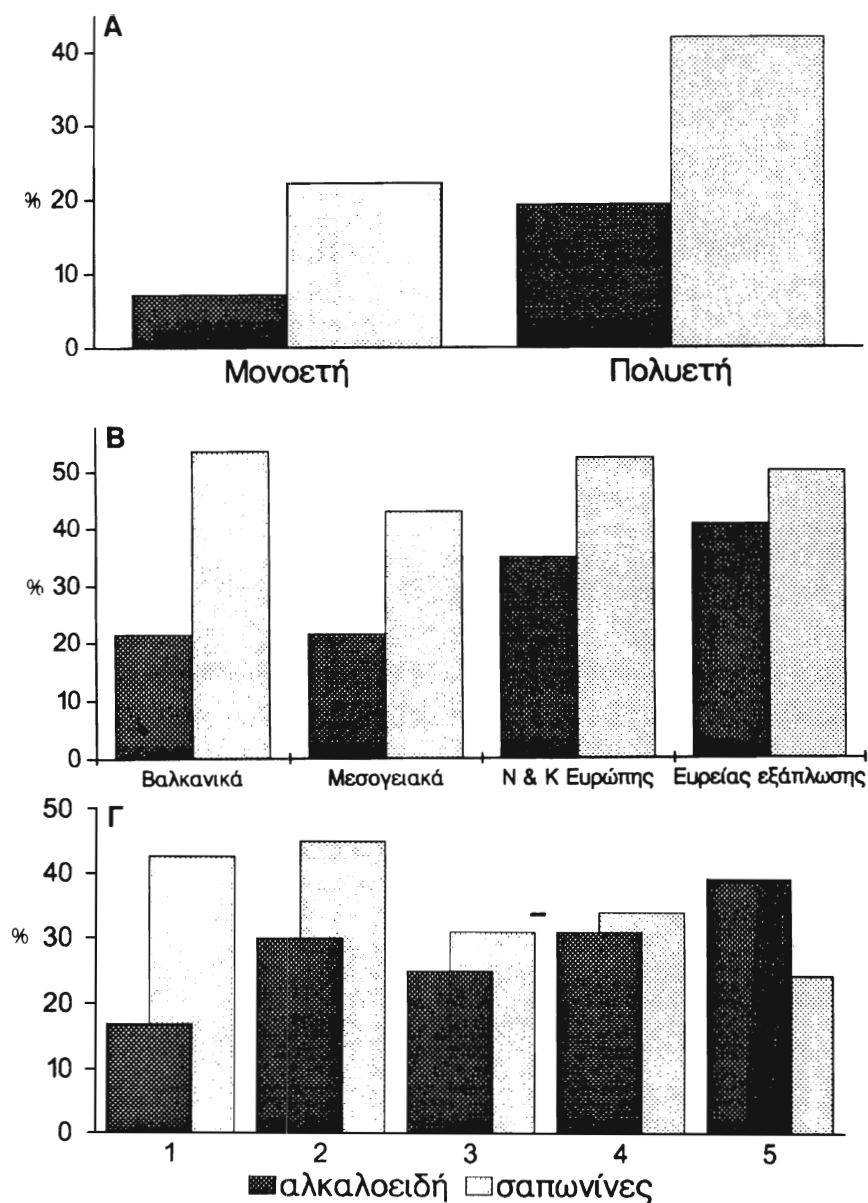
Το ποσοστό των πολυετών taxa στο οποίο ανιχνεύθηκαν σαπωνίνες και αλκαλοειδή είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των μονοετών (Σχήμα 1.A).

Το ποσοστό των taxa στο οποίο ανιχνεύθηκαν αλκαλοειδή είναι αυξημένο στα μεγαλύτερης εξάπλωσης taxa, δηλαδή τα taxa της Κ & Ν Ευρώπης και τα ευρείας εξάπλωσης, σε σχέση με τα μικρότερης εξάπλωσης taxa, δηλαδή τα Βαλκανικά και Υποβαλκανικά (Σχήμα 1.B).

Η παρουσία των φυτών με σαπωνίνες δεν παρουσιάζει αξιόλογη διακύμανση στις διαφορετικές ενότητες βλάστησης. Τα φυτά που παράγουν αλκαλοειδή είναι λιγότερο συχνά σε σχέση με αυτά που παράγουν σαπωνίνες και παρουσιάζουν μεγαλύτερη εξειδίκευση σε σχέση με το βιότοπο όπου αναπτύσσονται. Μεγαλύτερο ποσοστό βρέθηκε στους ανθρωπογενείς βιότοπους, δηλαδή στα κράσπεδα των οδών, τις εγκαταλειμμένες αγροτικές εκτάσεις και τους οικισμούς. Μικρότερο ποσοστό βρέθηκε στις μεικτές θαμνώδεις διαπλάσεις (Σχήμα 1.Γ).

Τα παραπάνω υποδεικνύουν ότι ο έλεγχος της παρουσίας δευτερογενών μεταβολιτών είναι σημαντικός, όχι μόνο για την ανακάλυψη φυτικών ειδών που παράγουν βιολογικά δραστικά συστατικά, αλλά και για τη διερεύνηση της συσχέτισης της παραγωγής τους με την εξάπλωσή τους.





**Σχήμα 1.** Ποσοστό των taxa στα οποία ανιχνεύθηκαν αλκαλοειδή και σαπωνίνες. **A.** Σε σχέση με τη διάρκεια ζωής τους. **B.** Σε σχέση με τη συνολική τους εξάπλωση. **Γ.** Στις διαφορετικές ενότητες βλάστησης της περιοχής Βίκου-Αώου: 1 μεικτή θαμνώδης διάπλαση, 2 δάσος *Carpinus orientalis* - *Ostrya carpinifolia* στο φαράγγι του Βίκου, 3 μεικτό δάσος κωνοφόρων-φυλλοβόλων στη χαράδρα του Αώου, 4 υπαλπική βλάστηση, 5 κράσπεδα δρόμων, εγκαταλειμμένες αγροτικές εκτάσεις, οικόσμοι.

## Συμβολή στη μελέτη του Ενδημισμού της Χλωρίδας της νήσου Εύβοιας

ΙΑΤΡΟΥ ΓΡ. & ΤΡΙΓΚΑΣ Π.

*Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας Πανεπιστημίου Πάτρας 265 00 Πάτρα*

**Περίληψη:** Η χλωρίδα της Εύβοιας σύμφωνα με τον Rechinger περιελάμβανε 1490 taxa, 32(2.1%) τοπικά ενδημικά, και 85(5.7%) Ελληνικά ενδημικά. Σήμερα υπολογίζονται σε 1516 taxa, 47(3.1%) τοπικά ενδημικά, και 116(7.65%) Ελληνικά ενδημικά. Η φυσική γεωγραφία, το βιοκλίμα, το ανάγλυφο και το γεωλογικό υπόστρωμα της Εύβοιας συζητούνται σε σχέση με την κατανομή των τοπικών και των Ελληνικών ενδημικών taxa. Τα Ελληνικά ενδημικά συγκεντρώνονται στην Κ.Εύβοια ενώ στην Β. Εύβοια λόγω του σερπεντινικού υποστρώματος υπερέχουν τα τοπικά ενδημικά έναντι της Ν και Κ. Εύβοιας. Υψομετρικά, 35 taxa (7.5%) τοπικών ενδημικών αναπτύσσονται κάτω των 1000 m, 10 (21%) άνω των 1000 m και μόνο 2 taxa (4%) και στις δύο υψομετρικές βαθμίδες. Η κατανομή των Ελληνικών ενδημικών στην Εύβοια και στις υπόλοιπες φυτογεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας, σε συνδυασμό με την παλαιογεωγραφία της περιοχής μας επιτρέπει να υποθέσουμε κάποιες φυτογεωγραφικές σχέσεις της χλωρίδας της Εύβοιας και αυτών. Τέλος συζητείται το status στη φύση των τοπικών και Ελληνικών ενδημικών.

### Contribution to the study of the endemism of the flora of Euboea

IATROY GR. & TRIGAS P.

*Division of Plant Biology, Department of Biology the University of Patras 265 00 Patras-Greece*

**Abstract:** The flora of Euboea comprised 1490 taxa according to Rechinger, 32(2.1%) were considered as local endemic, while 85(5.7%) Greek endemics. Today 1516 taxa comprises the flora of the island, 47(3.1%) local endemic, 116 (7.65%) Greek endemics. Geomorphology, bioclimate and the geological substrate of the island are discussed in relation to the distribution of local and Greek endemic taxa. The greatest number of Greek endemic is concentrated in C. Euboea, while in N. Euboea endemism is specialized to the serpentine substrate and here outnumber the local endemic, than in C. and S. Euboea. Noteworthy is the presence of 35 local taxa (75%) in altitudes lower than 1000 m, while only 10 (21%) are growing over 1000 m and the 2 rest, prosper well in both altitudes. Phytogeographical connections of the flora of Euboea to the other phytogeographical areas are postulated, through the distribution of the Greek endemic. Finally the status in nature of local and Greek endemic taxa is discussed.

## Εισαγωγή

Η Εύβοια είναι μία περιοχή ιδιαίτερου ενδιαφέροντος από άποψη χλωριδικής ποικιλότητας, όσο και από φυτογεωγραφική άποψη. Κατά το παρελθόν πολλοί ερευνητές επισκέφθηκαν το νησί (Spruner 1843, Heldreich 1848-1890, Ορφανίδης 1865, Pichler 1876, Bretzl 1905 κ.ά.), ενώ στη κυριότερη και μοναδική ολοκληρωμένη μελέτη της χλωρίδας της “ Die Flora von Euboea” (Rechinger, 1961), περιλαμβάνονται και οι συλλογές του Φοίτου (1960). Νεότερες μελέτες αφορούν συγκεκριμένα taxa της Εύβοιας και αναφέρονται στη μελέτη αυτών των συστηματικών μονάδων σε μεγαλύτερη κλίμακα (π.χ. Ελλάδα). Εξαιρέση αποτελούν οι μελέτες των Künkele & Paysan (1981), Akeroyd & Preston (1987) και Zielinski (1990), που αναφέρονται εκτενέστερα στη χλωρίδα της Εύβοιας. Επίσης, πληροφορίες σχετικά με την ορεινή χλωρίδα της Εύβοιας αναφέρονται από τον Strid (1986) και Strid & Tan (1991).

Παρά το μεγάλο αριθμό των συλλογών και μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι σήμερα, το ενδιαφέρον για τη γνώση της χλωρίδας της Εύβοιας δεν έχει εξαντληθεί. Επίσης, δεν υπάρχει καμιά ολοκληρωμένη μελέτη πάνω στον ενδημισμό της χλωρίδας της, παρ’όλο που πολλά στοιχεία συνηγορούν για το μεγάλο ενδιαφέρον μιας τέτοιας μελέτης. Στη παρούσα εργασία επιχειρείται μια πρώτη εμπειριστατωμένη προσέγγιση του ενδημισμού της χλωρίδας της Εύβοιας. Παρουσιάζεται το σημερινό “Status” της χλωρίδας και συγκρίνεται με αυτό που δίνεται από το Rechinger (1961). Επίσης, γίνεται στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που αφορούν τα ενδημικά taxa και συζητούνται τα αποτελέσματα.

## Μελέτη Περιβάλλοντος

Η Εύβοια εκτείνεται κατά μήκος της Βορειοανατολικής ακτής της Στερεάς Ελλάδας. Με συνολική επιφάνεια 3654 km<sup>2</sup> είναι το δεύτερο σε μέγεθος νησί της Ελλάδας μετά τη Κρήτη. Το κατ’άξονα μήκος της είναι 175km και το πλάτος της κυμαίνεται από 7 μέχρι 45km. Από άποψη ανάγλυφου η Εύβοια μπορεί να χωριστεί σε τρία τμήματα. Το βόρειο και νότιο τμήμα της είναι ομαλά και λοφώδη, ενώ το κεντρικό είναι ορεινό. Τα κυριότερα βουνά της Βόρειας Εύβοιας είναι τα Λιχάδα (763m), Τελέθριο (970m) και Ξηρόν (991m). Η Κεντρική Εύβοια χωρίζεται από τη Βόρεια με μια οροσειρά, που αποτελείται από το παράκτιο βουνό Κανδήλι (1246m) και από τις Βορειοδυτικές διακλαδώσεις της Δίρφους (1743m), Πυξαριά (1343m) και Γερακοβούνι. Οι Νοτιοανατολικές απολήξεις της Σκοτεινή (1362m), Μαυροβούνι (1189m) και Όλυμπος (1172m), διασχίζουν τη Κεντρική Εύβοια. Το σημαντικότερο όρος της Νότιας Εύβοιας είναι η Όχη (1398m).

Από γεωλογική άποψη, οι κυριότεροι ορεινοί όγκοι του νησιού αποτελούνται από ασβεστόλιθους του Τριαδικού - Ιουρασικού, εκτός από το όρος Όχη που αποτελείται από σχιστόλιθους και μάρμαρα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον από χλωριδική άποψη παρουσιάζουν οι οερπεντίνες της Βόρειας Εύβοιας.

Για τον προσδιορισμό των βιοκλιματικών ορόφων χρησιμοποιήθηκε το ομβροθερμικό πηλίκο (Q<sub>2</sub>) του Emberger. Οι κορυφές των υψηλών βουνών ανήκουν στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα δριμύ, ενώ η ανώτερη ορεινή ζώνη ανήκει στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ψυχρό. Στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ψυχρό ανήκει η ορεινή ζώνη της Βόρειας Εύβοιας. Η ανατολική πλευρά της Νότιας Εύβοιας και οι πεδινές και λοφώδεις περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Εύβοιας ανήκουν στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο, ενώ τα ανατολικά παράλια

της Κεντρικής Εύβοιας ανήκουν στον υγρό βιοκλιματικό όροφο με ήπιο χειμώνα. Τέλος, στον ημιξηρο βιοκλιματικό όροφο με ήπιο χειμώνα ανήκουν τα δυτικά και νοτιοδυτικά παράλια του νησιού.

## Παλαιογεωγραφία

Στις αρχές του Μειόκαινου, πριν 25 εκατομμύρια χρόνια περίπου, η Εύβοια αποτελούσε τμήμα ενός μεγάλου χερσαίου συγκροτήματος γνωστό με το όνομα "Αιγαίης". Κατά τη διάρκεια του Μειόκαινου (πιθανώς Μέσο Μειόκαινο) άρχισαν οι πρώτες διαρρήξεις και εγκατακρημνίσεις της Αιγαίδας. Κατά το ανώτερο Μειόκαινο και Παλαιοπλειόκαινο η περιοχή της Εύβοιας αποτελεί χέρσο. Υπολείμματα της χερσαίας Πικερμικής φάσης είναι γνωστά από πολλές περιοχές της Εύβοιας. Κατά τη διάρκεια του Ανώτερου Πλειοκαίνου η θάλασσα κατακλύζει πολλά σημεία της Αιγαίδας. Τότε δημιουργείται ο Ν. Ευβοϊκός κόλπος οι οποίοι διαχωρίζει τη Νότια Εύβοια από τη Αττική. Κατά το Πλειστόκαινο συνεχίζονται οι τεκτονικές διαταράξεις στην Αιγαίδα, που εκδηλώνονται με ορογενετικές και ηπειρωγενετικές κινήσεις. Τη περίοδο αυτή δημιουργείται και ο Β. Ευβοϊκός κόλπος, ο οποίος απομονώνει την Εύβοια από τη Στερεά Ελλάδα. Παράλληλα, κατά το Πλειστόκαινο, έλαβαν χώρα απότομες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του πλανήτη, που είχαν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία τεσσάρων εποχών παγετώνων. Υπολογίζεται ότι κατά τη μέγιστη παγετική εποχή του Τεταρτογενούς (Γριμάλδιος απόσυρση της θάλασσας κατά το Würm II) η στάθμη της θάλασσας κατήλθε κατά 100m περίπου. Κατόπιν τούτου η νήσος Εύβοια επανενώθηκε με τη Στερεά Ελλάδα. Η μόνιμη γεωγραφική απομόνωση λοιπόν της Εύβοιας από τη Στερεά Ελλάδα πραγματοποιήθηκε αργότερα από το σχηματισμό του Νότιου και Βόρειου Ευβοϊκού κόλπου.

## Ενδημισμός

Ο Rechinger (1961) στην εργασία του "Die Flora von Euboea", αναφέρει 1490 taxa σπερματοφύτων από την Εύβοια. Από αυτά τα 32 (2,1%) είναι αποκλειστικά ενδημικά της Εύβοιας, ενώ 85 (5,7%) είναι ελληνικά ενδημικά και παρουσιάζουν μια ευρύτερη γεωγραφική εξάπλωση στον ελληνικό χώρο. Τα στοιχεία αυτά έχουν αλλάξει σήμερα μιας και πολλά νέα taxa έχουν περιγραφεί από τη περιοχή και ένας εξίσου μεγάλος αριθμός δεν αναγνωρίζονται πλέον σαν ιδιαίτερες συστηματικές μονάδες και έχουν γίνει συνώνυμα. Σύμφωνα με το σημερινό status η χλωρίδα της Εύβοιας αποτελείται από 1516 taxa σπερματοφύτων (σε αυτά δεν προσμετρούνται 15 υβρίδια και 28 taxa περιδοφύτων). Από αυτά τα 47 (3,1%) είναι αποκλειστικά ενδημικά της Εύβοιας, ενώ 116 (7,65%) είναι ελληνικά ενδημικά.

	Έκταση (Km <sup>2</sup> )	Υψόμ. (m)	Συνολ. αρ. taxa	Τοπικά ενδημικά	Ενδημισμός (%)	
Εύβοια	3654	1743	1516	47	3,10	Ιατρού & Τρίγκας
Κύθηρα	278	506	788	7	0,88	Ιατρού (1994)
Πελ/νησος	21441	2437	2400	150	6,25	Ιατρού (1992)
Κρήτη	8258	2456	1624	139	8,56	Turland (1993)
Κυκλάδες	2807	1002	1200	34	2,80	Ιατρού (αδημοσ.)
Κύπρος	9251	1953	1651	122	7,40	Δελλά & Ιατρού

Πίν. 1: Συγκριτική απεικόνιση του ενδημισμού της Εύβοιας σε σχέση με άλλες περιοχές.

Από τη κατανομή των ενδημικών taxa στις αντίστοιχες οικογένειες, όπως φαίνεται στον Πίν. 2, γίνεται φανερό ότι οι σημαντικότερες οικογένειες που περιέχουν ενδημικά είναι οι εξής : Compositae, Caryophyllaceae, Liliaceae, Labiatae, Cruciferae, Rubiaceae, Campanulaceae και Boraginaceae.

	Οικογένεια	Συνολικός αριθμός taxa	Τοπικά ενδημικά taxa	Ελληνικά ενδημικά taxa	Σύνολο ενδημικών taxa	Ποσοστό ενδημισμού (%)
1	Aceraceae	3	-	1	1	33,3
2	Araceae	7	-	1	1	14,3
3	Aristolochiaceae	5	-	1	1	20,0
4	Boraginaceae	38	-	6	6	15,8
5	Campanulaceae	17	5	1	6	35,3
6	Caryophyllaceae	90	5	14	19	21,1
7	Chenopodiaceae	10	-	1	1	10,0
8	Cistaceae	10	1	-	1	10,0
9	Compositae	175	8	18	26	14,9
10	Crassulaceae	17	-	1	1	5,9
11	Cruciferae	83	2	11	13	15,7
12	Dipsacaceae	11	-	2	2	18,2
13	Euphorbiaceae	27	-	1	1	3,7
14	Fagaceae	10	1	-	1	10,0
15	Graminae	115	-	3	3	2,6
16	Guttiferae	9	1	1	2	22,2
17	Iridaceae	10	-	3	3	30,0
18	Labiatae	82	5	8	13	15,9
19	Leguminosae	157	-	5	5	3,2
20	Liliaceae	49	5	8	13	26,5
21	Linaceae	11	2	1	3	27,3
22	Orchidaceae	37	-	4	4	10,8
23	Paeoniaceae	2	-	1	1	50,0
24	Pinaceae	4	-	1	1	25,0
25	Plumbaginaceae	14	2	2	4	28,6
26	Polygalaceae	2	-	1	1	50,0
27	Polygonaceae	18	-	1	1	5,6
28	Primulaceae	9	-	1	1	11,1
29	Ranunculaceae	31	-	2	2	6,5
30	Rubiaceae	33	4	5	9	27,3
31	Scrophulariaceae	42	2	5	7	16,7
32	Thymelaeaceae	9	-	1	1	11,1
33	Umbelliferae	64	2	3	5	7,8
34	Violaceae	14	2	2	4	28,6

Πίν. 2: Κατανομή των ενδημικών taxa στις αντίστοιχες οικογένειες.

Τα ενδημικά taxa εντοπίζονται σε όλες τις περιοχές της Εύβοιας, η πυκνότητα όμως εμφάνισής τους διαφέρει από περιοχή σε περιοχή. Στη Β. Εύβοια απαντώνται 27 αποκλειστικά ενδημικά taxa, από τα οποία 18 έχουν γεωγραφική εξάπλωση που περιορίζεται μόνο σε αυτό το τμήμα του νησιού. Είναι αξιοσημείωτο ότι τα 11 από αυτά

είναι ενδημίτες σερπεντινικών εδαφών, είναι δε τα εξής : *Centaurea ebnooides* Heldr., *Centaurea euboica* Rech. fil. ssp. *euboica*, *Centaurea euboica* Rech. fil. ssp. *intermedia* Phitos & Georg., *Centaurea mantoudii* Georg., *Bufonia euboica* Phitos & Kamari, *Silene oligantha* Boiss. & Heldr. ssp. *pseudoradicosa* (Rech. fil.) Greuter, *Scorzonera serperitina* Rech. fil., *Quercus euboica* Papanicolaou, *Allium paniculatum* L. ssp. *euboicum* (Rech. fil.) Stearn, *Asperula ophiolithica* Ehrend., *Fumana pinatsii* Rech. fil. Στη Κ. Εύβοια απαντώνται 23 αποκλειστικά ενδημικά taxa, από τα οποία 11 εντοπίζονται μόνο σε αυτή τη περιοχή. Στη Ν. Εύβοια παρατηρείται σχετικά μικρός αριθμός αποκλειστικών ενδημικών taxa, μόνο δέκα, από τα οποία όμως έξι εντοπίζονται μόνο σε αυτή τη περιοχή. Είναι σημαντικό ότι από το σύνολο των ενδημικών φυτών της Εύβοιας που εξαπλώνονται σε περισσότερα από ένα τμήματά της, μόνο τέσσερα συναντώνται και στη Ν. Εύβοια.

Όσον αφορά την υψομετρική κατανομή της ενδημικής χλωρίδας της Εύβοιας, από τα 47 συνολικά taxa, τα 35 (75%) εξαπλώνονται σε πεδινές και λοφώδεις περιοχές κάτω από 1000 m. Από τα υπόλοιπα, δέκα (21%) απαντώνται σε υψόμετρα πάνω από 1000 m, ενώ δύο (4%) απαντώνται και στα δύο υψόμετρα (*Campanula constantini* Beauverd & Top., *Viola euboica* (Halacsy) Halacsy). Από τα βουνά της Εύβοιας τον υψηλότερο αριθμό ενδημικών παρουσιάζει η Δίρφυ με 14 τοπικά ενδημικά, από τα οποία τέσσερα είναι αποκλειστικά ενδημίτες του όρους και είναι τα εξής: *Silene dirphya* Greuter & Burdet, *Ornithogalum exaratum* Zahar., *Cruciata taurica* (Pallas) Ehrend. ssp. *euboica* (Ehrend.) Ehrend., *Viola dirphya* Tiniakou.

Από το σύνολο των ενδημικών φυτών της Εύβοιας, 32(68%) αναπτύσσονται σε υπόστρωμα ασβεστολιθικής σύστασης, ενώ 12(26%) απαντώνται σε σερπεντίνες. Άλλα δύο είδη (*Bolanthus intermedius* Phitos, *Alyssum euboicum* Halacsy) απαντώνται και στους δύο τύπους υποστρώματος. Τέλος το *Ammi topalii* Beauverd, αναπτύσσεται σε αμμώδεις παραλίες στη περιοχή του Ευρίπου, δεν έχει ξαναβρεθεί όμως τα τελευταία χρόνια και πιθανόν έχει εξαφανιστεί.

Πρέπει να αναφερθεί ότι τρία από τα ενδημικά φυτά της Εύβοιας (*Fumana pinatsii* Rech. fil., *Linum euboicum* Bornm., *Linum goulimyji* Rech. fil.) δεν αναγνωρίζονται καθολικά ως ιδιαίτερες ταξινομικές μονάδες και χρειάζονται περαιτέρω μελέτη.

Το αρκετά υψηλό ποσοστό τοπικών ενδημικών (3,1%) της χλωρίδας της Εύβοιας εξηγείται εν μέρη από την ύπαρξη υψηλών βουνών κυρίως στο κεντρικό τμήμα της, αλλά και στους εδαφικούς ενδημίτες που απαντώνται κυρίως στους σερπεντίνες της Β. Εύβοιας, παρά το γεγονός ότι η γεωγραφική της απομόνωση είναι σχετικά πρόσφατη. Χρωμοσωμικοί αριθμοί έχουν βρεθεί για 19 από τα 47 ενδημικά taxa της Εύβοιας και για να γίνει μία πληρέστερη μελέτη του ενδημισμού είναι αναγκαίο να γίνουν κυτταρολογικές μελέτες στο σύνολο των ενδημικών φυτών.

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η μελέτη των “ευρύτοπων” ελληνικών ενδημικών φυτών γιατί φυτογεωγραφικά είναι πολύ σημαντικά. Η παρουσία στην Εύβοια 116 ελληνικών ενδημικών taxa μας επιτρέπει να κάνουμε ορισμένες υποθέσεις για τις πιθανές σχέσεις της χλωρίδας της, με αυτές γειτονικών περιοχών και κυρίως της Στερεάς Ελλάδας, των Σποράδων και των Κυκλάδων.

Η στενή φυτογεωγραφική σχέση τη Εύβοιας με τη Στερεά Ελλάδα υποστηρίζεται από τη παρουσία 92 ελληνικών ενδημικών taxa που εξαπλώνονται και στις δύο περιοχές, ενώ 12 από αυτά εξαπλώνονται αποκλειστικά στην Εύβοια και τη Στερεά Ελλάδα. Η παρουσία τους ενισχύει τις παλαιογεωγραφικές υποθέσεις.

Μεταξύ της Εύβοιας και της Πελοποννήσου υπάρχουν συνολικά 68 κοινά taxa, ενώ από αυτά μόνο τέσσερα εξαπλώνονται αποκλειστικά στις δύο αυτές περιοχές και

είναι τα εξής : *Trisetum laconicum* Boiss & Orph., *Origanum lirium* Heldr., *Origanum scabrum* Boiss. & Heldr. και *Geocaryum divaricatum* (Boiss. & Orph.) P. W. Ball.

Η φυτογεωγραφική σχέση των Κυκλάδων και των Σποράδων με τη Εύβοια υποστηρίζεται από τη κοινή παρουσία 29 και 18 taxa αντίστοιχα. Υπάρχουν δύο taxa που εξαπλώνονται αποκλειστικά στην Εύβοια και τις Κυκλάδες (*Cerastium tunemarkii* Moeschl. & Rech. fil., *Hypericum delphicum* Boiss. & Heldr.), ενώ 4 taxa απαντώνται μόνο στην Εύβοια και τις Σποράδες (*Anrhemis weneri* Stoj. & Acht. ssp. *weneri*, *Inula cadida* (L.) Cass. ssp. *limonella* (Heldr.) Rech. fil., *Stachys tetragona* Boiss. & Heldr., *Carduus macrocephalus* Desf. ssp. *sporadum* (Halacsy) Franco).

Τέλος, η φυτογεωγραφική σχέση της Εύβοιας με τη Θεσσαλία, υποστηρίζεται από τη κοινή παρουσία 33 taxa, ενώ τρία από αυτά (*Onosma euboicum* Rech. fil., *Bolanthus thessalus* (Jaub. & Spach) Barkoudah, *Daphne euboica* Rech. fil.) εξαπλώνονται αποκλειστικά στην Εύβοια και τη Θεσσαλία.

Δε φαίνεται να υπάρχει στενή φυτογεωγραφική σχέση μεταξύ των υπόλοιπων φυτογεωγραφικών περιοχών της Ελλάδας και της Εύβοιας. Αξίζει όμως να επισημάνουμε ότι δύο ελληνικά ενδημικά taxa, *Teucrium flavum* L. ssp. *gymnocalyx* Rech. fil. και *Fritillaria euboica* Rix, εξαπλώνονται αποκλειστικά το μεν πρώτο μεταξύ Εύβοιας και Κρήτης, ενώ το δεύτερο μεταξύ Εύβοιας και της περιοχής της χερσονήσου του Άθω.

Από τα 47 τοπικά ενδημικά taxa της Εύβοιας, περίπου τα μισά αναφέρονται σε διάφορες διεθνείς συνθήκες ή διατάγματα. Το Ελληνικό Κράτος έχει συμπεριλάβει 17 από αυτά στο Προεδρικό Διάταγμα 67/81. Σύμφωνα με το κατάλογο ειδών υπό προστασία της WCMC, 17 taxa αναφέρονται σε κάποια από τις κατηγορίες επικινδυνότητας, 16 θεωρούντε σπάνια (R), ένα taxon το *Nepeta argolica* Bory & Chaub. ssp. *dirphya* (Boiss.) Strid & Tan θεωρείτε ως απειλούμενο (V), ενώ έξι επιπλέον taxa χρειάζονται διερεύνηση της κατάστασής τους στη φύση. Αντίστοιχα, 64 από τα 116 ελληνικά ενδημικά taxa της Εύβοιας αναφέρονται σε διάφορες διεθνείς συνθήκες ή διατάγματα. Θα υπέθετε λοιπόν κανείς ότι έχουν κάποια μορφή προστασίας, στη πραγματικότητα όμως κανένα πρακτικό μέτρο δεν έχει ληφθεί με σκοπό τη προστασία τους. Τα υπόλοιπα taxa δεν αναφέρονται σε καμιά συνθήκη ή διάταγμα. Είναι αναγκαίο λοιπόν να διεξαχθούν εκτεταμένες και ίσως μακροχρόνιες μελέτες υπαίθρου (monitoring) για να διαπιστωθεί το πραγματικό status των πληθυσμών, του κάθε taxon, στη φύση, ώστε να γίνουν αντιληπτοί οι κίνδυνοι που τα απειλούν και τότε να σχεδιαστούν στρατηγικές προστασίας τους “in situ” και “ex situ”.

## Βιβλιογραφία

- AKERROYD, J. R. & PRESTON, C. D. (1987) : Floristic notes from the Aegean region of Greece. Willdenowia 16 (2) : 349-372.
- KÜNKELE, S. & PAYSAN, K. (1981) : Die Orchideenflora von Euboea (Griechenland) OPTIMA.
- RECHINGER, K. H. (1961) : Die Flora von Euboea. Bot. Jahrb. 80 (3) : 294-465.
- STRID, A. (1986) : Mountain Flora of Greece. Vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge.
- STRID, A. & TAN, K. (1991) : Mountain Flora of Greece. Vol. 2. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- ΦΟΙΤΟΣ, Δ. (1960) : Φυτογεωγραφική έρευνα της κεντρικής Ευβοίας. Διατριβή επί διδακτορία. Αθήνα.
- ZIELINSKI, J. (1990) : New records for the flora of Euboea. Ann. Mus. Goulandris 8 : 237-240.

## Παρελθόν και παρόν των εμφανίσεων της σημύδας (*Betula*) στην Ελλάδα.

A. M. Γερασιμίδης

*Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής - Γεωβοτανικής, Τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, ΤΘ 270, 540 06, Θεσσαλονίκη.*

**Περίληψη.** Η σημύδα αντιπροσωπεύεται στην Ελλάδα από το είδος *Betula pendula* Roth. Η εξάπλωσή της περιορίζεται στα όρη του βορειότερου Ελλαδικού χώρου. Εκτός από μια περίπτωση σχηματισμού αμιγούς δάσους στη Ροδόπη, όλες οι άλλες εμφανίσεις της είναι περιορισμένης έκτασης. Η γεωγραφική θέση, οι κλιματικές συνθήκες και η συχνή παρουσία ασβεστολιθικών πετρωμάτων που επικρατούν στη χώρα μας ελαχιστοποιούν την ανταγωνιστική ικανότητα της σημύδας, περιορίζοντας έτσι τη δυνατότητα ευρύτερης εξάπλωσής της. Στο παρελθόν, όπως φανερώνουν τα διαγράμματα γύρης, είχε ευρύτερη γεωγραφική εξάπλωση, ιδιαίτερα κατά το Πλειστόκαινο. Εντούτοις, η συμμετοχή της στη δασική βλάστηση δεν ήταν ποτέ ιδιαίτερα έντονη. Κατά τις τελευταίες χιλιετίες, η εξαφάνισή της σημύδας από περιοχές της Ελλάδας και, γενικότερα, ο περιορισμός της εμφάνισής της, προκλήθηκε ή υποβοηθήθηκε από ανθρωπογενείς επεμβάσεις στη δασική βλάστηση.

## Past and Present of the birch (*Betula*) appearance in Greece.

A. M. Gerasimidis

*Laboratory of Forest Botany - Geobotany, Department of Forestry and Natural Environment, Aristotle University of Thessaloniki, P.O. Box 270, GR - 540 06 Thessaloniki, Greece.*

**Abstract.** Birch is represented in Greece by the species *Betula pendula* Roth. Its geographical distribution is restricted to some mountains near the northern borders of Greece. It contributes very little in the forest vegetation, except of one range in Rhodopes where it forms woodland. The competitiveness of birch and therefore its potential for a wider distribution is minimised by geographical position, climatic conditions and by the relatively high proportion of calcareous soils in Greece. In prehistorical years and particularly in Pleistocene, the geographical distribution of birch was quite broad, being indicated from pollen diagrams. However, the contribution of the species to forest vegetation was never significant. In the last millenians the elimination of birch from some areas of Greece was partially attributed to the effects of human activities on forest vegetation.



## Εισαγωγή

Το γένος *Betula* περιλαμβάνει 65 περίπου είδη, που αναπτύσσονται στη βόρεια Ευκράτη και αρκτική ζώνη (Hegi, 1981). Στη χώρα μας εμφανίζεται μόνο ένα είδος, το *Betula pendula* Roth, που είναι πολύ φιλόφωτο, ψυχρόβιο, δυνάμενο να αναπτυχθεί σε εδάφη ξηρά-φτωχά αλλά και πολύ υγρά, παρουσιάζοντας καλύτερη ανάπτυξη σε νωπά, βαθιά, πηλοαμμώδη εδάφη (Αθανασιάδης, 1986). Γενικά, το είδος αυτό έχει πολύ μεγάλο οικολογικό εύρος και εξαπλώνεται γρήγορα και εύκολα χάρη στα πολυάριθμα μικρά σπέρματά του που φέρουν πτερύγια. Τα χαρακτηριστικά αυτά το καθιστούν ένα από τα σπουδαιότερα πρόσκοπα είδη που, μόνο του ή μαζί με τη δασική πεύκη (*Pinus sylvestris* L.), δημιουργεί πρόδρομες δασικές φυτοκοινωνίες σε γυμνές επιφάνειες, ιδιαίτερα στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη. Ανασταλτικά στην ταχύτητα εξάπλωσης της σημύδας λειτουργεί η σχετικά μικρή φυτρωτικότητα των σπερμάτων της, 15-20% περίπου, καθώς και η κάπως καθυστερημένη έναρξη καρποφορίας, που σε κλειστές συστάδες μπορεί να μην επέλθει μέχρι το 30ο έτος της ηλικίας των δένδρων (Amann, 1968). Όμως, ο κυριότερος παράγοντας για τη μη περαιτέρω εξάπλωσή της, αλλά και για τον περιορισμό της παρουσίας της ή την εξαφάνισή της, είναι η μικρή ανταγωνιστική της ικανότητα απέναντι στ' άλλα δασικά είδη. Αυτό, εξάλλου, είναι γενικό χαρακτηριστικό όλων των πρόσκοπων ειδών, τα οποία όσο γρήγορα και εύκολα εξαπλώνονται όταν δεν υπάρχει ανταγωνισμός, άλλο τόσο γρήγορα και εύκολα εκτοπίζονται από τα είδη που εμφανίζονται στη συνέχεια εκμεταλλευόμενα τις συνθήκες που δημιουργούν τα πρώτα.

## Η σημερινή εξάπλωση της σημύδας στην Ελλάδα.

Αμιγές δάσος σημύδας στον Ελλαδικό χώρο υπάρχει μόνο σε μία περιοχή, στο δυτικό τμήμα του ορεινού όγκου της Ροδόπης. Οι υπόλοιπες εμφανίσεις της είναι περιορισμένες, είτε υπό μορφή συνδενδρίων και μικρών συστάδων, είτε ατόμων σε μεξή με άλλα δασικά δένδρα. Η εξάπλωση της σημύδας στην Ελλάδα περιορίζεται στα βορειότερα όρη αυτής, συνήθως σε πτωχά ή υποβαθμισμένα όξινα εδάφη (σχ. 1). Στη Ροδόπη, εκτός του προαναφερθέντος δάσους, εμφανίζεται και σε άλλες θέσεις περιορισμένα, όπως περιορισμένα εμφανίζεται και στα γειτονικά όρη Φαλακρό και Ορβηλο. Μικρή εμφάνιση έχει και στα όρη Παγγαίο, Πάϊκο και Μπέλες ενώ στο Βόρα η παρουσία της είναι σχετικά εντονότερη (Αθανασιάδης, 1986, Boratynski, 1992). Όλες οι παραπάνω εμφανίσεις της σημύδας αφορούν ορεινές περιοχές. Σε χαμηλή υψομετρικά θέση αναφέρεται μόνο η ύπαρξη λίγων ατόμων στην περιοχή των Πρεσπών (Παυλίδης, 1985).

## Οι εμφανίσεις της σημύδας στην Ελλάδα κατά το παρελθόν.

Η δυνατότητα εντοπισμού των εμφανίσεων της σημύδας κατά το παρελθόν, των αυξομειώσεων της παρουσίας της στο πέρασμα του χρόνου, καθώς και των περιπτώσεων εξαφάνισης ή νέας εμφάνισής της σε μια περιοχή, μας παρέχεται από τη μελέτη και ερμηνεία των διαγραμματίων γύρης. Τα διαγράμματα αυτά αποτελούν τη συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων παλυνολογικών ερευνών (μέθοδος ανάλυσης γύρης) και αναπαριστούν, υπό προϋποθέσεις, την εξελικτική πορεία των επιμέρους στοιχείων της βλάστησης μιας περιοχής. Αυτό γίνεται με τις "καμπύλες

γύρης", που η κάθε μία τους αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη συστηματική μονάδα φυτών (taxon). Κάθε σημείο μιας τέτοιας καμπύλης μέσα σε σύστημα ορθογώνιων συντεταγμένων δείχνει την ποσοστιαία συμμετοχή του συγκεκριμένου τύπου γύρης στο σύνολο της γύρης μιας δεδομένης χρονικής στιγμής. Κατά το μικροσκοπικό προσδιορισμό των γυρεόκοκκων σε λίγες μόνο περιπτώσεις μπορούμε να εντοπίσουμε το φυτικό είδος που παρήγαγε τον καθένα από αυτούς και συχνά είναι αδύνατος ο προσδιορισμός συστηματικής μονάδας κατώτερης της οικογένειας. Οι γυρεόκοκκοι της σημύδας (τύπος γύρης *Betula*) μπορούν να διακριθούν από τα χαρακτηριστικά τους, αλλά δεν υπάρχει δυνατότητα περαιτέρω προσδιορισμού των ειδών με το κοινό μικροσκόπιο.

Από το σχετικά περιορισμένο αριθμό διαγραμμάτων γύρης σε ελληνικές περιοχές, τέσσερα μόνο επεκτείνονται χρονικά σε προ-Ολοκαινικές περιόδους, λίγα καλύπτουν την παλαιότερη περίοδο του Ολοκαινού ενώ τα περισσότερα αναπαριστούν την εξελικτική πορεία της βλάστησης των τελευταίων χιλιετιών. Σε αρκετά από τα διαγράμματα αυτά η σημύδα δεν εμφανίζεται καθόλου ή η εμφάνισή της είναι ασήμαντη. Στα



Σχ. 1. Η εμφάνιση της σημύδας στην Ελλάδα. +, Σημερινή εμφάνιση, • Θέσεις των διαγραμμάτων γύρης που αναφέρονται στο κείμενο.

υπόλοιπα (σχ. 1), η παρουσία της, μολονότι είναι γενικά περιορισμένη και όχι πάντα συνεχής, παρέχει τη δυνατότητα εξαγωγής ορισμένων ενδιαφέροντων στοιχείων για τη συμμετοχή της στη δασική βλάστηση Ελληνικών περιοχών σε διάφορες περιόδους του παρελθόντος. Ιδιαίτερης σημασίας για την ιστορική εξέλιξη της σημύδας και γενικότερα της δασικής βλάστησης είναι τα στοιχεία από διαγράμματα ορεινών περιοχών (Gerasimidis & Athanasiadis, 1995)

**Πλειστόκαινο.** Κατά τις παγετώδεις περιόδους του Πλειστοκαινού επικρατούσαν κλιματικές συνθήκες ιδιαίτερα δυσμενείς για τη δασική βλάστηση. Η σημύδα και η δασική πεύκη αποτελούσαν τους κύριους, και συχνά μοναδικούς, εκπροσώπους των δένδρων στη βλάστηση στεππικού χαρακτήρα που επικρατούσε στο μεγαλύτερο τμήμα της Ευρώπης που δεν καλύπτονταν από πάγους. Τα σχετικά διαγράμματα γύρης φανερώνουν ότι ανάλογη εικόνα της βλάστησης εμφανιζόταν και σε Ελληνικές περιοχές όπου η σημύδα αποτελούσε βασικό στοιχείο της δασικής βλάστησης αλλά με χαμηλά ποσοστά συμμετοχής. Τα διαγράμματα γύρης που καλύπτουν περιόδους του Πλειστοκαινού είναι από τις περιοχές : Τενάγη Φιλίππων (Wijmstra, 1969, van der Wiel & Wijmstra, 1986a,b), Ιωάννινα, Χειμαδίτιδα (Bottema, 1974) και Ξυνιάς (Bottema, 1979).

Σ' όλα τα διαγράμματα αυτά, και ιδιαίτερα σ' αυτό από τα Τενάγη Φιλίππων, που περιλαμβάνει περισσότερες παγετώδεις περιόδους, οι καμπύλες γύρης της σημύδας παρουσιάζουν αυξομειώσεις γύρω από, γενικά, χαμηλές τιμές αλλά είναι συνεχείς. Σε ορισμένες περιπτώσεις κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων, η σημύδα παρουσιάζει αύξηση όταν όλα τα άλλα ξυλώδη είδη περιορίζονται εξαιτίας, προφανώς, παροδικής επιδείνωσης των συνθηκών.

Στις μεσοπαγετώδεις περιόδους και ιδιαίτερα στην τελευταία (Eem), που εμφανίζεται εκτός από το διάγραμμα των Τεναγών και στα αντίστοιχα των Ιωαννίνων και της Χειμαδίτιδας, η σημύδα διατηρεί, έστω και περιορισμένα, την παρουσία της δείχνοντας ότι αποτελεί σταθερό στοιχείο της δασικής βλάστησης. Αυτό ενισχύεται και από την αύξηση που εμφανίζει κατά τη διάρκεια της σταδιακής υποχώρησης της τελευταίας παγετώδους περιόδου (Late Glacial) στα περισσότερα διαγράμματα. Γενικά όμως, η μη έντονη εμφάνιση της σημύδας κατά την περίοδο αυτή, όπως και την επόμενη, δεν επιτρέπει να της αναγνωριστεί πρωταγωνιστικός ρόλος, όπως συμβαίνει για βορειότερες περιοχές των Βαλκανίων (Bennett κ.α, 1991) αλλά και της Μικράς Ασίας (Bottema, 1990).

**Παλαιότερη περίοδος Ολοκαινού** (8500 - 6500 π.Χ. περίπου). Κατά την περίοδο αυτή η σημύδα παρουσιάζεται στα προαναφερθέντα διαγράμματα συνεχώς και με σχετικά αυξημένες τιμές, εκτός του διαγράμματος των Ιωαννίνων, όπου η εμφάνισή της είναι περιορισμένη και στη συνέχεια μηδενίζεται κατά την έναρξη της επόμενης περιόδου. Η συμπεριφορά της σημύδας στα Ιωάννινα μπορεί να συσχετισθεί με την απουσία αυτής από το διάγραμμα της Ρεντζίνας (Willis, 1992), που είναι το μόνο διάγραμμα γύρης από ορεινή ελληνική περιοχή που καλύπτει την έναρξη του Ολοκαινού. Φαίνεται ότι στις περιοχές της Ηπείρου η σημύδα μπόρεσε να διατηρηθεί μόνο όταν οι κλιματικές συνθήκες ήταν αποτρεπτικές για τ' άλλα δασικά

είδη. Σε ομαλές συνθήκες η δυνατότητα παραμονής της στις περιοχές αυτές μηδενίζεται και ο κυριότερος λόγος γιαυτό είναι, προφανώς, η επικράτηση ασβεστολιθικών πετρωμάτων που δεν ευνοούν την ανάπτυξη της σημύδας, ιδιαίτερα στα Βαλκάνια (Horvat κ.ά, 1974).

Από τα υπόλοιπα διαγράμματα που καλύπτουν την περίοδο αυτή η σημύδα εμφανίζεται σε τρία : 1. Εδεσσα (Bottema, 1974), με αρκετά έντονη παρουσία κατά το πρώτο τμήμα της περιόδου, 2. Γιαννιτσά (Bottema, 1974), μόνο στο τέλος της περιόδου, που αντιστοιχεί στο κατώτερο τμήμα του διαγράμματος και 3. Αλως (Bottema, 1979), σε όλη σχεδόν την περίοδο αλλά με ασυνεχή παρουσία.

**Μέση περίοδος Ολοκαίνου** (6500 - 2000 π.Χ. περίπου). Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά την περίοδο αυτή ευνοούν την κυριαρχία των φυλλοβόλων πλατυφύλλων στη δασική βλάστηση, ενώ στις περισσότερο ορεινές περιοχές επικρατούν τα κωνοφόρα. Οι ανθρωπογενείς επιδράσεις στη βλάστηση είναι περιορισμένες. Η σημύδα φαίνεται ότι αποτελεί σταθερό, αλλά με μικρή συμμετοχή, στοιχείο της βλάστησης πολλών περιοχών της Κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας. Αυτό δείχνει η, λιγότερο ή περισσότερο, σταθερή παρουσία της σ' όλα τα αναφερθέντα διαγράμματα που ξεκινούν από προηγούμενες περιόδους. Εξάιρεση αποτελεί, όπως προαναφέρθηκε, το διάγραμμα των Ιωαννίνων στο οποίο παύει να εμφανίζεται η σημύδα στην αρχή της περιόδου αυτής.

Γύρω στα μέσα της περιόδου αρχίζουν τα πρώτα στοιχεία δύο διαγραμμάτων από περιοχές στις οποίες η σημύδα εμφανίζεται και σήμερα. Πρόκειται για το Βόρα (Αθανασιάδης & Γερασιμίδης, 1986) και το Λαϊλιά στον Ορβηλο (Γερασιμίδης, 1985), όπου η σημύδα παρουσιάζει σχετικά έντονη εμφάνιση κατά την έναρξη των διαγραμμάτων αλλά και στη συνέχεια, ιδιαίτερα στο Βόρα, καθ'όλη τη διάρκεια της περιόδου. Λιγότερο έντονη και με διακοπές παρουσία έχει στο διάγραμμα Καστοριάς (Bottema, 1974), το οποίο ξεκινά από την αρχή σχεδόν της περιόδου.

**Νεότερη περίοδος Ολοκαίνου** (από 2000 π.Χ. περίπου μέχρι σήμερα). Κατά την περίοδο αυτή ο κυριότερος παράγοντας, που με άμεσες ή έμμεσες επεμβάσεις καθορίζει την εξέλιξη της βλάστησης, είναι ο άνθρωπος. Σε αρκετά νέα διαγράμματα, που καλύπτουν ολικώς ή μερικώς την περίοδο αυτή, η σημύδα εμφανίζεται κατά κανόνα με μικρές τιμές και με διακοπές. Τελικά, αργά ή γρήγορα, στα περισσότερα από αυτά εξαφανίζεται. Το ίδιο συμβαίνει και στα προαναφερθέντα διαγράμματα, αρχίζοντας από αυτά των περιοχών της Θεσσαλίας, δηλαδή του Ξυνιά και του Αλω.

Και στις δύο περιπτώσεις η εξαφάνιση της σημύδας συμπίπτει με έντονη ανθρωπογενή επέμβαση στη γενικότερη βλάστηση των περιοχών αυτών. Βέβαια, η καταγραφή της σημύδας στα διαγράμματα αυτά προέρχεται από ορεινές περιοχές και όχι από την άμεση γειτονιά των θέσεων των διαγραμμάτων. Έτσι κι αλλιώς όμως, οι περιοχές της Θεσσαλίας είναι πολύ νότιες για την ανάπτυξη της σημύδας και αυτό αποτελεί έναν πρόσθετο λόγο της εξαφάνισής της νωρίτερα από βορειότερες περιοχές. Η γεωγραφική θέση, σε συνδυασμό με τις γεωλογικές-εδαφικές συνθήκες (φλύσσης) που δεν ευνοούν την εμφάνιση της σημύδας, δικαιολογούν την απουσία της από το μόνο διάγραμμα ορεινής περιοχής της Θεσσαλίας,

δηλαδή του Πετρουλίου (Athanasiadis, 1975), που καλύπτει τη συζητούμενη περίοδο.

Στα διαγράμματα που προέρχονται από μη ορεινές θέσεις της Μακεδονίας, η εμφάνιση της σημύδας οφείλεται κυρίως στη μεταφορά της γύρης της από τις γειτονικές ορεινές περιοχές. Σε όλα τα διαγράμματα αυτά, η σημύδα εξαφανίζεται σχετικά πρόσφατα και σε ορισμένα μόλις πριν λίγους αιώνες. Γενικό χαρακτηριστικό είναι ότι η εξαφάνισή της συμπίπτει σχεδόν πάντα με μείωση της δασικής κάλυψης εξαιτίας επεμβάσεων του ανθρώπου. Τα διαγράμματα, στα οποία παρατηρείται αυτό το γεγονός, είναι της Χειμαδίτιδας, της Εδεσσας, της Καστοριάς, των Γιαννιτών καθώς και της Βεγορίτιδας και της Βόλβης (Bottema, 1982) που καλύπτουν μόνο την περίοδο αυτή.

Το διάγραμμα των Πιερίων (Γερασιμίδης, 1985) αποκαλύπτει ότι η σημύδα αποτελούσε σταθερό συστατικό της δασικής βλάστησης των ορέων αυτών και επιπλέον, ότι αν δεν αφανιζόταν εξαιτίας έντονων ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και καταστρεπτικών επεμβάσεων στη δασική βλάστηση κατά την τελευταία χιλιετία, θα μπορούσε να διατηρηθεί εκεί μέχρι σήμερα. Αντίθετα, η σημύδα διατηρείται σταθερά στα διαγράμματα του Πάϊκου (Αθανασιάδης και Γερασιμίδης, 1987) και Ροδόπης (Αθανασιάδης κ.ά. 1991) όπως διατηρείται και στη σημερινή βλάστηση των περιοχών αυτών.

Το διάγραμμα της Ροδόπης δείχνει ότι, προς το τέλος της 2ης π.Χ. χιλιετίας μετά από καταστροφή της δασικής βλάστησης των ορεινών περιοχών, η σημύδα κυριαρχεί επεκτεινόμενη προφανώς σε εδάφη των δασών που καταστράφηκαν. Στη συνέχεια η δασική βλάστηση επανέρχεται σε ανάλογη με την, προ της καταστροφής, κατάσταση και η σημύδα υποχωρεί διατηρώντας από τότε συνεχώς χαμηλές τιμές. Μικρή παρουσία έχει η σημύδα και στα υπόλοιπα διαγράμματα από περιοχές, στις οποίες συμμετέχει και σήμερα στη δασική βλάστηση (Βόρας, Λαϊλιάς, Πάϊκο). Ετσι, δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως είδος υπεραντιπροσωπευόμενο στα διαγράμματα γύρης, όπως συμβαίνει στις βορειότερες Ευρωπαϊκές περιοχές. Εντούτοις, το θέμα της αντιπροσωπευτικότητας της σημύδας στα διαγράμματα γύρης Ελληνικών περιοχών πρέπει να ερευνηθεί περαιτέρω.

### **Συμπεράσματα**

Η σημύδα κατά τις παγετώδεις περιόδους (Πλειστόκαινο) εμφάνιζε ευρεία γεωγραφική εξάπλωση και αποτελούσε βασικό στοιχείο της δενδρώδους βλάστησης αλλά με μικρή συμμετοχή.

Κατά την παλαιότερη μεταπαγετώδη περίοδο εμφανίζεται σε αρκετές περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας από τις οποίες όμως στη συνέχεια εξαφανίζεται.

Σήμερα, η σημύδα περιορίζεται στα όρη του βορειότερου Ελλαδικού χώρου με εμφανίσεις περιορισμένης έκτασης, εκτός μιας περίπτωσης σχηματισμού αμιγούς δάσους στο δυτικό τμήμα του ορεινού όγκου της Ροδόπης.

Στην περιορισμένη εμφάνιση της σημύδας στη χώρα μας συντελούν η νότια γεωγραφική θέση της Ελλάδας σε σχέση με την κύρια περιοχή εξάπλωσης της σημύδας, οι κλιματικές συνθήκες που συνεπάγεται η θέση αυτή καθώς και η συχνή εμφάνιση ασβεστολιθικών πετρωμάτων.

Οι παράγοντες αυτοί ελαχιστοποιούν την ανταγωνιστική της ικανότητα και περιορίζουν τη δυνατότητα εξάπλωσής της, δεδομένου ότι η σημύδα, ως

πρόσκοπο είδος, εξαπλώνεται γρήγορα και εύκολα αλλά έχει μικρή ανταγωνιστική ικανότητα απέναντι στα άλλα δασικά είδη. Στον περιορισμό ή στην εξαφάνιση της σημύδας από διάφορες περιοχές του Ελλαδικού χώρου συνετέλεσαν άμεσα ή έμμεσα ανθρωπογενείς επεμβάσεις και καταστροφές στη δασική βλάστηση.

## **Βιβλιογραφία**

- Amann, G. 1968. Bäume und Sträucher des Waldes. Neumann Ver. München.
- Athanasiadis, N. 1975. Zur postglazialen Vegetationsentwicklung von Litochoro Katerinis und Pertuli Trikalon (Griechenland). Flora 164 : 99-132
- Αθανασιάδης, Ν. 1986. Δασική Βοτανική. Μέρος ΙΙ (Δένδρα και Θάμνοι των Δασών της Ελλάδας). Θεσσαλονίκη.
- Αθανασιάδης, Ν., Α. Γερασιμίδης. 1986. Μεταπαγετώδης εξέλιξη της βλάστησης στο Βόρα Αλμωπίας. Επιστ. Επετ. Τμ. Δασολ. & Φυσ. Περιβ. ΚΘ/ 4 : 211-249. Θεσσαλονίκη.
- Αθανασιάδης, Ν., Α. Γερασιμίδης. 1987. Μεταπαγετώδης εξέλιξη της βλάστησης στο όρος Πάϊκον. Επιστ. Επετ. Τμ. Δασολ. & Φυσ. Περιβ. Λ /11 : 403-445. Θεσσαλονίκη.
- Αθανασιάδης, Ν., Α. Γερασιμίδης, Ε. Ελευθεριάδου, Κ. Θεοδωρόπουλος. 1991. Μεταπαγετώδης εξέλιξη της βλάστησης στη Ροδόπη (Ελατιά Δράμας). Επιστ. Επετ. Τμ. Δασολογίας & Φυσ. Περιβ. ΛΔ'/1:207-246.
- Bennett, K.O., P.C. Tzedakis, K.J. Willis. 1991. Quaternary refugia of north European trees. Journal of Biogeography 18 : 103-115
- Boratynski, A., K. Browicz & J. Zielinski, 1992. Chorology of trees and shrubs in Greece. Polish Academy of Sciences. Sorus. Poznan/Kornik.
- Bottema, S. 1974. Late Quaternary Vegetation History of Northwestern Greece. Thesis. Groningen.
- Bottema, S. 1979. Pollen analytical investigations in Thessaly (Greece). Palaeohistoria 21 : 19-40.
- Bottema, S. 1982. Palynological investigations in Greece with special reference to pollen as an indicator of human activity. Palaeohistoria 24 : 257-286.
- Bottema, S. 1990. Notes on the history of the genus *Betula* in Turkey during the late Quaternary. Ecologia Mediterranea XVI : 145-150
- Γερασιμίδης, Α. 1985. Σταθμολογικές συνθήκες και μεταπαγετώδης εξέλιξη της βλάστησης στα δάση Λαίλια Σερρών και Καταφυγίου Περίων. Επιστ. Επετ. Τμ. Δασολ. & Φυσ. Περιβ. 26/7. Διδ. Διατρ. Θεσσαλονίκη.
- Gerasimidis, A., N. Athanasiadis. 1995. Woodland history of northern Greece from the mid Holocene to recent time based on evidence from peat pollen profiles. 1995. Veget. Hist. Archaeobot. 4:109-116.
- Hegi, G. 1981. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd III, 1. Ver. Paul Parey. Berlin & Hamburg.
- Παυλίδης, Γ. 1985. Γεωβοτανική μελέτη του Εθνικού Δρυμού των Πρεσπών Φλωρίνης. Μέρος Α'. Θεσσαλονίκη.
- Van der Wiel, A.M., T.A. Wijmstra. 1987a. Palynology of the lower Part, (78-120m) of the core Tenaghi Philippon II, Middle Pleistocene of Macedonia, Greece. Rev. Palaeobot. Palynol. 52 : 73-88.
- Van der Wiel, A.M., T.A. Wijmstra. 1987b. Palynology of the 112.8-197.8 m of the core Tenaghi Philippon III, Middle Pleistocene of Macedonia. Rev. Palaeobot. Palynol. 52 : 89-117.
- Willis, K.J. 1992. The late Quaternary vegetation history of northwestern Greece. 1. Lake Gramousti, 2. Rezina marsh. New Phytol. 121:101-117, 119-138.

## Οικοφυσιολογία της αναπαραγωγής στα πεύκα της Ελλάδας

**Σκορδίλης Α. και Θάνος Κ.Α.**

*Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 157 84*

**Περίληψη** Επτά από τα έντεκα ευρωπαϊκά είδη πεύκων είναι αυτοφυή στην Ελλάδα. Τα είδη *Pinus halepensis*, *P. brutia* και *P. pinea* θεωρούνται τυπικά μεσογειακά φυτά χαμηλού υψομέτρου. Οι ελληνικοί πληθυσμοί των ειδών *P. nigra*, *P. heldreichii*, *P. sylvestris* και *P. peuce* εντοπίζονται σε περιοχές μεγάλου υψομέτρου που αποτελούν τα νοτιότερα όρια της παγκόσμιας φυσικής τους εξάπλωσης.

Τα πυροανακάμπτοντα είδη *P. halepensis* και *P. brutia* χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα χαμηλό φυτρωτικό τάχος στο σκοτάδι ενώ η φύτευσή τους είναι φωτοευαίσθητη (προώθηση από Λευκό φως και αναστολή από Σκοτεινό Κόκκινο). Τα σπέρματα της *P. pinea* χαρακτηρίζονται από αργή, εξαιρετικά στενόθερμη (20 °C) και σχετικά φωτοαδιάφορη φύτευση. Τα σπέρματα της *P. nigra* φυτρώνουν γρήγορα σε ευρύ θερμοκρασιακό εύρος ανεξάρτητα από την παρουσία ή την ποιότητα του φωτεινού περιβάλλοντος. Η φύτευση των βαθιά ληθαργικών σπερμάτων *P. heldreichii* καθώς και των λιγότερο ληθαργικών *P. sylvestris* απαιτεί φως ή/και στρωμάτωση.

Συσχετίζοντας τα φυτρωτικά χαρακτηριστικά του κάθε είδους με τις αντίστοιχες περιόδους διασποράς των σπερμάτων καθώς και τις κλιματικές συνθήκες των αντίστοιχων οικοτόπων προτείνονται «χρονικά πρότυπα» της φύτευσης των σπερμάτων και της εμφάνισης των αρτιβλάστων στη φύση.

## The Reproductive Ecophysiology of the Greek Pines

**A. Skordilis and C.A. Thanos**

*Department of Botany, University of Athens, Athens 15784, Greece*

**Abstract** Seven out of the eleven European pine species are growing naturally in Greece. *Pinus halepensis*, *P. brutia* and *P. pinea* are low-altitude, typical Mediterranean species. The Greek populations of *P. nigra*, *P. heldreichii*, *P. sylvestris* and *P. peuce* are growing in high altitudes and are located at the southern limits of their natural World distributions.

Fire resilient *P. halepensis* and *P. brutia* are characterized by a quite low rate of dark germination, throughout their optimal temperature range (10-20 °C); in addition, their germination is photosensitive (White-light-promoted and Far-Red-inhibited). Germination of *P. pinea* seeds is also slow but indifferent to light conditions and restricted to a very narrow temperature range, around 20 °C. *P. nigra* seeds are fast germinating over a wide temperature range and rather indifferent to light. Germination of the deeply dormant *P. heldreichii* seeds as well as of the less dormant ones of *P. sylvestris* requires light and/or stratification.

By combining germination data for each species with the particular seasons of seed dispersal and the climatic conditions of the respective habitats, "timing schedules" of seed germination and subsequent seedling emergence in nature are proposed.

**Εισαγωγή.** Στην Ελλάδα παρά την μικρή της έκταση απαντούν αυτοφυή επτά από τα έντεκα ευρωπαϊκά είδη πεύκων (Greuter *et al.* 1984, Krugman and Jenkinson 1974). Η χαλέπιος (*Pinus halepensis* Miller) και η τραχεία (*P. brutia* Ten.) έχουν διακριτή κατανομή και καλύπτουν εκτεταμένες εκτάσεις γύρω από τη Μεσογειακή λεκάνη. Η κουκουναριά (*P. pinea* L.) αποτελεί επίσης ένα τυπικό Μεσογειακό είδος με αβέβαια όρια φυσικής εξάπλωσης, που απαντά σε χαμηλές περιοχές, συχνά σε αμμώδη εδάφη κοντά στη θάλασσα. Η μαύρη πεύκη (*P. nigra* Arnold) κατανέμεται ευρέως σε ορεινές περιοχές της Νότιας Ευρώπης, χαρακτηρίζεται από μεγάλη ενδοειδική ποικιλότητα και αντικαθίσταται συχνά σε μεγαλύτερα υψόμετρα της Βαλκανικής και της Ν. Ιταλίας από το ορεινό, υποαλπικό είδος της λευκόδερμης πεύκης (*P. heldreichii* Christ (= *P. leucodermis* Antoine)). Η δασική πεύκη (*P. sylvestris* L.) είναι ένα Ευρασιατικό πεύκο με ευρύτατη κατανομή και υποδιαιρείται σε πολλά υποείδη και ποικιλίες. Η βαλκανική πεύκη (*P. peuce* Griseb.), τέλος, είναι ένα ορεινό είδος που επιβιώνει σήμερα μόνο σε ορισμένους ορεινούς όγκους της Βαλκανικής. Τα τελευταία τέσσερα είδη δεν απαντώνται σε χαμηλά υψόμετρα και οι πληθυσμοί τους στην Ελλάδα συνιστούν τα νοτιότερα όρια της παγκόσμιας φυσικής εξάπλωσής τους.

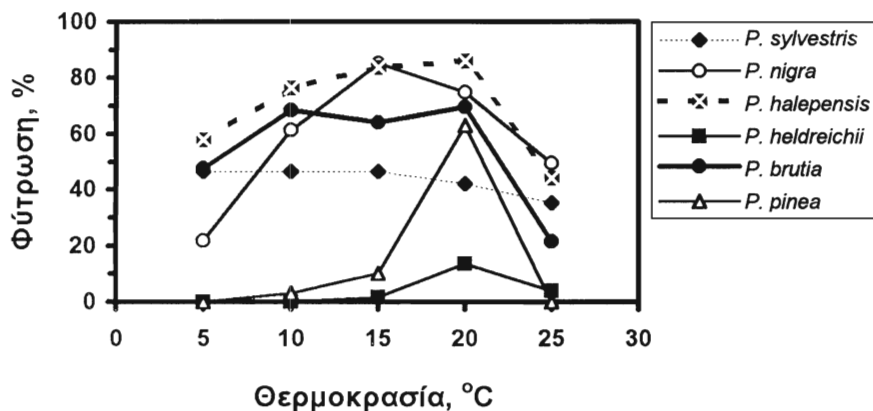
Τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα για την αναπαραγωγική βιολογία των ελληνικών πεύκων σε σχέση με την μεγάλη οικοφυσιολογική τους ποικιλότητα είναι ιδιαίτερα ελλιπή παρά την οικονομική και οικολογική σπουδαιότητά τους. Επιπρόσθετα, μελέτες που αφορούν στα είδη *P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. heldreichii* και *P. peuce* αναφέρονται σε βορειότερες κυρίως προελεύσεις. Όλα τα ελληνικά είδη πεύκων είναι υποχρεωτικά σπερματοαναγεννητικά φυτά, γεγονός που καθιστά τη μελέτη των αναπαραγωγικών προσαρμογών ιδιαίτερα σημαντική στη διατήρηση των ειδών καθώς και των βιοτόπων τους στην Ελλάδα.

**Φυτικό υλικό.** Τα σπέρματα που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από τις εξής προελεύσεις: *P. sylvestris* από την Κοζάνη, *P. heldreichii* από την Κόνιτσα, *P. nigra* από την Καστοριά, *P. pinea* από την Αττική, *P. peuce* από το όρος Βόρρας, *P. brutia* από το Σουφλί, Θάσο, Σάμο και Λασηθί και *P. halepensis* από τη Χαλκιδική, Κ. Βούρλα, Αττική και Ιστιαία Ευβοίας.

**Αποτελέσματα - Συζήτηση.** Μεγάλες διαφορές μεταξύ των επτά ειδών ελληνικών πεύκων εντοπίζονται στα χαρακτηριστικά των κώνων και των σπερμάτων, τις περιόδους ωρίμανσης των κώνων και διασποράς των σπερμάτων και κυρίως στη φυτρωτική τους συμπεριφορά. Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης ποικίλλει (Εικόνα 1) ενώ σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των ειδών παρατηρήθηκαν επίσης στο φυτρωτικό τάχος, στην αναστολή από Σκοτεινό Κόκκινο φως καθώς και στην ανάγκη στρωμάτωσης (Πίνακας 1). Οι διαφορές αυτές μπορεί να αποδοθούν σε ποικίλες οικοφυσιολογικές στρατηγικές που σχετίζονται με το εποχιακό πρότυπο της εμφάνισης και της εγκατάστασης των αρπιβλάστων για το κάθε είδος. Σύμφωνα με τις αποκλίνοσες αυτές στρατηγικές, η φύτευση των σπερμάτων στο πεδίο χρονοθετείται ανάλογα με το είδος: το φθινόπωρο και τις αρχές του χειμώνα (σε



νότιες και ξηρές περιοχές), την άνοιξη (σε περιοχές με σχετικά ψυχρές και υγρές κλιματικές συνθήκες), η ακόμα και καθ'όλη τη διάρκεια της βροχερής περιόδου (σε περιοχές με ενδιάμεσες συνθήκες).



**Εικόνα 1.** Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης στο σκοτάδι.

Τα δύο τυπικά, χαμηλού υψομέτρου Μεσογειακά είδη *P. halepensis* και *P. brutia* χαρακτηρίζονται από το φαινόμενο της «βραδυχωρίας», που έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία υπέργειας τράπεζας σπερμάτων (Daskalaku and Thanos, 1994). Η εργαστηριακή φύτευση είναι ιδιαίτερα αργή σε ευρύ φάσμα χαμηλών θερμοκρασιών. Παρατεταμένες περιόδοι στρωμάτωσης ασκούν προωθητική δράση στην *P. brutia* ενώ αντίθετα ελαττώνουν την βιωσιμότητα στην *P. halepensis* (Skordilis and Thanos, 1995). Η φωτόφιλη φύση και των δύο ειδών (πλήρης αναστολή από Σκοτεινό Κόκκινο φως) υποδεικνύει το επεκτατικό τους δυναμικό στην εποίκηση ανοικτών βιοτόπων (πρωτοπόρα είδη) γεγονός που υπογραμμίζεται από την πλούσια μεταπυρική αναγέννηση μέσω των σπερμάτων της υπέργειας σπερματικής τράπεζας. Στα σπέρματα της *P. nigra*, παρατηρείται μία ελαφρά μετατόπιση της καμπύλης φύτευσης προς μεγαλύτερες θερμοκρασίες και αξιοσημείωτα αλλά μεγαλύτερα φυτρωτικά τάχη. Η φύτευση στο πεδίο του φωτοαδιάφορου αυτού είδους τοποθετείται την άνοιξη, αμέσως μετά τη διασπορά των σπερμάτων.

Τα βαρύτερα και χωρίς πτερύγιο σπέρματα της *P. pinea* παρουσιάζουν ιδιαίτερα στενόθερμη φύτευση στο σκοτάδι, γεγονός που συμφωνεί με δεδομένα άλλων προελεύσεων (Magini, 1955). Επιπλέον η φύτευση παρουσιάζει αξιοσημείωτη φωτοαδιαφορία σε ΣΚ.

Ο βαθύς λήθαργος των σπερμάτων *P. heldreichii* αίρεται μόνο ύστερα από παρατεταμένη στρωμάτωση. Έτσι η φύτευση στο πεδίο πραγματοποιείται πριν την άνοιξη ενώ η διασπορά των σπερμάτων λαμβάνει χώρα το φθινόπωρο. Αντίστοιχα, η απαίτηση στρωμάτωσης και φωτός από μέρος του πληθυσμού

των σπερμάτων *P. sylvestris*, φαίνεται πως αποτελεί προσαρμοστικό μηχανισμό που είτε καθυστερεί τη φύτευση αν τα σπέρματα καλύπτονται από χιόνι είτε την προωθεί σε ανοικτούς βιοτόπους, κατάλληλους για την επιβίωση των αρτιβλάστων.

**Πίνακας 1.** Η επίδραση του φωτός (ΛΦ: Λευκό φως, ΣΚ: Σκοτεινό Κόκκινο) και της στρωμάτωσης (ένας μήνας στους 3°C) στο τελικό ποσοστό (G) και στο τάχος (R) της φύτευσης στην άριστη θερμοκρασία, 20 °C (σε σχέση με τους μάρτυρες).

	Προώθηση από ΛΦ		Αναστολή από ΣΚ	Προώθηση από στρωμάτωση	
	G	R		G	R
<i>P. brutia</i>	(+)	+	+	(+)	+
<i>P. halepensis</i>	-	+	+	(-)	+
<i>P. heldreichii</i>	+	+	-	+	+
<i>P. nigra</i>	-	+	-		+
<i>P. peuce</i>	-	-		+	+
<i>P. pinea</i>	-	+	-		
<i>P. sylvestris</i>	+	+	-	+	+

(+): Στις ληθαργικές προελεύσεις της *P. brutia*, η τελική φύτευση αυξάνεται σημαντικά από ΛΦ ή/και στρωμάτωση.

(-): Παρατεταμένες περιόδους στρωμάτωσης (που υπερβαίνουν τους 2 μήνες) ελαττώνουν τη βιωσιμότητα στην *P. halepensis*.

Η φύτευση της βαλκανικής πεύκης, τέλος, προϋποθέτει ιδιαίτερα μεγάλα διαστήματα στρωμάτωσης. Για το λόγο αυτό, η εμφάνιση των αρτιβλάστων στο πεδίο αναμένεται το δεύτερο ή ακόμα και τον τρίτο χρόνο μετά τη διασπορά των σπερμάτων.

**Ευχαριστίες:** Η εργασία αυτή χρηματοδοτήθηκε εν μέρει από την Ευρωπαϊκή Ένωση (PROMETHEUS research project, Environment Research Programme, EV5V-CT94-0482, Climatology and Natural Hazards).

## Βιβλιογραφία

- Daskalaku, E.N. and Thanos, C.A. 1994. In Viegas, D.X. (ed). *Proceedings of the 2nd International Conference on Forest Fire research*, Coimbra 21-24 November 1994, Portugal, Vol. II, pp. 1079-1088. Coimbra Portugal.
- Greuter, W., Burdet, H.M. and Long, G. 1984. *Med-Checklist*, Vol.1, pp. 33-35. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Geneve.
- Krugman, S.L. and Jenkinson, J. 1974. In C.S. Shopmeyer (Technical coordinator), *Seeds of Woody plants in the United States. USDA Forest Service, Handbook no 450*.
- Magini, E. 1955. *L' Italia Forestale e Montana* 10:106-124.
- Skordilis, A. and Thanos, C.A. 1995. *Seed Science Research* 5: 151-160
- Thanos, C.A. and Skordilis, A. 1987. *Seed Science and Technology* 15: 163-174.

## Κλωνικός μαζικός μικροπολλαπλασιασμός *in vitro* του φαρμακευτικού-αρωματικού φυτού *Origanum dictamnus* (Κρητικό Δίκταμο) Labiatae

Μηνάς Ιωάννου Γεώργιος

Κλάδος Βιοτεχνολογίας, Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, Τ.Κ. 2016 Λευκωσία, Κύπρος, Τηλ. 00357 2 305101, Φαξ: 00357 2 316770, HT:ari@nicosia.ccs.ucy.ac.cy

### Περίληψη

Το Κρητικό Δίκταμο συνηθισμένα πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Πολύτιμα γενετικά χαρακτηριστικά καθώς και διασυστηματικής προσβολής παθογόνα δυνατόν να κληρονομηθούν σε διαδοχικές γενεές σταθερά μόνο με κλωνικό βλαστητικό πολλαπλασιασμό.

Με καλλιέργεια μεριστωματικών κορυφών μήκους 0.5-1 mm παρήγαμε μαζικά σκληραγωγημένα ριζωμένα μικρόφυτα *in-vitro* με τη χρήση ενός και μόνου θρεπτικού μέσου σε όλα τα στάδια παραγωγής (εγκαθίδρυση, μερισμός, παραγωγή ριζομένων βλαστών-μικροφύτων) που περιείχε τα βασικά άλατα και βιταμίνες του MS συμπληρωμένα με 3% σακχαρόζη 4.5 mg/l BAP, 0.009 mg/l IBA, 55.7 mg/l χηλικό σίδηρο, 10 mg/l ασκορβικό οξύ και στερεοποιημένο με 2.5 g/l phytigel.

Συζητείται ο έλεγχος για παθογόνα, γενετική πιστότητα καθώς και η χρήση της μεθόδου για *in vitro* αποθήκευση κλωνικού φυτικού υλικού, παραγωγή μικροφύτων και μητρικών κλωνικών φυτειών.

## Clonal mass micropropagation *in vitro* of the medicinal - aromatic plant *Origanum dictamnus* (Gretan dittany) Labiatae

Minas George John

Biotechnology Section, Agricultural Research Institute, P.O.Box 2016, Nicosia, Cyprus. Tel. 00357 2 305101, Fax: 00357 2 316770, E-mail: ari@nicosia.ccs.ucy.ac.cy

### Abstract

Cretan dittany is normally propagated by seed. Valuable genetic characteristics, as well as systemically infecting pathogens could be inherited through successive generations only by means of clonal vegetative propagation. By culturing meristem tips 0.5-1mm long we produce massively hardened rooted microplants *in-vitro* using a single medium for all production stages (establishment, proliferation, production of rooted shoots-plantlets) containing MS basic salts and vitamins supplemented with 3% sucrose, 4.5 mg/l BAP, 0.009 mg/l IBA, 55.7 mg/l chelate ion, 10 mg/l ascorbic acid and solidified with 2.5g/l phytigel. Control of pathogens, true-to-type as well as use of the method for clonal storage *in-vitro* of genetic material, production of microplants and mother stocks is discussed.

## Εισαγωγή

Το φυτό *Origanum dictamnus* της οικογένειας **Labiatae** είναι γνωστό στην Κρήτη από αρχαιωτάτων χρόνων για τις πολύτιμες φαρμακευτικές και αρωματικές του ιδιότητες. Αυτοφύεται στις απόκρυμνες κορυφές του όρους Δίκτη ή Ψηλορείτη της Κρήτης και είναι γνωστό με τα κοινά ονόματα Δίκταμνον, Δίκταμον, Ερωντας και άλλα συνδεδεμένα πάντα με την τοπική λαϊκή θυμοσοφία και παραδόσεις. Η συστηματική καλλιέργεια του ακόμη και στην Κρήτη άρχισε σχετικά πρόσφατα σαν συνεπακόλουθο της στροφής του καταναλωτή προς την φυσική διατροφή και την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση του. Στην Κύπρο βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο από τις αρχές της δεκαετίας του '90. Σήμερα καλλιεργούνται σπορόφυτα που με την μεγάλη γενετική τους παραλλακτικότητα δεν μπορούν να εξασφαλίσουν σταθερή ποιοτικά τροφοδοσία της αγοράς. Η επιλογή/δημιουργία κλωνικών ποικιλιών που να συγκεντρώνουν ποιοτικά ανώτερα γενετικά χαρακτηριστικά είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την ανάπτυξη τεχνολογίας για την ασφαλή και γρήγορη διάδοση τους. Η παρούσα εργασία ασχολείται με τον ασφαλή *in-vitro* μαζικό μικροπολλαπλασιασμό του Κρητικού Δίκταμνου και με συνδυασμένο έλεγχο για παθογόνα και γενετική σταθερότητα καθιστά δυνατή την ποιοτική και ποσοτική αναβάθμιση που να επιτρέπει περαιτέρω τυποποίηση του παραγόμενου προϊόντος.

## Υλικά και Μεθόδοι

Το θρεπτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ίδιο για όλα τα στάδια της *in-vitro* παραγωγής (στάδιο I εγκαθίδρυση μεριστωμάτων, στάδιο II μερισμός και στάδιο III παραγωγή ριζωμένων βλαστών - μικροφυτών *in-vitro*). Αποτελείτο από τα μάκρο και μικρο στοιχεία και βιταμίνες των MS (Murashige and Skoog, 1962) και προσθήκη 3% σακχαρόζης, 4.5 mg/l BAP, 0.009 mg/l IBA, 55.7 mg/l χηλικό σίδηρο, και 10 mg/l ασκορβικό οξύ. Η στερεοποίηση του θρεπτικού υλικού εγίνετο με 2.5 g/l phytigel. Για το στάδιο I χρησιμοποιούνταν σωλήνες 15X150 mm που έκλειναν με πλαστικά μη διαφανή πώματα Bellco και για τα στάδια II και III γυάλινα μπουκάλια 75X85 mm χωρητικότητας 330 ml που έκλειναν με ημιδιαφανή πώματα πολυκαρβονυλίου. Στους σωλήνες ετοποθετούντο 20 ml και στα μπουκάλια 60 ml θρεπτικού υλικού και αποστειρώνονταν για 15 λεπτά στους 115°C υπό πίεση 1.5 atm σε κατσαρόλας ατμού. Ανθοφόροι βλαστοί με βράκτια φύλλα (χωρίς επιφανειακό τρίχωμα) συλλέγηκαν από φυτά που διατηρούνταν σε σκιαζόμενο χώρο με δίκτυ 73%.

Μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και αποστειρώθηκαν επιφανειακά με εμβάπτιση σε συνεχώς αναδευόμενο διάλυμα 20% χλωρίνης εμπορίου και μερικές σταγόνες διαβρεκτικού Tween 80 για 5 λεπτά, 3 ξεπλύματα με αποστειρωμένο απεσταγμένο νερό και στη συνέχεια σε ασυπτικές συνθήκες απομόνωση των μεριστωματικών κορυφών μήκους 0.5-1mm. Τα μεριστώματα εμφυτεύονταν κατά το ήμισυ στην άνω επιφάνεια του θρεπτικού υλικού των σωλήνων. Η επώαση των καλλιεργειών στο θάλαμο ανάπτυξης με θερμοκρασία ρυθμιζόμενη  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  και συνεχή φωτισμό 1000, 3000 και 6000

Lux ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης.

Για επανεγκατάσταση σε συνθήκες *ex-vitro* στο θερμοκήπιο τα φυτά αφαιρούνταν από τα μπουκάλια ξεπλένονταν με χλιαρό νερό 30°C εμφυτεύονταν σε κομπόστα με βάση την τύρφη pH 7.0 και διατηρούνταν σε συνθήκες σταδιακής μείωσης της ατμοσφαιρικής υγρασίας καλυπτόμενα με μπουκάλια, νάυλον και σε Foghouse.

### **Αποτελέσματα - Συζήτηση**

Φυτεύθηκαν στο θρεπτικό υλικό 40 μεριστωματικές κορυφές από τις οποίες εγκαταστάθηκαν και πέρασαν στο μερισμό (στάδιο II) μόνο οι 18. Οι απώλειες οφείλονταν στον σχηματισμό άλο και το προοδευτικό μαύρισμα ξήρανση των ιστών που άρχιζε αμέσως μετά την φύτευση των μεριστωμάτων στο θρεπτικό υλικό. Όλες οι καλλιέργειες παρουσίασαν άλο. Η επιβίωση των 18 καλλιέργειών πιθανόν να οφείλεται στα μέτρα πρόληψης του φαινομένου που πήραμε με βάση προηγούμενα πειραματικά δεδομένα (Cassells and Minas, 1983b) και που συνίσταντο: 1. Χρησιμοποίηση αντιοξειδωτικού ασκορβικού οξέος στο θρεπτικό υλικό. 2. Αποφυγή χρήσης αγάρ που περιέχει ιόντα Mg και Mn που βοηθούν την ενζυμική δράση των οξειδασών και αντ'αυτού χρήση phytagel 3. Διατήρηση των καλλιέργειών κατά το κρίσιμο στάδιο I σε χαμηλό φωτισμό 4. Μεταφυτεύσεις κάθε 2 μέρες σε φρέσκο θρεπτικό υλικό μέχρι που να σταματήσει το μαύρισμα της άλο. 5. Περιορισμό των τομών κατά την απομόνωση των μεριστωμάτων. Το φαινόμενο της άλο αποδίδεται (Debergh and Read, 1991) στην διάχυση φαινολικών ενώσεων από το μερίστωμα στο θρεπτικό υλικό και την οξειδωση τους προς ταννίνες που δίνουν το χαρακτηριστικό σκούρο χρώμα της άλο.

Δύο εβδομάδες μετά τη φύτευση αρχίζει η εμφάνιση μερισμού. Δεν εισέρχονται όλες οι καλλιέργειες συγχρόνως στο στάδιο μερισμού και από τις 18 καλλιέργειες 6 δεν εισήλθαν καθόλου στο στάδιο II αλλά παίρναν ένα καφέ χρώμα και ξηράνθηκαν παρά τις συνεχείς μεταφυτεύσεις.

Στις 6 εβδομάδες 7 από τις καλλιέργειες ήταν σε ικανοποιητικό μέγεθος και χωρίστηκαν σε 4 τεμάχια. Παρατηρήθη ότι ο τεμαχισμός πρέπει να αφήνει κομμάτια μεγάλα με μερικές κορυφές και να μην κόβονται σε μεμνωνομένα βλαστίδια που περιορίζουν τον ρυθμό ανάπτυξης. Το στάδιο II αναπτύσσεται καλύτερα σε φωτισμό 3000 Lux εφόσον ο στόχος είναι να προχωρήσουμε στην παραγωγή ριζωμένων μικροφυτών. Για σκοπούς αποθήκευσης *in-vitro* το στάδιο II βρέθηκε ότι αποδίδει καλύτερα στα 1000 Lux φωτισμό. Αρχίζει το ρίζωμα των κορυφών αφού σταματήσουμε για πάνω από 4 εβδομάδες τις μεταφυτεύσεις των καλλιέργειών. Το ρίζωμα δεν είναι ομοιόμορφο αλλά από τη στιγμή που θα αρχίσει σε μια καλλιέργεια τότε συνεχίζεται ακόμα και αν οι ιστοί-βλαστίδια μεταφερθούν σε φρέσκο υλικό. Είχαμε παρατηρήσει ότι αύξηση του φωτισμού αυξάνει το μέγεθος των βλαστών και των φύλλων. Η παρατήρηση αυτή συμφωνεί με τα δεδομένα περί αυτοτροφισμού και των *in-vitro* σκληραγώγηση του Konzai (1991). Χρησιμοποιώντας λαμπήρες Agro-T-Plus (Philips) ευρέως φάσματος αυξήσαμε τον φωτισμό στα επίπεδα καλοκαιρινού φωτισμού ημέρας 6000

Lux. Ο φωτισμός αυτός ήταν ευεργετικός σε καλλιέργειες που ανεπύχθησαν για τουλάχιστο 2 εβδομάδες σε φωτισμό 3000 Lux. Η ευεργετική επίδραση από έντονο φωτισμό εκδηλωνόταν με έντονα πράσινους μεγάλους βλαστούς και φύλλα καλυμένα με τα χαρακτηριστικά τριχίδια του φυτού. Παράταση της έκθεσης αυτής πέραν των 2 εβδομάδων οδηγούσε σε προσδευτική εμφάνιση τοξικών φαινομένων που εκδηλωνόταν με κοκκίνισμα των φύλλων και των βλαστών και περιορισμό του ρυθμού ανάπτυξης. Καλλιέργειες από τα 1000 Lux μεταφερόμενες στις 6000 Lux χωρίς ενδιάμεσο στάδιο στις 3000 Lux δεν επιβίωσαν.

Σκληραγωγημένα *in-vitro* φυτά μεταφέροντο *ex-vitro* σε ομάδες και ξεκινούσαν καλλιέργειες με κάλυψη μόνο μιας εβδομάδας με μπουκάλι ή σακούλες νάυλον. Στο Foghouse δεν απαιτείτο κάλυψη αλλά ήταν αναγκαίος ο πρόσθετος φωτισμός.

Η παραγωγικότητα της μεθόδου είναι πολύ ψηλή και οπωσδήποτε ξεπερνά τα 6 εκατομύρια ριζωμένα φυτάρια/ετήσια ξεκινώντας από 1 μερίστωμα. Τα φυτά παρά το ότι παρουσιάζονται με τα τυπικά χαρακτηριστικά τους και ελεύθερα συμπτωμάτων προσβολής από παθογόνα δεν μπορούν να θεωρηθούν γενετικά πιστά και φυτοπαθολογικά καθαρά πριν γίνουν οι ανάλογοι αποτελεσματικοί ελέγχοι. Για γενετική καθαρότητα και ξεχώρισμα κλωνικών ποικιλιών χρησιμοποιείται σήμερα πέραν από τις κλασσικές μετρήσεις χρωματοσωμάτων και φαινοτυπικών χαρακτηριστικών η μοριακή τεχνική RAPD-PCR. Εχουμε ήδη προσαρμόσει μια μέθοδο απομόνωσης DNA από πολύ μικρές ποσότητες (100 mg) του φυτικού υλικού Δίκταμου για να χρησιμοποιήσουμε για τη μελέτη της γενετικής του ταυτότητας.

Για έλεγχο παθογόνων απαιτείται συνδυασμός κλασσικών μεθόδων μαζικού ελέγχου (π.χ. ELISA) και μοριακών μεθόδων PCR που μπορούν να προσδιορίσουν και ιοειδή και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις στο φυτικό ιστό.

### **Βιβλιογραφία**

1. Cassells, A.C. and Minas, G.J. (1983b). Plant *in-vitro* factors influencing the micropropagation of *Pelargonium* cvs Scientia Horticulture: 21:53-65.
2. Debergh, P.C., and Read, R.E., 1991. Micropropagation. In Debergh, P.C. and Zimmerman, R.A. (Eds) Micropropagation pp. 1-13 Kluwer Academic Publishers.
3. Konzai, T., 1991. Micropropagation under photoautotrophic conditions. In Debergh, P.C. and Zimmerman, R.A. (Eds.) Micropropagation pp. 447-469. Kluwer Academic Publishers.
4. Murashige, T., and Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures Physiol. Plant. 15:473-496.

## **Παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού της ντόπιας λεμονιάς Λαπήθου**

**Μ. Ιωάννου, Α. Κυριακού και Ν. Ιωάννου**

*Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, Τ.Κ. 2016, Φαξ 357 2 316770, Λευκωσία*

### **Περίληψη**

Η ντόπια ποικιλία λεμονιάς Λαπήθου η οποία έχει ξεχωριστή δενδροκομική αξία για τον τόπο μας, βρέθηκε να είναι εξ ολοκλήρου προσβεβλημένη με το ιοειδές του εξωκόρτη και άλλα ιοειδή. Τα προσβεβλημένα δένδρα ήσαν γενικά ασυμπτωματικά επειδή το υποκείμενο που χρησιμοποιείται τώρα στην Κύπρο (κιτρομηλιά ή νεραντζιά) είναι ανεκτικό. Για την διατήρηση της ποικιλίας, αλλά και επειδή στο μέλλον τα υποκείμενα εσπεριδοειδών στην Κύπρο είναι δυνατό να διαφοροποιηθούν με τη χρησιμοποίηση ευπαθών ειδών, κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία υγιούς υλικού της ντόπιας λεμονιάς. Αυτό επιτεύχθη με τη μέθοδο του μεριστωματικού εμβολιασμού, που είναι η κυριότερη σύγχρονη μέθοδος παραγωγής φυτών απαλλαγμένων από ιώσεις.

## **Production of healthy planting material of the local Lapithos lemon**

**M. Ioannou, A. Kyriakou and N. Ioannou**

*Agricultural Research Institute, P.O. Box 2016, Fax 357 2 316770 Nicosia, Cyprus*

### **Abstract**

The local lemon cultivar "Lapithos", which is considered important for its valuable horticultural characteristics, was found to be 100% infected with citrus exocortis and other viroids. The infected trees were symptomless due to the fact that sour orange, which is the main rootstock presently used in Cyprus, is tolerant to viroids. However, the availability of virus-free material will be indispensable when it will be necessary to use tristeza-resistant rootstocks which are sensitive to viroids. The production of healthy budwood of the "Lapithos" lemon was achieved using the method of shoot-tip grafting *in vitro*.

## Εισαγωγή

Η ντόπια ποικιλία λεμονιάς Λαπήθου έχει ξεχωριστή δενδροκομική αξία για την Κύπρο λόγω της προσαρμογής της στις εδαφοκλιματικές μας συνθήκες και της ικανοποιητικής ανεκτικότητας της στην μυκητολογική ασθένεια "κορυφοξήρα" (*Phoma tracheiphila*). Δυστυχώς η ποικιλία αυτή βρέθηκε να είναι εξ ολοκλήρου προσβεβλημένη με τα ιοειδή εξωκόρτη, καχεξία, και άλλα ιοειδή καθώς και μερικώς με τις ιώσεις ψώρωση και τριστέζα. Η παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού της σημαντικής για τον τόπο μας ποικιλίας αυτής άρχισε το 1988 στο Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών με την μέθοδο του μεριστωματικού εμβολιασμού (*Shoot tip grafting in vitro*). Ο μεριστωματικός εμβολιασμός αποτελεί την σημαντικότερη και ταχύτερη μέθοδο απαλλαγής των εσπεριδοειδών από ιώσεις και άλλα παθογόνα. Κατά την μέθοδο αυτή το κορυφαίο μερίστωμα (εμβόλιο) της επιθυμητής ποικιλίας εμβολιάζεται πάνω σε νεαρό υγιές σπορόφυτο (υποκείμενο) που αναπτύσσεται σε δοκιμαστικό σωλήνα πάνω σε τεχνητό θρεπτικό υπόστρωμα και ακολουθεί εγκατάσταση των μικροεμβολιασμένων φυτών στο θερμοκήπιο (*in vivo*). Το κορυφαίο μερίστωμα είναι συνήθως, αλλά όχι πάντοτε, απαλλαγμένο από ιώσεις. Γι' αυτό σε όλες τις περιπτώσεις, τα φυτά που παράγονται με μεριστωματική καλλιέργεια είναι απαραίτητο να υποβάλλονται σε ενδελεχή ιολογικό έλεγχο ώστε να πιστοποιείται η απαλλαγή τους από παθογόνα.

## Υλικά και Μέθοδοι

Η τεχνική που ακολουθήθηκε για την δημιουργία υγιών φυτών λεμονιάς Λαπήθου ήταν η ακόλουθη:

### α) Επιλογή των κατάλληλων μητρικών δένδρων και ιολογικός έλεγχος.

Απο φυτείες της Κύπρου στις διάφορες περιοχές εσπεριδοκαλλιέργειας επιλέγηκαν δένδρα αντιπροσωπευτικά της ποικιλίας, παραγωγικά και φαινομενικά υγιή, με βάση τα δενδροκομικά χαρακτηριστικά τους. Στα δένδρα αυτά έγινε ιολογικός έλεγχος για όλα τα γνωστά ιολογικά προβλήματα (ψώρωση, τριστέζα, μολυσματική ποικιλόχρωση, εξωκόρτη, καχεξία και άλλα ιοειδή). Όλα τα δένδρα βρέθηκαν να είναι προσβεβλημένα με εξωκόρτη, και ένα ή περισσότερα από τέσσερα άλλα ιοειδή, συμπεριλαμβανομένου του ιοειδούς της καχεξίας. Δύο δένδρα ήταν μολυσμένα με μια μορφή ψώρωσης.

β) Εφαρμογή μεριστωματικού εμβολιασμού για κλωνικό πολλαπλασιασμό των μητρικών δένδρων. Η τεχνική του μεριστωματικού εμβολιασμού χρησιμοποιήθηκε για την απαλλαγή των δένδρων που επιλέγηκαν από ιοειδή και ιώσεις, ταυτόχρονα με τον κλωνικό πολλαπλασιασμό τους. Η μέθοδος περιλάμβανε τοποθέτηση εμβολίου μεγέθους 0.3 χλστ. σε μικροσκοπική τομή σπορόφυτου (υποκειμένου) που είχε αναπτυχθεί σε δοκιμαστικό



σωλήνα. Η όλη διεργασία έγινε με τη βοήθεια στερεοσκοπίου και κάτω από αυστηρά ασηπτικές συνθήκες για να αποφευχθεί οποιαδήποτε μυκητολογική ή βακτηριακή επιμόλυνση. Τα ποσοστά επιτυχίας της μεθόδου κυμάνθηκαν από 10-90% των δοκιμών, εξαρτώμενα κυρίως από την ποιότητα των εμβολίων και σε μικρότερο βαθμό από το είδος του υποκειμένου.

γ) *Εγκατάσταση των παραχθέντων δενδρυλλίων στο θερμοκήπιο και ιολογικός έλεγχος.* Η εγκατάσταση των δενδρυλλίων στο θερμοκήπιο έγινε ή με απ'ευθείας φύτευση στο χώμα ή με μετεμβολιασμό τους σε ανεπτυγμένα σπορόφυτα εσπεριδοειδών.

Τα δενδρύλλια λεμονιάς που αναπτύχθηκαν με επιτυχία στο θερμοκήπιο ήταν συνολικά 116. Αυτά εξετάστηκαν τουλάχιστον δύο φορές με όλες τις διαθέσιμες διαγνωστικές μεθόδους (βιοδοκιμές στο θερμοκήπιο, ELISA και ηλεκτροφόρηση) για τα γνωστά ιολογικά προβλήματα.

### **Αποτελέσματα**

Από τα 116 δενδρύλλια που αναπτύχθηκαν στο θερμοκήπιο 54 βρέθηκαν καθαρά από ιοειδή και τις ιώσεις τριστέζα, ψώρωση και μολυσματική ποικιλόχρωση. Από αυτά επελέγησαν 6 κλώνοι της λεμονιάς Λαπήθου οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν σαν μητρικό υλικό για εγκατάσταση βασικής φυτείας. Ένας κλώνος απ'αυτούς έχει δοθεί στο αρμόδιο Τμήμα του Υπουργείου Γεωργίας για περαιτέρω πολλαπλασιασμό και διάδοση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού (εμβολίων) της ποικιλίας αυτής. Ακολούθως θα αξιολογηθεί το παραχθέν υγιές πολλαπλασιαστικό υλικό. Δενδρύλλια υγιή τα οποία παράχθηκαν με την πιο πάνω διαδικασία θα συγκριθούν και θα αξιολογηθούν ως προς τα αντίστοιχα μητρικά σε πειραματική φυτεία που έχει εγκατασταθεί στο Ζύγι. Οι παράμετροι που θα συγκριθούν είναι η ανάπτυξη του δένδρου, η παραγωγή και η ποιότητα του καρπού.

### **Συμπεράσματα**

Η παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού της ντόπιας λεμονιάς Λαπήθου είναι επίτευγμα σημαντικό για την εσπεριδοκαλλιέργεια της Κύπρου. Για την διατήρηση της αξιολογής αυτής ποικιλίας που είναι τώρα προσβεβλημένη με εξωκόρτη και άλλα ιοειδή ήταν απαραίτητη η δημιουργία υγιούς υλικού. Τα προσβεβλημένα με ιοειδή δένδρα δεν παρουσιάζουν σήμερα συμπτώματα επειδή το υποκείμενο της κιτρομηλιάς (νεραντζιάς) που χρησιμοποιείται τώρα στην Κύπρο είναι ανεκτικό. Με την αναμενόμενη όμως διαφοροποίηση των υποκειμένων των εσπεριδοειδών στο μέλλον κάτω από τον φόβο

πιθανής εξάπλωσης της τριστέζας και τη χρησιμοποίηση ανεκτικών στη τριστέζα ειδών, τα οποία όμως είναι ευπαθή στα ιοειδή, θα δημιουργηθεί σοβαρό πρόβλημα για την εσπεριδοκαλλιέργεια του τόπου. Το πρόβλημα αυτό είναι δυνατό να επιλυθεί με την χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού. Παρόμοια εργασία έχει αρχίσει και για την εξυγίανση της ντόπιας μανταρινιάς Αρακαπά καθώς και άλλων λιγότερο σημαντικών ποικιλιών.

### **Βιβλιογραφία**

- Ιωάννου Μ. και Κυριακού Α. 1990. Παραγωγή υγιών φυτών της ντόπιας λεμονιάς Λαπήθου με τη μέθοδο της ιστοκαλλιέργειας. *Αγρότης* 366: 21-22.
- Ioannou, M., Kyriakou, A. and Ioannou N. 1991. Production of healthy Lapithos lemon plants by shoot-tip grafting *in vitro*. *Technical Bulletin* 139. Agricultural Research Institute, Nicosia, 7 p.

## Ιώσεις των εσπεριδοειδών στην Κύπρο.

Α. Κυριακού, Ν. Ιωάννου και Θ. Καπαρή-Ησαία

Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, Τ.Κ. 2016, Φαξ 357 2 316770, Λευκωσία

### Περίληψη

Συστηματικές επισκοπήσεις που έγιναν από το 1986 μέχρι σήμερα στις κυριότερες περιοχές εσπεριδοκαλλιέργειας της Κύπρου έδειξαν ότι τα σημαντικότερα ιολογικά και παρεμφερή προβλήματα των εσπεριδοειδών στον τόπο μας είναι: α) οι ιώσεις ψώρωση, μολυσματική ποικιλόχρωση, πέτρωμα ή λιθίαση και τριστέζα, β) τα ιοειδή εξωκόρτης και καχεξία και γ) το μυκόπλασμα *Spiroplasma citri* που προκαλεί την ασθένεια "Μικροφυλλία" ή "Στάμπορν". Η τριστέζα η οποία μεταδίδεται και με αφίδες αποτελεί σήμερα το σοβαρότερο ιολογικό πρόβλημα και για αντιμετώπιση της λειτουργεί από το 1992 Σχέδιο για εντοπισμό και καταστροφή των προσβεβλημένων δένδρων μέσω συστηματικών επισκοπήσεων. Παράλληλα γίνονται προσπάθειες για παραγωγή και διάδοση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού.

## Virus and virus-like diseases of citrus in Cyprus

A. Kyriakou, N. Ioannou and Th. Kapari-Isaia

Agricultural Research Institute, P.O. Box 2016, Fax 357 2 316770, Nicosia, Cyprus

### Abstract

A survey carried out since 1986 in the main citrus-producing areas of Cyprus showed that the most important virus and virus-like diseases of citrus are: a) the viruses psorosis, impietratura, infectious variegation and tristeza, b) the viroids exocortis and cachexia, and c) the mycoplasma *Spiroplasma citri* which causes the stubborn disease. The most serious disease problem at present is citrus tristeza virus (CTV) for the control of which a programme was initiated in 1992. Basic objective of this programme is the detection and eradication of CTV-infection foci wherever this is possible. At the same time efforts are being made for the production and distribution of virus-free material of citrus.

### **Εισαγωγή**

Τα εσπεριδοειδή είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες της Κύπρου και καλύπτουν έκταση 7500 εκτάρια. Οι κυριότερες ποικιλίες που καλλιεργούνται είναι οι πορτοκαλιές Βαλέντσια, Μέρλιν και Γιαφίτικη, τα λευκόσαρκα και κοκκινόσαρκα γκρέϊπφρουτ, οι μανταρινιές Αρακαπά και Κλεμεντίνη, η Μαντόρα και η λεμονιά Λαπήθου. Οι ντόπιες ποικιλίες λεμονιάς Λαπήθου, μανταρινιάς Αρακαπά και γιαφίτικη καλλιεργούνται στην Κύπρο από τον περασμένο αιώνα. Οι υπόλοιπες εμπορικές ποικιλίες εισήχθησαν κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα και μαζί μ' αυτές έφθασαν στον τόπο μας και τα διάφορα ιολογικά προβλήματα των εσπεριδοειδών. Ποικιλίες καθαρές από ιώσεις εισήχθησαν μετά το 1960. Η κιτρομηλιά (νεραντζιά) είναι το κατ'εξοχή υποκείμενο εσπεριδοειδών στην Κύπρο.

### **Μέθοδοι και Υλικά**

Το 1986 τέθηκε σε εφαρμογή από το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών Πρόγραμμα για τις ιώσεις και τη Παραγωγή Υγιούς Πολλαπλασιαστικού Υλικού Εσπεριδοειδών. Στα πλαίσια του προγράμματος αυτού έγιναν επισκοπήσεις στις περιοχές εσπεριδοκαλλιέργειας με σκοπό τον προσδιορισμό των σημαντικότερων ιώσεων που υπάρχουν στον τόπο μας καθώς και του βαθμού διάδοσης τους. Η διάγνωση των διαφόρων ιώσεων έγινε με βιολογικές μεθόδους που περιλαμβάνουν τη χρήση φυτών - δεικτών στο θερμοκήπιο, αλλά και με ορισμένες εργαστηριακές μεθόδους, όπως η ορροδιαγνωστική μέθοδος ELISA, η ηλεκτροφόρηση κ.ά.

### **Αποτελέσματα**

Οι κυριότερες ιώσεις και παρεμφερείς ασθένειες των εσπεριδοειδών που εντοπίστηκαν είναι οι εξής:

α) **Ψώρωση:** Προκαλείται από τον ιό citrus psorosis virus και μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό. Τα κυριότερα συμπτώματα της είναι η αποφλοίωση του κορμού και η σταδιακή παρακμή και ξήρανση του δένδρου. Εντοπίστηκε σε παλιές φυτείες Βαλέντσια, Κλεμεντίνες, Γιαφίτικα και Γκρέϊπφρουτ.

β) **Μολυσματική ποικιλόχρωση:** Είναι σπάνια στον τόπο μας και οφείλεται στον ιό citrus infectious variegation virus. Προκαλεί σοβαρή παραμόρφωση και ποικιλόχρωση των φύλλων και εντοπίστηκε σε Μαντόρες και Γιαφίτικα.

γ) **Πέτρωμα ή Λιθίαση:** Προκαλείται από τον ιό *citrus impietratura virus* και μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό. Συμπτώματα της ασθένειας είναι σκληροί και μικροί καρποί, καθώς και καστανές περιοχές διαποτισμένες με κόμμι σε διάφορα σημεία του λευκού τμήματος του φλοιού των καρπών. Εντοπίστηκε σε παλιές φυτείες γκρέιφρουτ, Γιαφίτικα και Βαλέντσια.

δ) **Τριστέζα:** Είναι η σοβαρότερη ιολογική ασθένεια των εσπεριδοειδών που υπάρχει σήμερα στον τόπο μας και οφείλεται στον ιό *citrus tristeza virus*. Μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό και με ορισμένα είδη αφίδων. Προσβάλλει όλα τα είδη και ποικιλίες των εσπεριδοειδών και τα συμπτώματα της ποικίλλουν ανάλογα με το είδος του δένδρου, τη μορφή και τη φυλή του ιού και το συνδυασμό εμβολίου-υποκειμένου. Η κιτρομηλιά θεωρείται ως το πλέον ευπαθές υποκείμενο στη τριστέζα. Τα πιο σοβαρά συμπτώματα της ίωσης αυτής είναι απότομος μαρασμός, βοθρίωση του ξύλου, και ξήρανση του δένδρου. Η τριστέζα εντοπίστηκε αρχικά σε 4 φυτείες και λόγω του κινδύνου ευρείας διάδοσης της καταρτίστηκε Σχέδιο για την αντιμετώπιση της. Κύριος στόχος του Σχεδίου αυτού που τέθηκε σε εφαρμογή το 1992 είναι η επισήμανση και καταστροφή των προσβεβλημένων δένδρων ή/και φυτειών μέσω συστηματικών επισκοπήσεων. Παράλληλα καταβάλλονται προσπάθειες για τη παραγωγή και διάθεση πιστοποιημένου υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού. Με βάση τα μέχρι τώρα αποτελέσματα εντοπίστηκε τριστέζα σε 79 από τις 335 φυτείες που κάλυψε η επισκόπηση. Συνολικά βρέθηκαν προσβεβλημένα 1560 δένδρα από τα 27000 δένδρα που εξετάστηκαν. Το ποσοστό προσβολής (5.7%) είναι μέσα στα πλαίσια στα οποία διεθνώς πιστεύεται ότι η εξάλειψη της ασθένειας είναι εφικτή.

ε) **Εξωκόρτης:** Προκαλείται από το ιοειδές *citrus exocortis viroid* και μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό και με μηχανικά μέσα, όπως κλαδευτήρια και μπολιαστήρια. Είναι ευρέως διαδεδομένη ασθένεια, αφού 88% των δένδρων που ελέγχθηκαν βρέθηκαν προσβεβλημένα (Kyriakou, 1992), αλλά δεν προκαλεί εμφανή συμπτώματα, διότι το υποκείμενο της κιτρομηλιάς είναι ανεκτικό στον εξωκόρτη. Στα εσπεριδοειδή του είδους *Poncirus trifoliata* και τα υβρίδια του είδους αυτού, αλλά και σε ορισμένα άλλα υποκείμενα όπως η γλυκολεμονιά, ο εξωκόρτης προκαλεί αποφλοίωση του κορμού. Για το λόγο αυτό εάν η παρουσία και παρ'ελπίδα η εξάπλωση της τριστέζας δημιουργήσουν την ανάγκη διαφοροποίησης των υποκειμένων, τότε θα απαιτηθεί η χρήση πολλαπλασιαστικού υλικού απηλλαγμένου από εξωκόρτη.

στ) **Καχεξία ή Ξυλοπόρωση:** Προκαλείται από το ιοειδές *citrus cachexia viroid* και μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό και με μηχανικά μέσα. Αποτελεί πρόβλημα σε όλα τα είδη Μανταρινιάς και τα υβρίδια της στα οποία προκαλεί χαρακτηριστική συσσωρευση κόμμεως κάτω από τον φλοιό στο σημείο της ένωσης εμβολίου-υποκειμένου. Σε περίπτωση αντικατάστασης της κιτρομηλιάς, που είναι σχετικά ανεκτική στην καχεξία, με άλλα υποκείμενα, τότε υπάρχει ο κίνδυνος σοβαρότερης εκδήλωσης της ασθένειας ακόμα και σε ποικιλίες εσπεριδοειδών άλλες από τα μανταρινοειδή.

ζ) **Μολυσματική μικροφυλλία ή Στάμπορν.** Προκαλείται από το μυκόπλασμα *Spiroplasma citri* και μεταδίδεται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό και με ένα έντομο της οικογένειας *Cicadellidae (Circulifer tenellus)*. Τα συμπτώματα που προκαλεί είναι σμίκρυνση των φύλλων, καχεκτικότητα του δένδρου, και παραμόρφωση, σμίκρυνση και αλλοίωση της ποιότητας του καρπού. Πρόσφατη μελέτη που έγινε αναφορικά με την επίδραση του Στάμπορν σε πορτοκαλιές Μέρλιν και Βαλέντσια έδειξε μείωση της παραγωγής κατά 19-34% ως αποτέλεσμα προσβολής απο την ασθένεια αυτή (Kyriakou et al., 1996).

#### **Συμπεράσματα**

Όλα τα ιολογικά προβλήματα των εσπεριδοειδών μεταδίδονται με μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό, αλλά ορισμένα μεταδίδονται επί πλέον και με μηχανικά μέσα ή με έντομα φορείς. Οι ιώσεις που μεταδίδονται με πολλαπλασιαστικό υλικό μπορούν να περιοριστούν ή ακόμα και να εξαλειφθούν με την παραγωγή και τη χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, ενώ για τον περιορισμό των ιώσεων ή παρεμφερών ασθενειών που μεταδίδονται με φυσικούς φορείς απαιτούνται επί πλέον μακροπρόθεσμα, επίπονα και συχνά πολυδάπανα προγράμματα. Ένα τέτοιο Σχέδιο λειτουργεί στην Κύπρο απο το 1992 για την αντιμετώπιση του ιού της τριστέζας που αποτελεί το σοβαρότερο ιολογικό πρόβλημα των εσπεριδοειδών του τόπου μας. Σε συνάρτηση με το Σχέδιο αυτό καταβάλλονται προσπάθειες από το Υπουργείο Γεωργίας για παραγωγή και διάδοση πιστοποιημένου υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού. Η επιτυχία των δύο προγραμμάτων αναμένεται να συμβάλει στη βελτίωση της παραγωγικότητας και ποιότητας των εσπεριδοειδών, στην μείωση του κινδύνου για εισαγωγή και διάδοση νέων σοβαρών ασθενειών στον τόπο μας και εν γένει στον εκσυγχρονισμό της Κυπριακής Εσπεριδοκαλλιέργειας που είναι απαραίτητος ενόψει της δρογολομούμενης ένταξης της Κύπρου στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

## **Βιβλιογραφία**

- Kyriakou A.P.** 1992. Incidence in Cyprus of citrus exocortis viroid and its mechanical transmission. *Plant Pathology* 41: 20-24.
- Kyriakou A.P. and Polycarpou D.** 1989. Detection of citrus tristeza virus in Cyprus by indexing. *FAO Plant Protection Bulletin* 37 (3): 131-132.
- Kyriakou A., Polycarpou, D., Eustathiou, A. and Hadjinicoli A.** 1992. Citrus tristeza virus in Cyprus. *Proceedings of the 12th Conference of the International Organization of Citrus Virologists*, 69-72.
- Kyriakou A., Ioannou N., Gavriel J., Bar-Joseph M., Papayiannis Chr. and Kapari-Isaia Th.** 1996. Management of citrus tristeza virus in Cyprus. *Proceedings of the 13th Conference of the International Organization of Citrus Virologists* (in press).
- Kyriakou A., Eliades G., Ioannou N. and Kapari-Isaia Th.** 1996. Effect of stubborn disease on growth, yield and fruit quality of Frost Washington Navel and Frost Valencia oranges in Cyprus. *Journal of Horticultural Science* 71 (in press).

## **Έκφραση της πρώιμης νοντουλίνης (NOD3) κατά την ανάπτυξη των φυματινών στην σόγια.**

**Ρούσσης Α., Παπαδοπούλου Κ., Κατινάκης Π.**

*Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Γεωργικής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας, Ιερά Οδός 75, 118-55, Βοτανικός, Αθήνα.*

### **Περίληψη**

Η NOD3 αποτελεί μια καινούργια νοντουλίνη αφού δεν παρουσιάζει ομολογία με κανένα γνωστό γονίδιο. Απομονώθηκε ως cDNA κλώνος από μια cDNA βιβλιοθήκη φυματινών της σόγιας. Το πιθανό πολυπεπτιδίό της, εκφράστηκε σε κύτταρα *E.coli* ως χείμαιρα σε μεταφραστική σύνταξη με την τρανσφεράση της γλουταθειόνης.

Το πρότυπο έκφρασης της NOD3 μελετήθηκε χρησιμοποιώντας την τεχνική του in-situ υβριδισμού. Η επαγωγή του γονιδίου ξεκινά κατά την 13-15 ημέρα μετά την μόλυνση και το mRNA εντοπίστηκε αρχικά στα μολυσμένα κύτταρα του κεντρικού ιστού του φυματίου και σε λιγότερο βαθμό στα κύτταρα του παρεγχύματος. Έντονη έκφραση παρατηρήθηκε στους ίδιους ιστούς κατά την 21<sup>η</sup> ημέρα μετά την μόλυνση, ενώ σε φυμάτια 28 ημερών το σήμα υβριδισμού περιορίστηκε σε πολύ χαμηλά επίπεδα στα μολυσμένα κύτταρα στην κορυφή των φυματιών.

## **Expression of the late nodulin NOD3 during nodule development in soybean.**

**Roussis A., Papadopoulou K., Katinakis P.**

*Agricultural University of Athens, Department of Agricultural Biology and Biotechnology, Iera Odos 75, 118-55, Votanikos, Athens.*

### **Abstract**

A novel late nodulin gene, namely NOD3, was isolated from a soybean cDNA library. Determination of the nucleotide sequence revealed no homology with known genes. The putative polypeptide of the soybean NOD3 gene was translationally fused to GST and the chimeric construct was expressed in *E.coli* cells.

The expression pattern of NOD3 gene was studied employing the in-situ hybridization technique. It was found that NOD3 is expressed 13-15 days post infection in the infected cells of the central tissue and lower levels in the nodule parenchyma cells. In 21-days old nodules the gene is highly expressed in the same tissues, while in 28 days a significant drop in the hybridization signal occurs.



## Εισαγωγή

Τα βακτήρια του γένους *Rhizobium*, *Bradyrhizobium* και *Azorhizobium* έχουν την ικανότητα να μολύνουν τις ρίζες των ψυχανθών με αποτέλεσμα να επάγεται ο σχηματισμός νέων οργάνων του φυτού, τα οποία ονομάζονται φυμάτια. Στα φυμάτια το ελεύθερο άζωτο της ατμόσφαιρας μετατρέπεται με την δράση του ενζύμου της νιτρογενάσης που κωδικοποιείται από τον μικροσυμβίτη, σε μορφές ικανές να αφομοιωθούν από το φυτό. Η όλη διαδικασία που είναι το αποτέλεσμα της συμβιωτικής σχέσης των ριζοβίων με τα ψυχανθή, περιγράφεται ως βιολογική δέσμευση του αζώτου και καθοδηγείται από ένα πλέγμα αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στο φυτό και στο βακτήριο που σχετίζεται με την επαγωγή μοριακών μηχανισμών και ελεγχόμενης γονιδιακής έκφρασης. Από την πλευρά του φυτού, η έκφραση των γονιδίων των νοντουλινών είναι απαραίτητη τόσο για το σχηματισμό του φυματίου όσο και για τη λειτουργία του (van Kammen 1984). Τα γονίδια των νοντουλινών διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τις πρώιμες και τις όψιμες, ανάλογα με την χρονική στιγμή της έκφρασής τους ως προς την έναρξη της αζωτοδεσμευτικής διαδικασίας (Nap & Bisseling 1990).

Στην εργασία αυτή απομονώθηκε μία καινούργια όψιμη νοντουλίνη η οποία ονομάστηκε NOD3, προσδιορίστηκε η νουκλεοτιδική αλληλουχία του cDNA κλώνου από τον οποίο κωδικοποιείται και προσδιορίστηκε ο κυτταρικός τύπος στον οποίο εκφράζεται το γονίδιο αυτό κατά την πορεία ανάπτυξης του φυματίου.

## Υλικά και μέθοδοι

**Φυτά και συνθήκες ανάπτυξης:** Φυτά σόγιας (*Glycine max.* cv Williams) αναπτύχθηκαν σε αποστειρωμένο περλίτη και για την επαγωγή του σχηματισμού φυματίων μολύνθηκαν (ημέρα 0) με το *Bradyrhizobium japonicum* spc 110 (Bisseling et al. 1978).

**Σάρωση βιβλιοθήκης και προσδιορισμός αλληλουχίας DNA:** Ο κλώνος pGmNOD3 απομονώθηκε από μία PBR322 cDNA βιβλιοθήκη της σόγιας κατασκευασμένη από polyA<sup>+</sup> RNA φυματίων 10 ημερών, μετά από διαφορικό υβριδισμό με ραδιενεργά σημασμένο polyA<sup>+</sup> RNA φυματίων 10 ημερών και polyA<sup>+</sup> RNA μη-μολυσμένων ριζών 5 ημερών (Gloude-mans 1988). Το μέγεθος των θετικών ανασυνδυασμένων βακτηριοφάγων προσδιορίστηκε με την αλυσιδωτή αντίδραση της πολυμεράσης (Sambrook et al. 1989). Η νουκλεοτιδική αλληλουχία του κλώνου προσδιορίστηκε με τη μέθοδο τερματισμού αλυσίδας του Sanger (Sanger et al. 1977).

**Ανάλυση κατά Southern και Northern:** Γενοματικό DNA απομονώθηκε από υποκοτύλια σόγιας σύμφωνα με τη μέθοδο των Rogers & Bendich (1988). Ολικό RNA φυματίων από διάφορα αναπτυξιακά στάδια απομονώθηκε με Trizol (BRL) σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Οι πέψεις των νουκλεϊνικών οξέων και η μεταφορά τους σε φίλτρα νιτροκυτταρίνης έγινε με τις γνωστές μεθόδους (Sambrook et al. 1989). Για τους υβριδισμούς των νουκλεϊνικών οξέων οι ανιχνευτές σημάθηκαν ραδιενεργά [ $\alpha$ -<sup>32</sup>P]dCTP (Sambrook et al. 1989).

**Υβριδισμοί in-situ:** Φυμάτια σόγιας από κατάλληλα αναπτυξιακά στάδια μονιμοποιήθηκαν σε 4% παραφορμαλδεΰδη-0,25% γλουταραλδεΰδη, σε 10mM διαλύματος φωσφορικού νατρίου για 4 ώρες (Cox & Goldberg 1988). Μετά την έγκλειση των φυματίων σε παραφίνη έγιναν τομές 7-10 $\mu$ m (Yang et al. 1993). Αντιπληροφοριακό RNA από τον κλώνο pGmNOD3 σημάθηκε μη-ραδιενεργά με (DIG)-11-rUTP (Boehringer) και υβριδοποιήθηκε in-situ με τις λεπτές τομές των ιστών, όπως περιγράφεται από τους Kouchi & Hata (1993).

### Αποτελέσματα και συζήτηση

Η NOD3 αποτελεί μία καινούργια νοντουλίνη μια και δεν παρουσιάζει ομολογία με κανένα γνωστό γονίδιο. Απομονώθηκε ως cDNA κλώνος, από την σόγια αλλά δεν έγινε δυνατή η απομόνωση κλώνου ο οποίος να κωδικοποιεί για ολόκληρο το μήνυμα του γονιδίου, το οποίο υπολογίστηκε στα 1100 bp. Σε γενοματικό Southern της σόγιας μετά από πέψη του DNA με EcoRI, εντοπίστηκε μία μόνο υβριδίζόμενη ζώνη μοριακού βάρους 4 Kb. Η ανάλυση κατά Northern με RNA φυσατιών 6-21 ημερών έδειξε ότι η συσσώρευση του μηνύματος επάγεται κατά την 13η ημέρα μετά την μόλυνση με μέγιστο την 21 ημέρα. Το πρότυπο αυτό συγκρινόμενο με ένα πανομοιότυπο αποτύπωμα στο οποίο χρησιμοποιήθηκε ως ανιχνευτής το γονίδιο της ψυχανθοαιμοσφαιρίνης, καθιστά σαφές ότι η NOD3 ανήκει στην κατηγορία των όψιμων νοντουλινών.

Μετά τον προσδιορισμό της νουκλεοτιδικής αλληλουχίας του cDNA κλώνου της NOD3 (pGmNOD3, 316bp), έγινε ανάλυση των ανοιχτών αναγλωστικών πλαισίων (ΑΑΠ). Το μεγαλύτερο ΑΑΠ αποτελείται από 61 αμινοοξέα, ενώ σε κατάλληλες θέσεις προσδιορίστηκαν δύο πιθανά σήματα πολλαδενυλίωσης του μηνύματος (<sup>193,264</sup>TAATAAT). Τόσο σε νουκλεοτιδικό όσο και σε αμινοξικό επίπεδο, δεν βρέθηκε ομολογία με κανένα χαρακτηρισμένο γονίδιο.

Το πιθανό πολυπεπτίδιο της NOD3 εκφράστηκε σε κύτταρα *E. coli* ως πρωτεΐνη-χίμαιρα σε μεταφραστική σύντηξη με την τρανσφεράση της γλουταθειόνης, και άρα αναγνωρίστηκε από τους μεταφραστικούς μηχανισμούς του βακτηρίου.

Το πρότυπο έκφρασης της NOD3 μελετήθηκε στη σόγια κατά την πορεία ανάπτυξης του φυματίου, χρησιμοποιώντας την τεχνική του υβριδισμού *in-situ*. Η επαγωγή του γονιδίου ξεκινάει κατά την 13-15 ημέρα μετά την μόλυνση και το mRNA εντοπίστηκε αρχικά στα μολυσμένα κύτταρα του κεντρικού ιστού του φυματίου και σε λιγότερο βαθμό στα κύτταρα του παρεγχύματος. Έντονη έκφραση παρατηρήθηκε στους ίδιους ιστούς κατά την 21η ημέρα μετά την μόλυνση, ενώ σε φυμάτια 28 ημερών το σήμα υβριδισμού περιορίστηκε σε πολύ χαμηλά επίπεδα στα μολυσμένα κύτταρα, στην κορυφή του φυματίου. Δεν παρατηρήθηκε έκφραση της NOD3 στο φλοιό.

Σύμφωνα με το πρότυπο υβριδισμού της NOD3 στους ιστούς των φυματιών, είναι πιθανό η καινούργια αυτή νοντουλίνη να σχετίζεται είτε με την αυξημένη σύνθεση ΠΙΒΜ που οφείλεται στην ανάπτυξη των βακτηριοειδών, είτε με τη μεταφορά μέσω των παρεγχυματικών κυττάρων, κάποιου συστατικού προς τα βακτηριοειδή. Ο περαιτέρω χαρακτηρισμός του γονιδίου και οι πληροφορίες που θα εξαχθούν από τη μελέτη των γενοματικών κλώνων της σόγιας που απομονώθηκαν, καθώς και από την χρησιμοποίηση αντισωμάτων ενάντια στο πιθανό πολυπεπτίδιο της σόγιας, πιστεύεται ότι θα βοηθήσει στην απόδοση κάποιας πιθανής λειτουργίας του, στο φυμάτιο.

### Βιβλιογραφία

1. Bisseling T, van de Bos RC, Van Kammen A. 1978. The effect of ammonium nitrate on the synthesis of nitrogenase and the concentration of leghemoglobin in pea root nodules induced by *Rhizobium leguminosarum*. *Bioch Biophys Acta* 539, 1-11.
2. Cox KH, Goldberg RB. 1988. In: Shaw CH, ed. *Analysis of gene expression*. Oxford: IRL press, 1-34.
3. Kouchi H, Hata S. 1993. Isolation and characterization of novel nodulin cDNAs representing genes expressed at early stages of soybean nodule development. *Mol Gen Genet* 238, 106-19.
4. Nap JP, Bisseling T. 1990. In: Gresshoff PM, ed. *Nodulin function and nodulin gene regulation in root nodule development*. Boca Raton, FL: CRC Press, 181-229.
5. Rogers SO, Bendich AJ. 1988. In: Gelvin SB, Schilperoort RA, and Verma DPS, eds. *Extraction of DNA from Plant Tissues*. Dordrecht: Kluwer Academ. Publish. 1-11.

5. Sambrook J, Frits EF, Maniatis T. 1989. *Molecular cloning: a laboratory manual*, 2nd ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
6. Sanger F, Nicklen S, Coulson AR. 1977. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proc Natl Acad Sci USA* 74, 5463-7.
7. Scheres B, Van de Wiel C, Zalensky A, Horvath B, Spaink HP, van Eck H, Zwartkruis F, Wolters A, Gloude-mans T, Van Kammen A, Bisseling T. 1990. The ENOD12 gene product is involved in the infection process during the pea-*Rhizobium* interaction. *Cell* 60, 281-94.
8. Yang WC, Katinakis P, Hendriks P, Smolders A, de Vries F, Spee J, Van Kammen A, Bisseling T, Franssen H. 1993. Characterization of GmENOD40, a gene showing novel patterns of cell-specific expression during soybean nodule development. *The Plant Journal* 3, 573-85.
9. Van Kammen A. 1984. Suggested nomenclature for plant genes involved in nodulation and symbiosis. *Plant Mol Biol Rep* 2, 43-5.

## **Έκφραση της πρώιμης νουτουλίνης ENOD2 και της όψιμης νουτουλίνης NOD30 στο φυτό *Phaseolus vulgaris*.**

**Φλεμετάκης Ε., Καβρουλάκης Ν., Παπαδοπούλου Κ., Ρούσσης Α., Κωσταντή Ο., Κενούτης Χ., Κατινάκης Π.**

*Τμήμα Γεωργικής Βιολογίας και Βιοτεχνολογίας, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιερά Οδός 75 , 118 55 Βοτανικός.*

### **Περίληψη**

Η έκφραση των γονιδίων της πρώιμης νουτουλίνης ENOD2 και της όψιμης νουτουλίνης NOD30 μελετήθηκε σε διάφορα αναπτυξιακά στάδια φυματίων του φυτού *Phaseolus vulgaris*. Για τον σκοπό αυτό παρήχθη ραδιενεργά σημασμένο (<sup>35</sup>S) αντιπληροφοριακό RNA, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως ιχνηλάτης για την πραγματοποίηση in-situ υβριδισμού σε τομές φυματίων φασολιού 8, 12, 15 και 21 ημερών. Έκφραση του γονιδίου της ENOD2 εντοπίστηκε στα κύτταρα του παρεγχύματος των φυματίων 12, 15 και 21 ημερών. Στην περίπτωση της NOD30 θετικός υβριδισμός ανιχνεύτηκε στα μολυσμένα κύτταρα της βάσεως του κεντρικού ιστού φυματίων 12 ημερών, ενώ αργότερα επεκτείνεται στο σύνολο των μολυσμένων κυττάρων του κεντρικού ιστού.

## **Expression of early nodulin ENOD2 and late nodulin NOD30 in *Phaseolus vulgaris*.**

**Flemetakis E., Kavroulakis N., Papadopoulou K., Roussis A., Konstandi O., Kenoutis Ch., Katinakis P.**

*Department of Agricultural Biology and Biotechnology, Agricultural University of Athens, Iera Odos 75 , 118 75 Botanikos.*

### **Abstract**

The gene expression of early nodulin ENOD2 and late nodulin NOD30 was studied in different nodule developmental stages in *Phaseolus vulgaris*. Nodule sections from 8, 15 and 21 -day old nodules were in-situ hybridized with <sup>35</sup>S-UTP-labeled antisense RNA probes. Gene expression of ENOD2 was detected in the inner cortex of 12, 15 and 21-day old nodule. In addition, the gene expression of NOD30 was detected in infected cells at the base of 12-day old nodule central tissue while later a signal is obtained in all the infected cells of the central tissue.

## Εισαγωγή

Η συμβιωτική σχέση μυχανθών και ριζοβίων (βακτήρια των γενών *Bradyrhizobium*, *Rhizobium* και *Azorhizobium*) αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα συμβίωσης μεταξύ φυτών και βακτηρίων. Τα βακτήρια έλκονται χημειοτακτικά μέσω φλαβονοειδών που εκκρίνονται από τις ρίζες των φυτών στις οποίες και προσκολώνται. Παράλληλα ενεργοποιούνται ειδικά βακτηριακά γονίδια τα προϊόντα έκφρασης των οποίων, γνωστά ως Nod παράγοντες, προκαλούν μία σειρά αντιδράσεων στις ρίζες με αποτέλεσμα την δημιουργία του φυματίου. Το φυμάτιο είναι όργανο με πρωτότυπη δομή αλλά και σημαντική αγρονομική σημασία αφού τα μυχανθή αποτελούν εναλλακτική λύση εμπλουτισμού του εδάφους σε άζωτο έναντι των αμμωνιακών λιπασμάτων. Στο φυμάτιο πραγματοποιούνται οι διαδικασίες δέσμευσης του ατμοσφαιρικού αζώτου από τα βακτηριοειδή και η απόδοσή του στο φυτό σε αφομοιώσιμη μορφή. Κατά την δημιουργία του επάγεται η έκφραση εξειδικευμένων γονιδίων του φυτού, που κωδοκοποιούν για τις νοντουλίνες ή φυματίνες, ειδικές πρωτεΐνες του φυματίου. Οι νοντουλίνες ανάλογα με το χρονικό διάστημα κατά το οποίο εκφράζονται διακρίνονται σε δύο κατηγορίες τις όγιμες και τις πρώιμες νοντουλίνες. Η έκφραση των γονιδίων των πρώιμων νοντουλινών αρχίζει στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυματίου, πριν την έναρξη της αζωτοδέσμευσης και συμμετέχουν στις διαδικασίες μόλυνσης του φυτού και ανάπτυξης του φυματίου. Οι όγιμες νοντουλίνες ανιχνεύονται μετά τον πλήρη σχηματισμό του φυματίου και σχετίζονται με την έναρξη της αζωτοδέσμευσης.

Κύριο ερευνητικό αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της έκφρασης των γονιδίων της πρώιμης νοντουλίνης ENOD2 και της όγιμης νοντουλίνης NOD30.

## Υλικά και μέθοδοι

**Φυτά και συνθήκες ανάπτυξης:** Φυτά φασολιού (*Phaseolus vulgaris*, cv Negro Jamaica) αναπτύχθηκαν σε αποστειρωμένο περλίτη και για την επαγωγή του σχηματισμού φυματίων μολύνθηκαν (ημέρα 0) με το *Rhizobium phaseoli*.

**Υβριδισμός in situ:** Φυμάτια σόγιας από κατάλληλα αναπτυξιακά στάδια μονιμοποιήθηκαν σε 4% παραφορμαλδεΰδη-0,25% γλουταραλδεΰδη, σε 10mM διαλύματος φωσφορικού νατρίου για 4 ώρες (Cox & Goldberg 1988). Μετά την έγκλειση των φυματίων σε παραφίνη έγιναν τομές 7-10 μm (Yang et al. 1993). Αντιπληροφοριακό RNA παρήχθη και σημάνθηκε ραδιενεργά με <sup>35</sup>S-UTP. Ακολούθησε υβριδισμός in situ σε λεπτές τομές των ιστών, όπως περιγράφεται από τους Kouchi & Hata (1993).

## Αποτελέσματα και συζήτηση

Η ENOD2 είναι μία πρώιμη νοντουλίνη που για πρώτη φορά απομονώθηκε και χαρακτηρίστηκε στην σόγια [5]. Το γονίδιο της ENOD2 εκφράζεται στο παρέγχυμα τόσο των καθορισμένων όσο και των μη καθορισμένων φυματίων καθώς επίσης σε μη ενεργά φυμάτια σε μικρότερο όμως βαθμό. Η ανάλυση της νουκλεοτιδικής αλληλουχίας του γονιδίου της ENOD2 έδειξε ότι η κωδικοποιούμενη πρωτεΐνη αποτελείται από επαναλαμβανόμενα πενταπεπτιδία πλούσια σε προλίνη και την ύπαρξη στο άμινο τελικό άκρο της ενός χαρακτηριστικό πεπτιδίου - οδηγού [1]. Τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η ENOD2 πιθανόν να αποτελεί πρωτεΐνη του κυτταρικού τοιχώματος. Η έκφραση της ENOD2 στο παρέγχυμα του φυματίου, ρόλος του οποίου είναι η παρεμπόδιση της ελεύθερης διαχύσεως του οξυγόνου προς τον κεντρικό κύλινδρο, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ENOD2 πιθανόν να σχετίζεται με αυτή τη λειτουργία.

Η έκφραση της ENOD2 στο φυτό *Phaseolus vulgaris* μελετήθηκε κατά τα πρώιμα στάδια ανάπτυξης του φυματίου με την μέθοδο του *in situ* υβριδισμού χρησιμοποιώντας ως ιχνηλάτη ραδιενεργά ( $^{35}\text{S}$ ) σημασμένο αντιπληροφοριακό RNA του γονιδίου της ENOD2. Σε φυμάτια 8 ημερών η ένταση του σήματος υβριδισμού δεν επιτρέπει την διάκριση από την εξειδικευμένους υβριδισμούς. Σε φυμάτια 12 ημερών η ENOD2 ανιχνεύεται στο παρεγχύμα του φυματίου προς την βάση του κεντρικού ιστού γεγονός που βρίσκεται σε πλήρη αρμονία με το πρότυπο έκφρασης της ENOD2 στη σόγια. Σε φυμάτια 15 και 21 ημερών η έκφραση του γονιδίου της ENOD2 εντοπίζεται στον παρεγχυματικό ιστό που περιβάλλει τον κεντρικό ιστό και τις ηθαγγειώδεις δεσμίδες του φυματίου. Το μέγιστο της έκφρασης του γονιδίου εμφανίζεται μεταξύ 12 και 15 ημερών, ενώ σε φυμάτια μεγαλύτερης ηλικίας παρατηρείται μείωση του σήματος.

Η NOD30 είναι μία όψιμη νοντουλίνη που ανήκει σε μία ομάδα πρωτεϊνών με μοριακό βάρος 30 KDa [3]. Η NOD30 στο *Phaseolus vulgaris* παρουσιάζει πολλές ομοιότητες με μία ομάδα νοντουλινών που απαντώνται στη σόγια (Ngm20, Ngm22, Ngm23, Ngm26b, Ngm27 και Ngm44). Δύο κύρια κοινά χαρακτηριστικά των νοντουλινών που ανήκουν στην παραπάνω ομάδα και της NOD30 στο φασόλι είναι η παρουσία ενός πιθανού πεπτιδίου - οδηγού στο άμινο τελικό άκρο και η ύπαρξη δύο περιοχών που περιέχουν δύο χαρακτηριστικά μοτίβα (Cys-X<sub>7</sub>-Cys), τα οποία απαντώνται σε πρωτεΐνες-φορείς μετάλλων [2]. Με βάση τα παραπάνω, πιθανολογείται ότι ο ρόλος της NOD30 είναι η μεταφορά μεταλλικών ιόντων δια μέσου της περιβακτηριακής μεμβράνης από το κυτόπλασμα στο περιβακτηριακό χώρο. Υστερα από ανάλυση της νουκλεοτιδικής αλληλουχίας του προαγωγέα του γονιδίου *nod30-1* διαπιστώθηκε η ύπαρξη δύο οργανο - εξειδικευμένων στοιχείων, AAAGAT και CTCTT που συναντώνται και σε άλλες όψιμες νοντουλίνες [3]. Παρατηρήθηκε επίσης η επανάληψη της ακολουθίας TATTTWAT 5 φορές [4]. Ένα τρίτο χαρακτηριστικό της NOD30 είναι η παρουσία υψηλού ποσοστού προλίνης στο κάρβοξυ άκρο [4].

Η έκφραση του γονιδίου της NOD30 στο φασόλι μελετήθηκε σε φυμάτια 8, 12,15 και 21 ημερών με την μέθοδο του *in situ* υβριδισμού χρησιμοποιώντας ως ιχνηλάτη ραδιενεργά σημασμένο ( $^{35}\text{S}$ ) αντιπληροφοριακό RNA της NOD30. Σε φυμάτια 8 ημερών δεν ανιχνεύθηκε θετικό σήμα υβριδισμού. Η έκφραση του γονιδίου εντοπίστηκε για πρώτη φορά σε φυμάτια 12 ημερών. Το θετικό σήμα υβριδισμού εντοπίζεται στα μολυσμένα κύτταρα της βάσεως του κεντρικού ιστού, ενώ μειώνεται προς το ακραίο τμήμα του κεντρικού ιστού. Σε φυμάτια 15 και 21 ημερών το πρότυπο έκφρασης της νοντουλίνης είναι όμοιο με αυτό της ψυχανθοαιμοσφαιρίνης. Θετικό σήμα υβριδισμού εντοπίζεται στο σύνολο των μολυσμένων κυττάρων του κεντρικού ιστού του φυματίου. Το παραπάνω πρότυπο έκφρασης ενισχύει την άποψη ότι η NOD30 εμπλέκεται στην μεταφορά μεταλλικών ιόντων δια μέσου της περιβακτηριακής μεμβράνης στον περιβακτηριακό χώρο.

## Βιβλιογραφία

- 1) Clemens van de Wiel, Ben Sheres, Andre van Lammermen, Albert van Kammen and Ton Bisseling (1990) The early noduline transcript ENOD2 is located in the nodule parenchyma (inner cortex) of pea and soybean root nodules EMBO J. 9: 1-7
- 2) Campos F., Carsolio C., Kuin H., Bisseling T., Rocha-Sosa M., and Sanchez F. (1995) Characterization and gene expression of noduline Npv30 from Common Bean, Plant Physiology 109: 363-370
- 3) Carsolio C., Campos F., Sanchez and Rocha-Sosa M. (1995) The expression of a chimeric *Phaseolus vulgaris* noduline 30-GUS gene is restricted to the rhizobially infected cells in transgenic *Lotus corniculatus* nodules, PMB 26: 1995-2001
- 4) Campos F, Padilla J, Vasquez M, Ortega JL, Enriquez C, Sanchez F (1987) Expression of nodule specific genes in *phaseolus vulgaris* L.PMB 9: 521-532

- 5) Franssen HJ., Nap JP., Gludemans T., Stiekema W., Van Dam H., Govers F., Louwerse J., Van Kammen A. and Bisseling T. (1987) Characterization of cDNA for nodulin-75 of soybean: a gene product involved in early stages of root nodule development, Proc.Natl.Acad.Sci.USA. 84: 4495-4499
- 6) Vijn I., Das Neves L., Van Kammen A., Franssen H. and Bisseling T. (1993) Nod factors and nodulation in plants. Science 260: 1764-1765

**Η προσαρμογή των φυτών στο διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον ως μια αέναη διαδοχή θερμοδυναμικά εξαναγκασμένων καταστατικών μεταβολών. I. Μια θεωρητική προσέγγιση.**

**Μερόπη Τσιμίλλη-Μιχαήλ<sup>1,2</sup> και Reto J. Strasser<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Laboratory of Bioenergetics, University of Geneva, CH-1254, Jussy-Geneva, Switzerland*

<sup>2</sup>*Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου*

#### **Περίληψη**

Η προσαρμογή των φυτών σε ένα αέναα μεταβαλλόμενο περιβάλλον προσεγγίζεται ως μια στρατηγική βελτιστοποίησης που διέπεται από τη θερμοδυναμική απαίτηση για ελάχιστη παραγωγή εντροπίας, μέσα σε μια γενικότερη επιδίωξη ερμηνείας της συμπεριφοράς των ζωντανών συστημάτων στη βάση της Θερμοδυναμικής των Μη Αντιστρεπτών Διεργασιών στα Ανοικτά Συστήματα. Προς τούτο απαιτείται η δημιουργία μιας γέφυρας μεταξύ θεωρητικών εννοιών και φαινομενολογικής συμπεριφοράς του ζωντανού συστήματος, που στην περίπτωση αυτή είναι ο φωτοσυνθετικός μηχανισμός. Η γεφύρωση αυτή επιτυγχάνεται μέσα από την Τριλογία J-K-B, όπου η ανάλυση των κινητικών φθορισμού με βάση τη Θεωρία των Ενεργειακών Ροών στις Βιομεμβράνες οδηγεί στον προσδιορισμό ενός συνόλου δομικών και λειτουργικών παραμέτρων που ποσοτικοποιούν τη συμπεριφορά του συστήματος.

**The adaptation of plants to a continuously changing environment as a perpetual walk of thermodynamically forced state changes: I. A theoretical approach.**

**Merope Tsimilli- Michael<sup>1,2</sup> and Reto J. Strasser<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Laboratory of Bioenergetics, University of Geneva, CH-1254, Jussy-Geneva, Switzerland*

<sup>2</sup>*Cyprus Ministry of Education and Culture*

#### **Abstract**

The adaptation of plants to a perpetually changing environment is approached as an optimisation strategy dictated by the thermodynamic demand for minimal entropy production, in a general effort of interpreting the behaviour of living systems in the frame of the Thermodynamics of Irreversible Processes in Open Systems. Therefore, it is necessary to create a bridge between the theoretical concepts and the phenomenological behaviour of the living system, which in this case is the photosynthetic apparatus. This bridging is succeeded through the J-K-B Trilogy, where the fluorescence kinetics, analysed according to the Theory of Energy Fluxes in Biomembranes, lead to the determination of a constellation of structural and functional parameters that quantify the system behaviour.



## Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία είναι μια εννοιολογική προσέγγιση της *προσαρμογής* των φυτών σε ένα αέναα μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Το σκεπτικό μας απευθύνεται στο “γιατί” και όχι στο “πώς”, αφορά στις αιτίες και όχι στους μηχανισμούς. Παρόλο που αυτό φαίνεται να συνιστά περιορισμό, έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει να προχωρήσουμε πέρα από τον υπό μελέτη οργανισμό και να αξιοποιήσουμε πιο γενικές θεωρίες και συλλογιστική.

Μια τέτοια ισχυρή θεωρία είναι η *Θερμοδυναμική των Μη Αντιστρεπτών Διεργασιών* και η άμεσα συναφασμένη *Θερμοδυναμική των Μακράν της Ισορροπίας Συστημάτων*. Παρόλη την σημαντική ανάπτυξη που η θεωρία αυτή έχει δει στις τελευταίες δεκαετίες<sup>1,3,5-7,19</sup> με ιδιαίτερη έμφαση στα ανοικτά συστήματα και, κατ’ επέκταση, δυναμικά στα ζωντανά συστήματα, πολύ σπάνια αξιοποιείται στην πειραματική βιολογία.

Στην παρούσα εργασία ανταποκριθήκαμε στην πρόκληση για μια τέτοια αξιοποίηση επιχειρώντας να δημιουργήσουμε μια γέφυρα μεταξύ θεωρητικών προβλέψεων βασισμένων στη σύγχρονη Θερμοδυναμική και εκφράσεων της φαινομενολογικής συμπεριφοράς του φωτοσυνθετικού μηχανισμού όπως αυτές εκδηλώνονται μέσα από πειραματικά μετρήσιμα μεγέθη. Οι προσεγγίσεις μας αποτελούν προέκταση της *Θεωρίας της Τριλογίας J-K-B*<sup>12-14</sup> η οποία διέπεται από κατευθυντήριες γραμμές όπως αυτές υπαγορεύονται από τη θερμοδυναμική απαίτηση για ελάχιστη παραγωγή εντροπίας<sup>5,6</sup> και αντικρύζουν την προσαρμογή των φυτών σε ένα αέναα μεταβαλλόμενο περιβάλλον ως έκφραση της γενικότερης στρατηγικής των ζωντανών οργανισμών για προσαρμογή και εξέλιξη<sup>19</sup>. Η επιδιωκόμενη σύνδεση με τη βιοενεργητική του φωτοσυνθετικού μηχανισμού στηρίζεται στη *Θεωρία των Ενεργειακών Ροών στις Βιομεμβράνες*<sup>8-11</sup>.

## Θερμοδυναμική και Βιολογική Εξέλιξη

Η έννοια της εξέλιξης εμφανίστηκε στην επιστήμη σχεδόν ταυτόχρονα μέσα από τη Βιολογία και τη Φυσική. Το 1865, έξη μόλις χρόνια μετά την επαναστατική πρόταση του Δαρβίνου για ένα μηχανισμό *βιολογικής εξέλιξης*, ο Clausius εισάγει την έννοια της *Εντροπίας* σε συσχέτισμό με το *Δεύτερο Νόμο της Θερμοδυναμικής*, σύμφωνα με τον οποίο το σύμπαν εξελίσσεται αναπόφευκτα προς μια κατάσταση *αταξίας* ή, ισοδύναμα, η εντροπία του ολόεντα αυξάνεται. Από πρώτη άποψη, που ωστόσο δεν ξεπεράστηκε για σχεδόν εκατό χρόνια, η αντίφαση είναι κάθεται. Η βιολογική εξέλιξη, καθώς οδηγεί από απλές μορφές σε οργανωμένες και σύνθετες καταστάσεις, δηλαδή σε αύξηση της *τάξης*, εμφανίζεται να παραβιάζει το 2ο Νόμο της Θερμοδυναμικής.

Μόλις τις τελευταίες δεκαετίες με την ανάπτυξη της *Θερμοδυναμικής των Μη Αντιστρεπτών Διεργασιών* και της *Θερμοδυναμικής των Μακράν της Ισορροπίας Ανοικτών Συστημάτων* έγινε κατορθωτή η κατανόηση των φαινομένων αυτοοργάνωσης, που όπως αποδείχτηκε δεν εμφανίζονται αποκλειστικά στους ζωντανούς οργανισμούς αλλά και σε ολόκληρες κατηγορίες μη συντηρητικών φυσικοχημικών συστημάτων<sup>3</sup>. Με την ανάπτυξη αυτή καταδείχτηκε ότι η γένεση της πολυπλοκότητας και γενικότερα οι εξελικτικές διεργασίες όχι μόνο δεν αντιφάσκουν με τη Θερμοδυναμική αλλά διέπονται από τις κατευθυντήριες γραμμές της.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής δεν είναι δυνατό να αναφερθούμε εκτενέστερα στο θεωρητικό αυτό υπόβαθρο και θα περιοριστούμε σε μια αδρή αναφορά σε εκείνες τις κατευθυντήριες γραμμές που αποτελούν τον άξονα της θεωρητικής μας προσέγγισης.

## Παραγωγή Εντροπίας κατά τις Μη Αντιστρεπτές Διεργασίες

Για ένα κλειστό σύστημα (σύστημα που ανταλλάσσει μόνο θερμότητα με το περιβάλλον) στο οποίο λαμβάνουν χώραν μη αντιστρεπτές διεργασίες, ο 2ος Νόμος κατά την Κλασική Θερμοδυναμική προνοεί ότι  $T\Delta S > \Delta_e Q$ , όπου  $\Delta_e Q$  η ανταλλαγή

θερμοτότητας με το περιβάλλον,  $\Delta S$  η προκύπτουσα μεταβολή εντροπίας του συστήματος και  $T$  η απόλυτη θερμοκρασία στην οποία λαμβάνουν χώραν οι διεργασίες αυτές.

Η σύγχρονη Θερμοδυναμική επαναδιατυπώνει το νόμο αυτό γενικότερα και για τα ανοικτά συστήματα (συστήματα που ανταλλάσσουν και ύλη με το περιβάλλον), αναλύοντας τη μεταβολή εντροπίας του συστήματος σε δύο όρους:  $\Delta_e S$  τη μεταβολή που οφείλεται σε ανταλλαγή εντροπίας με το περιβάλλον (μέσα από ανταλλαγή ύλης ή και ενέργειας) και  $\Delta_i S$  την παραγωγή εντροπίας, μέσα στο σύστημα, που συνοδεύει κάθε μη αντιστρεπτή διεργασία. Έτσι  $\Delta S = \Delta_e S + \Delta_i S$ . Ο πρώτος όρος μπορεί να είναι θετικός ή αρνητικός αφού η ανταλλαγή εντροπίας μπορεί να είναι εισαγωγή ή εξαγωγή αντίστοιχα, ενώ ο δεύτερος όρος είναι εξ ορισμού θετικός. Αυτό δεν προδικάζει το πρόσημο της μεταβολής εντροπίας του συστήματος και, επομένως, η αύξηση της τάξης, της οργάνωσης και της πολυπλοκότητας του συστήματος δεν παραβιάζει τον 2ο Νόμο.

Όσον αφορά στο περιβάλλον του συστήματος, είναι προφανές ότι η μεταβολή εντροπίας του,  $\Delta S_{\text{sur}}$ , είναι ίση με  $(-\Delta_e S)$ . Συνειπώς η μεταβολή εντροπίας του σύμπαντος,  $\Delta S_{\text{μπίν}}$ , είναι πάντα θετική, όντας ίση με τη  $\Delta_i S$ :

$$\Delta S_{\text{μπίν}} = \Delta S + \Delta S_{\text{sur}} = \Delta_e S + \Delta_i S + \Delta S_{\text{sur}} = \Delta_e S + \Delta_i S + (-\Delta_e S) = \Delta_i S$$

Ήδη με την ανάλυση αυτή καταδεικνύεται ότι ανεξάρτητα αν η μεταβολή εντροπίας του συστήματος είναι θετική ή αρνητική, ο 2ος Νόμος ικανοποιείται από το γεγονός ότι η εντροπία του σύμπαντος πάντοτε αυξάνεται.

### Η Υποβάθμιση Ενέργειας και η Καταναλωτική Συνάρτηση

Η αύξηση της εντροπίας του σύμπαντος, άρα και της εντροπικής συνιστώσας του ενεργειακού περιεχομένου της ύλης, γίνεται σε βάρος της άλλης του συνιστώσας, δηλαδή της *Ενέργειας Gibbs*, η οποία χαρακτηρίζεται και ως *Ελεύθερη Ενέργεια* διότι είναι η μετατρέψιμη σε ωφέλιμο έργο συνιστώσα. Γιαυτό και ο 2ος Νόμος της Θερμοδυναμικής μπορεί ισοδύναμα να θεωρηθεί ότι εκφράζει την οικουμενική τάση για *υποβάθμιση της ενέργειας* (που συχνά αποκαλείται και *κατανάλωση ενέργειας*).

Στα ανοικτά συστήματα, εφ' όσον η ροή ύλης και ενέργειας είναι συνεχής, εκείνο που χαρακτηρίζει τις μη αντιστρεπτές διεργασίες που λαμβάνουν χώραν μέσα σε αυτά είναι, όχι η μεταβολή εντροπίας, αλλά ο ρυθμός μεταβολής της:  $dS/dt = d_e S/dt + d_i S/dt$ . Η ποσότητα  $T d_i S/dt$  που εκφράζει το ρυθμό αύξησης της εντροπικής συνιστώσας, άρα και το ρυθμό υποβάθμισης της ενέργειας και που για τούτο αποκαλείται *Καταναλωτική Συνάρτηση*, δίνεται από τη σχέση:  $\Phi = T d_i S/dt = \sum J_k X_k > 0$ , όπου  $J_k$  η γενικευμένη ροή της  $k$ -διεργασίας και  $X_k$  η συζυγής γενικευμένη δύναμη που προκαλεί τη ροή αυτή.

Με τη σχέση αυτή γίνεται φανερό ότι η απαίτηση για θετικό πρόσημο της καταναλωτικής συνάρτησης δεν σημαίνει κατ' ανάγκη ότι κάθε όρος του αθροίσματος πρέπει να είναι θετικός. Είναι λοιπόν δυνατό κάποιοι από τους όρους αυτούς να είναι αρνητικοί, δηλαδή κάποιες διεργασίες να αυξάνουν την τάξη, την οργάνωση και την πολυπλοκότητα, νοουμένου ότι το άθροισμα των θετικών όρων, αυτών δηλαδή που αναφέρονται σε διεργασίες υποβάθμισης της ενέργειας, είναι αρκούντως μεγάλο ώστε  $\Phi > 0$ . Οντως, τα βιολογικά συστήματα οικοδομούν την οργάνωση και πολυπλοκότητά τους και συντηρούν υψηλού βαθμού εσωτερική τάξη εξάγοντας εντροπία προς το περιβάλλον τους, δαπάναις της ελεύθερης ενέργειας του σύμπαντος.

**Η Στάσιμη Κατάσταση και η Αρχή του Ελάχιστου Ρυθμού Παραγωγής Εντροπίας**  
Μια άλλη απόρροια της πιο πάνω ανάλυσης αφορά στη *Στάσιμη Κατάσταση* ενός ανοικτού συστήματος, δηλαδή στην κατάσταση κατά την οποία όλα τα καταστατικά του μεγέθη είναι χρονικά αμετάβλητα, άρα και η εντροπία του. Η σταθερότητα αυτή δεν ισοδυναμεί με θερμοδυναμική ισορροπία όπου η παραγωγή εντροπίας θα μηδενιζόταν.

Απλάς, όπως φανερώνει η σχέση  $d_p S/dt = -d_s S/dt$ , ισοδύναμη της  $dS/dt=0$ , το σύστημα εξάγει εντροπία προς το περιβάλλον με τον ίδιο ρυθμό με τον οποίο την παράγει.

Η πιο σημαντική Αρχή της σύγχρονης Θερμοδυναμικής<sup>5,6</sup> αφορά στη *στάσιμη κατάσταση* για την οποία διατυπώνει και αποδεικνύει ότι ο ρυθμός παραγωγής εντροπίας προσλαμβάνει την ελάχιστη επιτρεπόμενη από τις δεδομένες περιοριστικές συνθήκες τιμή. Η στάσιμη λοιπόν κατάσταση είναι και η βέλτιστη υπό την έννοια ότι στην κατάσταση αυτή ελαχιστοποιείται η καταναλωτική συνάρτηση.

### Η Τριλογία J-K-B

Κάθε ζωντανό σύστημα είναι ένα ανοικτό σύστημα με πολύπλοκη δομή που λειτουργεί ως μετατροπέας ενέργειας. Η βιολογική του δραστηριότητα σε μια δεδομένη στιγμή,  $\eta(t)$ , μπορεί να περιγραφεί<sup>12-14</sup> ως μια συνάρτηση τριών όρων,  $\eta = f\{J(t), K(t), B(t)\}$ , όπου J - η ολική ενεργειακή εισροή

K - η αρχιτεκτονική του συστήματος, δηλαδή το σύνολο των δομικών παραμέτρων που καθορίζουν τις κινητικές οδούς για διατήρηση και κατανάλωση ενέργειας

B - η στάθμη της ενεργειακής ροής μέσα από το σύστημα, που επιτεύχθηκε στη δεδομένη στιγμή, η οποία, εκφρασμένη ως κλάσμα της μέγιστης δυνατής τιμής της, μπορεί να θεωρηθεί ως μέτρο της στιγμιαίας συμπεριφοράς του συστήματος.

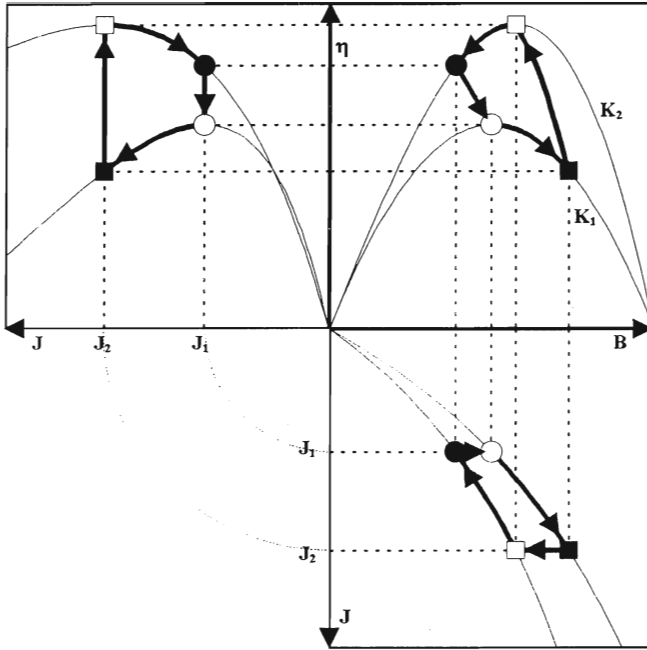
Επειδή ο B καθορίζεται από τους K και J, η δραστηριότητα του συστήματος για μια δεδομένη τιμή  $K_i$  είναι συνάρτηση ενός μόνο όρου. Αν γραφεί ως συνάρτηση του B που είναι η εσωτερική συμπεριφορά-απόκριση του συστήματος,  $\eta = F_{K_i}(B)$ , μπορεί να χαρακτηριστεί ως η καταστατική συνάρτηση του συστήματος για το δεδομένο  $K_i$ . Έτσι η μεταβολή κατάστασης του συστήματος, σημαίνει αλλαγή της  $K_i$  σε  $K_j$  και, επομένως, μετάβαση από μια καταστατική συνάρτηση,  $\eta = F_{K_i}(B)$ , σε μια άλλη,  $\eta = F_{K_j}(B)$ .

### Η Έννοια της Προσαρμογής με Όρους της Τριλογίας J-K-B

Όπως έχουμε αναφέρει, η θερμοδυναμικά βέλτιστη κατάσταση ενός ζωντανού συστήματος είναι η *στάσιμη κατάσταση*, δηλαδή η κατάσταση στην οποία ο ρυθμός υποβάθμισης της ενέργειας είναι ο ελάχιστος δυνατός στις δεδομένες περιοριστικές συνθήκες. Στη γλώσσα της Τριλογίας J-K-B οι δεδομένες περιοριστικές συνθήκες μπορούν να συνομειωθούν στη δεδομένη τιμή  $K_i$ , ο ελάχιστος ρυθμός υποβάθμισης ενέργειας ισοδυναμεί με το μέγιστο της βιολογικής δραστηριότητας και, επομένως, η θερμοδυναμικά βέλτιστη κατάσταση αντιστοιχεί στο μέγιστο της καταστατικής συνάρτησης  $\eta = F_{K_i}(B)$ . Για κάθε λοιπόν τιμή του K υπάρχει μια βέλτιστη τιμή του B (αντίστοιχα και μια βέλτιστη τιμή του J) υπό την έννοια ότι μεγιστοποιεί την παράμετρο  $\eta$ .

Στο Σχ. 1 παριστάνεται πολυπαραμετρικά η συνάρτηση  $\eta = f(J, K, B)$ , για δύο διαφορετικές καταστάσεις που αντιστοιχούν σε δύο τιμές του όρου K, την  $K_1$  και την  $K_2$ . Ας υποθέσουμε ότι αρχίζουμε να παρακολουθούμε το σύστημα όταν βρίσκεται στο θερμοδυναμικό βέλτιστο που αντιστοιχεί στην τριλογία  $J_1-K_1-B_1$ . Αν τώρα μεταβληθεί η τιμή του εξωτερικού παράγοντα από  $J_1$  σε  $J_2$ , θα μεταβληθεί αναγκαστικά και η τιμή του B και, επομένως, το σύστημα θα απομακρυνθεί από τη βέλτιστη κατάσταση. Το σύστημα θα αντιδράσει σε μια τέτοια απόκλιση και, ενώ βέβαια δεν μπορεί να αποτρέψει τη μεταβολή του εξωτερικού παράγοντα ούτε τη συνακόλουθη μεταβολή του B, έχει την ικανότητα να μεταβάλει την αρχιτεκτονική του, δηλαδή την τιμή του K μέχρι εκείνης τιμής,  $K_2$ , για την οποία η αντίστοιχη τριλογία  $J_2-K_2-B_2$  θα αποτελεί ένα νέο θερμοδυναμικό βέλτιστο.

Η μετάβαση δεν είναι βέβαια ακαριαία. Το νέο βέλτιστο λειτουργεί ως πόλος έλξης σε μια “διαδρομή” αναζήτησης μέσα από μεταβολές του K, συνακόλουθες μεταβολές του B και προκύπτουσες μεταβολές της καταναλωτικής συνάρτησης.



Σχ. 1.

Πολυπαραμετρική παράσταση της συνάρτησης  $\eta=f(J,K,B)$ , για  $K=K_1$  και  $K=K_2$ . Με κύκλους και τετράγωνα συμβολίζονται τα σημεία για τα οποία  $J=J_1$  και  $J=J_2$  αντίστοιχα. Τα λευκά σύμβολα παριστούν τα θερμοδυναμικά βέλπιστα ενώ τα μαύρα σύμβολα καταστάσεις απόκλισης από τα βέλπιστα. Η έντονη γραμμή με τα βέλη δείχνει την απόκλιση του συστήματος σε μια αντιστρεπτή μεταβολή του εξωτερικού παράγοντα  $J_1 \rightarrow J_2 \rightarrow J_1$ .

Στη φύση ωστόσο ο εξωτερικός παράγοντας (στο θεωρητικό μας παράδειγμα η ενεργειακή εισροή  $J$ ) μεταβάλλεται συνεχώς και η απόκριση του ζωντανού συστήματος είναι μια *αέναη διαδοχή καταστατικών μεταβολών*, που την καθιστά περιπλοκότερη το ότι πολύ περισσότερες της μιας περιβαλλοντικές παράμετροι μεταβάλλονται ταυτόχρονα.

### Η Προσαρμογή ως Θερμοδυναμική Αναγκαιότητα

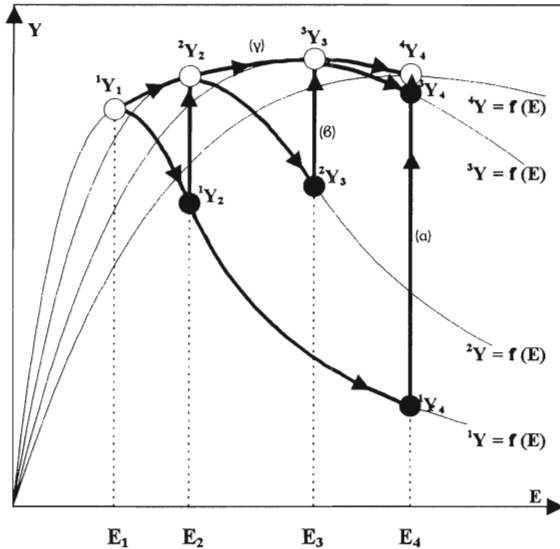
Σύμφωνα με την πιο πάνω ανάλυση, οι καταστατικές μεταβολές ενός ζωντανού συστήματος, που συνιστούν τη διαδικασία *προσαρμογής* του στο μεταβαλλόμενο περιβάλλον, υπαγορεύονται από μια *θερμοδυναμική αναγκαιότητα*, είναι δηλαδή *θερμοδυναμικά εξαναγκασμένες*. Η προσαρμοστικότητα του ζωντανού συστήματος συνιστά ένα ουσιαστικό πλεονέκτημά του έναντι των κοινών συντηρητικών συστημάτων τα οποία είναι υποχρεωμένα να λειτουργούν με προκαθορισμένη δομή άρα και καταστατική συνάρτηση και των οποίων, επομένως, η δραστηριότητα καθορίζεται αυστηρά από τον εξωτερικό παράγοντα. Στα ζωντανά συστήματα έχουν αναπτυχθεί *ρυθμιστικοί μηχανισμοί* που αποτρέπουν τέτοιες, ντετερμινιστικές, αποκρίσεις στις εξωτερικές συνθήκες.

Γινόμαστε εδώ μάρτυρες μιας έκφρασης της *διαλεκτικής* μεταξύ δομής και λειτουργίας. Η βιολογική οργάνωση δεν έχει νόημα παρά μόνο σε σχέση με τη λειτουργία την οποία εξυπηρετεί. *Η δομή ελέγχει τη λειτουργία και η λειτουργία πληροφορεί τη δομή.*

### Η Βέλτιστη Διαδρομή

Στο Σχ. 2 γενικεύουμε το θεωρητικό παράδειγμα που παριστάνεται στο Σχ. 1, αντικαθιστώντας την ενεργειακή εισροή  $J$  με ένα οποιοδήποτε περιβαλλοντικό παράγοντα  $E$  και τη βιολογική δραστηριότητα με τη γενικευμένη έκφρασή της,  $Y$ , και παρουσιάζοντας τέσσερις διαφορετικές καταστάσεις προσαρμογής του συστήματος που εκφράζονται

από τις αντίστοιχες συναρτήσεις  ${}^nY=f(E)$  (για  $n=1,2,3,4$ ). Οι τιμές της  $Y$  συμβολίζονται με  ${}^nY_m$  υποδηλώνοντας ότι αφορούν σε συνθήκες προσαρμογής του συστήματος στην τιμή  $E_n$  του περιβαλλοντικού παράγοντα (άρα  $K=K_n$ ) αλλά έκθεσής του στην τιμή  $E_m$ . Η κάθε συνάρτηση μεγιστοποιείται όταν το σύστημα εκτίθεται στις ίδιες συνθήκες στις οποίες είχε προσαρμοστεί (όταν δηλ,  $n=m$ ). Ας θεωρήσουμε τώρα μια ραγδαία μεταβολή από  $E_1$  σε  $E_4$ . Η παρεκτροπή του συστήματος (καμπύλη α) από το βέλτιστό του, δηλαδή το μέτρο της καταπόνησης που υφίσταται, ισούται με  ${}^1Y_1 - {}^1Y_4$ . Αν όμως η μεταβολή από  $E_1$  σε  $E_4$  γίνει σταδιακά,  $E_1 \rightarrow E_2$ ,  $E_2 \rightarrow E_3$ ,  $E_3 \rightarrow E_4$ , και με χρονική απόσταση που να επιτρέπει την εν τω μεταξύ προσαρμογή του συστήματος, το μέτρο των καταπονήσεων,  ${}^1Y_1 - {}^1Y_2$ ,  ${}^2Y_2 - {}^2Y_3$  και  ${}^3Y_3 - {}^3Y_4$  αντίστοιχα θα είναι σαφώς μικρότερο (καμπύλη β). Αν η μεταβολή γίνεται ολοένα και πιο αργά η διαδρομή των καταστατικών μεταβολών θα τείνει οριακά στη βέλπστη διαδρομή (καμπύλη γ). Με τον όρο αυτό δεν εννοούμε μόνο ότι θα είναι μια διαδρομή μέσα από τα βέλπιστα, αλλά κυρίως ότι θα είναι αυτή καθ' εαυτή βέλπστη υπό την έννοια ότι το σύστημα θα προσαρμόζεται χωρίς να υποφέρει



Σχ. 2. Διαδρομές καταστατικών μεταβολών (έντονες γραμμές με βέλη) που προκαλεί η περιβαλλοντική μεταβολή  $E_1 \rightarrow E_4$  όταν επισυμβαίνει: (α) ραγδαία, (β) σταδιακά, (γ) οριακά αργά (βέλπστη διαδρομή).

Τα λευκά σύμβολα παριστούν τα θερμοδυναμικά βέλπιστα ενώ τα μαύρα καταστάσεις απόκλισης από τα βέλπιστα.

από ευρείας έκτασης παρεκτροπές από τις βέλπστες συνθήκες και έτσι η κατανάλωση ελεύθερης ενέργειας για την αναδιοργάνωσή του θα είναι ελάχιστη.

Η μετάβαση από  ${}^1Y_1$  σε  ${}^4Y_4$  ακολουθεί διαφορετική διαδρομή παρά από  ${}^4Y_4$  σε  ${}^1Y_1$  (βλ. Σχ. 1 για την απόκριση στη μεταβολή  $J_1 \rightarrow J_2 \rightarrow J_1$ ) εκτός αν και οι δύο ακολουθούν τη βέλπστη διαδρομή. Ωστόσο οι διεργασίες που αντιστοιχούν στη βέλπστη διαδρομή δεν πρέπει να εκληφθούν ως θερμοδυναμικά αντιστρεπτές οπότε η υποβάθμιση ενέργειας θα ήταν μηδενική. Προτείνουμε τον όρο ως *έγγιστα στάσιμη* για τη μετάβαση αυτή, κατ' επέκταση του δόκιμου όρου "έγγιστα στατική" που χαρακτηρίζει την οριακά βραδεία μετάβαση μεταξύ καταστάσεων θερμοδυναμικής ισορροπίας.

### Η Τριλογία J-K-B του Φωτοσυνθετικού Μηχανισμού

Το φωτοσύστημα II του φωτοσυνθετικού μηχανισμού, μπορεί κάλλιστα να προσεγγιστεί ως ένα ανοικτό θερμοδυναμικό σύστημα<sup>13,18</sup> με τη δική του τριλογία J-K-B. Οι *ανένεργες χρωστικές* μιας *φωτοσυνθετικής μονάδας* του φωτοσυστήματος διεγείρονται με την απορρόφηση φωτεινής ενέργειας και αποδιεγείρονται μέσα από διάφορες κινητικές οδούς: (α) με μεταφορά ενέργειας διέγερσης στο *κέντρο αντίδρασης* της μονάδας όπου θα μετατραπεί σε οξειδοαναγωγική που θα χρησιμοποιηθεί για την έκλυση  $O_2$ , την

αναγωγή του  $\text{NADP}^+$  και τη φωσφορυλίωση του  $\text{ADP}$  σε  $\text{ATP}$ , ( $\beta$ ) με μετανάστευση της ενέργειας διέγερσης προς άλλες φωτοσυνθετικές μονάδες τόσο του φωτοσυστήματος II όσο και του φωτοσυστήματος I, ( $\gamma$ ) με μετατροπή της σε θερμότητα και, ( $\delta$ ) με μετατροπή της σε ενέργεια φθορισμού. Οι οδοί αυτές ρυθμίζονται μέσα από τις αντίστοιχες σταθερές ταχύτητας:  $k_F$  (φωτοχημεία),  $k_X$  (μετανάστευση),  $k_D$  (θερμική απώλεια) και  $k_F$  (εκπομπή φθορισμού), που καθορίζονται από την αρχιτεκτονική του συστήματος, άρα αποτελούν συνιστώσες του όρου  $K$ . Η ολική ενεργειακή εισροή  $J$  (ταχύτητα διέγερσης) είναι ίση με το άθροισμα της εισροής φωτονίων και όλων των πιθανών ροών από μετανάστευση ενέργειας από άλλες μονάδες<sup>9,10</sup>. Η στιγμιαία σχετική στάθμη της ενεργειακής ροής  $B$  μπορεί να εκφραστεί από την οξειδοαναγωγική κατάσταση των κέντρων αντίδρασης, δηλαδή από το κλάσμα των *κλειστών* (ανηγμένων) ή *ανοικτών* (οξειδωμένων) κέντρων αντίδρασης στη δεδομένη στιγμή.

### **Κινητική Φθορισμού: Ένα Εύχρηστο Εργαλείο Πρόσβασης στη Δομή και Λειτουργία του Φωτοσυστήματος II**

Το υπό συζήτηση ανοικτό θερμοδυναμικό σύστημα αποτελεί μια πολύπλοκη συνιστώσα ενός ακόμα πιο πολύπλοκου συστήματος, του φυτού. Χρειαζόμαστε λοιπόν ένα σήμα για να μελετήσουμε τη δομή και λειτουργία του. Τέτοιο εύχρηστο σήμα είναι ο φθορισμός της χλωροφύλλης  $a$ , που σε συνθήκη θερμοκρασία εκπέμπεται σχεδόν μόνο από τα μόρια που είναι οργανωμένα στις φωτοσυνθετικές μονάδες του φωτοσυστήματος II. Παρόλο που αποτελεί ένα μικρό μόνο κλάσμα της ενεργειακής εκροής, η μελέτη τόσο του φάσματος όσο και της κινητικής του τα τελευταία 60 χρόνια έχει συμβάλει καθοριστικά στην κατανόηση γενικότερα του φωτοσυνθετικού μηχανισμού<sup>24</sup>.

Στα πλαίσια του άρθρου αυτού είναι αδύνατο να υπεισέλθουμε στο τεράστιο αυτό πεδίο. Αναφέρουμε απλώς πως η κινητική φθορισμού αποτελείται από μία ταχεία φάση αύξησης της έντασης του που ολοκληρώνεται μέσα σε ένα δευτερόλεπτο, και μια βραδεία φάση μείωσης. Η πρώτη φάση O-P, αντανακλά την κινητική φωτοαναγωγής των κέντρων αντίδρασης, άρα την αύξηση του κλάσματος  $B$  των κλειστών κέντρων. Κατά την έναρξη του φωτισμού, η τιμή φθορισμού,  $F_0$ , αντιστοιχεί σε  $B=0$ , ενώ η μέγιστη τιμή φθορισμού,  $F_P$ , που σηματοδοτεί το τέλος της ταχείας φάσης, αντιστοιχεί στο μέγιστο  $B$  που μπορεί να επιτευχθεί στις δεδομένες συνθήκες. Το ακρότατο αυτό εκδηλώνει την εξισορρόπηση εισροής και εκροής ενέργειας στα κέντρα αντίδρασης και, έτσι, αντιστοιχεί στη *στάσιμη κατάσταση*. Σε συνθήκες φωτοκορεσμού, που επιτρέπουν δηλαδή πλήρη αναγωγή των κέντρων αντίδρασης,  $B=1$ , η  $F_P$  αποκτά τη μέγιστη τιμή  $F_M$ .

Ένα νέου τύπου φθορισμόμετρο, με το πλεονέκτημα καταγραφής μετρήσεων ανά 10μs, που για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε το 1990 από την ερευνητική ομάδα του εργαστηρίου μας, συνέβαλε σημαντικά σε μια πιο ενδελεχή ανάλυση της ταχείας ανοδικής φάσης, καταδεικνύοντας ότι είναι πολυφασική (O-J-I-P)<sup>15,16</sup> αλλά και επιτρέποντας ακριβέστερη μέτρηση της  $F_0$  και προσδιορισμό της αρχικής κλίσης.

Οι πληροφορίες που παρέχει μια τέτοια κινητική, επεξεργασμένες με βάση τη *Θεωρία των Ενεργειακών Ροών στις Βιομεμβράνες*<sup>8-11</sup>, προσφέρει τη δυνατότητα πρόσβασης σε λειτουργικές και δομικές παραμέτρους του συστήματος<sup>17,18</sup> και έτσι και στην τριλογία J-K-B. Τέτοιες παράμετροι είναι οι σταθερές ταχύτητας για τις διάφορες κινητικές οδούς αποδιέγερσης, οι διάφορες ροές ενέργειας ανά κέντρο αντίδρασης και ανά ενεργό διατομή, δηλαδή εισροή φωτονίων, ροή ενέργειας από διέγερσης προς τα κέντρα αντίδρασης, ροή ηλεκτρονίων προς το φωτοσύστημα I και ροή μορίων (βιολογική δραστηριότητα), καθώς επίσης το μέγεθος της φωτοσυνθετικής μονάδας.

Επιτυγχάνεται έτσι η ποσοτικοποίηση της φαινομενολογικής συμπεριφοράς του φωτοσυνθετικού μηχανισμού, ώστε να μπορεί να διερευνηθεί και να καταδειχτεί

πειραματικά πια κατά πόσον όντως ανταποκρίνεται στις θεωρητικές προβλέψεις της θερμοδυναμικής των ανοικτών συστημάτων.

### Βιβλιογραφία

1. KATCHALSKY, A. & P.F. CURRAN. 1965. *Nonequilibrium Thermodynamics in Biophysics*. Harvard University Press.
2. KRAUSE, G.H. & E. WEISS. 1991. Chlorophyll Fluorescence and Photosynthesis: the Basics. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 42: 313-349.
3. NICOLIS, G. 1990. Physics of Far-From-Equilibrium Systems and Self-Organisation, pp. 316-347. *In* : The New Physics (P. Davies, ed.). *Cambridge University Press, Cambridge*.
4. PAPAGEORGIOU, G. 1975. Chlorophyll Fluorescence: an Intrinsic Probe of Photosynthesis, pp. 319-371. *In* : Bioenergetics of Photosynthesis (Govindjee, ed.). *Academic Press, New York*.
5. PRIGOGINE, I. 1947. *Etude Thermodynamique des Phénomènes Irréversibles*. Dunod-Paris et Desoer - Liège.
6. PRIGOGINE, I. 1967. *Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes*. 3rd edition, John Wiley and Sons, New York.
7. PRIGOGINE, I. 1980. *From Being to Becoming*. Freeman & Co., San Francisco.
8. SIRONVAL, C., R.J. STRASSER & M. BROUERS. 1981. Equivalence entre la Théorie des Flux et la Théorie des Relations entre Proportions de Pigments pour la Description de la Répartition de l'Energie Lumineuse Absorbée par les Membranes Photoactives. *Bulletin de l'Académie Royale de Belgique*, 67: 248-259.
9. STRASSER, R.J. 1978. The Grouping Model of Plant Photosynthesis, pp. 513-524. *In* : Chloroplast Development (G. Akoyunoglou *et al.*, eds.). *Elsevier/North Holland*.
10. STRASSER, R.J. 1981. The Grouping Model of Plant Photosynthesis: Heterogeneity of Photosynthetic Units in Thylakoids, pp. 727-737. *In* : Photosynthesis III. Structure and Molecular Organisation of the Photosynthetic Apparatus (G. Akoyunoglou, ed.). *Balaban International Science Services, Philadelphia, Pa.*
11. STRASSER, R.J. & H. GREPPIN. 1981. Primary Reactions of Photochemistry in Higher Plants, pp. 717-726. *In* : Photosynthesis III. Structure and Molecular Organisation of the Photosynthetic Apparatus (G. Akoyunoglou, ed.). *Balaban International Science Services, Philadelphia, Pa.*
12. STRASSER, R.J. 1984. Thermodynamically Forced State Changes in Chloroplasts, pp. 4.267-4.270. *In* : Photosynthesis III (C. Sybesma, ed.). *Dr. W. Junk Publ.*
13. STRASSER, R.J. 1985. Dissipative Strukturen als Thermodynamischer Regelkreis des Photosyntheseapparates. *Ber. Deutsche Bot. Ges. Bd.*, 98: 53-72.
14. STRASSER, R.J. 1988. A Concept for Stress and its Application in Remote Sensing, pp. 333-337. *In* : Applications of Chlorophyll Fluorescence (H.K. Lichtenthaler, ed.). *Kluwer Academic Publishers*.
15. STRASSER, R.J. & GOVINDJEE. 1991. The  $F_0$  and the O-J-I-P Fluorescence Rise in Higher Plants and Algae, pp. 423-426. *In* : Regulation of Chloroplast Biogenesis (J. H. Argyroudi - Akoyunoglou, ed.). *Plenum Press, New York*.
16. STRASSER, R.J., A. SRIVASTAVA & GOVINDJEE. 1995. Polyphasic Chlorophyll a Fluorescence Transient in Plants and Cyanobacteria. *Photochem. Photobiol.*, 61: 32-42.
17. STRASSER, B.J. & R.J. STRASSER. 1995. Measuring Fast Fluorescence Transients to Address Environmental Questions: The JIP - Test, pp. 977-980. *In* : Photosynthesis: from Light to Biosphere, Vol V (P. Mathis, ed.). *Kluwer Academic Publishers, The Netherlands*.
18. TSIMILLI-MICHAEL, M., G.H.J. KRUGER & R.J. STRASSER. 1995. Suboptimality as Driving Force for Adaptation: A Study about the Correlation of Excitation Light Intensity and the Dynamics of Fluorescence Emission in Plants, pp. 981-984. *In* : Photosynthesis: from Light to Biosphere, Vol V (P. Mathis, ed.). *Kluwer Academic Publishers, The Netherlands*.
19. WICKEN, J.S. 1987. *Evolution, Thermodynamics and Information*. Oxford University Press, New York, Oxford.

**Η προσαρμογή των φυτών στο διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον ως μια αέναη διαδοχή θερμοδυναμικά εξαναγκασμένων καταστατικών μεταβολών. II. Μια πειραματική μελέτη σε φύλλα καμέλιας.**

**Μερόπη Τοσιμίλλη-Μιχαήλ<sup>1,2</sup>, Gert H. J. Krüger<sup>3</sup> και Reto J. Strasser<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Laboratory of Bioenergetics, University of Geneva, CH-1254, Jussy-Geneva, Switzerland*

<sup>2</sup>*Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου*

<sup>3</sup>*Department of Plant and Soil Sciences, Potchefstroom University, Potchefstroom, 2520, South Africa*

#### **Περίληψη**

Με βάση τη θεωρητική προσέγγιση της προσαρμογής των φυτών, που αναπτύχθηκε στο πρώτο μέρος αυτής της εργασίας, και αξιοποιώντας τη γεφύρωση που προτάθηκε μεταξύ θεωρητικών εννοιών και πειραματικά προσδιορισμών δομικών και λειτουργικών παραμέτρων του φωτοσυνθετικού μηχανισμού, προκαλέσαμε διάφορες καταστάσεις προσαρμογής του στο φως σε φύλλα καμέλιας και μελετήσαμε την πολυπαραμετρική απόκριση του συστήματος σε βραχείας διάρκειας έκθεσή του σε φωτισμό διαφορετικών εντάσεων. Καταδείχτηκε ότι η απόκριση αυτή αποκαλύπτει όντως διεργασίες βελτιστοποίησης που εύκολα αναγνωρίζονται με την εκδύλωση μεγιστοποίησης της βιολογικής δραστηριότητας. Όσον αφορά στην διαδρομή εκείνη καταστατικών μεταβολών που θεωρητικά προβλέπεται ως η βέλπστη, αποκαλύπτεται και πειραματικά ότι, κατά μήκος της, το εύρος των μεταβολών όλων των παραμέτρων που μελετήθηκαν, είναι όντως ελάχιστο.

**The adaptation of plants to a continuously changing environment as a perpetual walk of thermodynamically forced state changes: II. A case study in camellia leaves.**

**Merope Tsimilli- Michael<sup>1,2</sup>, Gert H. J. Krüger<sup>3</sup> and Reto J. Strasser<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Laboratory of Bioenergetics, University of Geneva, CH-1254, Jussy-Geneva, Switzerland*

<sup>2</sup>*Cyprus Ministry of Education and Culture*

<sup>3</sup>*Department of Plant and Soil Sciences, Potchefstroom University, Potchefstroom, 2520, South Africa*

#### **Abstract**

Based on the theoretical approach elaborated in the first part of this work and utilising the proposed bridging between the theoretical concepts and the experimentally determined constellation of structural and functional parameters, we induced different light-adapted states in camellia leaves and studied the multiparametric response of the system to short-term changes of the light intensity. It was demonstrated that this response indeed reveals optimisation processes that are easily recognised by the appearance of maximisations concerning the biological activity. Referring to that state-change walk which is theoretically predicted to be the optimum one, it is as well experimentally revealed that, when moving along it, the extent of the changes of all studied parameters, is indeed minimum.



## Εισαγωγή

Η κινητική φθορισμού, η οποία επάγεται κατά το φωτισμό φύλλων που προσαρμόστηκαν στο σκοτάδι, εμφανίζει μία αρχική ταχεία πολυφασική (O-J-I-P)<sup>15,16</sup> άνοδο που ολοκληρώνεται μέσα σε ένα δευτερόλεπτο, την οποία διαδέχεται μια βραδεία πτώση μέχρι μιας τελικής σταθεροποίησης της έντασης του φθορισμού (φαινόμενο Kautsky)<sup>21</sup>. Οποιαδήποτε στη συνέχεια μεταβολή είτε της ποιότητας είτε της έντασης του φωτισμού, προκαλεί διατάραξη της σταθεροποιημένης αυτής στάθμης και επάγει μια κινητική με διακυμάνσεις που καταλήγει σε μια νέα στάθμη<sup>12,13</sup>.

Κάτω από το πρίσμα με το οποίο, όπως έχουμε αναλύσει<sup>22</sup>, προσεγγίζουμε την προσαρμογή του φωτοσυνθετικού μηχανισμού, μπορούμε να διατυπώσουμε μια υπόθεση αντιστοίχισης. Το φαινόμενο Kautsky, δεν είναι παρά η απόκριση του συστήματος, που είχε προσαρμοστεί στο σκοτάδι, που είχε δηλαδή επιτύχει να βρίσκεται στο αντίστοιχο βέλτιστο, σε μια εξωτερική μεταβολή που το εξαναγκάζει να απομακρυνθεί από το βέλτιστο αυτό. Η απόκριση αυτή είναι μια μεταβατική κινητική με διακυμάνσεις που, με πόλο έλξης το νέο βέλτιστο, αντανakλά τη διαδρομή αναζήτησής του, δηλαδή τη διαδικασία προσαρμογής, και που τελεσφορεί με την επίτευξη της νέας στάθμης κατάστασης. Η μεταβολή στη συνέχεια των συνθηκών φωτισμού συνιστά μια νέα καταπόνηση, αφού εξαναγκάζει και πάλι το σύστημα να απομακρυνθεί από το βέλτιστο, και στην οποία το σύστημα αντδρά με μια νέα διαδικασία προσαρμογής, με μια νέα δηλαδή μεταβατική κινητική προς το νέο βέλτιστο.

Με βάση την υπόθεση αυτή, η σταθεροποιημένη κατάσταση στην οποία καταλήγει κάθε διαδικασία προσαρμογής είναι μια φυσιολογική κατάσταση που καθορίζεται από ένα σύνολο εξωτερικών παραμέτρων και εσωτερικών αποκρίσεων<sup>18</sup>. Στην παρούσα εργασία προκαλέσαμε τέτοιες καταστάσεις σε φύλλα καμέλιας εκθέτοντάς τα σε φωτισμό διαφόρων εντάσεων και διάρκειας τέτοιας ώστε να ολοκληρώνεται η διαδικασία προσαρμογής τους σε αυτόν και μελετήσαμε τη φαινομενολογική συμπεριφορά τους, όπως εκδηλώνεται μέσα από δομικές και λειτουργικές παραμέτρους, αξιοποιώντας ως εργαλείο πρόσβασης την ταχεία O-J-I-P κινητική φθορισμού και την ανάγνωσή της με βάση τη *Θεωρία των Ενεργειακών Ροών στις Βιομεμβράνες*<sup>8-11</sup>. Για κάθε κατάσταση προσαρμογής επιδιώξαμε την πολυπαραμετρική ποσοτικοποίηση της απόκρισης του συστήματος σε βραχείας διάρκειας έκθεσή του σε φωτισμό διαφορετικών από εκείνη στην οποία είχε προσαρμοστεί εντάσεων, με στόχο να διερευνήσουμε κατά πόσον όντως αποκαλύπτει διεργασίες βελτιστοποίησης και, άρα, ανταποκρίνεται στις θεωρητικές προβλέψεις μας.

## Μέθοδος

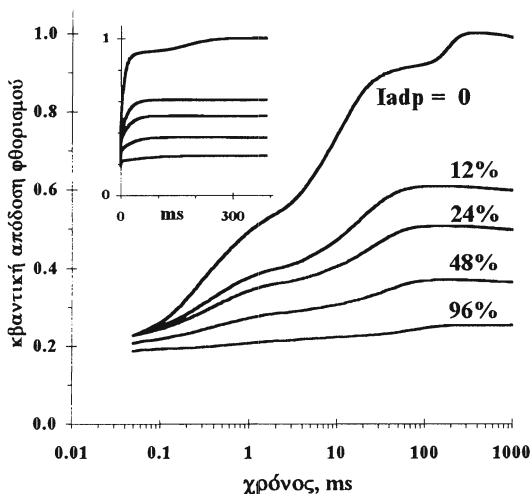
Η ταχεία πολυφασική κινητική φθορισμού της χλωροφύλλης *a* σε άδικτα φύλλα καμέλιας μετρήθηκε σε θερμοκρασία δωματίου με το Plant Efficiency Analyser<sup>15,16</sup> (PEA, Hansatech Ltd, King's Lynn, Norfolk, UK), ένα φορητό εύχρηστο φθορισμόμετρο, το οποίο αυτόματα συλλέγει και καταγράφει μετρήσεις κάθε 10μs μέχρι τα 2ms και στη συνέχεια κάθε 1ms<sup>1</sup>. Ως πρώτη αξιόπιστη θεωρείται η μέτρηση στα 50μs μετά την έναρξη φωτισμού του δείγματος (από σύμπλεγμα 6 LED) που για τούτο και εκλαμβάνεται ως η αρχική τιμή φθορισμού  $F_0$ . Ο φθορισμός επάγεται από ερυθρό φωτισμό (μέγιστο στα 630 nm) ρυθμιζόμενης έντασης, η οποία αναφέρεται ως *ένταση διέγερσης* (*I<sub>exc</sub>*) και εκφράζεται ως % της μέγιστης παρεχόμενης ( $I_{max}=600W.m^{-2}$ ).

Τα δείγματα είχαν εκτεθεί προηγουμένα επί 2h σε φωτισμό παρεχόμενο από την ίδια φωτεινή πηγή, διαφόρων εντάσεων, που αναφέρονται ως *εντάσεις προσαρμογής* (*I<sub>adp</sub>*) και που επίσης εκφράζονται ως % της  $I_{max}$ , και στη συνέχεια παρέμεναν για 30s στο σκοτάδι πριν από κάθε μέτρηση ώστε να διασφαλίζεται, όπως πειραματικά ελέγχθηκε, η πλήρης επανοξείδωση των κέντρων αντίδρασης, τα οποία ως γνωστό ανάγονται κατά το φωτισμό. Η διάρκεια των 2h διαπιστώθηκε πειραματικά ότι επαρκεί για την ολοκλήρωση της διαδικασίας προσαρμογής του φωτοσυνθετικού μηχανισμού στον αντίστοιχο φωτισμό. Οι διάφορες στάσιμες καταστάσεις του

φωτοσυνθετικού μηχανισμού δηλώνονται με την τιμή της αντίστοιχης έντασης φωτισμού,  $I_{adp}$ , στην οποία είχε προσαρμοστεί. Όλες οι μετρήσεις, διάρκειας 1s, με τις διάφορες  $I_{exc}$  που αφορούσαν στην ίδια κατάσταση προσαρμογής έγιναν στο ίδιο δείγμα, με ενδιάμεση επανέκθεσή του για 2min στη συγκεκριμένη  $I_{adp}$  ώστε να διασφαλιστεί η εξουδετέρωση οποιασδήποτε διατάραξης της κατάστασης προσαρμογής του που πιθανόν να προκλήθηκε από την προηγούμενη μέτρηση.

### Αποτελέσματα και Συζήτηση

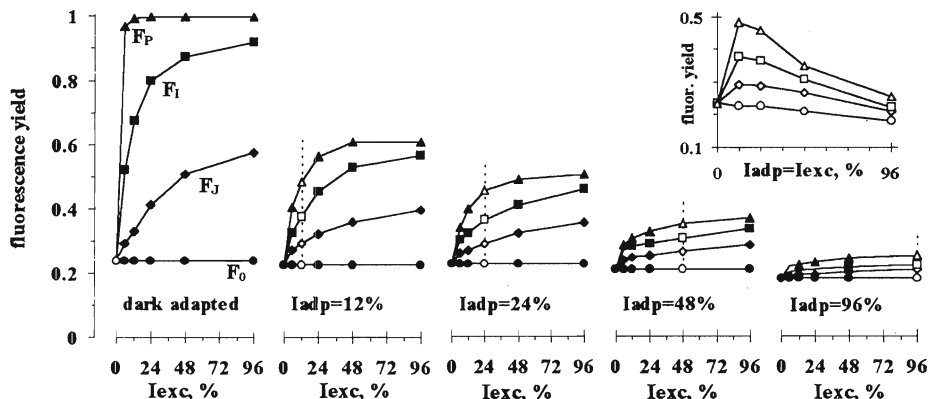
Στο Σχ. 1 παρουσιάζεται σε λογαριθμική κλίμακα χρόνου (και σε γραμμική στο ένθετο) ένα υποσύνολο των κινητικών O-J-I-P που καταγράφηκαν. Η σημαντική συμπίεση της



Σχ. 1.

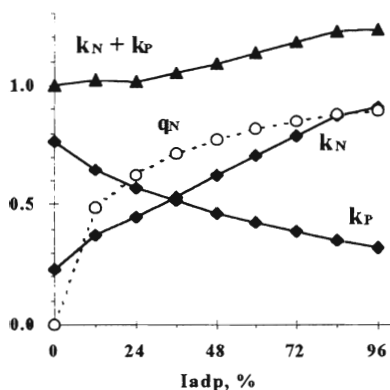
Κινητικές φθορισμού (O-J-I-P) κάτω από συνθήκες φωτοκορεσμού ( $I_{exc}=96\%$ ), σε διάφορες καταστάσεις προσαρμογής του φωτοσυνθετικού μηχανισμού. Η απόδοση φθορισμού εκφράζεται ως κλάσμα της μέγιστης τιμής απόδοσης  $F_P (= F_M$  λόγω φωτοκορεσμού) που εμφανίζει η κινητική για  $I_{adp}=0$ .

απόδοσης φθορισμού στις καταστάσεις προσαρμογής στο φως, που εντείνεται με την αύξηση της  $I_{adp}$ , δείχνει ότι όντως αυτές αντιστοιχούν στις χαμηλές στάθμες φθορισμού στις οποίες οδηγεί η βραδεία πτωτική φάση των κινητικών φθορισμού.



Σχ. 2. Η εξάρτηση των αποδόσεων φθορισμού  $F_0$  (50μs),  $F_J$  (2ms),  $F_I$  (30 ms) και  $F_P$  (στο μέγιστο) από την  $I_{exc}$  για διάφορες  $I_{adp}$ , κανονικοποιημένων ως προς την  $F_P$  σε  $I_{exc}=96\%$  και  $I_{adp}=0$ . Τα λευκά σημεία και το ένθετο αναφέρονται στις αποδόσεις για  $I_{exc}=I_{adp}$ .

Η πλήρης χαρτογράφηση της απόκρισης, σε όλες τις εντάσεις διέγερσης όλων των καταστάσεων προσαρμογής που χρησιμοποιήθηκαν, φαίνεται στο Σχ. 2, όπου παριστάνεται για τις διάφορες καταστάσεις ( $I_{adp}$ ) η εξάρτηση από την  $I_{exc}$  των αποδόσεων φθορισμού στα χαρακτηριστικά σημεία O, J, I και P των κινητικών. Με λευκά σύμβολα παριστάνονται οι τιμές αυτές στις περιπτώσεις που το σύστημα εκτίθεται στις ίδιες συνθήκες φωτισμού με εκείνες στις οποίες είχε προσαρμοστεί. Η εξάρτηση των τιμών αυτών από την κοινή ένταση φαίνεται στο ένθετο του Σχ. 2. Η εμφάνιση μεγίστου αναμένεται από το γεγονός ότι, από τη μια αυξάνονται λόγω αύξησης της  $I_{exc}$  τα κλειστά κέντρα αντίδρασης (που έχουν μεγαλύτερη απόδοση φθορισμού από τα ανοικτά) και, από την άλλη, μειώνεται λόγω αύξησης της  $I_{adp}$  η ανά κλειστό κέντρο απόδοση φθορισμού. Με βάση τη Θεωρία των Ενεργειακών Ροών στις Βιομεμβράνες έχουν συσχετιστεί<sup>20</sup> βασικές δομικές παράμετροι με τις ακρότατες τιμές της απόδοσης φθορισμού  $F_0$  και  $F_M$ , όπου  $F_M = F_P$  σε συνθήκες φωτοκορεσμού, δηλαδή για  $B=1$ . Τέτοιες παράμετροι είναι οι σταθερές ταχύτητας  $k_P$  και  $k_N = k_D + k_F + k_F$ <sup>22</sup> της φωτοχημικής και μη φωτοχημικής αντίστοιχα αποδιέγερσης, όπως και η μέγιστη κβαντική φωτοσυνθετική απόδοση  $\Phi_{p,0}$ . Ο “μη φωτοχημικός” αποσβέστης φθορισμού, παρά την αντίρρηση<sup>20</sup> όσον αφορά στην ονομασία του, μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως δομική παράμετρος - δείκτης της κατάστασης προσαρμογής. Στο Σχ. 3 φαίνεται η μεταβολή των δομικών παραμέτρων  $k_N$  και  $k_P$  (σχετικές τιμές) καθώς και του  $q_N$ .

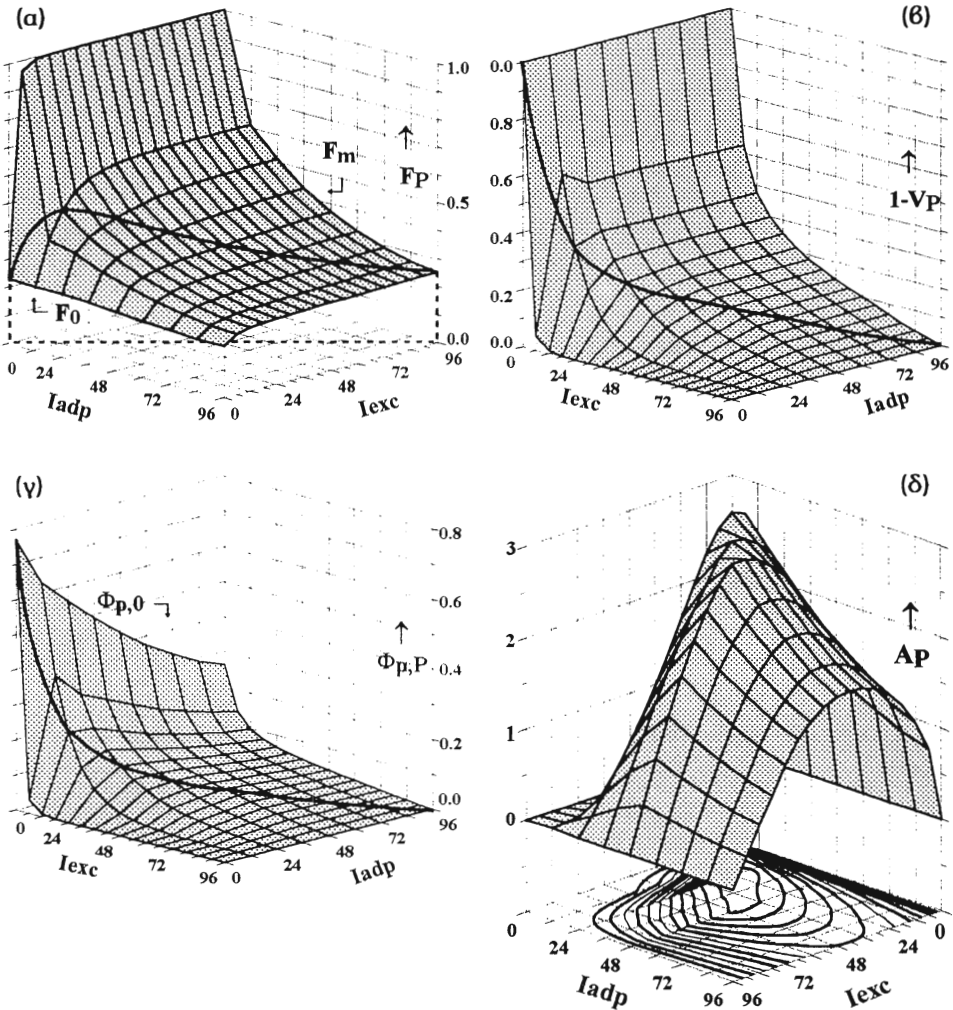


$$\begin{aligned}
 k_N &= I_{exc} \cdot k_F \cdot (1/F_M) \\
 k_N + k_P &= I_{exc} \cdot k_F \cdot (1/F_0) \\
 k_P &= I_{exc} \cdot k_F \cdot \{(1/F_0) - (1/F_M)\} \\
 1 - q_N &= (F_V/F_0) / (F_V/F_0)_{dark} \\
 &= (k_P/k_N) / (k_P/k_N)_{dark} \\
 &\text{όπου } F_V = F_M - F_0 \\
 \Phi_{p,0} &= 1 - (F_0/F_M) = k_P / (k_P + k_N)
 \end{aligned}$$

Σχ.3. Η μεταβολή των δομικών παραμέτρων με την ένταση φωτισμού προσαρμογής.  $k_P$  και  $k_N$  οι σταθερές ταχύτητας φωτοχημικής και μη φωτοχημικής αποδιέγερσης αντίστοιχα, και  $q_N$  ο ούτω καλούμενος “μη φωτοχημικός” αποσβέστης φθορισμού.

Εστιάζοντας την προσοχή μας στο σημείο P, το οποίο μπορεί να θεωρηθεί ότι αντιστοιχεί στη *στάσιμη κατάσταση*, εφόσον η επίτευξή του εκδηλώνει την εξισορρόπηση εισροής - εκροής ενέργειας στο επίπεδο του κέντρου αντίδρασης, παρουσιάζουμε στο Σχ.4 σε τρισδιάστατη απεικόνιση τη μεταβολή, συναρτήσει της  $I_{adp}$  και  $I_{exc}$ , των εξής λειτουργικών παραμέτρων: του σχετικού μεταβλητού φθορισμού  $V_P$ , της κβαντικής φωτοσυνθετικής απόδοσης  $\Phi_{p,P}$  ίσης με το πηλίκο  $TR_P/ABS$  των ενεργειακών ροών - όπου  $TR_P$  (trapping) η ροή μεταφοράς ενέργειας διέγερσης στα κέντρα αντίδρασης και  $ABS$  (absorption) η εισροή φωτονίων - και, της ροής μεταφοράς ενέργειας ανά ενεργό διατομή  $A_P = TR_P/CS$ . Παραδέτουμε πιο κάτω τις εξισώσεις βάσει των οποίων οι λειτουργικές αυτές παράμετροι συνδέονται με την εμπειρική παράμετρο  $F_P$  που επίσης συμπεριλαμβάνεται σε αυτή την παρουσίαση. Η  $A_P = TR_P/CS$  υπολογίζεται σε σχετικές τιμές. Πάντως η αντίστοιχη εξίσωση θα ισχυε και για τον υπολογισμό σε απόλυτες τιμές αν η  $I_{exc}$  μπορούσε να αντικατασταθεί με τη ροή ανά ενεργό διατομή,  $J_{exc}$ , που όντως απορροφάται και αξιοποιείται για διέγερση.

$V_P = (F_P - F_0)/(F_M - F_0)$	$\Phi_{pP} = 1 - (F_P/F_M) = \Phi_{p0} \cdot (1-V_P)$
$A_P = TR_P/CS = \Phi_{pP} \cdot I_{exc} = \Phi_{p0} \cdot (1-V_P) \cdot I_{exc}$	
↓	↓   ↓   ↓
$\eta$	$K$ $B$ $J$



Σχ.4 Τρισδιάστατη παρουσίαση της μεταβολής, συναρτίσει της  $I_{adp}$  και  $I_{exc}$ , (α) της εμπειρικής παραμέτρου  $F_P$ , και των λειτουργικών παραμέτρων, (β)  $1-V_P$ , (γ)  $\Phi_{pP}$  και (δ)  $A_P = TR_P/CS$ . Η τομή (έντονη γραμμή) του κατακόρυφου διαγώνιου επιπέδου,  $I_{exc}=I_{adp}$ , με την επιφάνεια, αποκαλύπτει τη βέλπιστα διαδρομή μετάβασης από το σκοτάδι μέχρι  $I_{exc}=I_{adp}=96\%$ .

Η δυναμική αυτών των παραμέτρων μπορεί να περιγραφεί με όρους της τριλογίας **J-K-B**: Φωτισμός με  $I_{exc}$  διάρκειας τόσο μικρής όσο  $1s$  δεν είναι αρκετός για να μεταβάλλει την κατάσταση του συστήματος, δηλαδή τον όρο  $K$ , που στην περίπτωση μας αντιπροσωπεύεται από το  $\Phi_{p0}$ , όπως αυτός διαμορφώθηκε κατά την προσαρμογή του φωτοσυνθετικού μηχανισμού, αλλά μόνο επηρεάζει τη στάθμη ενεργειακής ροής στο επίπεδο του κέντρου αντίδρασης, δηλαδή τη συμπεριφορά του συστήματος,  $B$ , που εκδηλώνεται μέσα από τον σχετικό μεταβλητό φθορισμό και, στην περίπτωση μας, από το  $(1-V_p)$ . Ήδη γίνεται φανερή η αντιστοιχία της σχέσης  $A_p = \Phi_{p0} \cdot (1-V_p)$ ,  $I_{exc}$  με τη γενική συνάρτηση  $\eta = f(J, K, B)$ . Για ένα δεδομένο  $\Phi_{p0}$ , όσο μεγαλύτερη είναι η  $I_{exc}$  τόσο μικρότερη είναι η τιμή  $(1-V_p)$  και, συνακόλουθα, τόσο μικρότερος ο  $\Phi_{pp}$ . Για τούτο, μεταξύ των μη φυσιολογικών ορίων  $I_{exc}=0$ , δηλαδή μηδενικής εισροής και άρα μέγιστου  $(1-V_p)$ , και  $I_{exc}=96\%$ , δηλαδή μέγιστης εισροής και μηδενικού  $(1-V_p)$ , η τιμή της  $A_p$  προφανώς θα μεγιστοποιείτο. Εκείνο που είναι σημαντικό είναι ότι το μέγιστο αυτό εμφανίζεται όταν  $I_{exc}=I_{adp}$ , αποδεικνύοντας έτσι ότι η μεγιστοποίηση οντως επιτυγχάνεται όταν οι εξωτερικές συνθήκες δεν προκαλούν καταπόνηση του συστήματος, δηλαδή δεν το απομακρύνουν από την κατάσταση προσαρμογής του.

Η τομή του κατακόρυφου διαγώνιου επιπέδου,  $I_{exc}=I_{adp}$ , με την τρισδιάστατη επιφάνεια  $A_p = f(I_{exc}, I_{adp})$  αποκαλύπτει τη διαδρομή μετάβασης από το σκοτάδι προς τον εντονότερο των φωτισμών μέσα από τα βέλπιστα και, για τούτο, αντιστοιχεί στη βέλπιστα διαδρομή<sup>22</sup>. Αποκαλύπτει όμως και ότι, μεταξύ των διαφόρων σταθίων καταστάσεων και των αντίστοιχων τριλογιών **J-K-B**, η κατάσταση προσαρμογής σε  $I_{adp}=24\%$  είναι η βέλπιστα, η “βέλπιστα των βελτίστων” αν μας επιτρέπεται ο όρος. Για να απαντηθεί το ερώτημα κατά πόσο η τιμή αυτή της  $I_{adp}$  ρυθμίζεται από τις συνθήκες ανάπτυξης του φυτού ή καθορίζεται γενετικά, απαιτείται παραπέρα διερεύνηση.

Η βελτιστοποίηση όμως δεν εκδηλώνεται κατ' ανάγκη όπως στην περίπτωση της  $A_p$  ως μεγιστοποίηση<sup>22</sup>. Οντως οι άλλες λειτουργικές παράμετροι δεν εμφανίζουν μέγιστα. Ωστόσο, όλες οι παράμετροι εκδηλώνουν παρόμοια συμπεριφορά όσον αφορά στις διαδρομές μετάβασης τους από το σκοτάδι προς το έντονο φως σε συνθήκες  $I_{exc}=I_{adp}$ . Παρατηρούμε ότι το εύρος των μεταβολών είναι πολύ μικρότερο κατά μήκος των διαδρομών αυτών (που εκφράζονται από τις αντίστοιχες τομές στο Σχ.4) παρά κατά μήκος οποιασδήποτε άλλης διαδρομής μετάβασης, πράγμα που επίσης ανταποκρίνεται στις θεωρητικές προβλέψεις μας και επιβεβαιώνει τις προουποθέσεις για χαρακτηρισμό τους ως βέλπιστων διαδρομών<sup>22</sup>.

## Βιβλιογραφία

20. HAVAUX, M., R.J. STRASSER & H. GREPPIN. 1991. A Theoretical and Experimental Analysis of the  $q_p$  and  $q_N$  Coefficients of Chlorophyll Fluorescence Quenching and their Relation to Photochemical and Nonphotochemical Events. *Photosynth. Res.*, 27: 41-55.
21. KAUTSKY, H. & A. HIRSCH. 1931. Neue Versuche zur Kohlensäureassimilation. *Naturwissenschaften*, 19: 964.
22. ΤΣΙΜΙΑΛΗ-ΜΙΧΑΗΛ, Μ. και R.J. STRASSER. 1996. Η προσαρμογή των Φυτών στο Διαρκώς Μεταβαλλόμενο Περιβάλλον ως μια Αένια Διαδοχή Θερμοδυναμικά Εξαναγκασμένων Καταστατικών Μεταβολών: I. Μια Θεωρητική Προσέγγιση. (Στον παρόντα τόμο Πρακτικών).

\* Καθώς η εργασία αυτή και το πρώτο μέρος της συνιστούν ένα λειτουργικό σύνολο, θεωρήσαμε προτιμότερη, για αποφυγή επαναλήψεων, την ενιαιοποίηση της βιβλιογραφίας (οι αριθμοί 1-19 αναφέρονται στη βιβλιογραφία που παρατίθεται στο πρώτο μέρος<sup>22</sup>).

# Η εξέλιξη των οργανισμών σε μοριακό επίπεδο

Ιωάννης Τσέκος

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας Α.Π.Θ., 540 06 Θεσσαλονίκη, Μακεδονία, Ελλάς

## I. Εισαγωγή

Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση του θέματος μόνον από τον τίτλο του προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Πώς και πότε προέκυψε η ζωή επάνω στη Γη;
- Ποιά ήταν τα αρχέγονα δομικά στοιχεία των όντων και πώς έγιναν ζωντανή ύλη;
- Εδώ πρέπει να πούμε ότι οι μοριακοί βιολόγοι έχουν αρχίσει να θεμελιώνουν την χημεία της αβιογενέσεως και τα πρώτα βήματα της εξέλιξης στο Εργαστήριο.
- Όταν ομιλούμε για αβιογένεση εννοούμε ότι η γένεση επιτελέσθηκε στο μοριακό επίπεδο με αφετηρία τα αβιοτικά στοιχεία.

Αυτά τα ερωτήματα συνεχίζουν για μεγάλο χρονικό διάστημα να παράγουν υποθέσεις και πολύ πρωτότυπα πειράματα, πολλά από τα οποία επικεντρώνονται στη δυνατότητα, ότι το πρώτον ο σχηματισμός του **αυτο-αναπαραγομένου (αυτο-αναδιπλασιαζομένου) RNA ήταν το ορόσημο για την οδό προς τη ζωή.**

Πριν από τα μέσα του 17ου αιώνα, πολύς κόσμος πίστευε ότι έντομα, βατράχια και άλλα μικρά πλάσματα προέκυψαν "**αυτομάτως**" μέσα στην ιλύ ή σε οποιαδήποτε οργανική ύλη σε αποσύνθεση. Για τους δύο επόμενους αιώνες, οι ιδέες αυτές υπέστησαν έντονη κριτική και στα μέσα του 19ου αιώνα δύο σημαντικές επιστημονικές απόψεις- επιτεύγματα έθεσαν τις βάσεις για σύγχρονες συζητήσεις για την προέλευση της ζωής.

Στη μία άποψη-επίτευγμα ο Louis Pasteur έθεσε υπό αμφισβήτηση την άποψη της "**αυτόματης γένεσης**". Αυτός απέδειξε ότι ακόμη και τα βακτήρια και άλλοι μικροοργανισμοί προέρχονται από όμοιους προγόνους. Έτσι έθεσε το πλέον σημαντικό ερώτημα: "Πώς προήλθε η πρώτη γενεά από κάθε είδος".

Το δεύτερο επίτευγμα, η θεωρία της φυσικής επιλογής, πρότεινε μian απάντηση. Σύμφωνα με τις απόψεις των Charles Darwin και τον Alfred Russel Wallace, μερικές από τις διαφορές μεταξύ των ατόμων σε ένα πληθυσμό είναι κληρονομικές. Όταν το περιβάλλον μεταβάλλεται, τα άτομα που φέρουν χαρακτηριστικά γνωρίσματα, που εξασφαλίζουν την καλύτερη προσαρμογή στο νέο περιβάλλον συναντώνται με τη μεγαλύτερη αναπαραγωγική επιτυχία. Κατά συνέπεια, η επόμενη γενεά περιλαμβάνει ένα αυξημένο ποσοστό από καλά προσαρμοσμένα άτομα που δείχνουν τα χρήσιμα χαρακτηριστικά. Με άλλα λόγια, οι περιβαλλοντικές πιέσεις επιλέγουν προσαρμοστικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα για τη διαιώνιση.

Πολλές γενεές η μια μετά την άλλη και η φυσική επιλογή θα πρέπει να οδήγησαν στην εξέλιξη πολυπλόκων οργανισμών από απλούς. Η θεωρία κατά συνέπεια υποδηλώνει ότι όλες οι παρούσες μορφές ζωής θα πρέπει

να έχουν εξελιχθεί από ένα μοναδικό, απλό πρόγονο. Και μάλιστα από ένα απλό αρχέγονο κύτταρο ή πρωτόκυτο.

Ο Δαρβίνος σημείωσε στην τελευταία παράγραφο του βιβλίου του "The Origin of Species" ότι "Ο Δημιουργός αρχικά ενεφύσησε ζωή σε μερικές μορφές ή σε μία".

## II. Αναπαράσταση της αρχηγόνου ατμοσφαιρας

### i. Σχηματισμός αμινοξέων

Στη δεκαετία του 1930 ο Alexander I. Oparin στη Ρωσία και ο J.B.S. Haldane στην Αγγλία επεσήμαναν ότι τα οργανικά συστατικά που χρησιμοποιούνται για τη ζωή δεν θα μπορούσαν να είχαν σχηματισθεί επάνω στη Γη εάν η ατμόσφαιρα ήταν τόσο πλούσια σε οξυγόνο όπως είναι σήμερα. Το οξυγόνο, το οποίο αποσπά άτομα υδρογόνου από άλλα συστατικά, επεμβαίνει στις αντιδράσεις που μετατρέπουν απλά οργανικά μόρια προς σύμπλοκα μόρια. Οι Oparin και Haldane υποθέτουν γιαυτό το λόγο ότι η ατμόσφαιρα της νεαρής Γης, όπως αυτή των πλανητών στο διάστημα, ήταν αναγωγική: Αυτή περιείχε πολύ λίγο οξυγόνο και ήταν πλούσια σε υδρογόνο ( $H_2$ ) και συστατικά που μπορούν να προσφέρουν άτομα υδρογόνου σε άλλες χημικές ουσίες. Τέτοια αέρια υποτίθεται ότι περιλάμβαναν μεθάνιο ( $CH_4$ ) και αμμωνία ( $NH_3$ ).

Οι ιδέες του Oparin και Haldane ενέπνευσαν το περίφημο πείραμα των Miller-Urey, με το οποίο το 1953 άρχισε η εποχή της **πειραματικής προβιοτικής χημείας**.

Ο δάσκαλος του Miller, ο νομπελίστας Harold Urey από το Chicago, στο μάθημα της Χημείας edίδασκε στους μαθητές τους μία θεωρία για την προέλευση της ζωής. Ο μαθητής του Miller αποφάσισε να ελέγξει τη θεωρία του Καθηγητή του στο εργαστήριο.

Ο φοιτητής της Χημείας, λοιπόν, ο Stanley Miller, τότε 22 ετών, ανέμιξε **αμμωνία, υδρατμούς, μεθάνιο και υδρογόνο** για να αναπαραστήσει την αρχέγονη εκείνη ατμόσφαιρα, στην οποία σύμφωνα με τις απόψεις του Urey πριν από 4 δισεκατομμύρια χρόνια έκανε την αρχή της η ζωή επάνω στη Γη. Κατόπιν τοποθέτησε στο ηλεκτρικό ρεύμα δύο ηλεκτρόδια στο μίγμα και άφησε το μίγμα να βράσει μερικές μέρες.

"Κάπου τον Οκτώβριο ή Νοέμβριο του 1952" θυμάται ο Miller, "λειτούργησε αυτό". Στην συσκευή του προέκυψαν μέσα σε μια νύχτα αμινοξέα και μερικά άλλα βιομόρια, τα οποία χρησιμεύουν για όλους τους ζωντανούς οργανισμούς ως **θεμελιώδεις οικοδομικοί λίθοι για τις πρωτεΐνες** ή ως ενδιάμεσα προϊόντα στο μεταβολισμό.

Προσεκτικές αναλύσεις επέτρεψαν τον προσδιορισμό πολλών από τις χημικές αντιδράσεις που συνέβησαν στο πείραμα και που πρέπει να πήραν μέρος στον προβιοτικό πλανήτη. Στην αρχή, τα αέρια στην "ατμόσφαιρα" αντέδρασαν για να σχηματίζουν σύνολο (ακολουθία) από απλά οργανικά συστατικά, συμπεριλαμβανομένου **υδροκυανίου ( $HCN$ ) και αλδεύδων** (συστατικά που περιέχουν την ομάδα  $CHO$ ). Κατόπιν οι αλδεύδες συνδυάστηκαν με την αμμωνία ( $NH_3$ ) και το υδροκυάνιο για να συντελέσουν στην παραγωγή ενδιάμεσων προϊόντων που ονομάζονται **αμινονιτρίλια**, τα οποία αντέδρασαν με το νερό στον "ωκεανό" για να παραγάγουν αμινοξέα και αμμωνία. Η **γλυκίνη** ήταν το αμινοξύ με τη

μεγαλύτερη ποσότητα, το οποίο προέκυψε από τον συνδυασμό της φορμαλδεύδης ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), αμμωνίας και υδροκυανίου. Με έκπληξη παράχθηκαν επίσης τα 20 σταθερά γνωστά αμινοξέα σε μικρότερες ποσότητες.

Υπό σαφείς αναγωγικές συνθήκες, τα αμινοξέα σχηματίζονται εύκολα. Αντίθετα υπό οξειδωτικές συνθήκες, δεν προκύπτουν αυτά καθόλου ή προκύπτουν σε πολύ μικρές ποσότητες.

## ii. Σχηματισμός των νουκλεοτιδίων

Παρόμοιες μελέτες μας έδωσαν τα πρώτα δεδομένα, ότι τα συστατικά των νουκλεϊνικών οξέων θα μπορούσαν να είχαν σχηματισθεί επίσης στην "προβιοτική σούπα": Το υδάτινο διάλυμα οργανικών μορίων από το οποίο προήλθε η ζωή. Το 1961 ο Juan Oro στο Πανεπιστήμιο του Houston, επεχείρησε να εξηγήσει αν αμινοξέα μπορούσαν να ληφθούν με ακόμα απλούστερη χημεία από ό,τι έλαβε χώρα στο πείραμα Miller-Urey. Αυτός ανέμιξε υδροκυάνιο και αμμωνία σε υδατικό διάλυμα, χωρίς να εισαγάγει αλδεύδη. Βρήκε ότι πράγματι μπορούν να παραχθούν αμινοξέα από αυτές τις χημικές ουσίες. Επιπρόσθετα έκανε μίαν μη αναμενόμενη ανακάλυψη. Προσδιόρισε την παρουσία στη μεγαλύτερη ποσότητα της **αδενίνης**, το πλέον σύμπλοκο μόριο στο πείραμά του.

Όπως γνωρίζουμε η αδενίνη είναι μία από τις τέσσερις βάσεις αζώτου που υφίστανται στο RNA και DNA. Επίσης η αδενίνη είναι συστατικό της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP), σήμερα το κύριο μόριο που πορίζει ενέργεια στις βιοχημικές αντιδράσεις. Η εργασία του Oro υπονοεί ότι εφόσον η ατμόσφαιρα ήταν πράγματι αναγωγική, η αδενίνη θα πρέπει να ήταν σε διάθεση να βοηθήσει για να ξεκινήσει η ζωή. Μελέτες που ακολούθησαν απέδειξαν ότι οι υπόλοιπες βάσεις των νουκλεϊνικών οξέων μπορούσαν να ληφθούν από αντιδράσεις μεταξύ του υδροκυανίου και δύο άλλων συστατικών που θα πρέπει να σχηματίζονται σε μία αναγωγική προβιοτική ατμόσφαιρα: **κυάνιο** (ή **δικυάνιο**,  $\text{C}_2\text{N}_2$ ) και **κυανοακετυλένιο** ( $\text{NC}_3\text{N}$ ).

Συμπερασματικά, πειράματα που έγιναν νωρίς φαίνεται να παρέχουν σοβαρές ενδείξεις ότι κάτω από προβιοτικές συνθήκες θα μπορούσαν να είναι παρόντα στην νεαρά Γη σημαντικά **δομικά στοιχεία των πρωτεϊνών και των νουκλεϊνικών οξέων**.

Αλλωστε, όπως είναι γνωστό, πολλές από τις χημικές ενώσεις που παράχθηκαν σ'αυτά τα διάφορα πειράματα αποκαλύφθηκαν και στο **μεσοαστρικό διάστημα**. Μια οικογένεια από αμινοξέα, τα οποία συμπίπτουν κατά το μεγαλύτερο μέρος με αυτά που σχηματίστηκαν στο πείραμα Miller-Urey, καταδείχθηκαν στους ανθρακούχους μετεωρίτες, μαζί με βάσεις πουρινών (αδενίνη και γουανίνη). Περαιτέρω, η οικογένεια με τα μικρά μόρια, τα οποία εργαστηριακά πειράματα κατέδειξαν ότι συμμετέχουν στις προβιοτικές συνθέσεις (όπως π.χ. νερό, αμμωνία, φορμαλδεύδη, υδροκυάνιο, κυανοακετυλένιο) βρίσκεται σε μεγάλη ποσότητα στην μεσοαστρική σκόνη, όπου γεννιούνται νέα άστρα.

Η σημαντική ομοιότητα μεταξύ των μορίων που βρίσκονται στο μεσοαστρικό διάστημα και αυτών που παράγονται σε συνθήκες



εργαστηρίου της προβιοτικής χημείας γενικά εξηγείται ότι οι απομιμήσεις αναπαράσταν μία εικόνα της χημείας που επικρατούσε στην νεαρά Γή.

Μια δεύτερη πηγή αμινοξέων και βάσεων αζώτου που χρησίμευαν για τη ζωή επάνω στη Γη μπορεί να είναι η μεταφορά τους από μεσοαστρική σκόνη, μετεωρίτες και κομήτες. Κατά το πρώτο μισό δισεκατομμύριο χρόνια της ιστορίας της Γης, ο βομβαρδισμός από μετεωρίτες και κομήτες θα πρέπει να ήταν έντονος.

### III. Προβιοτικές συνθήκες στον πλανήτη Γη

Η Γη πριν από 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια πήρε τη σφαιρική της μορφή. Μερικές εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια στροβιλιζόταν ο πλανήτης μας περιβαλλόμενος από στρώμα θερμών ατμών στο σκοτάδι. Μετά άρχισε το χάος να φωτίζεται. Επάνω στη Γη ανέτειλε ο ήλιος.

Ο ήλιος φώτισε έναν πλανήτη που τραβούσε την πορεία του χωρίς κανένα ίχνος ζωής επάνω του (χωρίς κανένα σημάδι ζωής). Μόνον συνεχείς καταιγίδες διέσχιζαν την ατμόσφαιρα. Μόνον αργότερα μετά από ένα **δισεκατομμύριο χρόνια** αναπτύχθηκε ζωή στις γηίνες αρχέγονες θάλασσες: **Μυριάδες μονοκυττάρων οργανισμών, πιθανόν πρόγονοι των σημερινών κυανοφυκών κολυμπούσαν στα θολά νερά.**

Πόσο χρόνο διήρκεσε η ημέρα της δημιουργίας, η ημερομηνία της αβιογενέσεως. Ποιές χημικές αντιδράσεις διαδραματίστηκαν στην "αρχέγονη σούπα" του πλανήτη Γη, όταν από νεκρή ουσία (ύλη) προέκυψε ζωή και η εξέλιξη μπήκε σε κίνηση.

Ήδη πριν από 3,5 δισεκατομμύρια χρόνια-χρονολογία που προκύπτει από την ηλικία απολιθωμάτων που βρέθηκαν στην Αυστραλία και Αφρική- έδωσε η φύση τα πρώτα κύτταρα. Στους αρχέγονους μικροοργανισμούς υπήρχε ήδη μία σύμπλοκος συναρμογή από κληρονομικά μόρια, διαδικασίες μετατροπών της ύλης (διαδικασίες εναλλαγής της ύλης) και ένζυμα. Πραγματικά εκπληκτικό βρίσκει αυτό ο Αμερικανός ερευνητής Thomas Cech : Το πολύ 400 εκατομμύρια χρόνια είχε διάρκεια η ανάπτυξη των μικρών θαυματουργημάτων. Κατά τον μοριακό βιολόγο Howard Hughes του Ιατρικού Ινστιτούτου στο Boulder (Colorado) ενδεχομένως η εξέλιξη των μονοκυττάρων να διαδραματίστηκε πολύ γρηγορότερα.

"Μόνον 10 εκατομμύρια χρόνια" εκτιμά ο Αμερικανός χημικός Stanley Miller, την χρονική διάρκεια από την **"αρχή στην προ-βιοτική αρχέγονη σούπα μέχρι των προγόνων των Κυανοβακτηρίων", των οποίων τα απολιθωμένα υπολείμματα βρέθηκαν στα ιζήματα, ηλικίας 3,5 δισεκατομμυρίων στην Αυστραλία.** "Όλες οι χημικές διαδικασίες που γνωρίζουμε" αναφέρει ο σκαπανέας στην έρευνα αυτού του είδους, "γίνανε γρήγορα".. Επίσης το φαινόμενο της αβιογενέσεως, νομίζει ο Καθηγητής της Χημείας από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο San Diego, ότι θα πρέπει να προκλήθηκε με γρήγορο ρυθμό (τέμπο).

### IV. Προβιοτική εξέλιξη των βιομορίων

Μόνο βαθμιαίως φωτίζουν οι ειδικοί την σκοτεινή προέλευση του ζώντος, από το οποίο προέκυψε η μεγάλη ποικιλία μορφών της Πανίδας και Χλωρίδας. Τελευταία, ιδιαίτερα από Αμερικάνικα Ερευνητικά

Ινστιτούτα σε ολονέν ταχύτερο ρυθμό έρχονται νέα ερευνητικά αποτελέσματα, τα οποία παρέχουν ενδείξεις το πώς θα μπορούσαν να έχουν προκύψει τα πρώτα βιομόρια και πώς θα μπορούσαν να σχηματισθούν τα πρώτα ζωντανά κύτταρα.

Με εξαιρετικά ευφυείς μεθόδους Μοριακής Βιολογίας αναπαριστούν σήμερα Αμερικανοί, αλλά επίσης και Γερμανοί ερευνητές την προβιοτική εξέλιξη των πρώτων βιομορίων- εκείνη την διαδικασία, στην πορεία της οποίας συναρμολογήθηκαν τα δομικά στοιχεία της ζωής. Οι επιστήμονες επιζητούν στους δοκιμαστικούς τους σωλήνες να επαναλάβουν κατά τον ίδιο τρόπο σε περιορισμένο χρόνο τη δημιουργία (σχηματισμό) της ζωής.

Στο επίκεντρο αυτών των ερευνητικών προγραμμάτων και προσπαθειών βρίσκεται μια κλάση μορίων, τα οποία κατά κάποιον τρόπο **αποτελούν τον κινητήρα όλων των διαδικασιών ζωής, τα ριβοζονουκλεινικά οξέα (RNA)**. Πρόκειται για ουσίες-κλειδιά που παριστούν αντίγραφα των γενετικών πληροφοριών, που βρίσκονται αποθηκευμένες στον γενετικό κώδικα που δεν είναι τίποτα άλλο παρά το δεσοξυριβοζονουκλεινικό οξύ (DNA) που βρίσκεται στον πυρήνα.

Οι επιστήμονες έδωσαν ιδιαίτερη προσοχή στους χαρακτηριστές του τελευταίου κοινού προγόνου προσδιορίζοντας κοινά χαρακτηριστικά στους σημερινούς οργανισμούς.

Ένα σαφές χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι ότι όλα τα ζώντα όντα συνίστανται από όμοια οργανικά συστατικά (πλούσια σε άνθρακα). Ένα άλλα γνώρισμα είναι ότι οι πρωτεΐνες που βρέθηκαν στους σημερινούς οργανισμούς σχηματίζονται από μία ομάδα 20 σταθερών αμινοξέων. Αυτές οι πρωτεΐνες περιλαμβάνουν ένζυμα (βιολογικούς καταλύτες) που είναι ειδικά για την ανάπτυξη, επιβίωση και αναπαραγωγή.

Περαιτέρω, οι σύγχρονοι οργανισμοί φέρουν τη γενετική τους πληροφορία στα νουκλεινικά οξέα -RNA και DNA και χρησιμοποιούν κατά βάση τον ίδιο γενετικό κώδικα. Αυτός ο γενετικός κώδικας εξειδικεύει τις ακολουθίες των αμινοξέων όλων των πρωτεϊνών που χρειάζεται κάθε οργανισμός. Ακριβέστερα, οι οδηγίες παίρνουν τη μορφή ειδικών σειρών των νουκλεοτιδίων, τα δομικά στοιχεία των νουκλεινικών οξέων.

Με ποιές σειρές χημικών αντιδράσεων υλοποιήθηκε αυτό το αλληλένδετο σύστημα νουκλεινικών οξέων και πρωτεϊνών.

Ο καθένας προσπαθώντας να λύσει αυτό το αίνιγμα αμέσως ανακαλύπτει ένα παράδοξο. Σήμερα τα νουκλεινικά οξέα συντίθενται μόνον με τη βοήθεια των πρωτεϊνών και οι πρωτεΐνες συντίθενται μόνον εάν είναι παρούσα η αντίστοιχη αλληλουχία των νουκλεοτιδίων. Είναι άκρως αδύνατο οι πρωτεΐνες και τα νουκλεινικά οξέα, που και τα δύο είναι σύμπλοκα μόρια από δομικής απόψεως, να προέκυψαν αυτομάτως στην ίδια θέση στον ίδιο χρόνο. Ακόμα φαίνεται επίσης αδύνατο να έχουμε το ένα χωρίς το άλλο. Και έτσι, με την πρώτη ματιά, θα μπορούσε να συμπεράνει κανείς, ότι η ζωή στην πραγματικότητα ποτέ δεν θα μπορούσε να προέλθει διαμέσου της χημικής οδού.

Στο τέλος της δεκαετίας του 60 ο Carl R. Woese από το Πανεπιστήμιο του Illinois, ο Francis Crick του Ιατρικού Ερευνητικού Συμβουλίου στην Αγγλία και η Leslie E. Orgel από το Ινστιτούτο Salk για Βιολογικές Μελέτες στο San Diego ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο πρότειναν μία οδό αντιμετωπίζοντας αυτή τη δυσκολία. Έκαναν την υπόθεση ότι το RNA θα

πρέπει να έκανε πρώτο την εμφάνισή του και συγκρότησε **"τον κόσμο του RNA" (RNA world)**, όπως ονομάζεται σήμερα. Ένα κόσμο στον οποίο το **RNA έδρασε ως καταλύτης** για όλες τις απαραίτητες αντιδράσεις για την **προβαθμίδα της ζωής**. Επίσης οι τρεις προαναφερθέντες ερευνητές υπέθεσαν ότι το RNA μπόρεσε και ανέπτυξε την ικανότητα να συνδέει μεταξύ τους τα αμινοξέα σε πρωτεΐνες. Αυτό το σενάριο θα μπορούσε να συμβεί, αν το προβιοτικό RNA είχε δύο ιδιότητες που δεν εκδηλώνονται σήμερα: **μία ικανότητα να αναδιπλασιάζεται χωρίς τη βοήθεια των πρωτεϊνών και μία ικανότητα να καταλύει κάθε βαθμίδα της πρωτεϊνικής σύνθεσης**.

Υπάρχουν μερικοί λόγοι γιατί έχει προτιμηθεί το RNA ως δημιουργό του γενετικού συστήματος, παρ'ότι το DNA, παρόλο που το DNA είναι τώρα η κυρία τράπεζα της κληρονομικής πληροφορίας. Μία σκέψη ήταν ότι τα ριβονουκλεοτίδια στο RNA συνθέτονται πιο εύκολα παρότι τα δεσοξυριβονουκλεοτίδια στο DNA. Επιπλέον, είναι εύκολο να φαντασθούμε τρόπους, ώστε το DNA να μπορεί να τροκύψει από το RNA και κατόπιν, με το να είναι περισσότερο σταθερό, κατέλαβε το ρόλο του RNA ως φύλακας της κληρονομικότητας. Φανταζόμαστε ότι το RNA σχηματίστηκε πριν από τις πρωτεΐνες γιατί είναι δύσκολο να συνθέσουμε οποιαδήποτε θεωρία, σύμφωνα με την οποία οι πρωτεΐνες θα μπορούσαν να αυτοδιπλασιασθούν με απουσία των νουκλεϊνικών οξέων.

#### **V. Ριβοένζυμα. Πειράματα in vitro με RNA**

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων 10 ετών ένα σημαντικό πλήθος από δεδομένα ισχυροποίησαν την άποψη ότι ο υποθετικός "κόσμος του RNA" υπήρξε και οδήγησε στην έλευση της ζωής που βασίζεται στο **DNA, RNA και στις πρωτεΐνες**. Συγκεκριμένα, το 1983 ο Thomas R. Cech από το Πανεπιστήμιο του Colorado στο Boulder και, ανεξάρτητα ο Sidney Altman από το Πανεπιστήμιο του Yale ανακάλυψαν για πρώτη φορά τα ριβοένζυμα, ένζυμα που συγκροτούνται από το RNA. Μέχρι τότε, πιστευόταν ότι οι πρωτεΐνες πραγματοποιούσαν όλες τις καταλυτικές αντιδράσεις στους σημερινούς οργανισμούς. Πράγματι ο όρος "ένζυμο" χρησιμοποιείται συνήθως για τις πρωτεΐνες. Τα πρώτα ριβοένζυμα που ταυτοποιήθηκαν μπορούσαν να κάνουν λίγα περισσότερα από κόψιμο και συνένωση προυπάρχοντος RNA. Ωστόσο, το γεγονός ότι τα ριβοένζυμα συμπεριφέρονται όπως τα ένζυμα προσθέτει βαρύτητα στην επισήμανση ότι το αρχέγονο RNA θα πρέπει να είχε καταλυτικές ιδιότητες.

Μέχρι τώρα δεν προσδιορίστηκαν στη φύση μόρια RNA που κατευθύνουν τον αναδιπλασιασμό άλλων μορίων RNA. Όμως ευφείς τεχνικές που σχεδιάστηκαν από τους Cech και Jack W. Szostak από το Γενικό Νοσοκομείο της Μασσαχουσέτης (The Massachusetts General Hospital) μετέτρεψαν απαντώμενα στη φύση ριβοένζυμα, έτσι ώστε αυτά να μπορούν να πραγματοποιούν μερικές από τις πλέον σημαντικές επί μέρους αντιδράσεις του αναδιπλασιασμού του RNA, όπως ενώνοντας μεταξύ τους νουκλεοτίδια ή ολιγονουκλεοτίδια (βραχείες αλληλουχίες νουκλεοτιδίων).

Αρκετά πρόσφατα ο Szostak βρήκε ακόμα ισχυρότερες αποδείξεις ότι ένα μόριο RNA που παράχθηκε από την προβιοτική χημεία θα μπορούσε να πραγματοποιήσει αναδιπλασιασμό στην νεαρή Γη. Αυτός ξεκίνησε παράγοντας ένα σύνολο από διάφορα ολιγονουκλεοτίδια, προσεγγίζοντας

την τυχαία παραγωγή που υποτίθεται ότι συνέβη περίπου πριν από 4 δισεκατομμύρια χρόνια. Από αυτό το σύνολο των ολιγονουκλεοτιδίων ο Szostak ήταν σε θέση **να απομονώσει έναν καταλύτη που μπορούσε να συνενώσει μεταξύ τους ολιγονουκλεοτίδια**. Εξίσου σημαντικό ήταν το γεγονός ότι ο καταλύτης μπορούσε να αντλήσει ενέργεια για τις αντιδράσεις από μία τριφωσφορική ομάδα (τριφωσφορικό οξύ), την πολύ όμοια ομάδα, η οποία σήμερα παρέχει ενέργεια σε πολλές βιοχημικές αντιδράσεις στα ζωντανά συστήματα, συμπεριλαμβανομένου του αναδιπλασιασμού των νουκλεϊνικών οξέων. Μια τέτοια ομοιότητα ενισχύει την άποψη ότι ένα μόριο RNA θα μπορούσε να συμπεριφερθεί ως καταλύτης και να προηγηθεί των πρωτεϊνών-καταλυτών, οι οποίοι σήμερα πραγματοποιούν τον αναδιπλασιασμό του γενετικού υλικού στους ζωντανούς οργανισμούς.

Όπως γνωρίζουμε τα ριβοσώματα αποτελούν μέσα στο κύτταρο τα εργοστάσια παραγωγής (σύνθεσης) των πρωτεϊνών. Ο σχηματισμός των πεπτιδικών δεσμών ως γνωστόν καταλύεται από ένζυμα-πρωτεΐνες. Ο Harry E. Noller, Jr. από το Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στη Santa Cruz βρήκε ότι είναι πιθανόν το RNA στα ριβοσώματα, όχι οι πρωτεΐνες, να καταλύει το σχηματισμό των πεπτιδικών δεσμών.

Άλλη ερευνητική δουλειά δείχνει ότι το αρχέγονο RNA θα πρέπει να ήταν σε θέση να εξελιχθεί, όπως απαιτείται για κάθε υλικό που σχηματίζει τα γονίδια του πρώτου οργανισμού. Ο Sol Spiegelman και συνεργάτες του στο Πανεπιστήμιο του Illinois απέδειξαν **ότι μόρια RNA μπορούν να προκληθούν για τη δημιουργία νέων χαρακτηριστικών γνωρισμάτων**. Κατά παρόμοιο τρόπο, ο Gerald F. Joyce του Scripps Research Institute και άλλοι πρόσφατα εφάρμοσαν πλέον έξυπνες διαδικασίες (τεχνικές) για να πάρουν **ριβοένζυμα που διασπούν μια ποικιλία χημικών δεσμών, περιλαμβανομένων και πεπτιδικών δεσμών**.

Ας επανέλθουμε στα πειράματα των Cech και Altman. Κατά τον Cech: Σήμερα γνωρίζουμε ότι τα ριβοζονουκλεϊνικά οξέα μπορούν να είναι και τα δύο: Γονίδιο και Ενζυμο. Από της ανακαλύψεως των Cech και Altman, οι οποίοι γιαυτό το λόγο το 1989 έλαβαν το βραβείο Νόμπελ της Χημείας, εργάζονται οι εξελικτικοί ερευνητές σε ένα σενάριο της **Δημιουργίας**. Ως σημείο της εκκινήσεώς τους χρησίμευσε το πείραμα των Miller-Urey, το οποίο προκάλεσε παγκόσμιο ενδιαφέρον.

Συμπερασματικά, υπάρχει ένα σημαντικό λόγο να νομίζουμε ότι "ο κόσμος του RNA" υπήρξε και ότι το RNA επινόησε την πρωτεϊνική σύνθεση. Αν αυτό το συμπέρασμα είναι σωστό, τότε ο κύριος στόχος της έρευνας της προέλευσης της ζωής είναι να εξηγήσουμε πώς προέκυψε ο "κόσμος του RNA". Η απάντηση στο ερώτημα (πρόβλημα) απαιτεί γνώσεις για τη χημεία της προβιοτικής (αρχέγονης) σούπας.

Σύμφωνα με τις απόψεις των Εξελικτικών Ερευνητών από **πουρίνες** και τις χημικώς συγγενείς **πυριμιδίνες** προέκυψαν κατ'αρχήν εκείνα τα τέσσερα (4) δομικά στοιχεία των νουκλεϊνικών οξέων, τα οποία στο κωδικοποιημένο κείμενο της κληρονομικής πληροφορίας χρησιμεύουν ως γράμματα του αλφαβήτου. **Από αυτά τα τέσσερα δομικά στοιχεία, υποθέτουν οι ερευνητές, ότι προέκυψαν τα πρώτα αλυσιδωτά μόρια RNA. Ωρισμένα από αυτά τα αρχαϊκά (αρχέγονα)**

**τμήματα γονιδίων κατείχαν ενζυμικές ικανότητες και άρχισαν να αυτοπολλαπλασιάζονται.** Κατά τον Αμερικανό Αστροφυσικό Carl Sagan "ήταν ένα τέτοιο, αυτοσχηματιζόμενο, καταλυτικό μόριο RNA το πρώτο ζωντανό αντικείμενο στους αρχέγονους ωκεανούς πριν από περίπου 4 δισεκατομμύρια χρόνια".

Σε περισσότερα εργαστήρια εργάζονται σήμερα **αμερικανοί σχεδιαστές μορίων** στην ανασύνθεση των αρχεγόνων ριβοενζύμων. Αφήνουν σε αυτήν την περίπτωση να επικρατήσουν οι νόμοι των μεταλλάξεων και της επιλογής. Σε αυτοματοποιημένα συστήματα (συσκευές παραγωγής γονιδίων) από δομικά στοιχεία γονιδίων, τα νουκλεοτίδια, συνθέτονται σύμφωνα με την αρχή της τύχης αλυσίδες RNA σε επιθυμητή σύνθεση. Αυτά τα πρωτότυπα υφίστανται σε πολλούς κύκλους μία αντίδραση αυτοπολλαπλασιασμού, στην οποία εμφανίζονται πάντοτε λάθη, μεταλλάξεις, όπως αυτό συμβαίνει στη φύση. Κατά διαστήματα ελέγχεται ο πληθυσμός των μορίων για μια καθορισμένη ενζυμική δραστηριότητα· επιλέγονται μόνον εκείνες οι ποικιλίες με λειτουργική ικανότητα και τους επιτρέπεται να υποστούν περαιτέρω μεταλλάξεις. Με άλλα λόγια Δαρβινισμός στον δοκιμαστικό σωλήνα.

Στο μεταξύ οι εξελικτικές αυτές μηχανές απεδείχθησαν ως απολύτως αποτελεσματικά εργαλεία κατά τη σχεδίαση των μορίων. **"Ετσι μπορούμε και εμείς να κάνουμε το ίδιο"** ισχυρίζεται ο ειδικός στα ριβοένζυμα Gerald Joyce, "ό,τι η φύση δημιούργησε πριν από τέσσερα δισεκατομμύρια χρόνια εξέλιξης".

Το όνειρο των ερευνητών θα ήταν παραγωγή ενζύμων του RNA από τις αυτόματες συσκευές, τα οποία μπορούν απεριορίστως να αυτοπολλαπλασιάζονται. Τέτοια μόρια, νομίζει ο ερευνητής ριβοενζύμων Joyce, θα πρέπει ήδη να διαβαθμιστούν **"ως βιοχημική ζωή"**.

Η συνολική εξελικτική πορεία από τα απλά μόρια στα μακρομόρια και τελικά στα συσσωματώματα είναι **αυτοκατευθυνόμενη** και βασίζεται στην **αυτοσυναρμολόγηση** των επί μέρους δομικών υλικών. Η τελευταία είναι αναμφισβήτητη θεμελιώδης ιδιότητα της ζωντανής ύλης, η οποία προοδευτικά δημιούργησε νέα, όλο και πιο σύνθετα συστήματα, που προωθήθηκαν από το χημικό επίπεδο στο βιολογικό, σε συνάρτηση με τις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος. Η πορεία έφθασε τελικά σε εκείνο το επίπεδο οργάνωσης που αντιπροσωπεύεται από ένα απλό **αρχέγονο κύτταρο ή πρωτόκυτο**. Η ανέλιξη όμως ως αυτή τη βαθμίδα, από την άποψη των δομών και της Κυβερνητικής των συστημάτων, είναι τόσο τεράστια, με άγνωστες και αναπόδεικτες τις ενδιάμεσες φάσεις, ώστε παρ'όλες τις σχετικές πληροφορίες και τις λογικές υποθέσεις, **η καταγωγή της ζωής παραμένει ακόμα προβληματική.**

# Φυτική βιοτεχνολογία και βελτίωση των φυτών

## Ελευθερίου ΕΠ

Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 540 06 Θεσσαλονίκη

### Εισαγωγή

Τα φυτά αποτελούν το κλειδί της ζωής πάνω στη γη. Μέσα από τη φωτοσύνθεση δεσμεύουν τη φωτεινή ηλιακή ενέργεια, την οποία μετατρέπουν σε αποταμιεύσιμη χημική ενέργεια και παρέχουν τη βάση όλων των τροφικών αλυσίδων. Το 90% των θερμίδων και το 80% των πρωτεϊνών του ανθρώπινου διατροφολογίου προέρχεται άμεσα από τα φυτά. Επειδή η πείνα και ο λιμός πλήττουν ήδη μερικές χώρες του τρίτου κόσμου, εκφράζονται αμφιβολίες κατά πόσο ο πλανήτης έχει τη δυνατότητα να διαθρέψει τον ολοένα αυξανόμενο πληθυσμό της γης. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, η περισσότερο ενδεικνυόμενη επιλογή από οικολογική άποψη είναι η βελτίωση των καλλιεργούμενων φυτών, με κυριότερο στόχο της βελτίωσης την αύξηση της απόδοσης.

### Μέθοδοι βελτίωσης

Η μεθοδολογία βελτίωσης των φυτών διακρίνεται σε κλασική και σύγχρονη.

Η **κλασική μεθοδολογία** περιλαμβάνει τον εμβολιασμό των φυτών, τη διαχείριση του πολλαπλασιαστικού υλικού, την επιλογή και τη γενετική βελτίωση των φυτών, σε συνδυασμό με την ορθολογιστική λίπανση, άρδευση και φυτοπροστασία. Οι μέθοδοι επιλογής διακρίνονται στη μαζική επιλογή, τη γενεαλογική επιλογή και την επαναλαμβανόμενη επιλογή. Η γενετική βελτίωση των φυτών, σε συνδυασμό με τις μεθόδους επιλογής, οδηγεί στη δημιουργία νέων καλλιεργούμενων ποικιλιών.

Η **σύγχρονη μεθοδολογία** περιλαμβάνει τις ασηπτικές καλλιέργειες ή τις μεθόδους μικροπολλαπλασιασμού, όπως είναι οι καλλιέργειες μεριστωμάτων, αρχεφύτρων βλαστού, ο μικροεμβολιασμός, οι καλλιέργειες κάλλων, κυτταροκαλλιέργειες και οι καλλιέργειες αναπαραγωγικών οργάνων. Οι καλλιέργειες πρωτοπλαστών αποτελούν ιδιαίτερο κλάδο της σύγχρονης μεθοδολογίας και παρέχουν τη δυνατότητα μεταφοράς γενετικού υλικού μέσω του σωματικού υβριδισμού. Η γενετική μηχανική παρέχει μίαν άλλη δυνατότητα μεταφοράς επιλεγμένου γενετικού υλικού και τη δημιουργία διαγενετικών φυτών. Υπάρχουν τρεις δυνατότητες μεταφοράς γενετικού υλικού στα φυτά:

- I. Φυσικός ή φυλετικός υβριδισμός.
- II. Σωματικός ή παραφυλετικός υβριδισμός.
- III. Γενετική μηχανική ή τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA.

### I. Φυσικός ή φυλετικός υβριδισμός

Ο φυσικός ή φυλετικός υβριδισμός περιλαμβάνει την αυτογονιμοποίηση (με την έννοια της αυτομεταφοράς), τη σταυρογονιμοποίηση και την τεχνητή επικονίαση. Οι μέθοδοι αυτές εφαρμόζονται στη Γενετική Βελτίωση για τη δημιουργία νέων καλλιεργούμενων ποικιλιών.

Οι **καλλιεργούμενες ποικιλίες** με τα χαρακτηριστικά τους είναι:

1. **Πληθυσμοί** (σταυρογονιμοποιούμενα φυτά, πολυγενετοτυπικά, ομοζυγωτία & ετεροζυγωτία, μέτρια απόδοση).
2. **Καθαρές σειρές** (αυτογονιμοποιούμενα φυτά, μονογενετοτυπικά, ομοζυγωτία, υψηλή απόδοση).
3. **Υβρίδια** (σταυρογονιμοποιούμενα φυτά, μονογενετοτυπικά, ετεροζυγωτία, ετέρωση, υψηλή απόδοση).
4. **Συνθετικές ποικιλίες** (σταυρογονιμοποιούμενα φυτά, πολυγενετοτυπικά, ετεροζυγωτία, μέτρια απόδοση).
5. **Κλώνοι** (αγενής αναπαραγωγή, μονογενετοτυπικά, ομοζυγωτία ή ετεροζυγωτία, υψηλή απόδοση).

### Τα "συν"

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι πλέον υψηλοαποδοτικές καλλιεργούμενες ποικιλίες είναι οι μονογενετοτυπικές, δηλαδή οι καθαρές σειρές, τα υβρίδια και οι κλώνοι, η χρησιμοποίηση των οποίων στη γεωργία μεγιστοποιεί την απόδοση, σε αντίθεση με τις πολυγενετοτυπικές ποικιλίες που έχουν μικρότερες σχετικά αποδόσεις. Οι καλλιέργειες μονογενετοτυπικών φυτών χαρακτηρίζονται ως **μονοκαλλιέργειες**. Μια μονοκαλλιέργεια ισοδυναμεί με πολλαπλή και ταυτόχρονη καλλιέργεια ενός και μοναδικού φυτού σε εκατομμύρια ή δισεκατομμύρια αντίτυπα.

Η χρησιμοποίηση των μονοκαλλιεργειών στη γεωργία έφερε επανάσταση στο παγκόσμιο ισοζύγιο παραγωγής τροφίμων. Δύο είναι τα πιο θεαματικά παραδείγματα: η δημιουργία και η καλλιέργεια υβριδίων αραβοσίτου στη δεκαετία του 1920 και τα σιτηρά της "πράσινης επανάστασης" της δεκαετίας του 1960. Τα σιτηρά της πράσινης επανάστασης, ιδιαίτερα το ρύζι και το σιτάρι, χαρακτηρίστηκαν ως "υπερποικιλίες", "υπερσπόροι" ή "θαυματοурγοί σπόροι" γιατί έλυσαν αποτελεσματικά τα επισιτιστικά προβλήματα χωρών της ΝΑ Ασίας, Αμερικής και Αφρικής. Αρχικά, οι νέες ποικιλίες είχαν αυξημένη αντοχή σε ασθένειες.

### Τα "πλην"

Οι νέες ποικιλίες έχουν υψηλές απαιτήσεις σε νερό και λιπάσματα, που δεν τα διαθέτουν όλες οι χώρες. Σύντομα, οι εχθροί των φυτών (ιοί, μύκητες, έντομα) άρχισαν να προσαρμόζονται και να προσβάλλουν τις νέες ποικιλίες, με αποτέλεσμα την ολοένα και μεγαλύτερη χρήση φυτοφαρμάκων. Επειδή τα φυτά των μονοκαλλιεργειών είναι γενετικά πανομοιότυπα, έχουν ακριβώς την ίδια ευαισθησία στις ασθένειες και τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Έτσι, μια ίωση προσβάλλει όλα τα φυτά της καλλιέργειας, όπως επίσης η παγωνιά ή ο καύσωνας, και προκαλείται καθολική καταστροφή. Σε μια πολυγενετοτυπική ποικιλία, όπως είναι ένας φυσικός πληθυσμός, πολλά φυτά θα μπορούσαν να ανθέξουν τις δυσμενείς συνθήκες. Οι γεωργοί, στην προσπάθεια τους να επιτύχουν υψηλές αποδόσεις, έχουν στραφεί στις μονοκαλλιέργειες και έχουν εγκαταλείψει τις παραδοσιακές ποικιλίες, με αποτέλεσμα την απώλεια του ποικίλου γενετικού υλικού με τα μοναδικά γονίδια που συμπυκνώθηκαν σ' αυτές με τη φυσική επιλογή δια μέσου των γεωλογικών αιώνων και της εξέλιξης και τα οποία τους επέτρεψαν να προσαρμόζονται και να επιβιώνουν. Η απώλεια αυτή χαρακτηρίζεται ως **γενετική διάβρωση**.

Για τη διάσωση των πολύτιμων φυσικών γονιδίων με τα μοναδικά χαρακτηριστικά έχουν ιδρυθεί σε όλο τον κόσμο **Τράπεζες Γενετικού Υλικού**, πρώτιστη μέριμνα των οποίων είναι η συγκέντρωση και διαφύλαξη των απειλούμενων με εξαφάνιση φυτικών ειδών και ποικιλιών.

## II. Σωματικός ή παραφυλετικός υβριδισμός

Η τεχνολογία του σωματικού ή παραφυλετικού υβριδισμού αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1970 και βασίζεται στην ανάπτυξη της τεχνολογίας των πρωτοπλαστών. **Πρωτοπλάστες** είναι "γυμνά" φυτικά κύτταρα, δηλαδή κύτταρα από τα οποία έχει απομακρυνθεί το κυτταρικό τοίχωμα με ειδικά τοιχωματολυτικά ένζυμα και απέμεινε το ζωντανό εσωτερικό περιεχόμενο. Οι πρωτοπλάστες μπορούν να καλλιεργηθούν σε ειδικά θρεπτικά μέσα στα οποία ελέγχεται η ωσμωτική πίεση, ενώ με απομάκρυνση των ενζύμων μπορούν να ξανασυνθέσουν κυτταρικό τοίχωμα, να διαιρεθούν και να αναγεννήσουν το αρχικό φυτό.

Η συνένωση των πρωτοπλαστών επιτυγχάνεται παρουσία χημικών ενωγόνων ή ηλεκτροενωγόνων, τα οποία εξουδετερώνουν το αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο των πλασματικών μεμβρανών, οι οποίες έτσι μπορούν να έλθουν σε επαφή και να ενωθούν. Με κατάλληλο χειρισμό πριν και μετά την ένωση, λαμβάνονται προϊόντα συνένωσης που μπορεί να είναι **πλήρη υβρίδια, μερούβριδια, ή κυτοϋβρίδια**.

Στην τεχνολογία περισσότερο ενδιαφέρουν τα κυτοϋβρίδια, στα οποία ο υβριδισμός αφορά στα γονίδια του κυτοπλάσματος (μιτοχόνδρια, χλωροπλάστες), επειδή εκεί εδράζονται γονίδια τα οποία μπορούν να προκαλέσουν τη λεγόμενη **κυτοπλασματική ανδροστειρότητα**, η οποία χρησιμοποιείται στη βελτίωση των φυτών. Ο σωματικός υβριδισμός χρησιμοποιείται επίσης για τη μεταφορά από ένα φυτό σε άλλο γονιδίων αντοχής κατά ασθενειών και δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών.

### Τα "συν"

Παραδείγματα εφαρμογής της τεχνολογίας του σωματικού υβριδισμού με ευεργετικά αποτελέσματα για τη γεωργία:

- *Solanum tuberosum* (πατάτα) X *S. brevidens* (άγρια πατάτα): εισαγωγή γονιδίων αντοχής κατά των ιώσεων σε καλλιεργούμενες πατάτες.
- *Solanum tuberosum* (πατάτα) X *Lycopersicon pimpinellifolium* (άγρια τομάτα): εισαγωγή γονιδίων αντοχής στη στάχτη, βακτηριακό μαρασμό και υψηλές θερμοκρασίες σε καλλιεργούμενες πατάτες.
- *Prunus amygdalus* (αμυγδαλιά) X *Pr. persica* (ροδακινιά): δημιουργία του "αμυγδαλοροδάκινου", ενός στείρου υβριδίου που χρησιμοποιείται ευρύτατα ως υποκείμενο εμβολιασμού.
- *Triticum aestivum* (σιτάρι) X *Secale cereale* (σίκαλη): δημιουργία του *Triticale* ή *Triticosecale*, ενός νέου καλλιεργούμενου τεχνητού σιτηρού.
- *Phaseolus vulgaris* CMS-Sprite (φασόλι, σειρά ανδροστειρή) X *Ph. vulgaris* WPR-3 (φασόλι, σειρά ανδρογόνιμη): εισαγωγή κληρονομήσιμης κυτοπλασματικής ανδροστειρότητας.

### Τα "πλην"

Στα αρνητικά της τεχνολογίας αυτής αναφέρονται η δυσκολία της μεθοδολογίας, η αδυναμία αναγέννησης όλων των φυτών, η συχνή



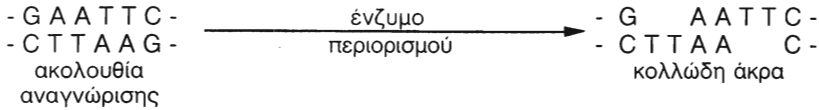
στεριότητα των δημιουργούμενων υβριδίων και η παραγωγή μη βιώσιμων σπερμάτων

### III. Γενετική μηχανική (τεχνολογία rDNA)

#### Αρχή

Η τεχνολογία της γενετικής μηχανικής βασίζεται στην ικανότητα κοπής των μορίων DNA σε επακριβείς θέσεις και στον ανασυνδυασμό των κομμένων τμημάτων για τη δημιουργία νέων μορίων (ανασυνδυασμένο DNA, rDNA). Η κοπή επιτυγχάνεται με τα **ένζυμα περιορισμού** (ενδονουκλεάσες περιορισμού), τα οποία αναγνωρίζουν ειδικές ακολουθίες της διπλής αλυσίδας του DNA μήκους 4 έως 6 νουκλεοτιδίων.

Πολλά ένζυμα περιορισμού κόβουν τις ακολουθίες αναγνώρισης κάθετα δημιουργώντας "τυφλά" άκρα, μερικά όμως κόβουν με διαφορά μερικών νουκλεοτιδίων δημιουργώντας "κολλώδη άκρα":



Τα κολλώδη άκρα μπορούν να επανενωθούν με τις **λιγάσες DNA**. Είναι σημαντικό το ότι μπορούν να ανασυνδυαστούν οποιαδήποτε τμήματα DNA που έχουν συμπληρωματικά κολλώδη άκρα.

Η εισαγωγή ξένου DNA σ'ένα γένωμα με μεθόδους γενετικής μηχανικής μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: έμμεσα και άμεσα.

#### Έμμεσος τρόπος

Η μεταφορά DNA με έμμεσο τρόπο γίνεται με τη μεσολάβηση ενός φορέα, πιο κοινός από τους οποίους είναι το αγροβακτήριο *Agrobacterium tumefaciens* και λιγότερο το *A. rhizogenes*. Το αγροβακτήριο ζει στο έδαφος, είναι φυτοπαθογόνο και προσβάλλει τα φυτά δημιουργώντας υπερπλασίες (καρκινώματα).

Εκτός από το χρωμοσωμικό DNA, το αγροβακτήριο φέρει επιπλέον και ένα κυκλικό δίκλωνο μόριο DNA, που ονομάζεται **Ti πλασμίδιο**. Όταν το βακτήριο προσβάλλει τα φυτά, ένα τμήμα του Ti πλασμιδίου αποκόπεται και εισέρχεται μέσα στο φυτικό κύτταρο, όπου ενσωματώνεται στο πυρηνικό του γένωμα. Το τμήμα αυτό του Ti πλασμιδίου ονομάζεται **T-DNA** (transferable, μεταφερόμενο) και φέρει γονίδια (ογκογονίδια), που κωδικοποιούν τη σύνθεση αυξίνης (IAA), κυτοκινίνης (ζεατίνη) και αζωτούχων ουσιών γνωστών ως οπίνες. Τα κύτταρα στα οποία εισέρχεται το T-DNA χαρακτηρίζονται ως **μεταμορφωμένα** και ο βιοσυνθετικός τους μηχανισμός τίθεται υπό τον έλεγχο των βακτηρίων ώστε εξαναγκάζονται να βιοσυνθέτουν αυξίνες, κυτοκινίνες και οπίνες. Οι μεν ορμόνες επάγουν τις κυτταροδιαιρέσεις με αποτέλεσμα τη δημιουργία των υπερπλασιών, οι οποίες διευρύνουν το ζωτικό χώρο για το βακτήριο, ενώ οι οπίνες χρησιμοποιούνται ως πηγές C και N για το βακτήριο μόνο, όχι για το φυτό.

Η ικανότητα του αγροβακτηρίου να λειτουργεί ως ένας φυσικός γενετικός μηχανικός αξιοποιείται από την τεχνολογία για την εισαγωγή

ξένων επιλεγμένων γονιδίων στα φυτά. Το T-DNA χρησιμοποιείται ως όχημα για τη μεταφορά, η οποία πραγματοποιείται σταδιακά ως εξής:

- i. Απομάκρυνση των ογκογονιδίων, οπότε το Tι πλασμίδιο χαρακτηρίζεται ως "αφοπλισμένο".
- ii. Εισαγωγή στο T-DNA γονιδίων επιλογής, π.χ. γονίδια αντιβιοτικής αντοχής κατά της καναμικίνης, τα οποία θα επιτρέψουν την αναγνώριση και κλωνοποίηση των μεταμορφωμένων κυττάρων.
- iii. Εισαγωγή του ξένου γονιδίου στο T-DNA.
- iv. Μόλυνση φυτικών κυττάρων.
- v. Επιλογή μεταμορφωμένων κυττάρων με καλλιέργεια σε μέσο με καναμικίνη.
- vi. Αναγέννηση φυτού (διαγενετικά φυτά).

### Άμεσος τρόπος

Ο άμεσος τρόπος μεταφοράς εφαρμόζεται σε φυτά τα οποία δεν προσβάλλονται από το αγροβακτήριο, όπως είναι τα αγρωστώδη, και πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους:

- Ηλεκτροπόρωση, η οποία περιλαμβάνει τη συγχώνευση πρωτοπλαστών και λιποσωμάτων που περιέχουν τμήματα DNA με τα επιθυμητά γονίδια.
- Μακροένεση γονιδίων (τμημάτων DNA σε πλασμίδια) γύρω από νεαρές ταξιανθίες σιτηρών. Μερικά από τα σπέρματα που παράγονται φέρουν ενσωματωμένα τα ξένα γονίδια.
- Μικροένεση τμημάτων DNA με μικροσύριγγα στον πυρήνα κυττάρων ή πρωτοπλαστών. Δύσκολη μέθοδος γιατί απαιτεί εντοπισμό του πυρήνα, αλλά παρέχει καλές προοπτικές εφαρμογής.
- Εισαγωγή με "μικροπιστόλι". Επιλεγμένα τμήματα DNA προσροφώνται σε μικροσφαιρίδια βολφραμίου ή χρυσού διαμέτρου συνήθως 4 μm, τα οποία εκτοξεύονται με μικροπιστόλι μέσα στον πυρήνα.

### Εφαρμογές rDNA τεχνολογίας

#### Τα "συν"

Χρησιμοποιώντας διάφορους μεθόδους γενετικής μηχανικής και κυρίως τη μεταμόρφωση με το αγροβακτήριο, έχουν τροποποιηθεί γενετικά πολυάριθμα γεωργικά σημαντικά φυτά (βλέπε Πίνακα 1)

#### Πίνακας 1. Γεωργικά σημαντικά φυτά μεταμορφωμένα με το *Agrobacterium*.

*Apium graveolens* (σέλινό)  
*Asparagus officinalis* (σπαράγγι)  
*Beta vulgaris* (σακχαρότευτλο)  
*Brassica napus* (ελαιοκράμβη)  
*Brassica rapa* (γογγύλι)  
*Cucumis sativus* (αγγούρι)  
*Daucus carota* (καρότο)  
*Gossypium hirsutum* (βαμβάκι)  
*Glycine max* (σόγια)  
*Helianthus annuus* (ηλίανθος)  
*Juglans regia* (καρυδιά)  
*Lactuca sativa* (μαρούλι)

*Linum perenne* (λινάρι)  
*Lotus corniculatus* (λωτός)  
*Lycopersicon esculentum* (τομάτα)  
*Medicago sativa* (μηδική)  
*Nicotiana spp.* (διάφορα είδη καπνού)  
*Petunia spp.* (διάφορα είδη πετούνιας)  
*Phaseolus vulgaris* (φασόλι)  
*Populus trichocarpa X deltoides*  
(λεύκη)  
*Solanum tuberosum* (πατάτα)  
*Trifolium spp.* (διάφορα είδη τριφυλλιού)

Πειραματικά, έχει επιτευχθεί η μεταφορά γονιδίων της πυγολαμπίδας σε φυτά καπνού, τα οποία σε κατάλληλες συνθήκες φθορίζουν τη νύκτα, όπως η πυγολαμπίδα. Οικονομικής σημασίας είναι η μεταφορά γονιδίων αντοχής κατά των ζιζανιοκτόνων ή κατά της αλατότητας και ξηρασίας στην τομάτα και τον καπνό, η μεταφορά γονιδίων της *Pseudomonas syringa* (ζει πάνω στο χιόνι) σε καλλιεργούμενα φυτά για να αυξηθεί η αντοχή τους κατά του ψύχους, γονιδίων αζωτοδέσμευσης σε φυτά ευρείας καλλιέργειας, γονιδίων μακρόχρονης αποθηκευτικής αντοχής κτλ.

Η καλλιέργεια διαγενετικών φυτών με ορισμένα επιθυμητά γνωρίσματα είναι οικονομικά συμφέρουσα και προσφέρει προστασία του περιβάλλοντος λόγω μειωμένης χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

### Τα "πλην"

Οι επικριτές της εφαρμογής της γενετικής μηχανικής και της βιοτεχνολογίας επισημαίνουν ότι δεν πρέπει να υπάρχει επιθετική και επεκτατική πολιτική κατά της φύσης, αλλά φιλική συμπεριφορά και συνεργασία. Η σε μεγάλη κλίμακα καλλιέργεια φυτών ανθεκτικών κατά των ζιζανιοκτόνων μπορεί να ενθαρρύνει την ευρύτερη χρήση ζιζανιοκτόνων αντί τον περιορισμό τους. Υπάρχει επίσης η πιθανότητα διαρροής στη φύση διαγενετικών γονιδίων σε άγριους οργανισμούς. Εάν, για παράδειγμα, γονίδια ανθεκτικότητας διαρρεύσουν σε ζιζάνια, θα δημιουργηθεί ένα υβρίδιο ζιζάνιο ανώτερο από τους αυτοφυείς άγριους τύπους. Εξαιτίας των κινδύνων αυτών, η τεχνολογία της γενετικής μηχανικής πρέπει να χειρίζεται με προσοχή για να αποφευχθούν τυχόν περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα. Τα διαγενετικά φυτά πρέπει να χειρίζονται ως ένα στοιχείο για την προώθηση της λεγόμενης **οικολογικής γεωργίας** (sustainable agriculture).

Αυτοί και τόσοι άλλοι κίνδυνοι φαίνεται ότι είναι το αντίτιμο που πληρώνει η ανθρωπότητα στην προσπάθεια της επιστήμης να διαθρέψει τον ολοένα αυξανόμενο πληθυσμό της γης.

## Συμβολή στη μελέτη του ενδημισμού της χλωρίδας της Κύπρου

Δελλά Αθηνά<sup>1</sup>, Ιατρού Γρ.<sup>2</sup>

1. *Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, Λευκωσία, Κύπρος*

2. *Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας,  
Πανεπιστήμιο Πατρών, Ελλάδα*

### Περίληψη

Στην Κύπρο είναι καταγεγραμμένα 1651 αυτοφυή taxa (sp. + ssp.) από τα οποία 122 είναι ενδημικά. Το ποσοστό ενδημισμού της συνολικής χλωρίδας της Κύπρου (sp.+ssp.) είναι 7.4%. Επιπλέον θεωρούνται ενδημικά 16 varieties, ένα υβρίδιο και μία forma. Τα περισσότερα ενδημικά και τοπικά ενδημικά taxa παρουσιάζει η Βοτανική διαίρεση 2 που αντιστοιχεί στο μεγαλύτερο της μέρος με την οροσειρά του Τροόδους, ενώ ακολουθεί σε ενδημισμό η Βοτανική διαίρεση 7 που περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της οροσειράς της Κερύνειας (Πενταδακτύλου). Οι μήνες Μάιος και Ιούνιος συγκεντρώνουν τα περισσότερα ενδημικά taxa σε άνθηση. Ενδημικά taxa απαντώνται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι την κορυφή του Τροόδους (Χιονίστρα). Αριθμός ενδημικών taxa έχει ήδη μελετηθεί κυτταρολογικά.

## Contribution to the study of the endemism of the flora of Cyprus

Della Athena<sup>1</sup>, Iatrou Gr.<sup>2</sup>

1. *Agricultural Research Institute, Nicosia, Cyprus*

2. *Division of Plant Biology, Department of Biology University of Patras,  
Greece.*

### Abstract

The number of taxa (sp. + ssp.) recorded in Cyprus as native or naturalized are 1651, of which 122 are endemics. Considering only the species + subspecies, the endemism in Cyprus is 7.4%. In addition, 16 varieties, one hybrid and one forma are considered as endemics. Most of the endemics and topical endemics occur in Botanical Division 2 which mostly corresponds to the Troodos mountain range, followed by the Botanical Division 7 which includes almost all the Kyrenia (Pentadactylos) range. May and June are the months with the greatest number of endemics in flowering. Endemic taxa occur from sea level to the top of Troodos range (Khionistra). A number of endemic taxa has already been studied cytologically.

## Εισαγωγή

Ερευνητική εργασία με στόχο τη συμβολή στη μελέτη του ενδημισμού της χλωρίδας της Κύπρου εκπονείται στον Τομέα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών και στο Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών Κύπρου. Η ερευνητική εργασία περιλαμβάνει τη μελέτη του περιβάλλοντος και όλων των στοιχείων που συνέβαλαν στον ενδημισμό, εξέταση όσο το δυνατόν περισσότερων ενδημικών taxa, συστηματική περιγραφή, κυτταρολογία, οικολογία, και γεωγραφική εξάπλωση. Η συσχέτιση με τα αντίστοιχα συγγενικά taxa θα βοηθήσει στην τοποθέτηση των ενδημικών taxa σε κατηγορίες σύμφωνα με τους Favarger και Contantriopoulos (1961).

## Μεθοδολογία

Η μελέτη του περιβάλλοντος της Κύπρου βασίζεται σε βιβλιογραφικά δεδομένα και στην επεξεργασία στοιχείων από 35 σταθμούς τη Μετεωρολογικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος. Η συνολική μελέτη των ενδημικών taxa και της βλάστησης στηρίζεται στα εξής:

1. Σε βιβλιογραφικά δεδομένα κυρίως από τη "Flora of Cyprus", συμπληρωμένα με νεώτερα δημοσιεύματα.
2. Στη μελέτη βοτανικών συλλογών που βρίσκονται στο Herbarium του Ινστιτούτου Γεωργικών Ερευνών.
3. Σε προσωπικές συλλογές και εκτεταμένες μελέτες υπαίθρου (της κας Δελλά) από το 1969, ως υπεύθυνης για τη συντήρηση και εμπλουτισμό του Βοτανολογίου και των σχετικών Προγραμμάτων, όπως επίσης της Τράπεζας γόνων του ΙΓΕ (CYPARI Genebank) και σχετικών προγραμμάτων.
4. Στη συλλογή σπερμάτων από ενδημικά και συγγενικά τους taxa.  
Η κυτταρολογική μελέτη των ενδημικών φυτών όπως και των συγγενικών τους γίνεται με την τεχνική Ostergreen & Heneen (1962) τροποποιημένη.

## Αποτελέσματα

Από επεξεργασία όλων των taxa που υπάρχουν στη Flora of Cyprus (Meikle 1977; 1985), συμπληρωμένα με νεώτερη βιβλιογραφία, όπως επίσης πρόσφατες πρώτες αναφορές από το Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών και το Τμήμα Δασών (Della & Ιατρού, 1995) υπολογίστηκαν όλα τα αυτοφυή taxa, τα ενδημικά taxa, όπως και άλλες κατηγορίες (καλλιεργούμενα, σπάνια, σπάνια ενδημικά, πολύ σπάνια, πολύ σπάνια ενδημικά, αμφισβητούμενες αναφορές, λανθασμένες αναφορές, καινούργιες αναφορές κλπ. (Della 1994, in press). Λαμβάνοντας υπόψη και άλλες πρόσφατες αναφορές (Kadereit, 1986; Delforge 1990; Boyce, 1994; Scholz 1995; Scholz 1995, in press) υπολογίστηκε ότι στην Κύπρο αυτοφύονται 1651 taxa (sp. + spp.) (Περιλαμβάνονται 1631 Spermatophyta και 20 Pteridophyta) από τα οποία 122 είναι ενδημικά. Επιπλέον θεωρούνται ενδημικά 16 varieties, 1 forma και 1 υβρίδιο. Με βάση τις μετρήσεις μας ετοιμάσαμε τον Πίνακα 1 που περιλαμβάνει τις οικογένειες της Κυπριακής Χλωρίδας που περιέχουν ενδημικά taxa (sp.+ssp.), το ποσοστό ενδημισμού σε κάθε οικογένεια, όπως επίσης και το ποσοστό ενδημισμού της Κυπριακής χλωρίδος συνολικά (sp.+ssp.), που είναι 7.4%.

Πίνακας 1. Οικογένειες της Κυπριακής Χλωρίδας που περιλαμβάνουν ενδημικά taxa (sp. + ssp.) και ποσοστό ενδημισμού κατά οικογένεια.

Οικογένεια	Ενδημισμός (%)	Οικογένεια	Ενδημισμός (%)
Pinaceae	25.00	Primulaceae	10.00
Ranunculaceae	6.82	Boraginaceae	10.26
Papaveraceae	13.33	Scrophulariaceae	3.13
Cruciferae	10.00	Orobanchaceae	12.50
Cistaceae	6.25	Labiatae	26.76
Caryophyllaceae	14.29	Amaranthaceae	12.50
Guttiferae	12.50	Euphorbiaceae	6.90
Leguminosae	2.87	Urticaceae	12.50
Rosaceae	4.76	Fagaceae	33.33
Crassulaceae	40.00	Orchidaceae	7.69
Umbelliferae	3.75	Iridaceae	40.00
Rubiaceae	9.68	Liliaceae	18.75
Valerianaceae	7.69	Araceae	14.29
Dipsacaceae	30.00	Cyperaceae	3.45
Compositae	9.09	Gramineae	2.91
Plumbaginaceae	11.11		
Ποσοστό ενδημισμού της συνολικής χλωρίδας της Κύπρου 7.4%			

Χωρίζοντας την Κύπρο σε 8 Βοτανικές περιοχές σύμφωνα με τον Meikle (1977), από τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν για την κατανομή των ενδημικών φυτών φαίνεται ότι τα περισσότερα ενδημικά και τοπικά ενδημικά taxa είναι στη Βοτανική διαίρεση 2 που αντιστοιχεί στο μεγαλύτερο μέρος της με την οροσειρά του Τροόδους, ενώ ακολουθεί σε ενδημισμό η Βοτανική διαίρεση 7 που περιλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της οροσειράς της Κερύνειας ή του Πενταδακτύλου. Από τα μέχρι σήμερα στοιχεία που αφορούν την περίοδο ανθοφορίας, φαίνεται ότι οι μήνες Μάιος και Ιούνιος συγκεντρώνουν τα περισσότερα ενδημικά taxa σε άνθηση. Από μελέτη στοιχείων που αφορούν το υψόμετρο όπου απαντάται κάθε ενδημικό φυτό, φαίνεται ότι ενδημικά φυτά συναντώνται από λίγο πιο πάνω από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι τη ψηλότερη κορφή του Τροόδους (Χιονίστρα).

Από μελέτες υπαίθρου έχει συγκεντρωθεί ζωντανό υλικό από ενδημικά και συγγενικά - αντίστοιχα taxa. Αυτά έχουν σπαρεί στο Βοτανικό Κήπο στο Πανεπιστήμιο στην Πάτρα και στο Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, στη Λευκωσία και από αυτά παίρνονται τα ριζίδια για κυτταρολογικές μελέτες.

Αποτελέσματα της παρούσης ερευνητικής εργασίας που αφορούν κυππαρολογικές μελέτες ενδημικών taxa παρουσιάζονται από τους Ιατρού & Della (1992; 1996).

## Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε τη Χρυσούλλα Καλλή, το Γρηγόρη Παπαγεωργίου, τη Νίτσα Παρούτη και το Χριστόφορο Κιζουρίδη του ΙΓΕ Κύπρου, για την τεχνική τους βοήθεια.

## Βιβλιογραφία

- Boyce, P. (1994). The genus *Arum* (Araceae in Greece and Cyprus. Ann. Musei Goulandris 9:27-38.
- Delforge, P. (1990). Contribution a la connaissance des orchidees du sud-ouest de Chypre et remarques sur quelques especes mediterraneennes. Les Naturalistes belges 71, 3:103-144.
- Della, Athena (1994). The Cyprus Flora in Checklist Format. Native or Naturalized, Cultivated, Endemics, Rarities, Additions. (in press).
- Della, Athena & G. Ιατρού (1995). New Plant Records from Cyprus. Kew Bulletin Vol. 50/2) pp. 387-396.
- Favarger, C. & J. Contandriopoulos (1961). Assai sur l' endemisme. Bull. Soc. Bot. Suisse 71: 383-408.
- Kadereit, J.W. (1986). A revision of papaver section argemonidium. Notes RBG Edinb. 44 (1) 25-43, 1986.
- Ιατρού Α. Gregory & Athena Della (1992). Preliminary studies on the Endemic Flora of Cyprus. Proceedings of the 14th Panhellenic Biological Conference, p.55, Nicosia, Cyprus.
- Ιατρού Γρ. & Αθηνά Δελλά (1996). Κυππαρολογικές μελέτες ενδημικών φυτών της χλωρίδας της Κύπρου. Πρακτικά 6ου Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρίας, Παραλίμνι, Κύπρος.
- Meikle, R.D. (1977; 1985). Flora of Cyprus. Vol.I 832 p., Vol.II 833-1969. Bentham - Moxon Trust, Royal Botanic Gardens, Kew.
- Ostergreen, G. & Heneen, W.K. (1962). A squash technique for chromosome morphological studies. Hereditas 48: 338-341.
- Scholz, H. (1995). Bromus regnii (Gramineae) a new endemic serpentine annual Bromegrass from Cyprus. Willdenowia 25-1995, 235-238.
- \_\_\_\_\_, (1995) Bromus optimaе, a new annual Bromegrass (Gramineae) from Cyprus. Bocconeia 4 (in press).

## Διατήρηση των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων φυτών της κυπριακής χλωρίδας

Καδής Κ. Χ., Γεωργίου Κ.

*Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 15784*

**Περίληψη.** Τα τελευταία επτά χρόνια έχει αναληφθεί στον Τομέα Βοτανικής του Πανεπιστημίου Αθηνών ερευνητική δραστηριότητα με στόχο την διατήρηση των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων φυτών της κυπριακής χλωρίδας. Αποτελέσματα αυτής της δραστηριότητας ήταν η δημιουργία αρχείου πληροφοριών για τα φυτά αυτά, η μελέτη της φυτρωτικής συμπεριφοράς και της βιωσιμότητας των σπερμάτων τους με στόχο τη παροχή των απαραίτητων πληροφοριών για τη διατήρησή τους μέσω τράπεζας σπερμάτων, η δημιουργία μιας τέτοιας τράπεζας και η μελέτη της αναπαραγωγικής βιολογίας των πλέον απειλούμενων από τα φυτά αυτά. Η επιστημονική πληροφορία που αποκτήθηκε συμβάλλει αποφασιστικά στη επί τόπου (*in situ*) και εκτός τόπου (*ex situ*) διατήρηση των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων φυτών της Κύπρου.

## Conservation of the endemic, rare and threatened plants of Cyprus

Kadis C.C., Georghiou K.

*Department of Botany, Faculty of Biology, University of Athens, Athens 15784*

**Abstract.** For seven years research activities concerning the conservation of the endemic, rare and threatened plants of Cyprus have been carried out at the Department of Botany of the University of Athens. The most remarkable results of these activities concern the creation of a database containing bibliographical information and data field observations, the study of the physiology of seed germination and viability, the establishment of a seed bank and the study of the reproductive biology of the most threatened plants of Cyprus. The scientific information obtained contributes to the *in situ* and *ex situ* conservation of the endemic, rare and threatened plants of Cyprus.



Ένας σημαντικός αριθμός ενδημικών κυρίως taxa της κυπριακής χλωρίδας περιλαμβάνονται σε τρεις διεθνείς κατάλογους απειλούμενων φυτών: 41 στον Κατάλογο της Διεθνούς Ένωσης για τη Διατήρηση (IUCN) (1), 39 στον Ευρωπαϊκό Ερυθρό Κατάλογο των Απειλούμενων Φυτών και Ζώων που εκδόθηκε από την Οικονομική Επιτροπή για την Ευρώπη (4) και 19 στο Παράρτημα των «αυστηρώς προστατευόμενων» φυτών της Συνθήκης της Βέρνης. Αρκετά από τα φυτά αυτά απαντούν σε λίγους και μικρούς πληθυσμούς, με αποτέλεσμα η επιβίωση τους να τίθενται άμεσα σε κίνδυνο από τη δυσμενή επίδραση εξωτερικών, ανθρωπογενών πιέσεων. Τα τελευταία χρόνια οι πιέσεις αυτές ολοένα εντείνονται και πηγάζουν κυρίως από τις επαναστατικές μεταβολές στη γεωργία με την εκτενή χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, την τεράστια τουριστική ανάπτυξη, την επέκταση του ορεινού οδικού δικτύου, τη συμπίεση του πληθυσμού στο νότιο τμήμα του νησιού και την αστικοποίηση εκτεταμένων περιοχών μετά τα γεγονότα του 1974, και τις στρατιωτικές δραστηριότητες μέσα σε φυσικές περιοχές. Ο συνεχώς αυξανόμενος κίνδυνος για την απώλεια των φυτών αυτών επιβάλλει ενέργειες με στόχο τη διαίωσή τους και τη διάσωση της γενετικής πληροφορίας που διαθέτουν. Για την επιτυχία τέτοιων ενεργειών έχει αποδειχθεί ότι είναι απαραίτητη η συσσώρευση της σχετικής επιστημονικής πληροφορίας (8). Η δική μας συμβολή κατά την τελευταία επταετία προς την κατεύθυνση αυτή συνίσταται:

1. Στη δημιουργία αρχείου πληροφοριών για τα ενδημικά, σπάνια και απειλούμενα φυτά της κυπριακής χλωρίδας. Στο αρχείο αυτό καταχωρούνται βιβλιογραφικά στοιχεία και δικές μας παρατηρήσεις που αφορούν την κατάσταση κινδύνου, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και την αναπαραγωγική βιολογία των φυτών αυτών.
2. Στη μελέτη της φυτρωτικής συμπεριφοράς και της βιωσιμότητας των σπερμάτων. Στο πλαίσιο αυτό διερευνάται η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτρωσης, η παρουσία λήθαργου και οι συνθήκες άρσης του λήθαργου (όταν υπάρχει) από διάφορους προωθητικούς παράγοντες (επίδραση φωτός, ψυχή στρωμάτωση, επίδραση φυτοαυξητικών και χημικών ουσιών κλπ). Μέχρι στιγμής διερευνήθηκε η φύτρωση σε 36 ενδημικά taxa, από τα οποία τα 21 είναι απειλούμενα. Στόχος της διερεύνησης αυτής είναι η σύνταξη οδηγιών για τις άριστες συνθήκες φύτρωσης (Πίνακας Ι). Οι οδηγίες αυτές σε συνδυασμό με τη γνώση της βιωσιμότητας των σπερμάτων, που επίσης διερευνάται, αποτελούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις για τη λειτουργία μιας τράπεζας σπερμάτων, που θεωρείται ως ο πιο προσιτός και αποτελεσματικός τρόπος για την εκτός τόπου (*ex situ*) διατήρηση των απειλούμενων ειδών.
3. Στην ίδρυση τράπεζας σπερμάτων. Μέχρι στιγμής στην τράπεζα αυτή έχουν αποθηκευτεί 160 περίπου σπορομερίδες που προέρχονται από 60 ενδημικά, σπάνια και απειλούμενα φυτά της Κύπρου.
4. Στη διερεύνηση της αναπαραγωγικής βιολογίας των πλέον απειλούμενων φυτών της κυπριακής χλωρίδας. Σε 17 taxa προσδιορίστηκαν μεταξύ άλλων στοιχεία που αφορούν τη φαινολογία της αναπαραγωγής, την αναπαραγωγική στρατηγική, το αναπαραγωγικό δυναμικό, την αναπαραγωγική επιτυχία και την οικοφυσιολογία της φύτρωσης. Σε τέσσερα τουλάχιστον taxa (*Astragalus macrocarpus* ssp. *lefkarensis*, *Chionodoxa lochiaie*, *Ophrys kotschyi* και *Tulipa cypria*) διαπιστώθηκε πολύ περιορισμένη ή και ανύπαρκτη ικανότητα εγγενούς αναπαραγωγής.

Πίνακας Ι. Οι οδηγίες φύτευσης για τα ενδημικά, σπάνια και απειλούμενα φυτά της Κύπρου

TAXON	Θερμοκρασία °C	Διάρκεια Ημέρες	Επιπρόσθετη Μεταχείριση	Αναφ.
<b>ΚΙΝΔΥΝΕΥΟΝΤΑ (Ε)</b>				
<i>Alyssum akamasicum</i>	10; 15	10		9
<i>Arabis kennedyae</i>	15	7		9
<i>Astragalus macrocarpus ssp. lefkarensis</i>	25; 20; 15	10	Τ. Π.	9
<i>Chionodoxa lochiaie</i>	10	70	Νιτρικά	9
<i>Crocus cyprius</i>	10	60	Τ. Π.	9
<i>Crocus hartmannianus</i>	10; 15	60		9
<i>Scilla morrisii</i>	15; 10	45	Νιτρικά	9
<i>Ranunculus kykkoensis</i>	20/11	30	Φως	9
<i>Pinguicula crystallina</i>	20	7	Φως	7, 9
<b>ΕΥΤΡΩΤΑ (V)</b>				
<i>Jurinea cypria</i>	15; 10	21		6
<i>Origanum cordifolium</i>	15; 10	16		9
<b>ΣΠΑΝΙΑ (R)</b>				
<i>Alyssum chondrogynum</i>	15; 10	4		10
<i>Cedrus brevifolia</i>	20	21	Ψ. Σ.	5
<i>Ferulago cypria</i>	5; 10; 15	100	Φως	9
<i>Onosma troodi</i>	15	7	Ψ. Σ., Τ. Π.	9
<i>Phlomis brevibracteata</i>	20; 15; 10	30		9
<i>Phlomis cypria</i>	20; 15	30		9
<i>Saponaria cypria</i>	20; 15	7	Ψ. Σ., Τ. Π.	15
<i>Sedum cyprium</i>	15; 20	28	Φως, GA <sub>3</sub>	7, 14
<i>Sedum microstachyum</i>	15; 20	28	Φως, GA <sub>3</sub>	14
<b>ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ (I)</b>				
<i>Allium automnale</i>	15; 10	14		13
<i>Allium willeanum</i>	15; 10	12		13
<b>ΕΝΔΗΜΙΚΑ ΜΗ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ</b>				
<i>Alyssum troodi</i>	20	25	Ψ. Σ., φως	10
<i>Arabis cypria</i>	15	20	φως, νιτρικά	11
<i>Arabis purpurea</i>	15	20	φως, νιτρικά	11
<i>Bosea cypria</i>	20; 15	30	αφαίρ. περικάρπ.	2
<i>Bupleurum sintenisii</i>	15; 20	20		12
<i>Centaurea akamantis</i>	15; 10	15		9
<i>Dianthus strictus var. troodi</i>	15; 20; 25	4		12
<i>Genista sphaelata ssp. crudelis</i>	15	25	Τ. Π.	12
<i>Gladiolus triphyllus</i>	15; 10	35		12
<i>Nepeta troodi</i>	20	12	Ψ. Σ. + φως + GA <sub>3</sub>	10
<i>Onobrychis venosa</i>	20; 15	4		12
<i>Ptilostemon chamaepeuce var. cyprius</i>				12
<i>Silene galatea</i>	15; 20	15		3
<i>Silene gemmata</i>	20; 15	20		3
<i>Salvia willeana</i>	15	11	Ψ. Σ., GA <sub>3</sub>	10
<i>Teucrium divaricatum ssp. canescens</i>	20	25	Φως, GA <sub>3</sub> , Ψ. Σ.	10

Τ. Π.: Τραυματισμός περιβλημάτων, Ψ. Σ.: Ψυχρή στρωμάτωση

## Βιβλιογραφία

1. BGCI-DATA (Botanic Gardens Conservation Secretariat Database), WCMC 1996. Rare and threatened plants of Cyprus. U. K.
2. Δεληπέτρου, Π. & Γεωργίου, Κ. 1991. Η φυσιολογία της φύτευσης στο ενδημικό φυτό της Κυπριακής χλωρίδας *Bosea cypria* Boiss. Πρακτικά 13ου Συνεδρίου ΕΕΒΕ, Ηράκλειο (υπό δημοσίευση).
3. Δεληπέτρου, Π., Ζαφειροπούλου Α. & Γεωργίου, Κ. 1996. Συγκριτική οικοφυσιολογική μελέτη της φωτοευσθησίας των σπερμάτων μεσογειακών ειδών του γένους *Silene*. Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας (υπό δημοσίευση).
4. ECE (Economic commission for Europe) 1991. European red list of globally threatened animals and plants. United Nations, New York.
5. Georghiou, K., Thanos, K. A. & Daskalaku, E. 1992. Ecophysiology of seed germination in *Cedrus brevifolia* (Hook. f.) Henry. Proceedings of the 14th Panhellenic Biological Conference, pp. 43-44. Nicosia, Cyprus.
6. Γεωργίου, Κ., Θάνος, Κ.Α., Σκορδίλης, Α., Δεληπέτρου, Π., Δασκαλάκου, Ε., Καδής, Κ. Χ. και Τσαμπάση Α. -Γ. 1991. Οικοφυσιολογική μελέτη της φύτευσης ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων φυτών της Κυπριακής χλωρίδας. Εκθεση προόδου (102 σελίδες), Πανεπιστήμιο Αθηνών.
7. Georghiou, K., Tsabassi, A.-G. & Kadis, C.C. 1993. Light - mediated germination control in the rare and threatened, small seeded plants *Sedum cyprium* and *Pinguicula crystallina*. Abstracts European Symposium Photomorphogenesis in Plants, p. 78, Italy.
8. Heywood, V. H. 1988. In Greuter, W. & Zimmer, B. (eds), Proceedings of the XIV International Botanical Congress, pp. 277-290.
9. Καδής, Κ. Χ. 1995. Η αναπαραγωγική βιολογία των αυστηρώς προστατευόμενων φυτών της Κυπριακής χλωρίδας. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
10. Kadis, C. C. & Georghiou, K. 1995. Germination requirements and conservation of endemic rare and threatened plants of Cyprus. Abstracts of the 5<sup>th</sup> International Workshop on Seeds. The University of Reading.
11. Παρασκευά, Δ., Καδής, Χ. Κ. και Γεωργίου Κ. 1996. Συγκριτική οικοφυσιολογική μελέτη της φύτευσης των σπερμάτων των ενδημικών φυτών της Κύπρου *Arabis purpurea* και *A. cypria*. Πρακτικά 6<sup>ου</sup> Επιστημονικού Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας (υπό δημοσίευση).
12. Σκοπελίτη, Σ., Καδής, Χ.Κ και Γεωργίου, Κ. Αδημοσίευτα δεδομένα.
13. Σκορδίλης, Α. & Γεωργίου, Κ. 1991. Η φυσιολογία της φύτευσης σπάνιων και απειλούμενων ειδών *Allium* της Κυπριακής χλωρίδας. Πρακτικά 13ου Συνεδρίου ΕΕΒΕ, Ηράκλειο (υπό δημοσίευση).
14. Tsambassi G. -A., & Georghiou K. 1992. The germination physiology of the rare plants of Cyprus *Sedum microstachyum* and *S. cyprium*. Proceedings of the 14th Panhellenic Biological Conference, p. 135. Nicosia, Cyprus.
15. Τσαμπάση, Α.-Γ., Γεωργίου, Κ. και Θάνος, Κ. Α. 1993. Η φυσιολογία της φύτευσης των σπερμάτων των κυπριακών ενδημικών φυτών *Saponaria cypria* και *Silene laevigata* (Caryophyllaceae). Πρακτικά 15ου Συνεδρίου ΕΕΒΕ, Φλώρινα-Καστοριά.
16. WCMC (World Conservation Monitoring Centre) 1993. Cyprus: Conservation status listing of plants. WCMC, UK.

**Το Κυπριακό βιοκλίμα και οι καταληκτικές φυτοκοινωνίες**  
**Βάσου Σ. Παντέλα**  
*Τμήμα Δασών, Υπουργείου Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος,*  
*Λευκωσία, ΚΥΠΡΟΣ*

**Περίληψη**

Το Κυπριακό βιοκλίμα έχει προκαταρκτικά ταξινομηθεί \ χαρτογραφηθεί σε οκτώ βιοκλιματικούς ορόφους και επιχειρείται η κατανομή της βλάστησης στον καθένα. Οι μέχρι τώρα περιγραφείσες φυτοκοινωνικές ενώσεις έχουν γίνει κατα κανόνα από ξένους μελετητές και πάσχουν από σοβαρές ελλείψεις. Συμπεραίνεται ότι απαιτούνται περισσότερα και πιο αντιπροσωπευτικά μετεωρολογικά στοιχεία καθώς και εμπειριστατωμένη μελέτη των διαφόρων φυτοκοινωνιών, που σε συνδυασμό θα μπορούσαν να δώσουν μια περισσότερο αξιόπιστη βιοκλιματική ταξινόμηση.

**The Cypriot bioclimate and the climax vegetation**  
**Vassos S. Pantelas**

**Abstract**

A preliminary bioclimatic classification \ mapping of the island has been attempted with the use of meteo data and GIS technology, and the vegetational distribution within each bioclimatic belt as well. Both meteo data and phytosociological studies are inadequate, to describe reliably the bioclimate of Cyprus, and therefore it is suggested to improve both by increasing the number of meteo stations and by studying the vegetation in more detail.

Όλοι μας ξέρουμε ότι ένα φυτό για να ζήσει, χρειάζεται θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος, νερό, αέρα, κάποιες θερμοκρασίες, και την ηλιακή ενέργεια.

Δύο σημαντικά στοιχεία που επηρεάζουν την κατανομή της βλάστησης πάνω στον πλανήτη μας, είναι το νερό που σχετίζεται με τη βροχόπτωση, και οι ακραίες θερμοκρασίες, ιδιαίτερα οι χαμηλές.

Γιαυτό και πολλοί μελετητές του φυτικού κόσμου έχουν αναπτύξει μεθοδολογίες που ταξινομούν το γήινο χώρο βιοκλιματικά, και συσχετίζουν τη βλάστηση με κλιματικά στοιχεία κυρίως τη βροχόπτωση και τις θερμοκρασίες.

Το νησί μας ανήκει στο Μεσογειακό μακροβιοκλίμα, και σύμφωνα με τη μεθοδολογία του Ισπανού βοτανικού Rivas Martinez, έχει **Ωκεάνιο Ξηροφυτικό**, και **Ωκεάνιο Μεσοφυτικό** βιοκλίμα.

Μεσογειακό βιοκλίμα, εκτός από τη λεκάνη της Μεσογείου, έχουν και κάποιες άλλες περιοχές του κόσμου όπως η Καλιφόρνια της Αμερικής, η κεντρική Χιλή στη Λατινική Αμερική, Η Νότιος Αφρική και η Νοτιοδυτική και Νότια Αυστραλία.

Σε μια πρόσφατη μελέτη μου, συνδύασα τη μεθοδολογία του πιο πάνω Ισπανού, με τη μεθοδολογία του γνωστού Γάλλου φυτοκοινωνιολόγου Emberger, και χρησιμοποιώντας κλιματικά στοιχεία της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, και την τεχνολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, κατάληξα σε μια προκαταρκτική βιοκλιματική ταξινόμηση \ χαρτογράφηση του Κυπριακού χώρου. Έκανα και κάποιες τροποποιήσεις πάνω στις πιο πάνω μεθοδολογίες που κατά την προσωπική μου άποψη ήταν αναγκαίες για μία καλύτερη προσαρμογή και ταξινόμηση έτσι που να προσιδιάζει καλύτερα στις ιδάζουσες συνθήκες του τόπου μας. Σύμφωνα με την ταξινόμηση αυτή, ο Κυπριακός χώρος κατατάσσεται σε οκτώ ομβροθερμικούς βιοκλιματικούς ορόφους, τους εξής ( βλ. σχετικό χάρτη ) :

- 1. Ημιορημικός θερμός** ( βροχόπτωση = < 400 χιλ. και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα = > 6 ° C )
- 2. Ημιορημικός εύκρατος** ( βροχόπτωση = < 400 χιλ. και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα = 3 - 6 ° C )
- 3. Ξηρός θερμός** ( βροχόπτωση = 400 - 600 χιλ. και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα = > 6 ° C )
- 4. Ξηρός εύκρατος** ( βροχόπτωση = 400 - 600 χιλ. και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα = 3 - 6 ° C )
- 5. Υψυγρός εύκρατος** ( βροχόπτωση = 600 - 900 χιλ. και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα = 3 - 6 ° C )
- 6. Υψυγρός δροσερός** ( βροχόπτωση = 600 - 900 χιλ. και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα = 0 - 3 ° C )
- 7. Υγρός δροσερός** ( βροχόπτωση = > 900 χιλ. και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα = 0 - 3 ° C )
- 8. Υγρός ψυχρός** ( βροχόπτωση = > 900 χιλ. και μέση ελάχιστη θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα = < 0 ° C )

Θα ήταν ίσως αξιοσημείωτο να λεχθεί ότι ενώ βρισκόμαστε στο κέντρο σχεδόν της Ανατολικής Μεσογείου, οι δύο πρώτοι βιοκλιματικοί όροφοι, αυτοί της περιοχής της Μεσαορίας, δεν είναι χαρακτηριστικοί του Μεσογειακού βιοκλιματικού.

Μία βιοκλιματική ταξινόμηση είναι απαραίτητη για τη σωστή διαχείριση της υπάρχουσας φυσικής βλάστησης, για την επιλογή των κατάλληλων γεωργικών καλλιεργειών, αλλά και των φυτικών ειδών για εγκατάσταση \ επανεγκατάσταση, όπου η φυσική βλάστηση για οποιοδήποτε λόγο απουσιάζει.

Δίνει επίσης τη δυνατότητα υπολογισμού των καταληκτικών φυτοκοινωνιών, και τα διάφορα στάδια οικολογικής διαδοχής αξιαιτίας φυτοκοινωνικής οπισθοδρόμησης. Εξάλλου, οι φυτοκοινωνίες μας στο σύνολο τους βρίσκονται σε κάποιο στάδιο δευτερεύουσας διαδοχής λόγω οπισθοδρόμησης από ανθρώπινη κυρίως παρέμβαση.

# Βιοκλιματικός χάρτης της Κύπρου

( Βάσου Σ. Παντέλα )

1 Ημερημικός θερμός

2 Ημερημικός ήπιος

3 Ξηρός θερμός

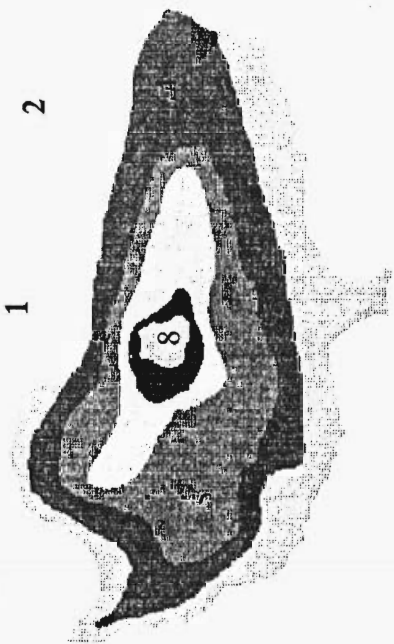
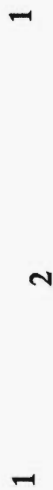
4 Ξηρός ήπιος

5 Υφυγρος ήπιος

6 Υφυγρος δροσερός

7 Υγρός δροσερός

8 Υγρός ψυχρός



Οι μελετητές των φυτοκοινωνικών διαπλάσεων του τόπου μας, μέχρι τώρα ήταν κατά αποκλειστικότητα ξένοι όπως ο Holmboe, ο Zohary, ο Poore ο Quezel, όπως άλλωστε και εκείνοι της χλωρίδας και της πανίδας μας ( Kotchy, Meikle, Bannerman, Took κλπ ).

Οι μελέτες αυτές παρόλο που είναι πολύ σημαντικές για τον τόπο μας, εντούτοις υποφέρουν από δικαιολογημένες ελλείψεις. Η έλλειψη ντόπιων μελετητών ή ερευνητών πάνω στα θέματα αυτά, οφείλεται και στη μέχρι τώρα έλλειψη ερευνητικών ιδρυμάτων και Πανεπιστημίου.

Η πιο πρόσφατη δουλειά, σχετικά με τις φυτοκοινωνικές ενώσεις του τόπου μας, είναι αυτή των Quezel & Barbero, σαν μέρος ενός χάρτη της Μεσογείου που έγινε το 1985, με τίτλο " Carte de la vegetation potentialle de la region mediterraneen ".

Στη δουλειά αυτή διακρίνουν εννέα ( 9 ) φυτοκοινωνικές ενώσεις σύμφωνα με το Διεθνή Φυτοκοινωνιολογικό Κώδικα. Αξιοσημείωτο ή μάλλον αξιοπερίεργο είναι ότι τους διέφυγε ολόκληρη η Μεσαορία που αποτελεί το 35% του Κυπριακού χώρου.

Αντίθετα, ο θεωρούμενος σαν πατέρας της βοτανικής επιστήμης στο Ισραήλ, M. Zohary, στο πράγματι μνημειώδες έργο του " Geobotanical Foundations of the Middle East ", 1973, περιγράφει για τη Μεσαορία τη φυτοκοινωνική ένωση " Ziziphetum loti cypricum " και αναφέρει χαρακτηριστικά :

"Πολύ αινιγματική είναι η παρουσία του *Z. lotus* στην Κύπρο. Εδώ είναι πολύ κοινός στην κεντρική πεδιάδα της μέχρι και τους πρόποδες των βουνών της. Συνοδεύεται συνήθως από ξηροφυτική μεσογειακή φρυγανώδη βλάστηση, και κάποτε είναι σε μίξη με υπολείμματα καταστραμμένου (ruined) πευκοδάσους". Ο Zohary, περιγράφει και άλλες φυτοκοινωνικές ενώσεις της Κύπρου με μεγάλη ακρίβεια, ενώ για κάποιες άλλες είναι λιγώτερο ακριβής.

Δυστυχώς, οι Quezel & Barbero, δημοσιοποιώντας τις δικές τους φυτοκοινωνικές ενώσεις σύμφωνα με τον πιο πρόσφατο Διεθνή Φυτοκοινωνιολογικό Κώδικα, έχουν αντικαταστήσει εκείνες του Zohary παρόλο που κατά τη δική μου προσωπική άποψη δέν ανταποκρίνονται καλύτερα προς την πραγματικότητα.

#### **Οι βιοκλιματικοί όροφοι σε σχέση με τη βλάστηση**

Τα διάφορα φυτικά είδη, συνυπάρχουν κατα ομάδες ,όχι με τυχαίο τρόπο, αλλά συγκεντρώνονται σε φυτοκοινότητες που αλληλοεπιδρούν και αλληλοεπηρεάζονται το ένα είδος με τα άλλα.

Εξάλλου η παρουσία συγκεκριμένων φυτοκοινωνιών σχετίζεται άμεσα με τα γενικότερα και ειδικότερα κλιματικά και εδαφικά στοιχεία μιάς περιοχής.

Αν κοιτάξουμε για παράδειγμα μέσα στον κάμπο της Μεσαριάς, ιδιαίτερα μέσα στο καλοκαιρινό λιοπύρι θα δούμε μεσοχώραφα κάποιες κηλίδες πράσινου, που σπάζουν τη μονοτονία της ποκαλάμης. Είναι η κοινή κονναρκά ( *Ziziphus lotus* ), που επι αιώνες καταπολεμήθηκε από τον Κύπριο αγρότη, που την έκοβε, τη ξερίζωνε, την έκαιγε και που αυτή σε πείσμα κατάφερε να επιβιώσει. Θα δούμε επίσης, στα σύνορα των χωραφιών κυρίως, μοσφιλιές ( *Crataegus azarolus* ), άλλοτε σε θαμνώδη μορφή λόγω απανωτού κοψίματος ή καψίματος, και κάποτε σε δεντρώδη μορφή, βαθθικιώτες, καταφύγιο σκιάς για κανένα διαβάτη βοσκό και για το κοπάδι του. Θα δούμε και το θρουμπί ή θυμάρι ( *Thymus capitatus* ), καθώς και άλλα είδη όπως *Sarcopoterium spinosum* ( μαζίν ), *Asparagus spp* ( αγρελιές ), *Hedysarum cyprium*, *Asperula cypria*, *Onosma fruticosum*, *Onobrichys venosa*, *Convolvulus oleifolius*, *Hyparrhenia hirta*, *Stipa barbata* , *Prosopis farcta* κλπ. Τα πιο πάνω είδη αυτοφύονται στον Ημιορημικό Εύκρατο όροφο.

Άλλα είδη όπως η ελιά ( *Olea europaea* ), η χαρουπιά ( *Ceratonia siliqua* ), ο αγριόπευκος ( *Pinus brutia* ), η συκιά ( *Ficus carica* ) δέν αυτοφύονται στο βιοκλιματικό αυτό όροφο, παρα μόνον αντέχουν και επιβιώνουν υπο κάποιες

προυποθέσεις. Θα συναντήσουμε βέβαια και τα κάθε λογής εισαγμένα ξενικά είδη όπως ευκάλυπτα, ακακίες, εσπεριδοειδή, φίκους κλπ.

Στίς παραλιακές μας περιοχές και μέχρι υψόμετρο γύρω στα πεντακόσια μέτρα, θα συναντήσουμε κυρίως τη χαρουπιά (*Ceratonia siliqua*), την ελιά (*Olea europaea*), τον παραλιακό αόρατο (*Juniperus phoenicea*), τη σχοινιά (*Pistacia lentiscus*), το κυπαρίσι (*Cupressus sempervirens*), το αγριόπευκο (*Pinus brutia*), την περνιά (*Quercus coccifera* ssp. *calliprinos*), την αγριοτρεμιθιά (*Pistacia terebinthus*), τη βαλανιδιά (*Quercus infectoria* ssp. *veneris*), τον τρέμιθο (*Pistacia atlantica*), τη μοσφιλιά (*Crataegus azarolus*), την αντρουκλιά (*Arbutus andrachne*), τα ρασιά (*Genista sphacelata* και *Calycotome villosa*), τις ξυσταρκές (*Cistus* spp.), τη σπατζιά (*Salvia fruticosa*) κλπ.

Το είδος αυτό της βλάστησης αυτοφύεται στον **Ημερημικό θερμό**, και στους **Ξηρό θερμό** και **Ξηρό εύκρατο** βιοκλιματικούς ορόφους.

Λίγο πιο ψηλά στις πλαγιές του Τροόδου (τα λεγόμενα μεσορίνια) και σε ολόκληρη τη βόρεια οροσειρά του Πενταδάκτυλου, θα συναντήσουμε κυρίως το αγριόπευκο (*Pinus brutia*), ξανά τη μοσφιλιά (*Crataegus azarolus*), το κυπαρίσι (*Cupressus sempervirens*) τη βαλανιδιά (*Quercus infectoria* ssp. *veneris*), την περνιά (*Quercus coccifera* ssp. *calliprinos*), τη λατζιά (*Quercus alnifolia*) εκτός από την οροσειρά του Πενταδάκτυλου), την αντρουκλιά (*Arbutus andrachne*), την αγριοτρεμιθιά (*Pistacia terebinthus*), το σφενδάμι (*Acer obtusifolius*), διάφορα είδη ξυσταρκάς (*Cistus* spp.), σπατζιά (*Salvia fruticosa*) κλπ. Στην περιοχή του Τριπύλου, σ' ένα κομμάτι του δάσους της Πάφου θα συναντήσουμε και το Κυπριακό κέδρο (*Cedrus brevifolia*), το ενδημικό μας δέντρο πραγματικό στολίδι του τόπου μας.

Η βλάστηση αυτή αυτοφύεται στους **Υφυγρο εύκρατο** και **Υφυγρο δροσερό** βιοκλιματικούς ορόφους.

Ακόμα πιο ψηλά, γύρω από την κορφή του Τροόδου τη χιονίστρα, θα συναντήσουμε το μαντόπευκο (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*), τον αόρατο του Τροόδου (*Juniperus foetidissima*), τον αόρατο της Μαδαρής (*Juniperus excelsa*), την αγριοτριανταφυλλιά της χιονίστρας (*Rosa chionistrae*), καθώς και τον αόρατο τον οξύκεδρο (*Juniperus oxycedrus*).

Το είδος αυτό της βλάστησης ευδοκμεί στους **Υγρό δροσερό** και **Υγρό ψυχρό** βιοκλιματικούς ορόφους.

Στίς παραποτάμιες περιοχές θα συναντήσουμε σύνήθως υδρόφιλη βλάστηση από πλατάνια (*Platanus orientalis*), σκλήδρους (*Alnus orientalis*), αγνιές (*Vitex agnus-castus*), ιτιές (*Salix alba*), αροδάφνες (*Nerium oleander*), δάφνες (*Laurus nobilis*), μέρικους (*Tamarix* spp.), μερσινιές (*Myrtus communis*) κλπ.

Όλα τα πιο πάνω είδη που αναφέραμε, μαζί με άλλα πολυάριθμα είδη από τη λεγόμενη ποώδη βλάστηση, ζούν και αναπτύσσονται σε αλληλοεξάρτηση μεταξύ τους, και σχηματίζουν χαρακτηριστικές φυτοκοινωνίες που σχετίζονται και με ιδιαίτερα κλιματοεδαφικά στοιχεία.

Παρατηρήσεις - Συμπεράσματα

Από τα μέχρι τώρα εκτεθέντα, γίνεται αντιληπτό ότι η συνοικολογική μας γνώση σε σχέση με τις Κυπριακές φυτοκοινωνίες βρίσκεται σε νηπιακό στάδιο, σε αντίθεση με την αυτοοικολογική γνώση των ειδών και των πληθυσμών τους που είναι σχετικά ικανοποιητική.

Η βιοκλιματική ταξινόμηση \ χαρτογράφηση είναι και αυτή ανεπαρκής, από τη μία λόγω έλλειψης επαρκούς δικτύου μετεωρολογικών σταθμών ιδιαίτερα σε σχέση με τις θερμοκρασίες, και από την άλλη λόγω ανεπαρκούς γνώσης της κατανομής της Κυπριακής φυσικής βλάστησης.

Εξάλλου και οι διάφορες μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν μέχρι τώρα για την ευρύτερη περιοχή της λεκάνης της Μεσογείου, είναι ελλιπείς για τους ίδιους όπως πιο πάνω λόγους, αλλά και γιατί ενώ στηρίζονται σε στοιχεία κάποιου



περιορισμένου γεωγραφικού χώρου, λανθασμένα μεταφέρονται και γενικεύονται για ολόκληρη τη Μεσογειακή λεκάνη.

Οι δύο πρόσφατες εργασίες της **βιοκλιματικής ταξινόμησης - χαρτογράφησης** ( Bioclimatic classification of Cyprus, by V. Pantelas ), και της **χαρτογράφησης των καταληκτικών φυτοκοινωνιών** ( Contribution to the knowledge of vegetation and bioclimate of Cyprus, by Antoni Barber i Valles ), μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για μία πιο λεπτομερειακή μελέτη τόσο του Κυπριακού βιοκλίματος όσο και της βλάστησης.

Το τελευταίο εξάμηνο του 1995 άρχισε από τον Τομέα Πάρκων και Περιβάλλοντος του Τμήματος Δασών, υπό την καθοδήγηση και το συντονισμό του προϊσταμένου του Β. Παντέλα, μία σημαντική συστηματική καταγραφή της βλάστησης δειγματοληπτικά για ολόκληρο τον Κυπριακό χώρο. Για τη δουλειά αυτή χρησιμοποιούνται και οι δύο επικρατούσες μεθοδολογίες, η φυτοκοινωνιολογική της σχολής του Braun Blanquet, και η φυσιογνωμική της σχολής του Clements.

Με την περάτωση της καταγραφής της βλάστησης και τη χαρτογράφηση της, θα είναι δυνατή στη συνέχεια, και μια πιο λεπτομερειακή βιοκλιματική ταξινόμηση-χαρτογράφηση.

Θα μπορέσουμε έτσι να κατανοήσουμε καλύτερα, το χώρο που ζούμε και σάν άνθρωποι δημιουργούμε ( η καταστρέφουμε ), αλλά και τα άλλα ζωντανά του τόπου μας, ζώα και φυτά.

Θα μάθουμε ίσως γιατί δέν έπρεπε να καταστρέψουμε τη φυσική βλάστηση στην Πέτρα του Ρωμιού, αντικαθιστώντας τη με ξενόφερτα είδη όπως η κουκουναριά, η ακακία, ο ευκάλυπτος , ή την πολύτιμη μακκία βλάστηση στην Κακορατζιά, όπως χαρουπιά, αγριελιά, τρεμιθιά, σχοινιά και γιατί όχι και ξυσταρκά για να τα αντικαταστήσουμε με τη μονοκαλλιέργεια του πεύκου.

Στον κάθε βιοκλιματικό όροφο, είναι σημαντικό να επιλέγονται κατά προτεραιότητα εκείνα τα είδη που αυτοφύονται, κατά δεύτερο λόγο ιθαγενή που δέν αυτοφύονται μόν αλλά μπορούν να επιβιώσουν, και τέλος προσεκτικά επιλεγμένα ξενικά είδη που μπορούν να επιβιώσουν.

Η παρατηρούμενη αλλοίωση του Κυπριακού τοπίου, αλλά προ πάντων η αλλοτρίωση του με τα κάθε λογής εισαγόμενα ανεξέλεκτα ξενικά είδη, είναι ζημιογόνα, και **Εθνικά απαράδεκτη**.

Δέν διαφέρει ουσιαστικά, από τον εκτοπισμό του γηγενούς ανθρώπινου πληθυσμού, τη δημογραφική αλλοίωση ή την με οποιοδήποτε τρόπο αλλοτρίωση του.

Η Εθνική μας ταυτότητα, δέν είναι μόνο οι άνθρωποι, είναι και η γή μας, αλλά προ πάντων και όλα τα άλλα ζωντανά του τόπου μας, που αλοίμονο, εντελώς ασυλλόγιστα και κόντρα στους φυσικούς νόμους είτε εξοντώνουμε ανελέητα, είτε εκτοπίζουμε με άλλα ξενικά είδη αμφίβολης πολλές φορές οικολογικής ή άλλης αξίας.

### **Βιβλιογραφία**

Barbero M. & Quezel P., 1979. *Contribution a l'etude des groupements forestiers de Chypre*. Documents Phytosociologiques. Vol. IV.

Meikle R.D., 1977-1985. *Flora of Cyprus*. Vol. I and II. Bentham-Moxon Trust, Royal Botanic Gardens, Kew.

Pantelas V., 1995. Bioclimatic classification of Cyprus. Unpublished

Quezel P. & Barbero M., 1985. *Carte dela vegetation potentielle de la region mediteranneenne. Feuille no 1: Mediterranee Orientale*. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris.

Rivas-Martinez S., 1994. *Clasificacion Bioclimatica de la Tierra (Bioclimatic Classification System of the Earth)*. Folia Botanica Matritensis 12.

Zohary M., 1973. *Geobotanical Foundations of the Middle East*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.

***Μιά οικολογική προσέγγιση προστασία και επανεγκατάσταση  
της φυσικής βλάστησης***

**( Βάσου Σ. Παντέλα, Δασολόγου, Βιολόγου, Οικονομολόγου και Κυριάκου  
Κυριάκου, Δασολόγου, βοτανολόγου )**

*Τμήμα Δασών Υπουργείου Γεωργίας Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Λευκωσία,  
ΚΥΠΡΟΣ*

**Περίληψη**

Η Κυπριακή φυσική βλάστηση έχει αλλοιωθεί και συρρικνωθεί δραστικά από υπερβόσκηση, πυρκαϊές, ξύλευση, εκχερσώσεις, μονοκαλλιέργεια και εισαγωγή ξενικών φυτικών ειδών. Τονίζεται η ανάγκη για αποκατάσταση της φυτικής βιοποικιλότητας και για αύξηση της δασοκάλυψης \ φυτοκάλυψης με προστατευτικά μέτρα κατά των κινδύνων που την απειλούν μέσω σωστής ενημέρωσης του πολίτη, και της Νομοθετικής και Εκτελεστικής εξουσίας του τόπου μας.

**An ecological approach for the protection and restoration of the  
natural vegetation in the island of Cyprus**

**( By Vassos S. Pantelas ( Forester, biologist, economist ) and Kyriacos A.  
Kyriacou**

**( forester, botanist )**

**Abstract**

The Cypriot natural vegetation has been drastically changed and decreased by many man made factors such as overgrazing, fires, fellings, monoculture, uprooting and by introduction of exotics. There is an urgent need for restoring the vegetational biodiversity and for increasing the forest \ vegetational cover with locally grown plant species through protective measures against the various threatening agents.

## **1.Εισαγωγή.**

Η φύση έχει τους νόμους της για διαδοχή και ανέλιξη της βλάστησης. Έτσι, με την εδαφογένεση, ξεκινά μια διαδικασία εγκατάστασης στην αρχή κάποιων πρόδρομων χαμηλών φυτικών ειδών, για να ακολουθήσουν οι θάμνοι, και τελικά ίσως η δενδρώδης βλάστηση. Η διαδικασία αυτή της οικολογικής διαδοχής ή ανέλιξης, μπορεί να κρατήσει μέχρι και χίλια ( 1000 ) χρόνια για να φτάσει σε μια τελική μορφή, τη λεγόμενη καταληκτική φυτοκοινωνία ( ένωση κλίμακα ) που θεωρητικά παραμένει σταθερή και αναλλοίωτη.

Η ανθρώπινη παρέμβαση πάνω στη βλάστηση, με ξύλευση, πυρκαϊά, εκχερσώσεις, υλοτομίες, υπερβόσκηση κλπ. δημιουργεί μια οπισθοδρόμηση της εξελικτικής διαδικασίας, οπότε τότε μιλούμε για **δευτερογενή διαδοχή ή ανέλιξη**, σε αντίθεση με την **πρωτογενή**. Η δευτερογενής διαδοχή ή ανέλιξη διαρκεί συνήθως πενήντα με εκατό χρόνια για να φτάσει στο τελικό στάδιο των καταληκτικών φυτοκοινωνιών.

Η Κυπριακή φυσική βλάστηση είναι στο σύνολο της δραστικά διαταραγμένη, και επομένως βρίσκεται σε κάποιο στάδιο δευτερογενούς διαδοχής, που όμως διαφέρει από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με το βαθμό της αρχικής διατάραξης, τη χρονική διάρκεια της ανέλιξης, και το βιοκλιματικό όροφο που βρίσκεται.

Πρίν πενήντα τόσα χρόνια, το κάθε νοικοκυριό, έπρεπε να μαγειρέψει την τροφή του, να φτιάξει το ψωμί του στο φούρνο, να βράσει το νερό για το μπάνιο του, ή να ζεσταθεί το χειμώνα, με ξύλα που μάζευε από τα δάση ή από τη λεγόμενη άγρια βλάστηση. Ακόμα χρειαζόταν το ντόπιο ξύλο, για τη στεγασιά του σπιτιού του και για τα έπιπλα του, ή και για ξυλοκιβώτια προς μεταφορά των γεωργικών προϊόντων. Ήταν τότε οι ανάγκες σε ξύλο διαφορετικές από σήμερα, αλλά και η δυνατότητα εισαγωγής προϊόντων του ξύλου πολύ περιορισμένη, λόγω οικονομικής υπανάπτυξης.

## **2.Οι μέχρι τώρα αναδασώσεις**

Ο κύριος δασοπόνος, έμαθε για τις ανάγκες του τόπου του σε δασικά προϊόντα, ιδιαίτερα του ξύλου, και καθόλου ή σπάνια διδάχτηκε για επανεγκατάσταση της ποικιλότητας των ενδημικών φυτών, ή για τη διάσωση της οικολογικής πληρότητας του βιοτικού μωσαϊκού της γής του. Έπρεπε τότε να φροντίσει για τις ζωτικής σημασίας βασικές ανάγκες του τόπου του σε προϊόντα του ξύλου.

Πολύ δικαιολογημένα επικεντρώθηκε στην εγκατάσταση φυτικών ειδών, κατά κανόνα δεντροειδών, που να ευδοκιμούν κάτω από τις αντίξοες κλιματοεδαφικές μας συνθήκες, και που να είναι κατά το δυνατόν ταχυσυετή. Ακόμα πειραματίστηκε και με ξενικά είδη όπως η ακακία και ο ευκάλυπτος από τη μακρινή Αυστραλία, η χαλέπιος πεύκη και η κουκουναριά από γειτονικές χώρες.

Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται από ένα άρθρο του **Γ. Ω. Τσιάμπαν** στο περιοδικό Δασικοί Θησαυροί του 1948, η τότε επίσημη αποικιοκρατική δασική πολιτική, επικεντρωνόταν στην εξάπλωση των εξής δασικών ειδών, που στη συνέχεια εφαρμόστηκε, και που τα αποτελέσματα της είναι έκδηλα μέχρι σήμερα.

### **A. Κωνοφόρα:**

Πεύκος ο χαλεπιανός, μαντόπευκος, πεύκος ο ήμερος, πεύκος των Καναρίων νήσων, κυπαρίσσι, κέδρος.

### **B. Πλατύφυλλα**

Ευκάλυπτος, ακακία, καζουαρίνα, καβάκι, πλάτανος, κυπριακή βαλανιδιά, καρυδιά, καστανιά, ροβινία.

Τα πιο δημοφιλή φυτικά είδη για τα αναδασωτικά προγράμματα υπήρξαν κατά κύριο λόγο η τραχεία πεύκη, ο ευκάλυπτος και η ακακία, και κατά δεύτερο λόγο η κουκουναριά το κυπαρίσσι και το Κυπριακό κέδρο.

Η τραχεία πεύκη, το κυριώτερο ντόπιο αυτοφυές μας κωνοφόρο, είναι σχετικά ταχυαυξές, και ιδιαίτερα ξηρανεκτικό. Είναι πολύ καλά προσαρμοσμένο στις κλιματοοδαφικές συνθήκες του τόπου μας, επικεντρώνει τη βλαστική του δραστηριότητα το φθινόπωρο - χειμώνα- άνοιξη, ενώ σταματά ο μεταβολισμός και η ανάπτυξη κατά τη ξερή και θερμή καλοκαιρινή περίοδο που υπάρχει έλλειψη νερού. Μετά από πυρκαϊά και εφόσον υπάρχουν κατάλληλοι σπορείς εποικίζει με σχετική ευκολία το χώρο, ενώ η κατ'επανάληψη πυρκαϊά ευνοεί περισσότερο το ρασί.

Η απανωτή ανθρώπινη παρέμβαση πάνω στη φυσική βλάστηση, με πυρκαϊές, ξύλευση και υπερβόσκηση, καθώς και η αναδάσωση έχει ευνοήσει την τραχεία πεύκη που εποικίζει το χώρο σχετικά εύκολα σε βάρος άλλων αυτοφυών δέντρων και θάμνων του τόπου μας.

### **3. Προβλήματα μονοκαλλιέργειας**

Σήμερα οι συνθήκες είναι πολύ διαφορετικές, τόσο οι ανάγκες όσο και η διαθεσιμότητα των φυτικών προϊόντων. Αλλά και οι γνώσεις μας σχετικά με τη σχέση και την αλληλεπίδραση φυτών - ζώων και ανθρώπου είναι σήμερα πλουσιώτερες.

Η επικράτηση της τραχείας πεύκης, και του ρασιού σε βάρος άλλων φυτικών ειδών, έχει ανατρέψει την ισορροπία της φυσικής βλάστησης, με συνακόλουθο τη μονοκαλλιέργεια σε σχετικά μεγάλες εκτάσεις δασικής γής, με σοβαρές αρνητικές συνέπειες στο τοπίο, στο οικοσύστημα, στην πανίδα του τόπου μας, και γενικά στη βιοποικιλότητα.

Εξ άλλου η μονοκαλλιέργεια είναι δυνητικά επιδεκτική καταστροφών από επιδημικές προσβολές, αλλά και προβλημάτων γενετικής, γιατί όλα αυτά τα εκατομμύρια δέντρα είναι μάλλον όλα στενά συγγενικά.

Κάποιες προσπάθειες μίξης κωνοφόρων όπως τραχεία πεύκη, κυπαρίσσι, κέδρο είχαν μηδαμινό αποτέλεσμα, και εξ άλλου μιά τέτοια μίξη καθόλου δεν συνάδει με τη φυσική μεσογειακή βλάστηση.

Ο κρατικός φορέας, το Τμήμα Δασών, δεν έχει δυστυχώς απαλλαγεί από την απαρχαιωμένη πιά αντίληψη περί δημιουργίας δάσους της εποχής του 1930 - 1940, εξακολουθεί να στηρίζει τη μονοκαλλιέργεια, και γίνεται ο κύριος συνεργός της αθρόας εισαγωγής και προώθησης ξενικών ειδών.

### **4. Αλλοίωση του μεσογειακού χαρακτήρα των πόλεων μας**

Οι πόλεις μας, τόσο η πρωτεύουσα όσο και οι παραλιακές, εκτός από την αρχιτεκτονική κακομεταχείριση που άλλαξε δραστικά το μεσογειακό τους χαρακτήρα, έχουν υποστεί και μιά άνευ προηγουμένου αλλοίωση ή μάλλον αλλοτρίωση με τα κάθε λογής ξενόφερτα φυτικά είδη που τα πλείστα είναι αμφίβολης οικολογικής ή άλλης αξίας.

Ενώ πρίν μερικά χρόνια η Λευκωσία περιτριγυριζόταν από δάση ελαιώνων, που της πρόσδιδαν ένα ιδιαίτερο χαρακτήρα, σήμερα οι περισσότερες ελχές έχουν θυσιαστεί στο βωμό της οικοπεδοποίησης.

Με το κτίσιμο των σπιτιών και των άλλων πολυώροφων κτιρίων, απομακρύνεται και το οποιοδήποτε απομεινάρει ντόπιας αυτοφυούς βλάστησης, για να αντικατασταθεί με ξενόφερτα καλλωπιστικά κυρίως είδη, όπως φίκους, τζιακαράντες, γρεβίλλιες, κάσουλινες, θούγιες, πιττόσπορους, βουκενβίλλιες κλπ.

Πρόσφατα, η απαράδεκτη αυτή κατάσταση άρχισε να επεκτείνεται και στα χωριά της υπαίθρου μας με ανησυχητικό ρυθμό.

### **5. Η φυτοκάλυψη πρικών δρόμων**

Η εγκατάσταση βλάστησης σε πρανά και σε νησίδες νέων δρόμων ιδιαίτερα των υπεραστικών είναι μια πρακτική που ακολουθείται από το Τμήμα Δημοσίων Έργων σε συνεργασία με το Τμήμα Δασών με ικανοποιητικό αποτέλεσμα.

Μόνο που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά κόρον ξενικά είδη, και ελάχιστα ντόπια. Τα ντόπια φυτικά είδη όπως η σχοινιά, η χαρουπιιά, το ρασί, η τρεμιθιά, η περνια, το πεύκο, το κυπαρίσσι, η μωσφιλιά, ο αόρατος, η στερατζιά, η δάφνη, η λατζιά κλπ., με κατάλληλη επιλογή και μίξη είναι δυνατόν να υπερέχουν των ξενικών, τόσο αισθητικά όσο και οικολογικά.

Τα πρηνή των δρόμων και οι νησίδες, μπορούν να γίνουν η διαφημιστική βιτρίνα των ντόπιων φυτών μας, ένα σημαντικό μέσο ενημέρωσης, επιμόρφωσης και ευαισθητοποίησης του πολίτη.

### **6. Ανάγκη αποκατάστασης της φυτικής βιοποικιλότητας**

Η Κυπριακή βλάστηση πρέπει να αποκατασταθεί μετατρεπόμενη σε μία πλούσια μικτή τόσο με κωνοφόρα (τραχεία πεύκη, μαύρη πεύκη, κυπαρίσσι, αόρατος, κέδρος), όσο και με πλατύφυλλα είδη δρυός (περνια, λατζιά, βαλανιδιά), είδη  *Pistacia* (σχοινιά, τρεμιθιά, τρέμιθος), μωσφιλιά, χαρουπιιά, ελιά, η αντρουκλιά, καθώς και με παραποτάμια βλάστηση από πλατάνο, σκλέδρο, στερατζιά, δάφνη, μερσινιά κλπ. Όλα τα πιο πάνω είδη, θα πρέπει να επιλέγονται με προσοχή και κατά προτεραιότητα να εγκαθίστανται στον ανάλογο βιοκλιματικό όροφο που αυτοφύονται.

Φυτικά είδη που δεν αυτοφύονται μόνον αλλά που αποδειγμένα μπορούν να ευδοκιμήσουν σε συγκεκριμένο βιοκλιματικό όροφο, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κατά εξαίρεση, και κυρίως σε περιοχές με φτωχή βιοποικιλότητα, όπως είναι για παράδειγμα η περιοχή της κεντρικής Μεσαορίας.

Στην ημερησική αυτή περιοχή, το μοναδικό είδος δέντρου που αυτοφύεται είναι η μωσφιλιά, που δυστυχώς καταπολεμήθηκε με μανία από τον Κύπριο γεωπόνο, με τη δικαιολογία ότι είναι φορέας γεωργικών ασθενειών, ενώ από τους θάμνους η κομμαρκά (*Ziziphus lotus*), το *Lycium ferocissimum*, το θυμάρι (*Thymus capitatus*), το μαζί (*Sarcopoterium spinosum*), η *Nhoaea mucronata* κλπ.

### **7. Αποκατάσταση και της ζωοποικιλότητας**

Η αποκατάσταση της φυτοποικιλότητας δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για αποκατάσταση και της ζωοποικιλότητας, είτε με φυσικές διαδικασίες αλλά και με επανεισαγωγή ειδών που υπήρχαν στον τόπο μας και εξαφανίστηκαν και που ζούν ακόμα σε άλλες γειτονικές μας χώρες.

### **8. Ανάγκη για αύξηση της δασοκάλυψης \ φυτοκάλυψης**

Η δασοκάλυψη του τόπου μας είναι πολύ χαμηλή σε σχέση με το μέσο όρο σε παγκόσμια κλίμακα, καθώς επίσης και από το μέσο όρο των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Παρενθετικά εδώ σημειώνω ότι η επικρατούσα τακτική του Τμήματος Δασών να αναφέρεται στο δάσος όπως το ορίζει η δασική νομοθεσία και όχι με τον επιστημονικό του ορισμό δημιουργεί σύγχυση και παραπλάνηση της κοινής γνώμης.

Δέν είναι λίγες οι φορές που ακούμε τον εκάστοτε Υπουργό Γεωργίας να αναφέρεται σε δασοκάλυψη της τάξης του 19%, και να συγκρίνει με τα αντίστοιχα υποτίθεται στοιχεία δασοκάλυψης του Ελληνικού χώρου ή άλλων χωρών της Ευρώπης. Επίσης όταν γίνεται αναφορά περί δασικής γής, σπάνια αναφέρεται έστω και κατά προσέγγιση η διθεσιμότητα τέτοιας γής είτε κρατικής είτε ιδιωτικής.

Πιο κάτω παραθέτω συγκριτικά στοιχεία για την Ελλάδα και την Κύπρο, με τις όπως πιο κάτω έννοιες περί δάσους, που πιστεύω θα ξαφνιάσουν ακόμα και πολλούς από σας:

**Δάσος** : Έκταση γής καλυμμένη με ψηλή δεντρώδη βλάστηση, τουλάχιστον ενός εκταρίου και με πυκνότητα τουλάχιστον 10% (βαθμός συγκόμωσης)

**Μερικώς δασοσκεπής έκταση** : Έκταση γής καλυμμένη με ψηλή δεντρώδη βλάστηση με πυκνότητα κάτω από 10%.

**Θαμνώνας** : Έκταση γής καλυμμένη με ψηλή θαμνώδη βλάστηση ( παραλιακός αόρατος, περνια, σχοινιά, λατζιά, δάφνη, στερατζιά κλπ )

**Φρυγανότοπος** : Έκταση γής καλυμμένη με χαμηλή θαμνώδη βλάστηση

Α/Α	Είδος φυτοκάλυψης	ΕΛΛΑΔΑ		ΚΥΠΡΟΣ	
		έκταση ha	%	έκταση ha	%
1.	Ψηλά δάση	65000	6.6	2500000	19
2.	Μερικώς δασοσκεπείς +αναδασώσεις +θαμνότοποι	243000	24.5	3200000	24
3.	Λοιπές εκτάσεις ( γυμνά, υγράτοποι κλπ )	10000	1.0	3200000	24
4.	Γεωργική γή, οικισμοί κλπ	607400	67.9	4300000	33
	ΣΥΝΟΛΑ	925400	100.0	13200000	100

Η ανάγκη για αύξηση της δασοκάλυψης \ φυτοκάλυψης στον τόπο μας είναι σήμερα καθολικά αποδεκτή τουλάχιστον λεκτικά, με τη διαφορά ότι υπάρχουν πρακτικές δυσκολίες στην υλοποίησή της.

Τέτοιες δυσκολίες συνομίζονται όπως πιο κάτω:

1. Ελλειψη σωστής κρατικής πολιτικής και κινήτρων προς τον ιδιωτικό τομέα για δημιουργία δάσους.
2. Αρνητική στάση του αρμόδιου για τη χαλίτικη γή Υπουργείου Εσωτερικών στην παραχώρηση τέτοιας γής για σκοπούς αναδάσωσης.
3. Κατακερματισμός της γής, λόγω ιδιοκτησιακού καθεστώτος έτσι που να μην επιτρέπει τη δάσωση ικανοποιητικά μεγάλης συνεχούς έκτασης, για τη δημιουργία δασικού περιβάλλοντος.
4. Ανεπαρκής γνώση για σωστή επανεγκατάσταση των αυτοφυών φυτικών μας ειδών στον κατάλληλο βιοκλιματικό όροφο.
5. Έλλειψη πολιτικής και βούλησης εκ μέρους των αρμόδιων κρατικών φορέων για δημιουργία των κατάλληλων μηχανισμών προστασίας ( πρόληψη και καταστολή ) στην υπάρχουσα φυσική βλάστηση έξω από τα λεγόμενα κρατικά δάση.

#### 9. Προστασία, το κύριο μέλημα

Η διατήρηση, ή ακόμα και βελτίωση της βιοποικιλότητας, επιβάλλει τη λήψη προληπτικών και κατασταλτικών μέτρων από τους κινδύνους που την απειλούν. Στον τόπο μας, οι πιο σοβαροί κίνδυνοι είναι οι πυρκαγιές, η υπερβόσκηση, οι εκχερσώσεις, οι αποξηράνσεις κοιτών κατάντι φραγμάτων, η μοντέρνα γεωργική πρακτική και η ανεξέλεκτη χρήση φυτοφαρμάκων.

Για την πρόληψη και καταστολή των πιο πάνω κινδύνων, χρειάζεται απαραίτητα ένα σωστό και αποτελεσματικό στρατηγικό σχέδιο δράσης.

Για παράδειγμα, το σύστημα πυροπροστασίας μέσα στα κρατικά δάση και σε ακτίνα ενός χιλιομέτρου από αυτά, είναι αρκετά ευέλικτο και αποτελεσματικό, σε αντίθεση με εκείνο της υπόλοιπης Κυπριακής υπαίθρου.

Εξάλλου, ενώ η υπερβόσκηση από τα αίγοπρόβατα μέσα στα κρατικά δάση ( εκτός από τον Ακάμα και την περιοχή της Πέτρας του Ρωμηού ) είναι παρελθόν, εντούτοις σε μερικές περιοχές του τόπου μας εξακολουθεί να είναι πραγματική μάστιγα, που γίνεται ακόμα πιο τρομακτική με το σκόπιμο κάψιμο από τους βοσκούς της άγριας βλάστησης για σκοπούς ευνόησης των αγρωστωδών και άλλων ποωδών φυτών.

#### 10. Σαν επίλογος

Η Κυπριακή φυσική βάση είναι δραστικά διαταραγμένη, και σε πολύ χαμηλό ποσοστό κάλυψης σε σύγκριση με τη συνολική έκταση του νησιού. Χρειάζεται άμεσα μέτρα προληπτικά και κατασταλτικά, για αντιμετώπιση των κινδύνων που την απειλούν. Τούτο μπορεί να γίνει κατορθωτό, μόνο με σωστή ενημέρωση και πειστικά επιχειρήματα προς την νομοθετική και εκτελεστική εξουσία του τόπου μας. Ας κάνουμε μια αρχή από αυτό εδώ το χώρο, στα πλαίσια του Εκτου Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου Βοτανικής.

# POSTERS





# Κυτταρολογικές μελέτες ενδημικών φυτών της χλωρίδας της Κύπρου

Ιατρού Γρ.<sup>1</sup>, Δελλά Αθηνά<sup>2</sup>

1. Τομέας Βιολογίας φυτών, Τμήμα Βιολογίας,  
Πανεπιστημίου Πατρών, Ελλάδα

2. Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, Λευκωσία, Κύπρος

## Περίληψη

Στην Κύπρο αυτοφύονται 1651 taxa (sp. + ssp.) από τα οποία, 122 είναι ενδημικά. Το ποσοστό ενδημισμού της Κυπριακής χλωρίδας σαν σύνολο είναι 7.4%. Παρουσιάζονται για πρώτη φορά από την παρούσα μελέτη οι καρυότυποι των Κυπριακών ενδημικών taxa: *Crocus cyprius* Boiss. et Kotschy (2n=10), *Tulipa cypria* Stapf (2n=24), *Ornithogalum chionophilum* Holmboe (2n=24), *Chionodoxa lochia* Meikle (2n=20), *Tulipa agenensis* D.C. (2n=24) (συγγενική αντίστοιχη της *T. cypria*), και η *Tulipa* sp. cf. *nova* (2n=24). Η μελέτη των χρωμοσωμάτων των κυπριακών ενδημικών taxa *Astragalus macrocarpus* DC. ssp. *lefkarensis* Agerer-Kirchoff et Meikle (2n=16), *Allium autumnale* P.H. Davis (2n=16), *Onopordum cyprium* Eig (2n=34), *Onobrychis venosa* (Desf.) Desv. (2n=14), *Astragalus cyprius* Boiss. (2n=16) και *Mentha longifolia* ssp. *cyprica* (H. Braun) R. Harley (2n=24) επιβεβαιώνεται εδώ από άλλες περιοχές της Κύπρου.

## Cytological studies of endemic taxa of Cyprus flora.

Iatrou Gr.<sup>1</sup>, Della Athena<sup>2</sup>

1. Division of Plant Biology, Department of Biology University of Patras, Greece.

2. Agricultural Research Institute, Nicosia, Cyprus.

## Abstract

The number of taxa (sp. + ssp.) recorded in Cyprus are 1651 of which 122 are endemics. Considering only the species and subspecies the endemism in Cyprus is 7.4%. The karyotypes of the Cyprus endemic taxa *Crocus cyprius* Boiss. et Kotschy (2n=10), *Tulipa cypria* Stapf (2n=24), *Ornithogalum chionophilum* Holmboe (2n=24), *Chionodoxa lochia* Meikle (2n=20), *Tulipa agenensis* D.C. (2n=24) (very closed allied to *T. cypria*), and *Tulipa* sp. cf. *nova* (2n=24) are presented by our study for the first time. The chromosome number of *Astragalus macrocarpus* DC. ssp. *lefkarensis* Agerer-Kirchoff et Meikle (2n=16), *Allium autumnale* P.H. Davis (2n=16), *Onopordum cyprium* Eig (2n=34), *Onobrychis venosa* (Desf.) Desv. (2n=14), *Astragalus cyprius* Boiss. (2n=16) και *Mentha longifolia* ssp. *cyprica* (H. Braun) R. Harley (2n=24) is confirmed here from other areas of Cyprus.

## Η χλωρίδα του Εθνικού Δασικού Πάρκου (Ε.Δ.Π.) Τροόδους

Χαράλαμπος Σ. Χριστοδούλου

*Τμήμα Δασών, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Λευκωσία.*

**Περίληψη:** Παρουσιάζονται στοιχεία για τη χλωρίδα του Εθνικού Δασικού Πάρκου (Ε.Δ.Π.) Τροόδους που προέρχονται από ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και από καταγραφές που έγιναν κατά τις επισκέψεις στην περιοχή, την τελευταία τριετία. Ο συνολικός αριθμός των taxa που αναφέρονται στο Ε.Δ.Π. είναι 755 και συμπεριλαμβάνει 16 τοπικά ενδημικά του πάρκου και 71 συνολικά ενδημικά από τα 139 του νησιού. Επίσης 58 μη ενδημικά taxa απαντούν αποκλειστικά στο Ε.Δ.Π.. Παρουσιάζεται η κατανομή των taxa και ο αριθμός των ενδημικών ανά οικογένεια καθώς επίσης και στοιχεία για τους αριθμούς των taxa με βάση την αυξητική τους μορφή. Αναφορά γίνεται και στα απειλούμενα φυτά της περιοχής, σε ενδημικά και μη που αναφέρονταν αποκλειστικά στο Ε.Δ.Π. αλλά έχουν εντοπιστεί και αλλού καθώς επίσης σε νέες αναφορές φυτών για το πάρκο.

## The flora of Troodos National Forest Park (N.F.P.)

Charalambos S. Cristodoulou

*Forestry Department, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Nicosia.*

**Abstract:** Data about the flora of Troodos National Forest Park (N.F.P.) are presented according to the records in the existing bibliography and from data collected on spot visits in the area during the last three years. The total number of taxa recorded for Troodos N.F.P. is 755 including 16 local endemics to the park and a total of 71 endemics out of the 139 Cyprus' endemics. Additionally 58 non endemic taxa are restricted in this area. The distribution of taxa and endemics per family is given as well as information about the number of taxa according to their life form. Brief reference is made to the threatened plants of the N.F.P., to plants considered, up to now, as restricted in the area but found elsewhere and to new records for the Troodos N.F.P.

## Εισαγωγή

Το Εθνικό Δασικό Πάρκο Τροόδους (Ε.Δ.Π.) έχει μεγάλη χλωριδική αξία αφού θεωρείται ότι φιλοξενεί τον μεγαλύτερο αριθμό φυτικών ειδών (*taxa*) από κάθε άλλη περιοχή της Κύπρου και έχει τον μεγαλύτερο αριθμό ενδημικών. Βρίσκεται στο κέντρο της οροσειράς του Τροόδους και έχει συνολική έκταση 9,337 εκτάρια (Τμήμα Δασών 1991) που αντιστοιχεί περίπου στο 1% της συνολικής έκτασης της Κύπρου.

Το Ε.Δ.Π. Τροόδους αποτελείται από ηφαιστιογενή οφιολιθικά πετρώματα που αναδύθηκαν από τα ωκεάνια βάθη μετά από τεκτονικές αναταράξεις και που έχουν υπερβασική ως βασική χημική σύσταση (Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης 1995). Η βροχόπτωση κυμαίνεται από 750 mm περίπου στη χαμηλότερη ζώνη και φτάνει τα 1200 mm στην ψηλότερη κορυφή που είναι η Χιονίστρα. Χιονόπτωση παρουσιάζεται συνήθως αρχές Δεκεμβρίου μέχρι τα μέσα Απριλίου και το χιόνι διαρκεί για αρκετές εβδομάδες. Η μέση ημερήσια θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (Ιούλιος) είναι 19.9 °C. Η μέση ημερήσια θερμοκρασία του ψυχρότερου μήνα (Φεβρουάριος) είναι 0.5 °C (Μετεωρολογική Υπηρεσία 1993).

Στην περιοχή του πάρκου επικρατούν δασικά οικοσυστήματα όπως πιο κάτω: (1) Τραχεία πεύκη (*Pinus brutia* Tenore) με υπόροφο από *Quercus alnifolia* Poech, *Arbutus andrachne* L., *Pistacia terebinthus* L. κλπ.: εμφανίζεται σε υψόμετρο από 700-1400 m περίπου, ανάλογα με την έκθεση του εδάφους (σε νότιες εκθέσεις ψηλότερα και σε βόρειες χαμηλότερα). (2) Μίξη τραχείας και μαύρης πεύκης [*Pinus brutia* Tenore, *Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (D. Don) Holmboe] με υπόροφο από *Quercus alnifolia* Poech, *Arbutus andrachne* L., *Pistacia terebinthus* L., *Juniperus oxycedrus* L., *Berberis cretica* L., *Rosa* spp. κλπ.: εμφανίζεται από 1200-1500 m ανάλογα με την έκθεση του εδάφους. (3) Μαύρη πεύκη [*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (D. Don) Holmboe] με υπόροφο από *Sorbus aria* (L.) Crantz ssp. *cretica* (Lindl.) Holmboe, *Quercus alnifolia* Poech, *Juniperus oxycedrus* L., *Berberis cretica* L., *Rosa* spp. κλπ.: αρχίζει να εμφανίζεται γύρω στα 1400 m (σε νότιες εκθέσεις ψηλότερα και σε βόρειες χαμηλότερα) και φτάνει μέχρι τα 1800 m περίπου. (4) Μαύρη πεύκη και άρκευθος (αόρατος) του Τροόδους [*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (D. Don) Holmboe, *Juniperus foetidissima* Willd.] με υπόροφο από *Sorbus aria* (L.) Crantz ssp. *cretica* (Lindl.) Holmboe, *Berberis cretica* L., *Cotoneaster racemiflorus* (Desf.) C. Koch var. *nummularius* (Fisch. Et Mey.) Dippel, *Rosa* spp. κλπ.: απαντάται σε υψόμετρο γύρω στα 1800 m και φτάνει μέχρι την κορυφή της Χιονίστρας (1952 m). (5) Παραποτάμια βλάστηση (*Platanus orientalis* L., *Alnus orientalis* Decne., *Salix alba* L. κλπ.). Ειδικά η μαύρη πεύκη και ο άρκευθος (αόρατος) του Τροόδους βρίσκονται στο νοτιότερο άκρο της γεωγραφικής τους εξάπλωσης σ' ολόκληρο τον κόσμο.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη συστηματική καταγραφή των *taxa* του Ε.Δ.Π. από υπάρχουσα βιβλιογραφία και επιτόπια έρευνα, και καταδεικνύει τη σημασία του, σαν βιότοπου χλωρίδας και γενικά τη βιοποικιλότητα του σε επίπεδο είδους.

## Μεθοδολογία

Η καταγραφή των taxa του Ε.Δ.Π. έγινε μέσα από ανασκόπηση στην υφιστάμενη βιβλιογραφία και επισκέψεις στην περιοχή για περίοδο τριών χρόνων. Το έργο Flora of Cyprus (Meikle 1977 & 1985) ήταν το κυριότερο βοήθημα στην όλη εργασία, μια και αναφέρει τα 740 από τα 755 φυτά του πάρκου. Άλλα βοηθήματα ήταν διάφορες εργασίες που δημοσιεύτηκαν κυρίως μετά την έκδοση του δεύτερου τόμου του Flora of Cyprus (1985), (Boyce 1994., Brullo et al. 1993, Brullo 1991, Chrtek and Slavik 1981, Chrtek and Slavik 1993, Chrtek and Slavik 1994, Council of Europe 1992, Delforge 1990, Georgiadis and Chatzikyriacou 1993, Gollz and Reinhard 1989, Greuter et al. 1984-1989, Kadereit 1986, Scholz 1995. Καδής Χ. Κ. 1995, Βύρωνος 1990). Οι επισκέψεις έγιναν σε διαφορετικές εποχές. Τα δείγματα των φυτών που αναφέρονται σαν νέα για το Ε.Δ.Π. Τροόδους κατατέθηκαν στο ερμπάριο του Τμήματος Δασών.

## Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

Το σύνολο των taxa που αναφέρονται στο Ε.Δ.Π. Τροόδους μέχρι σήμερα είναι 755. Από τα 139 ενδημικά φυτά της Κύπρου 71 απαντούν στο πάρκο ενώ από αυτά 16 είναι τοπικά ενδημικά. Επιπρόσθετα 58 μη ενδημικά taxa της Κύπρου περιορίζονται εντός των ορίων του Ε.Δ.Π.. Επίσης απαντούν 6 από τα 19 αυστηρά προστατευόμενα φυτά που αναφέρονται στον τελευταίο κατάλογο της Σύμβασης της Βέρνης (*Arabis kennedyae* Meikle, *Chionodoxa lochiaie* Meikle, *Crocus cyprius* Boiss. et Kotschy, *Crocus hartmannianus* Holmboe, *Onosma troodi* Kotschy, *Pinguicula crystallina* Sm.), καθώς και 19 απειλούμενα taxa με βάση τον κατάλογο της IUCN (*Acinos troodi* Leblebici, *Allium autumnale* P.H. Davis, *Allium willeaunum* Holmboe, *Arabis kennedyae* Meikle, *Chionodoxa lochiaie* Meikle, *Crocus cyprius* Boiss. et Kotschy, *Crocus hartmannianus* Holmboe, *Cynoglossum troodi* Lindberg f., *Euphorbia veneris* M. S. Khan, *Jurinea cypria* Boiss., *Odontites cypria* Boiss., *Onosma troodi* Kotschy, *Rosa chionistrae* Lindberg f., *Saponaria cypria* Boiss., *Scabiosa cypria* Post, *Scariola tetrantha* (B.L. Burt et P. Davis) Sojak, *Sedum cyprium* Q.K Jackson et Turrill, *Sedum microstachyum* (Kotschy) Boiss., *Allium cassium* Boiss. var. *hirtellum* Boiss.).

Τα ενδημικά *Allium cyprium* Brullo, Pavone et Salmeri, *Allium marathasicum* Brullo, Pavone et Salmeri και *Crocus hartmannianus* Holmboe πρώτη φορά εντοπίστηκαν στο πάρκο Τροόδους ενώ τα ενδημικά *Allium paniculatum* L. ssp. *exaltatum* Meikle, *Crocus cyprius* Boiss. et Kotschy, *Ranunculus cadmicus* Boiss. var. *cyprius* Boiss. και *Saponaria cypria* Boiss. που θεωρούνταν σαν τοπικά ενδημικά εντοπίστηκαν και εκτός του πάρκου. Επίσης 12 taxa είναι νέες αναφορές για το Ε.Δ.Π. Τροόδους (*Achillea millefolium* L., *Allium ampeloprasum* L., *Beta vulgaris* L. ssp. *maritima* (L.) Arcang., *Dactylorhiza romana* (Seb.) Soo, *Glaucosciadium cordifolium* (Boiss.) Burt et Davis, *Orchis sancta* L., *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* (Link) Ietswaart, *Ranunculus ficarioides* Bory et Chaub., *Rubus discolor* Weihe et Nees, *Scandix stellata* Banks et Sol., *Siderites perfoliata* L., *Tamarix smyrnensis* Bunge).

Στον πίνακα I παρουσιάζονται οι αριθμοί των φυτών του Ε.Δ.Π. Τροόδους ανάλογα με την αυξητική τους μορφή.

Πίνακας Ι: Οι αριθμοί των taxa του Ε.Δ.Π. Τροόδους ανά αυξητική μορφή.

Αυξητική μορφή	Αριθμός taxa
Μονοετή	384
Διετή	24
Πολυετή	267
Ημίθαμνοι	18
Θάμνοι	44
Δέντρα	18
<b>Ολικός αριθμός</b>	<b>755</b>

Από τους πιο πάνω αριθμούς φαίνεται ότι 675 ή 89.5% είναι ποώδη φυτά (μονοετή, διετή, πολυετή) και 80 ή 10.5% είναι ημίθαμνοι, θάμνοι και δέντρα. Στον πίνακα ΙΙ παρουσιάζονται οι οικογένειες των φυτών με τον μεγαλύτερο αριθμό taxa και ο αριθμός των ενδημικών σε κάθε μια απ' αυτές.

Πίνακας ΙΙ: Οι οικογένειες που αντιπροσωπεύονται με τους μεγαλύτερους αριθμούς taxa και ενδημικών.

Οικογένεια	Taxa	Ενδημ.	Οικογένεια	Taxa	Ενδημ.
GRAMINEAE	81	2	LILIACEAE	25	7
COMPOSITAE	77	10	ROSACEAE	21	1
LEGUMINOSAE	77	2	BORAGINACEAE	20	2
CARYOPHYLLACEAE	42	9	RUBIACEAE	19	2
CRUCIFERAE	40	4	SCROPHULARIACEAE	19	1
LABIATAE	35	11	ORCHIDACEAE	16	1
UMBELLIFERAE	29		RANUNCULACEAE	16	1

Στον πίνακα ΙΙΙ φαίνονται οι αριθμοί ενδημικών και τοπικών ενδημικών του Ε.Δ.Π. Τροόδους, της οροσειράς Τροόδους, της χερσονήσου του Ακάμα και της οροσειράς Πενταδακτύλου που θεωρούνται σαν οι σημαντικότερες χλωριδικά περιοχές της Κύπρου.

Πίνακας ΙΙΙ: Οι αριθμοί των ενδημικών και τοπικών ενδημικών taxa των σημαντικότερων περιοχών χλωρίδας της Κύπρου.

	Ε.Δ.Π. Τροόδους	Οροσειρά Τροόδους	Χερσόνησος Ακάμα	Οροσειρά Πενταδακτύλου
Ενδημικά	71	89	37	61
Τοπικά Ενδημικά	16	47	1	20

Από τα πιο πάνω στοιχεία, φαίνεται ότι στο Ε.Δ.Π. που καλύπτει το 1% της έκτασης της Κύπρου, απαντούν 39.5% των φυτών (taxa) της Κυπριακής χλωρίδας, 51% των ενδημικών και 31.5% των αυστηρά προστατευομένων φυτών ενώ 11.5% των ενδημικών περιορίζονται στο Ε.Δ.Π. Τροόδους.

### Ευχαριστίες

Αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Βάσο Παντέλα Προϊστάμενο του Τομέα Πάρκων και Περιβάλλοντος του Τμήματος Δασών, τους συναδέλφους Τάκη Παπαχριστοφόρου, Γεώργιο Χατζηκυριάκου, Κυριάκο Κυριάκου και Γιάννο Ορφανό, τον Επίκουρο Καθηγητή του

Πανεπιστημίου Αθηνών Κυριάκο Γεωργίου και τον Δρ Κώστα Καδή για την βοήθεια τους και τις πολύ χρήσιμες συμβουλές τους.

### **Βιβλιογραφία**

- Boyce, P. (1994) The genus *Arum* (*Araceae*) in Greece and Cyprus. Ann. Musei Goulandris 9: 27-38.
- Brullo, S. et al. (1993) Three new species of *Allium* (*Alliaceae*) from Cyprus. Candollea 48: 279-290.
- Brullo, S. (1991) *Valantia eburnea* (*Rubiaceae*), a new species from Cyprus. - Willdenowia 20: 73-76.
- Chrtek, J. and Slavik, B. (1981) Contribution to the flora of Cyprus. Preslia, 53 : 45-65.
- Chrtek, J. and Slavik, B. (1993) Contribution to the flora of Cyprus 2. Fl. Medit. 3: 239-259.
- Chrtek, J. and Slavik, B. (1994) Contribution to the flora of Cyprus 3. Fl. Medit. 4: 9-20.
- Council of Europe. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Appendix I (revised 1992 Strasbourg).
- Delforge, P. (1990) Contribution to the knowledge of the south-west of Cyprus and remarks on some Mediterranean species. Les Naturalistes belges, 71, 3: 103-1044.
- Georgiadis, Th. and Chatzikyriacou, G. (1993) *Centaurea akamantis* (*Compositae*), a new species from Cyprus. - Willdenowia 23: 157 - 162.
- Gollz P. and Reinhard R., (1989) About some features within the East-Mediterranean complex of *Ophrys scolopax*. AHO 21 (4): 1040-1967.
- Greuter, W. et al. (1984-1989) Med-Cheklist vols 1, 3 & 4 Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Geneve. Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin-Dahlem.
- Kadereit, J. W. (1986) A revision of *Papaver* section *Argemonidium*. Notes RBG Edinb. 44(1): 25-43.
- Meikle, R.D. (1977 & 1985) Flora of Cyprus, 2 vols. The Bentham Moxon Trust, Royal Botanic Gardens, Kew.
- Scholz, H. (1995) *Bromus regnii* (*Gramineae*), a new endemic serpentine annual Bromegrass from Cyprus. - Willdenowia 25: 235-238.
- Βύρωνος Γ., (1990) Η Χλωρίδα της Οροσειράς Τροόδους. Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Καδής Χ. Κ. (1995) Η Αναπαραγωγική Βιολογία των Αυστηρώς Προστατευομένων Φυτών της Κυπριακής Χλωρίδας. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μετεωρολογική Υπηρεσία 1993. Υπουργείο Γεωργείας, Φυσικών Πόρων και Περιβαλλοντος.
- Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, (1995) Γεωλογία της Κύπρου. Υπουργείο Γεωργείας, Φυσικών Πόρων και Περιβαλλοντος.
- Τμήμα Δασών, Υπουργείο Γεωργείας, Φυσικών Πόρων και Περιβαλλοντος, (1991) Μελέτη Ανάπτυξης Ε.Δ.Π. Τροόδους.

## Η χλωρίδα της Κύπρου 10 χρόνια μετά την έκδοση του Flora of Cyprus

Χατζηκυριάκου Γ.<sup>1</sup>, Ορφανός Γ.<sup>1</sup>, Γεωργίου Κ.<sup>2</sup>, Καδής Κ.<sup>2</sup>.

- 1) Τμήμα Δασών, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Λευκωσία.
- 2) Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών 15784.

**Περίληψη:** Στο δίτομο βιβλίο Flora of Cyprus (Meikle 1977, 1985) περιγράφονται 1712 taxa. Στη δεκαετία 1985-1995, εντοπίστηκαν και εντάχθηκαν στη χλωρίδα της Κύπρου ακόμα 198 νέα taxa ανεβάζοντας τον ολικό αριθμό σε 1910 taxa. Ογδονταεπτά από τα νέα taxa θεωρούνται ιθαγενή και τα υπόλοιπα 111 θεωρούνται επιγενή. Έξη από τα νέα taxa παρουσιάζονται στην εργασία αυτή για πρώτη φορά. Η ενδημική χλωρίδα αποτελείται από 139 taxa. Επιπρόσθετα, η θέση τεσσάρων άλλων taxa στην ενδημική χλωρίδα είναι αμφίβολη. Πιστεύεται επίσης ότι τα 3 απροσδιόριστα taxa που εντοπίστηκαν πρόσφατα είναι ενδημικά για την Κύπρο. Το ποσοστό των ενδημικών taxa σε σχέση με το σύνολο της χλωρίδας της Κύπρου είναι 7,3 % και των taxa σε επίπεδο είδους και υποείδους είναι 6.8 %.

## The cyprian flora 10 years after the edition of the Flora of Cyprus

Hadjikyriakou G.<sup>1</sup>, Orphanos J.<sup>1</sup>, Georghiou K.<sup>2</sup>, Kadis C.<sup>2</sup>.

- 1) Department of Forests, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Nicosia
- 2) Department of Botany, University of Athens, 15784.

**Abstract:** In the Flora of Cyprus (Meikle 1977, 1985) 1712 taxa are described. In ten years time (1985-1995) 198 new taxa were located and added to the flora of Cyprus, rising the total number to 1910 taxa. Eighty-seven of the new taxa are treated as indigenous and 111 are treated as adventive. Six of the new taxa are presented here for the first time. The endemic flora consists of 139 taxa. Additionally the status of 4 other taxa in the endemic flora is uncertain. It is believed that the 3 indeterminate taxa which were located recently are new endemics of Cyprus. The percentage of the endemics in relation to the total number of the taxa is 7,3 %, and that of the taxa on species and subspecies level is 6.8 %.

**Εισαγωγή:** Με την έκδοση του διτομου βιβλίου *Flora of Cyprus* (Meikle 1977, 1985) αναπτύχθηκε ένα έντονο ενδιαφέρον για τη χλωρίδα της Κύπρου τόσο από ξένους όσο και από κύπριους μελετητές. Στα 10 χρόνια που πέρασαν (1985-1995) συγκεντρώθηκε αρκετό υλικό και πληροφορίες, δημοσιεύτηκαν μελέτες σε επιστημονικά περιοδικά και εκδόθηκαν βιβλία που εμπλουτίζουν σημαντικά τη χλωρίδα της Κύπρου με νέα taxa, ιθαγενή και επιγενή. Όμως, όλα τα νέα στοιχεία και πληροφορίες βρίσκονται βασικά σε διάφορες βιβλιοθήκες και ιδρύματα του εξωτερικού, γεγονός που δυσκολεύει τους μελετητές. Τα τελευταία δύο χρόνια έγινε προσπάθεια συγκέντρωσης αυτού του υλικού με στόχο να δοθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα για την κατάσταση της χλωρίδας της Κύπρου δέκα χρόνια μετά την έκδοση του *Flora of Cyprus*. Διευκρινίζεται ότι στην παρούσα εργασία ο όρος taxa (taxon ενικός) περιορίζεται σε ομάδες φυτών που αντιπροσωπεύονται σε επίπεδο είδους και σε επίπεδο κάτω του είδους.

**Μεθοδολογία:** Συγκεντρώθηκαν τα βιβλία που αφορούν την Κύπρο, τις γειτονικές και άλλες μεσογειακές χώρες καθώς επίσης οι συναφείς εργασίες που δημοσιεύτηκαν κατά τη δεκαετία 1985-1995 (ARI 1991, Αλιμπέρτης 1989, Alziar et al. 1991, Anderberg et al. 1992, Arnold et al. 1991, Boyce 1994, Brullo et al. 1993, Brullo 1991, Christou 1991, Chrték & Salvik 1981, Chrték & Salvik 1993, Chrték & Salvik 1994, Clayton & Renvoize 1986, Davis 1965-1988, Davies 1988, Delforge 1990, Della & Ιατρού 1995, Feinbrun 1978-1986, Georgiadis & Hadjikyriakou 1993, Γεωργιάδης 1994, Golz & Reinhard 1989, Golz & Reinhard 1989, Greuter et al. 1994, Greuter et al. 1984, 1986, 1989, Hansen et al. 1990, Holmboe 1914, Kadereit 1986, Meikle 1977, 1985, Osorio-Tafall & Seraphim 1973, Panetsos et al. 1992, Pantelas et al. 1993, Post 1932, 1933, Salvik et al. 1993, Scholz 1995, Scholz 1995, Sell 1991, Tackholm 1974, Tutin 1964-1980, Zohary 1966, 1972). Έγιναν ακόμα επισκέψεις στο πεδίο σε διάφορες εποχές του χρόνου οι οποίες επαναλαμβάνονταν όποτε κρινόταν αναγκαίο και αξιοποιήθηκαν τα στοιχεία και οι πληροφορίες που αποκτήθηκαν. Ακολούθησε η καταγραφή όλων των taxa που αφορούσαν την Κύπρο και συγκρίθηκαν με τα taxa που περιγράφονται στο *Flora of Cyprus*. Στη συνέχεια ελέγχθηκαν μέσα από τη βιβλιογραφία οι περιπτώσεις συνωνυμίας, ομωνυμίας και λανθασμένων προσδιορισμών καθώς επίσης η νομιμότητα ή η εγκυρότητα κάποιων ονομάτων ώστε να συνάδουν με τις πρόνοιες του Διεθνούς Κώδικα Βοτανικής Ονοματολογίας. Τα δείγματα των taxa που αναφέρονται για πρώτη φορά στην εργασία αυτή είναι κατατιθεμένα στο προσωπικό ερμπαρίο του Γ. Χατζηκυριάκου και στο ερμπαρίο του Τμήματος Δασών.

**Αποτελέσματα:** Αφού μελετήθηκαν και ελέγχθηκαν τα στοιχεία και οι πληροφορίες που συγκεντρώθηκαν, διαπιστώθηκε ότι κάποια taxa που περιγράφονται στο *Flora of Cyprus* αναβαθμίστηκαν ή υποβαθμίστηκαν ταξινομικά, ή ακόμα μεταφέρθηκαν σε άλλο γένος με αποτέλεσμα να αλλάξουν κάποια ονόματα. Εντοπίστηκαν επίσης μερικές περιπτώσεις συνωνυμίας, ομωνυμίας και λανθασμένου προσδιορισμού. Όσον αφορά τα ενδημικά, διαπιστώθηκαν κάποιες αλλαγές σε ταξινομικό επίπεδο αλλά και σε επίπεδο εξάπλωσης. Αυτές οι ταξινομικές αλλαγές και ανακατατάξεις δεν επηρεάζουν το συνολικό αριθμό των taxa που περιγράφονται στο *Flora of Cyprus*, που ανέρχονται στα 1712. Από τη μελέτη φάνηκε επίσης ότι κατά την περίοδο 1985-1995 εντοπιστηκαν



και εντάχθηκαν στη χλωρίδα της Κύπρου 198 νέα taxa, 87 από τα οποία θεωρούνται ιθαγενή και 111 επιγενή.

Από τους συγγραφείς της παρούσας εργασίας και τους συνεργάτες τους εντοπίστηκαν κατά καιρούς 17 νέα taxa και 3 απροσδιόριστα. Από τα ιθαγενή αναφέρονται εδώ για πρώτη φορά τα taxa: *Geum urbanum* L. (Χ. Χριστοδούλου), *Lamium amplexicaule* L. var. *tel-aviense* Eig (Τ. Παπαχριστοφόρου), *Ranunculus ficarioides* Bory et Chaub. & *Ranunculus repens* L. (Γ. Ορφανός), *Euphorbia taurinensis* All. (Χρ. Μακρής). Από τα επιγενή αναφέρεται για πρώτη φορά το είδος *Amsinckia lycopsoides* Lehm. (Γ. Χατζηκυριάκου).

Επίσης μαζεύτηκαν και μελετούνται δείγματα που αφορούν τα γένη *Micromeria* (Γ. Χατζηκυριάκου, Χ. Χριστοδούλου) *Lepidium* (Γ. Χατζηκυριάκου) και *Tulipa* (Χρ. Διονυσίου). Από την κατ' αρχή εξέταση φαίνεται ότι είναι 3 νέα ενδημικά taxa για την Κύπρο.

Στον ΠΙΝΑΚΑ 1 φαίνεται η σύνθεση των ιθαγενών και επιγενών taxa που εντοπίστηκαν και εντάχθηκαν στη χλωρίδα της Κύπρου την περίοδο 1985-1995.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Η σύνθεση των ιθαγενών και επιγενών taxa που εντοπίστηκαν και εντάχθηκαν στη χλωρίδα της Κύπρου την περίοδο 1985-1995.

	spp.	ssp.	var.	f.	h.	Ολικά	
Ιθαγενή							
- Ενδημικά	10	2	-	-	-	12	
- Άλλα αυτοφυή	46	13	5	1	7	72	
- Απροσδιόριστα	?	?	?	?	?	3	
Ολικά	56	15	5	1	7	87	87
Επιγενή	106	4	1	-	-	111	111
						Ολικά	198

Από τα πιο πάνω δεδομένα προκύπτει ότι η κυπριακή χλωρίδα αποτελείται από 1910 taxa. Στον ΠΙΝΑΚΑ 2 φαίνεται η σύνθεση του συνόλου της κυπριακής χλωρίδας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Η σύνθεση του συνόλου της κυπριακής χλωρίδας.

Ταχα σε επίπεδο είδους		1486
Ταχα σε επίπεδο κάτω του είδους		
- Υποείδη	206	
- Ποικιλίες	173	
- Υποποικιλίες	1	
- Μορφές	12	
	392	392
Άλλα		
- Υβρίδια	28	
- Απροσδιόριστα	4	
	32	32
Σύνολο		1910

Με τον εντοπισμό και ένταξη νέων ταχα στη χλωρίδα της Κύπρου αυξήθηκαν και τα ενδημικά ταχα. Στον ΠΙΝΑΚΑ 3 φαίνεται η σύνθεση της ενδημικής χλωρίδας της Κύπρου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Η σύνθεση της ενδημικής χλωρίδας της Κύπρου.

	spp.	ssp.	var.	f.	h.	Ολικά	
Ενδημικά ταχα σύμφωνα με το Meikle	87	24	10	1	1	123	
Ενδημικά που προέκυψαν από αλλαγές σε ταξινομικό επίπεδο και σε επίπεδο εξάπλωσης	3	1	-	-	-	4	
Ενδημικά που εντοπίστηκαν μεταξύ 1985-1995	10	2	-	-	-	12	
Ολικά	100	27	10	1	1	139	139
Ενδημικά υπό αμφιβολία	1	1	2	-	-	4	
Απροσδιόριστα	?	?	?	?	?	3	
Ολικά	1	1	2	-	-	7	-
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ							139

Από τα πιο πάνω δεδομένα προκύπτει ότι η ενδημική χλωρίδα της Κύπρου αποτελείται από 139 taxa και το ποσοστό της σε σχέση με το σύνολο της χλωρίδας της Κύπρου είναι 7,3 % το δε ποσοστό των taxa σε επίπεδο είδους και υποείδους είναι 6.8 %.

**Συμπεράσματα:** Από τη μελέτη των στοιχείων και των πληροφοριών που συγκεντρώθηκαν προκύπτει ότι τα 47 περίπου από τα νέα ιθαγενή taxa που εντάχθηκαν στη χλωρίδα της Κύπρου προήλθαν από την ταξινομική διαίρεση ή αναθεώρηση άλλων που ήταν γνωστά στην Κύπρο σε κάποιο άλλο ταξινομικό επίπεδο. Όμως, τα άλλα 40 περίπου είναι taxa πρώτης αναφοράς και αυτά εντοπίστηκαν μέσα σε μια δεκαετία. Έχοντας υπόψη ότι 3 νέα taxa βρίσκονται υπό περιγραφή αναμένεται ότι η χλωρίδα της Κύπρου θα εμπλουτιστεί με περισσότερες αναφορές.

#### **Ευχαριστίες**

Εκφράζουμε τις ευχαριστίες μας στον κ. Βάσο Παντέλα Προϊστάμενο του Τομέα Πάρκων και Περιβάλλοντος του Τμήματος Δασών και τους συνεργάτες του Τάκη Παπαχριστοφόρου και Χαράλαμπο Χριστοδούλου για τη πολιτιμη βοήθεια τους.

#### **Βιβλιογραφία**

- Agricultural Research Institute (1991) Conservation of Plant Genetic Resources, Review for 1990.
- Αλιμπέρτης, Χρ. & Α. (1989) Οι Ορχιδέες της Κρήτης.
- Alziar, G. et al. (1991) List of plant specimens collectet in Cyprus. Iter Mediterraneum IV - Chypre.
- Anderberg, A. et al. (1992) *Onosma orientale* (L.) L. (*Boraginaceae*) collected in Cyprus. Kew Bull. 47(4): 777.
- Arnold, N. et al. (1991) Short note on endemics of Cyprus. Bot. Chronika 10: 521-526.
- Boyce, P. (1994) The genus *Arum* (*Araceae*) in Greece and Cyprus. Ann. Musei Goulandris 9: 27-38.
- Brullo, S. et al. (1993) Three new species of *Allium* (*Alliaceae*) from Cyprus. Candollea 48: 279-290.
- Brullo, S. (1991) *Valantia eburnea* (*Rubiaceae*) a new species from Cyprus. Willdenowia 20: 73-76.
- Christou, A. K. (1991) The Genetic and Taxonomic Status of Cyprus Cedar *Cedrus brevifolia* (Hooker fil.) Henry. A Thesis, M.A.I.CH., Greece.
- Chrtek, J. & Salvik, B. (1981) Contribution to the flora of Cyprus. Preslia 53: 45-65.
- Chrtek, J. & Salvik, B. (1993) Contribution to the flora of Cyprus 2. Fl. Medit. 3: 239-259.
- Chrtek, J. & Salvik, B. (1994) Contribution to the flora of Cyprus 3. Fl. Medit. 4: 9-20.
- Clayton, W. D. & Renvoize S. A. (1986) Genera Graminum. HMSO, London.
- Davis, P. H. (1965 - 1988) Flora of Turkey Vols 1-10. Edinburgh University Press.
- Davies, P. & J. (1988) Wild Orchids of Britain & Europe. The Hogarth Press, London.

- Delforge, P. (1990) Contribution to the knowledge of the orchids of the south-west of Cyprus and remarks on some Mediterranean species (in french). *Natural. belges* 71.3: 103-144.
- Della, A. & Iatrou, G. (1995) New plant records from Cyprus. *Kew Bull.* 50:2: 387-396.
- Feinbrun-Dothan, N. (1978, 1986) *Flora Palaestina*, Parts III & IV. The Israel Academy of Sciences and Humanities.
- Georgiadis, Th. & Hadjikyriakou, G. (1993) *Centaurea akamantis* (*Compositae*) a new species from Cyprus. *Willdenowia* 23: 157-162.
- Γεωργιάδης, Χρ., (1994) Η Επιγενής Χλωρίδα της Κύπρου, Ταξινομική, Χλωριδική, Φυτογεωγραφική, Οικοφυσιολογική Μελέτη. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Golz, P. & Reinhard, H. R. (1989) About some features within the East-Mediterranean complex of *Ophrys scolopax* (in German). *AHO* 21(4): 1040-1967.
- Golz, P. & Reinhard, H. R. (1989) Zur Orchideenflora von Lesbos. *AHO* 21(1): 1-87.
- Greuter, W. et al. (1994) *International Code of Botanical Nomenclature (Tokyo Code)*. Koeltz Scientific Books, Germany.
- Greuter, W. et al (1984, 1986, 1989) *Med-Checklist*, Vols 1, 3 & 4. Conservatoire et Jardin Botaniques, Ville de Geneve.
- Hansen, K. et al. (1990) Beitrag zur Kenntnis und Verbreitung der Orchideenflora von Zypern mit Interims-Verbreitungskarten. *AHO* 22(1): 73-171.
- Holmboe, J. (1914) *Studies on the Vegetation of Cyprus*. Bergen.
- Kadereit, J. W. (1986) A Revision of *Papaver* Section *Argemonidium*. *Notes RBG Edinb.* 44(1): 25-43.
- Meikle, R. D. (1977, 1985) *Flora of Cyprus*, Vols I & 2. The Bentham-Moxon Trust, Royal Botanic Gardens, Kew.
- Osorio-Tafall, B. F. & Seraphim G. (1973) *List of Vascular Plants of Cyprus*. Ministry of Agriculture & Natural Resources, Nicosia, Cyprus.
- Panetsos, K. P. et al. (1992) First Analysis on Allozym Variation in Cedar Species (*Cedrus* sp.). *Silvae Genetica* 41, 6: 339-342.
- Pantelas, V. et al. (1993) *Cyprus Flora in Colour, The Endemics*. Cyprus.
- Post, G. E. (1932, 1933) *Fl. of Syria, Pal. & Sinai* Vols 1 & 2. American Press, Beirut.
- Salvik, B. et al. (1993) Chromosome counts of some plants from Cyprus. *Candollea* 48: 221-230.
- Scholz, H. (1995) *Bromus optimae* a new endemic serpentine annual Brome-grass (*Gramineae*) from Cyprus. *Bocconeia* 4: ?.
- Scholz, H. (1995) *Bromus regni* (*Gramineae*) a new endemic serpentine annual Brome-grass from Cyprus. *Willdenowia* 25: 235-238.
- Sell, P. D. (1991) New subspecies of *Ranunculus ficaria* L.. *Botanical Journal of the Linnean Society* 106(2): 117-118.
- Tackholm, V. (1974) *Students' Flora of Egypt*, 2nd ed.. Cairo University.
- Tutin, T. G. (1964 - 1980) *Flora Europaea*, Vols 1 - 5. Cambridge University Press, 1964.
- Zohary, M. (1966, 1972) *Flora Palaestina*, Parts I & II. The Israel Academy of Sciences and Humanities.

## Η εφαρμογή των νέων κατηγοριών κινδύνου της IUCN στα απειλούμενα είδη της κυπριακής χλωρίδας

Καδής Κ. Χ.<sup>1</sup>, Γεωργίου Κ.<sup>1</sup>, Παντέλας Β.<sup>2</sup>, Χατζηκυριάκου Γ.<sup>2</sup>, Χριστοδούλου Χ.<sup>2</sup>, Παπαχριστοφόρου Τ.<sup>2</sup>, Ορφανός Γ.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 15784

<sup>2</sup> Τμήμα Δασών, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Λευκωσία

**Περίληψη.** Στην εργασία αυτή γίνεται προσπάθεια εφαρμογής των νέων κατηγοριών κινδύνου της IUCN στα απειλούμενα ενδημικά είδη της κυπριακής χλωρίδας. Τέσσερα taxa (*Arabis kennedyae*, *Centaurea akamantis*, *Chionodoxa lochia*, *Scilla morrisii*) χαρακτηρίζονται ως Κρίσιμα, έξι (*Astragalus macrocarpus* ssp. *lefkarensis*, *Crocus hartmannianus*, *Delphinium caseyi*, *Ophrys kotschyi*, *Ranunculus kykkoensis*, *Tulipa cypria*) ως Κινδυνεύοντα, έντεκα (*Acinos troodi*, *Alyssum akamasicum*, *Brassica hilarionis*, *Crocus cyprius*, *Cynoglossum troodi*, *Dianthus cyprius*, *Euphorbia veneris*, *Origanum cordifolium*, *Onosma troodi*, *Scariola tetrantha*, *Sedum microstachium*) ως Εύρωτα, δεκαοκτώ ως Επιρρεπή και τρία ως Ασφαλή/χαμηλού κινδύνου.

## The implementation of the new IUCN categories of threat for the threatened plants of Cyprus

Kadis C.K.<sup>1</sup>, Georghiou K.<sup>1</sup>, Pantelas V.<sup>2</sup>, Chatzikyriakou G.<sup>2</sup>, Christodoulou Ch.<sup>2</sup>, Papachristophorou T.<sup>2</sup>, Orphanos G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Botany, University of Athens, Athens 15784

<sup>2</sup> Forestry Department, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Nicosia

**Abstract.** In the present study an attempt is made for the implementation of the new IUCN categories of threat for the threatened plants of Cyprus. Four taxa (*Arabis kennedyae*, *Centaurea akamantis*, *Chionodoxa lochia*, *Scilla morrisii*) are characterised as Critical, six (*Astragalus macrocarpus* ssp. *lefkarensis*, *Crocus hartmannianus*, *Delphinium caseyi*, *Ophrys kotschyi*, *Ranunculus kykkoensis*, *Tulipa cypria*) as Endangered, eleven (*Acinos troodi*, *Alyssum akamasicum*, *Brassica hilarionis*, *Crocus cyprius*, *Cynoglossum troodi*, *Dianthus cyprius*, *Euphorbia veneris*, *Origanum cordifolium*, *Onosma troodi*, *Scariola tetrantha*, *Sedum microstachium*) as Vulnerable, eighteen as Susceptible and three as Safe/low risk.

**Εισαγωγή.** Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες η Διεθνής Ένωση για τη Διατήρηση (IUCN) μέσω του Παγκόσμιου Κέντρου Παρακολούθησης της Διατήρησης (WCMC) συλλέγει, αναλύει και παρέχει πληροφορίες για τα σπάνια και απειλούμενα φυτά του πλανήτη (WCMC 1993). Αποτέλεσμα αυτής της επεξεργασίας είναι και η έκδοση καταλόγων με την κατάσταση διατήρησης των φυτών κάθε χώρας. Στους καταλόγους αυτούς τα διάφορα taxa κατατάσσονται σε κατηγορίες κινδύνου ανάλογα με τον βαθμό στον οποίο απειλούνται. Οι κατηγορίες κινδύνου που χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα είναι: Εξαφανισθέντα (Extinct, Ex), Κινδυνεύοντα (Endangered, E), Εύτρωτα (Vulnerable, V), Σπάνια (Rare, R), Απροσδιόριστα (Indeterminate, I), Πιθανώς απειλούμενα (Insufficiently Known, K), Εκτός κινδύνου (Out of danger, O), taxa για τα οποία δεν υπάρχει πληροφορία (no information, ?). Απειλούμενα (Threatened) θεωρούνται τα είδη που περιλαμβάνονται στις πρώτες πέντε κατηγορίες ενώ τα υπόλοιπα χαρακτηρίζονται ως μη απειλούμενα (not threatened, nt) (WCMC 1993). Η κατάταξη ενός είδους στις κατηγορίες αυτές υφίσταται κριτική λόγω της υποκειμενικότητας που περιέχουν οι ορισμοί τους. Έτσι από το 1988 ξεκίνησε μια προσπάθεια από την Επιτροπή Διάσωσης Ειδών (SSC) της IUCN για την αναθεώρηση των πιο πάνω κατηγοριών (Mace και συν. 1992, Stuart & Sullivan 1994). Από την προσπάθεια αυτή διαμορφώθηκαν νέες, μέχρι στιγμής προκαταρκτικές, κατηγορίες με βάση πιο αντικειμενικά κριτήρια. Οι κατηγορίες αυτές είναι: Εξαφανισθέντα στη φύση (Extinct in the wild, EW): Taxa τα οποία μετά από εκτεταμένες έρευνες (στην κατάλληλη περιοχή και εποχή και για μια επαρκή χρονική περίοδο) δεν εντοπίζονται πλέον στη φυσική περιοχή εξάπλωσής τους αλλά είναι δυνατό να υφίστανται εκτός αυτής ως καλλιεργούμενα ή εγκλιματισθέντα. Κρίσιμα (Critical, Cr), Κινδυνεύοντα (Endangered, En), Εύτρωτα (Vulnerable, Vu). Τα κριτήρια ένταξης των taxa στις τρεις αυτές κατηγορίες παρουσιάζονται στον Πίνακα I. Επιρρεπή (Susceptible, Su): Τα taxa που δεν πληρούν τα κριτήρια για ένταξη σε μια από τις πιο πάνω κατηγορίες, αλλά πρέπει να προσεχθούν λόγω του περιορισμού της ευρύτερης γεωγραφικής τους εξάπλωσης (τυπικά κάτω των 100 km<sup>2</sup>) ή/και του εντοπισμού τους σε λίγες, επιρρεπείς στις ανθρώπινες επιδράσεις, τοποθεσίες. Taxa που εντάσσονται στις πιο πάνω κατηγορίες χαρακτηρίζονται ως απειλούμενα. Τα μη απειλούμενα φυτά εντάσσονται στις κατηγορίες: Ασφαλή/χαμηλού κινδύνου (Safe/Low Risk, S/LR), Ανεπαρκώς Γνωστά (Insufficiently Known, IK) και Μη Εκτιμηθέντα (Not Evaluated, NE). Σημαντικός αριθμός ενδημικών κυρίως taxa της κυπριακής χλωρίδας περιλαμβάνονται στον τελευταίο κατάλογο της IUCN για την Κύπρο (BGCI-WCMC 1996). Η επιλογή των φυτών αυτών γίνεται με βάση βιβλιογραφικές πληροφορίες προερχόμενες κυρίως από το «Flora of Cyprus» (Meikle 1977, 1985). Με εργασία αυτή γίνεται μια προσπάθεια ένταξης των ενδημικών για την Κύπρο φυτών του παραπάνω καταλόγου στις νέες κατηγορίες κινδύνου.

**Μεθοδολογία:** Οι πληροφορίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ένταξη των taxa στις διάφορες κατηγορίες κινδύνου προέρχονται: 1) Από ανασκόπηση των διαθέσιμων βιβλιογραφικών πηγών που σχετίζονται με την κυπριακή χλωρίδα, 2) Από παρατηρήσεις των συγγραφέων στο πεδίο κατά τις διαδοχικές τους επισκέψεις

Πίνακας Ι. Σύνοψη των κριτηρίων ένταξης των taxa στις νέες κατηγορίες κινδύνου της IUCN

Κατηγορία	Α			B (i + ii+ iiiα ή iiiβ)			Γ (i ή ii+ δύο από iii, iv, v)					
	(i)	(ii)	(iii)	(i)	(ii)	(iii)	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	
<b>Κρίσιμα (Cr)</b>	≤50	≤50	Παρατηρήσεις ή ενδείξεις μείωσης (α) του αριθμού ατόμων ή (β) της ΓΠΕ ή της έκτασης των ΘΕ ή της ποιότητας των βιοτόπων	≤100	≤10	1	Παρατηρήσεις ή ενδείξεις μείωσης της ΓΠΕ ή της έκτασης των ΘΕ ή της ποιότητας των βιοτόπων ή του αριθμού των ΘΕ θέσεων					
<b>Κινδυνεύοντα (EN)</b>	≤250	≤250		≤5000	≤500	≤2						
<b>Εύρωτα (VU)</b>	≤1000	≤10000		≤20000	≤2000	≤5						

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:** Από τον πίνακα απουσιάζουν δύο άλλα κριτήρια: Το Δ σχετίζεται με την διαπίστωση ή ένδειξη μείωσης των ατόμων ενός είδους με συγκεκριμένο τάχος και από διάφορες αιτίες. Το Ε σχετίζεται με την πιθανότητα εξαφάνισης ενός taxon μέσα σε συγκεκριμένη περίοδο, όπως αυτή προσδιορίζεται από ποσοτικές αναλύσεις.

Ένα taxon εντάσσεται σε μια κατηγορία όταν πληρεί ένα από τα 5 (Α-Ε) κριτήρια.

Α, Β (i): Συνολικός αριθμός ατόμων πληθυσμού. Στον αριθμό αυτό περιλαμβάνονται μόνο τα αναπαραγωγικά ώριμα και ικανά άτομα.  
 Β (ii): Μεγάλη διάσπαση των πληθυσμών: ο μεγαλύτερος πληθυσμός είναι μικρότερος από την τιμή που δηλώνεται στη στήλη ή το taxon εντοπίζεται σε μια μόνο θέση. Γ (i) Η γεωγραφική περιοχή εξάπλωσης (ΓΠΕ) του taxon σε Km<sup>2</sup>. Γ (ii) Η έκταση των θέσεων εντοπισμού (ΘΕ) του taxon σε Km<sup>2</sup>. Γ (iii) Μεγάλη διάσπαση των πληθυσμών ή εντοπισμός του taxon στον αναγραφόμενο στη στήλη αριθμό θέσεων.

Πίνακας II. Πρόταση ένταξης των ενδημικών απειλούμενων taxa της Κύπρου στις νέες κατηγορίες κινδύνου

Taxon	IUCN 1996	Βέρνη 1992	Προτεινόμενη κατηγορία	Κριτήρια
<i>Cynoglossum troodi</i>	V		VU	B(i+ii+iii)
<i>Onosma caespitosum*</i>	R		SU	
<i>Onosma troodi</i>	R	+	VU	B(i+ ii+iii β), AE<7%
<i>Dianthus cyprius*</i>	V		VU	
<i>Saponaria cypria</i>	R		SU	
<i>Silene fraudatrix</i>	R		SU	
<i>Jurinea cypria</i>	V		SU	
<i>Centaurea akamantis</i>	?		CR	Γ(i, ii, iii, iv)
<i>Scariola tetrantha</i>	V		VU	B(i+ ii+iii β)
<i>Sedum cyprium</i>	R		SU	
<i>Sedum lampusae*</i>	R		SU	
<i>Sedum microstachyum</i>	R		VU	B(i+ii+iii β)
<i>Alyssum akamasicum</i>	E	+	VU	B(i+ii+iii β)
<i>Alyssum chondrogynum</i>	R		SU	
<i>Arabis kennedyae</i>	E	+	CR	A, B(i, ii, iii), Γ (i, ii, iii, iv)
<i>Brassica hilarionis</i>	V	+	VU	
<i>Scabiosa cypria</i>	R		SU	
<i>Euphorbia veneris</i>	R		VU	B(i+ii+iii β)
<i>Crocus cyprius</i>	E	+	VU	Γ(i+ii+iv)
<i>Crocus hartmannianus</i>	E	+	EN	B(i+ii+iiiβ), Γ(i,ii,iii,iv)
<i>Acinos troodi</i>	R		VU	B(i+ii+iii β)
<i>Ballota integrifolia</i>	R		S/LR	
<i>Origanum cordifolium</i>	V	+	VU	B(i+ii), Γ(i, ii, iii, iv)
<i>Phlomis brevibracteata</i>	R	+	SU	
<i>Phlomis cypria</i>	R	+	SU	
<i>Salvia veneris *</i>	R	+	SU	
<i>Sideritis cypria*</i>	R	+	SU	
<i>Astragalus macrocarpus</i> <i>ssp. lefkarensis</i>	E	+	EN	Γ(i, ii, iii, iv), AE<4%
<i>Allium autumnale</i>	I		SU	
<i>Allium willeaunum</i>	E		S/LR	
<i>Chionodoxa lochiae</i>	E	+	CR	Γ(i, ii, iii, iv), Δ, AE<8%
<i>Scilla morrisii</i>	E		CR	Γ(i, ii, iii, iv), Δ B(i+ ii+iiiα,β)
<i>Tulipa cypria</i>	V	+	EN	Γ(i, ii, iv), AE~0% B(i+ii+iiiα,β)
<i>Ophrys kotschyi</i>	V	+	EN	Γ(i, ii, iv), Δ, AE~0%
<i>Cedrus brevifolia</i>	R		SU	
<i>Delphinium caseyi*</i>	E		EN	
<i>Ranunculus kykkoensis</i>	E	+	EN	B(i+ii+iiiβ), Γ(i,ii,iii,iv)
<i>Rosa chionistrae</i>	R		SU	
<i>Odontites cypria</i>	R		S/LR	
<i>Ferula cypria*</i>	R		SU	
<i>Ferulago cypria</i>	R		SU	
<i>Pimpinella cypria*</i>	R		SU	

\* Με αστερίσκο σημειώνονται τα taxa που εντοπίζονται αποκλειστικά στο κατεχόμενο τμήμα της Κύπρου στα οποία δίνεται ο αντίστοιχος με τον παλαιότερο χαρακτηρισμό της IUCN



στους φυσικούς βιότοπους των φυτών. Ειδικότερα για τα είδη που προστατεύονται από τη Συνθήκη της Βέρνης (βλ. Πίνακα II) λαμβάνονται υπόψη και δεδομένα που προέρχονται από τη μελέτη της αναπαραγωγικής τους βιολογίας (Καδής 1995). Η αδυναμία εγγενώς αναπαραγωγής σε ορισμένα taxa που δηλώνεται από τη χαμηλή τους αναπαραγωγική επιτυχία (ΑΕ: πραγματική προς δυνητικά μέγιστη παραγωγή απογόνων) σημειώνεται ως ένας πρόσθετος παράγοντας απειλής.

#### **Αποτελέσματα - Συμπεράσματα.**

Στον Πίνακα II προτείνεται η ένταξη των απειλούμενων κατά την IUCN ενδημικών φυτών της Κύπρου στις νέες κατηγορίες κινδύνου. Στα είδη που εντοπίζονται αποκλειστικά στο κατεχόμενο τμήμα της Κύπρου δίνεται ο αντίστοιχος με τον παλαιότερο χαρακτηρισμό της IUCN. Τέσσερα taxa εντάσσονται στην κατηγορία μέγιστου κινδύνου (Κρίσιμα). Πρόκειται για τα Κινδυνεύοντα με βάση τον τελευταίο κατάλογο είδη *Arabis kennedyae*, *Chionodoxa lochiaae*, *Scilla morrisii* και το είδος *Centaurea akamantis* που περιγράφηκε πρόσφατα από μια τοποθεσία στη χερσόνησο του Ακάμα (Georgiadis & Chatzikyriakou 1993) και για το οποίο η IUCN δεν είχε πληροφορίες (κατηγορία ?). Στην κατηγορία Κινδυνεύοντα εντάσσονται, εκτός από τα taxa *Astragalus macrocarpus* ssp. *lefkarensis*, *Crocus hartmannianus*, *Ranunculus kykkoensis* και *Delphinium caseyi* στα οποία δίνεται μέχρι σήμερα ο ίδιος χαρακτηρισμός, και τα είδη *Ophrys kotschyi* και *Tulipa cypria* (Εύτρωτα στον τελευταίο κατάλογο) λόγω των έντονων ανθρωπογενών πιέσεων που δέχονται οι πληθυσμοί τους και της αδυναμίας τους να αναπαραχθούν εγγενώς. Συνολικά 10 taxa εντάχθηκαν σε κατηγορίες υψηλότερου κινδύνου από τις αντίστοιχες που ισχύουν σήμερα, ενώ σε 6 taxa η κατηγορία κινδύνου υποβιβάστηκε. Οι εισηγήσεις που παρουσιάζονται στον Πίνακα II θα αποσταλούν στις αρμόδιες υπηρεσίες της IUCN ώστε να εξασφαλιστεί όσο το δυνατό περισσότερο η αντικειμενική και τεκμηριωμένη ένταξη των απειλούμενων φυτών της Κύπρου στις νέες κατηγορίες κινδύνου.

#### **Βιβλιογραφία**

- BGCI-DATA (Botanic Gardens Conservation Secretariat Database), WCMC 1996. Rare and threatened plants of Cyprus. U. K.
- Georgiadis, T. & Chatzikyriakou, G. 1993. *Centaurea akamantis* (Compositae), a new species from Cyprus. *Willdenowia*, 23: 157-162.
- Καδής, Κ. Χ. 1995. Η αναπαραγωγική βιολογία των αυστηρώς προστατευόμενων φυτών της Κυπριακής χλωρίδας. Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Mace, G., Collar, N., Cooke, J., Gaston, K., Ginsberg, J., Leader-Williams, N., Maunder, M. & Milner-Gulland, E. J. 1992. The development of new criteria for listing species on the IUCN Red List. *Species*, 19: 16-22.
- Meikle, R. D. 1977&1985. *Flora of Cyprus*. Vols 1&2. The Bentham - Moxon Trust Royal Botanic Gardens, Kew.
- Stuart, S. N. & Sullivan, T. A. 1994. How biologists can assist the Convention on Biological Diversity: Lists revisited. In: *Widening Perspectives on Biodiversity* (Krattiger, A. F., McNeely, J. A., Lesser, W. H., Miller, K. R., Hill, Y. S. & Senanayake, R. eds), pp. 201-208. IUCN, Switzerland.
- WCMC (World Conservation Monitoring Centre) 1993. *Cyprus: Conservation status listing of plants*. WCMC, U. K.

## **Οικοφυσιολογική μελέτη τη φύτερωσης των σπερμάτων των ενδημικών ειδών της κυπριακής χλωρίδας *Arabis cypria* Holmboe και *A. purpurea* Sibth. & Sm.**

**ΠΑΡΑΣΚΕΥΑ Δ., ΚΑΔΗΣ Κ. Χ., ΓΕΩΡΓΙΟΥ Κ.**

*Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 15784*

**Περίληψη** Διερευνάται η φυτρωτική συμπεριφορά των σπερμάτων των ενδημικών ειδών της κυπριακής χλωρίδας *Arabis cypria* και *A. purpurea*. Ένα μεγάλο ποσοστό των σπερμάτων των φυτών αυτών είναι ληθαργικά. Η άρση του λήθαργου και η προώθηση της φύτερωσης επιτυγχάνεται με την έκθεση των σπερμάτων σε λευκό φως και με την παροχή νιτρικών ιόντων. Γίνεται προσπάθεια συσχετισμού των συνθηκών φύτερωσης και άρσης του λήθαργου με τα χαρακτηριστικά των σπερμάτων και τις συνθήκες του φυσικού περιβάλλοντος των φυτών. Τα δεδομένα που παρουσιάζονται θεωρούνται απαραίτητα για την εκτός τόπου (*ex situ*) διατήρηση των ειδών αυτών μέσω τράπεζας σπερμάτων.

## **Ecophysiology of seed germination of the endemic plants of Cyprus *A. cypria* Holmboe and *A. purpurea* Sibth.& Sm.**

**D. PARASKEVA, C. C. KADIS, K. GEORGHIOU**

*Department of Botany, University of Athens, Athens 15784, Greece*

**Abstract** Within the framework of a research project for the conservation of the endemic, rare and threatened plants of Cyprus, the physiology of seed germination of the species: *Arabis cypria* and *A. purpurea* was studied. Most of the seeds were characterized by primary dormancy. Breakage of dormancy in both species was achieved by white light and by the presence of nitrate ions in the imbibition medium. An attempt is made to correlate the germination conditions and the breakage of dormancy with the seed characteristics and the plants physical environment. Results obtained are indispensable for the *ex situ* conservation of these species through a seed bank.

**Εισαγωγή** Το γένος *Arabis* (Οικογένεια *Cruciferae*), αντιπροσωπεύεται στην Κύπρο με τέσσερα είδη εκ των οποίων τα τρία είναι ενδημικά: *A. kennedyae* Meikle, *A. cypria* Holmboe, *A. purpurea* Sibth. & Sm (Meikle, 1977). Στο πλαίσιο ενός ευρύτερου προγράμματος που αφορά την διατήρηση των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων φυτών της κυπριακής χλωρίδας, διερευνάται η οικοφυσιολογία της φύτευσης των δύο τελευταίων ειδών. Η *A. cypria* περιορίζεται στην οροσειρά του Πενταδάκτυλου, όπου είναι αρκετά κοινό φυτό, ενώ η *A. purpurea* εξαπλώνεται στο ευρύτερο σύμπλεγμα του Τροόδους, όπου είναι κατά τόπους άφθονη.

**Φυτικό υλικό - Μεθοδολογία** Η διάβρεξη των σπερμάτων γίνεται σε τρυβλία Petri διαμέτρου 7 cm που περιέχουν δύο φύλλα διηθητικό χαρτί και 2,5-3 ml απιονισμένο νερό. Οι μέσοι όροι προέρχονται από πέντε επαναλήψεις των 20-25 σπερμάτων. Στον Πίνακα I φαίνεται η τοποθεσία, ο χρόνος συλλογής καθώς και το μέσο βάρος ενός σπέρματος για κάθε είδος. Τα σπέρματα της *A. cypria* λήφθηκαν από το Βοτανικό Κήπο της Νίκαιας μέσω του Τμήματος Δασών της Κύπρου. Στα πειράματα με φωτισμούς, το λευκό φως που χρησιμοποιήθηκε ήταν ποιοτικά όμοιο με το ηλιακό φως, ( $\zeta = 1,2$ ) ενώ για το φωτισμό με Ανοικτό Κόκκινο (ΑΚ) και Σκοτεινό Κόκκινο (ΣΚ) φως, χρησιμοποιήθηκαν οι τυπικές φωτεινές πηγές του Εργαστηρίου.

**Πίνακας I** Η τοποθεσία, ο χρόνος συλλογής και το μέσο βάρος ενός σπέρματος των ειδών *A. cypria* και *A. purpurea*.

Είδος	Τοποθεσία Συλλογής	Ημερομηνία Συλλογής	Μέσο Βάρος Σπέρματος (mg)
<b>A.cypria</b>	Β.Κ.Νίκαιας		0.095
<b>A.purpurea</b>	Ξεροκόλυμπος	Αύγουστος 1992	0.078
	Βρυσί	Ιούλιος 1992	0.059
	Καλοπαναγιώτης	Ιούλιος 1992	0.106

**Αποτελέσματα** Μεγάλο ποσοστό από τα σπέρματα των τεσσάρων σπορομεριδίων που μελετήθηκαν είναι ληθαργικά. Στις σπορομερίδες της *A. purpurea* παρατηρείται διαβάθμιση ως προς το επίπεδο του λήθαργου ανάλογα με την προέλευση. Πιο ληθαργικά παρουσιάζονται τα σπέρματα της περιοχής Ξεροκόλυμπος (φύτευση 7 % στο σκοτάδι, 15 °C) και λιγότερο ληθαργικά αυτά της περιοχής Καλοπαναγιώτη, (φύτευση 54 % στο σκοτάδι, 15 °C). Στην εικόνα 1 παρουσιάζεται η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης των δύο ειδών στο σκοτάδι. Διαπιστώνεται ότι η φύτευση ευνοείται κυρίως στη θερμοκρασία των 15 °C.

Η άρση του λήθαργου και η προώθηση της φύτευσης επιτυγχάνεται με παροχή λευκού φωτός. Σε συνθήκες συνεχούς φωτός σε θερμοκρασία 17 °C,

έχουμε ψηλό τελικό ποσοστό φύτευσης στο φως (55-95 %) και χαμηλό στο σκοτάδι (5-50 %). Κάτω από συνθήκες όμοιες με αυτές που επικρατούν στο φυσικό περιβάλλον κατά το μήνα Νοέμβριο, η φύτευση κυμαίνεται



Εικόνα 1. Θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης των σπερμάτων των ειδών *A. purpurea* (κλειστά σύμβολα) και *A. cypria*.

σε πολύ ψηλά επίπεδα (95 %), για όλες τις σπορομερίδες όταν τα σπέρματα δέχονται φως κατά τη διάρκεια της φωτεινής περιόδου. Παρατηρείται έτσι μια μικρή προώθηση και από την ίδια την εναλλαγή των θερμοκρασιών στις πιο πάνω συνθήκες, σε σχέση με την περίπτωση όπου τα σπέρματα δέχονταν λευκό φως σε ενδιάμεση σταθερή θερμοκρασία. Στις συνθήκες Νοεμβρίου η φύτευση κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα όταν τα σπέρματα βρίσκονται συνεχώς στο σκοτάδι (5-25 %).

Η προωθητική δράση του φωτός διερευνήθηκε περισσότερο στις σπορομερίδες: *A. cypria* και *A. purpurea* (Ξεροκόλυμπος). Διαπιστώθηκε ότι τόσο το περιοδικό ΑΚ φως (5 λεπτά/ώρα στους 22 °C) όσο και το ημερήσιο ΑΚ φως (5 λεπτά/24 ώρες στους 15 °C) προκαλούν ψηλά τελικά ποσοστά φύτευσης (73-90 % και 70-80 % αντίστοιχα). Σύντομο ΣΚ φως μετά από ΑΚ φως είχε σαν αποτέλεσμα τη μερική αναστροφή της δράσης του ΑΚ στην *A. purpurea*. Αντίθετα στην *A. cypria* το ΣΚ δεν είναι ικανό να αναστρέψει τη δράση του ΑΚ.

Η άρση του λήθαργου και η προώθηση της φύτευσης επιτυγχάνεται επίσης με παροχή νιτρικών ιόντων συγκέντρωσης 20 mM σε θερμοκρασία 15 °C στο σκοτάδι. Τα τελικά ποσοστά φύτευσης κυμαίνονται σε πολύ ψηλά επίπεδα για όλες τις σπορομερίδες (90-95 %).

**Συζήτηση** Η πλειονότητα των σπερμάτων και των δύο ειδών είναι λήθαργικά. Το φως αποτελεί ένα σημαντικό προωθητικό παράγοντα. Η άρση του λήθαργου με φως, έχει ιδιαίτερη σημασία και εμφανίζεται συχνά σε φυτά που παράγουν μικρά σπέρματα (Bewley και Black, 1994). Η απαίτηση για φως εξασφαλίζει ότι η φύτευση θα εκδηλωθεί κοντά στην επιφάνεια του εδάφους.

Ο λήθαργος αίρεται και στην παρουσία νιτρικών ιόντων μέσα στο μέσο διάβρεξης. Η άρση του λήθαργου από τα νιτρικά ιόντα αναφέρεται ως ένας πιθανός μηχανισμός ανίχνευσης ανοιγμάτων (Pons, 1989). Προς την κατεύθυνση αυτή χρειάζεται εις βάθος διερεύνηση.

Παρόμοια φυτρωτική συμπεριφορά με αυτή των δύο ενδημικών *Arabis* της Κύπρου (προώθηση της φύτευσης από φως, νιτρικά ιόντα, εναλλασσόμενες θερμοκρασίες) αναφέρεται σε αρκετά άλλα είδη του ίδιου γένους. (Ellis και συν., 1985).

Ο ρόλος των φυτοαυξητικών ουσιών και της ψυχρής στρωμάτωσης στην προώθηση της φύτευσης διερευνάται.

Με την διερεύνηση της φυσιολογίας της φύτευσης των δύο αυτών φυτών ολοκληρώνεται η μελέτη της φυτρωτικής συμπεριφοράς των τριών ενδημικών ειδών του γένους *Arabis* στην Κύπρο, αφού έχουν ήδη παρουσιαστεί δεδομένα για το απειλούμενο είδος *A. kennedyae* (Καδής, 1995).

## **Βιβλιογραφία**

- (1) Bewley, J. D. & Black, M. 1994. Seeds. Physiology of development and germination (2<sup>nd</sup> Edition). Plenum Press, New York and London.
- (2) Ellis, R. H., Hong T. D. & Roberts, E. H. 1985. Handbook of seed technology for gene banks. Volume II. Compendium of specific germination information and test recommendations. International Board for Plant Genetic Resources. Rome.
- (3) Καδής Κ. Χ., 1995 Η αναπαραγωγική βιολογία των αυστηρώς προστατευόμενων φυτών της Κυπριακής χλωρίδας.
- (4) Meikle, R. D. 1977. Flora of Cyprus. Vol. 1. The Bentham- Moxon Trust Royal Botanic Gardens, Kew.
- (5) Pons, T. L. 1989. Breaking of seed dormancy by nitrate as a gap detection mechanism. Ann. Bot., 63: 139-143.

**Διατήρηση των απειλούμενων φυτών της κυπριακής χλωρίδας:  
*Astragalus macrocarpus* D.C. ssp. *lefkarensis* Agerer-kirchof et  
Meikle**

**Καδής Κ. Χ., Γεωργίου Κ.**

*Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 15784*

**Περίληψη.** Μέσα στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος που αφορά τη διατήρηση των απειλούμενων φυτών της Κύπρου, παρουσιάζονται δεδομένα σχετικά με την αναπαραγωγική βιολογία του ενδημικού φυτού *Astragalus macrocarpus* ssp. *lefkarensis*. Το υποείδος χαρακτηρίζεται από την IUCN ως κινδυνεύον και εντάσσεται στο Παράρτημα των αυστηρώς προστατευόμενων φυτών της Συνθήκης της Βέρνης. Τα δεδομένα της εργασίας αφορούν τη φαινολογία της αναπαραγωγής, τις απώλειες σε κάθε αναπαραγωγική φάση, το αναπαραγωγικό δυναμικό (σπέρματα ανά φυτό), τη σχετική αναπαραγωγική επιτυχία (πραγματική προς δυνητικά μέγιστη παραγωγή σπερμάτων) καθώς και την οικοφυσιολογία της φύτευσης των σπερμάτων του υποείδους. Η επιστημονική πληροφορία που προκύπτει από την εργασία, συμβάλλει στην υποβολή προτάσεων για τη διατήρηση του φυτού αυτού.

**Conservation of the threatened plants of Cyprus: *Astragalus macrocarpus* D.C. ssp. *lefkarensis* Agerer-kirchof et Meikle**

**Kadis C.C., Georgiou K.**

*Department of Botany, University of Athens, Athens 15784*

**Abstract.** Within the framework of a research project concerning the conservation of the threatened plants of Cyprus, data are presented on the reproductive biology of the endemic *Astragalus macrocarpus* ssp. *lefkarensis*. The subspecies is characterised by the World Conservation Union (IUCN) as endangered and by the Bern Convention as strictly protected. These data concern the reproductive phenology, the losses during each reproductive phase, the reproductive output (seeds per plant), the relative reproductive success (the real to the potentially maximum seed output) and the ecophysiology of seed germination. The scientific information obtained by the present study contributes to the submission of proposals for the conservation of this threatened plant.

**Εισαγωγή.** Η συσσώρευση επιστημονικής πληροφορίας σχετικής με τα είδη που κινδυνεύουν να εξαφανιστούν θεωρείται απαραίτητη για τη λήψη μέτρων διατήρησής τους (Heywood 1988). Ιδιαίτερα σημαντική είναι η γνώση των αναπαραγωγικών τους χαρακτηριστικών και προβλημάτων (WWF & IUCN 1989). Μέσα στα πλαίσια μιας ευρύτερης ερευνητικής προσπάθειας που αφορά τη διατήρηση των απειλούμενων φυτών της Κύπρου, διερευνήθηκε η αναπαραγωγική βιολογία του *Astragalus macrocarpus* ssp. *lefkarensis*. Το ενδημικό αυτό υποείδος, χαρακτηρίζεται από τη Διεθνή Ένωση για τη Διατήρηση (IUCN) ως Κινδυνεύον και εντάσσεται στο Παράρτημα των αυστηρώς προστατευόμενων φυτών της Συνθήκης της Βέρνης. Περιγράφηκε από μια τοποθεσία κοντά στο χωριό Λεύκαρα (Meikle 1977) όπου ο πληθυσμός του περιορίζεται σε έκταση 500 m<sup>2</sup> και δεν ξεπερνά τα 30 άτομα. Πριν μερικά χρόνια εντοπίστηκε και σε δεύτερη τοποθεσία, κοντά στο χωριό Ασγάτα (Della & Ιατρού 1995), όπου ο πληθυσμός είναι πολύ μεγαλύτερος από τον πρώτο και αναπτύσσεται σε έκταση αρκετών στρεμμάτων. Κατά το 1995 βρέθηκαν άλλα 15 άτομα του υποείδους κοντά στο χωριό Αλαμινός (Χριστοδούλου, προσωπ. επικοινων.).

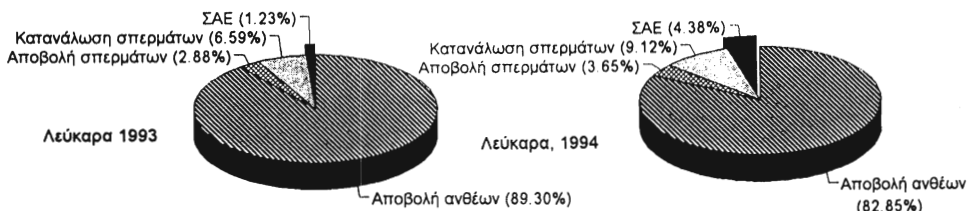
**Μεθοδολογία - Φυτικό Υλικό.** Τα αποτελέσματα αφορούν τους πληθυσμούς των Λευκάρων και της Ασγάτας. Η εργασία πεδίου περιελάμβανε τον προσδιορισμό των φαινολογικών χαρακτηριστικών του υποείδους (έναρξη - διάρκεια κάθε αναπαραγωγικής φάσης), την ανίχνευση της μονάδας και του μηχανισμού διασποράς και τις απαραίτητες μετρήσεις για τον υπολογισμό του αναπαραγωγικού δυναμικού (αριθμός γερών σπερμάτων ανά φυτό) και της σχετικής αναπαραγωγικής επιτυχίας (πραγματική προς δυναμικά μέγιστη παραγωγή σπερμάτων). Για τη διεκπεραίωση της εργασίας πεδίου πραγματοποιήθηκαν συνολικά 15 επισκέψεις στους βιότοπους του υποείδους που κάλυψαν τρεις διαδοχικές αναπαραγωγικές περιόδους (1992-1994). Τα δεδομένα αφορούν από 12 έως 20 φυτά της περιοχής των Λευκάρων και 25 φυτά της περιοχής της Ασγάτας τα οποία σημαδεύονταν κατά την άνθιση με αριθμημένους πλαστικούς δακτυλίους. Τα πειράματα φύτευσης έγιναν με σπέρματα που συνελέγησαν από τα Λεύκαρα, τον Ιούλιο του 1992. Κάθε τιμή είναι αποτέλεσμα 5 επαναλήψεων από 10 σπέρματα. Ο τραυματισμός του περιβλήματος των σπερμάτων έγινε με νυστέρι στην περιοχή του σπέρματος που βρίσκεται στην αντίθετη πλευρά απ' αυτήν του ριζιδίου.

**Αποτελέσματα - Συζήτηση.** Φαινολογία: Η περίοδος ανθοφορίας ξεκινά γύρω στο τέλος Μαρτίου με αρχές Απριλίου και φτάνει μέχρι το τέλος Απριλίου με αρχές Μαΐου. Τα άνθη εμφανίζονται πρώτα στο κατώτερο τμήμα του φυτού, ενώ αργότερα η άνθιση επεκτείνεται προς την κορυφή του. Οι χέδρωτες που ωριμάζουν γύρω στις αρχές Ιουνίου, παραμένουν αδιάρρηκτοι, αποτελώντας έτσι τη μονάδα διασποράς για το υποείδος (συναπποσπερμία). Όταν τα φυτά αναπτύσσονται σε επίπεδο υπόστρωμα οι χέδρωτες πέφτοντας στο έδαφος παραμένουν στη βάση των μητρικών φυτών (αχωρία). Όταν όμως η κλίση του υποστρώματος είναι μεγάλη, οι χέδρωτες κυλούν προς τα κάτω λόγω του ελλειψοειδούς τους σχήματος, διανύοντας έτσι απόσταση που φτάνει μερικές φορές και τα 6 m (βαρυχωρία). Η εμφάνιση των αρπιβλάστων στη φύση ξεκινά προς το τέλος του χειμώνα και μεγιστοποιείται μέσα στο Μάρτιο ενώ η θνησιμότητά τους αυξάνεται με την έναρξη της θερινής περιόδου.

Απώλειες κατά την αναπαραγωγή: Οι κυριότερες αναπαραγωγικές απώλειες προέρχονται από τις αποβολές των ανθέων. Το ποσοστό των αποβληθέντων ανθέων στο σύνολο ξεπερνούσε πάντοτε το 80% (Εικ. 1). Οι καρποί του υποειδους προέρχονται από τα άνθη που εμφανίζονται πρώτα κατά την περίοδο ανθοφορίας και εντοπίζονται στο κατώτερο τμήμα του φυτού. Με αφαίρεση των κατώτερων ανθέων και στη συνέχεια καταμέτρηση των χέδρωπων που σχημάτισαν τα ίδια φυτά αποδείχθηκε ότι η καρπώδεια μετατοπίζεται στα αμέσως ανώτερα άνθη, που φυσιολογικά θα είχαν αποβληθεί. Το ποσοστό μάλιστα των ανθέων που μετατράπηκαν σε χέδρωπες (16.1 %) ήταν συγκρίσιμο με το αντίστοιχο ποσοστό των φυτών από τα οποία δεν αφαιρέθηκαν άνθη (18.4 %). Παρόμοια συσχέτιση του χρόνου άνθισης και της θέσης των ανθέων στο φυτό με την πιθανότητα καρπώδεσής τους αναφέρεται σε αρκετά είδη (Stephenson 1981). Η φυσιολογική βάση του φαινομένου αυτού μπορεί να αποδοθεί με διάφορους τρόπους, οι επικρατέστεροι από τους οποίους περιλαμβάνουν τη διαμεσολάβηση φυτοαυξητικών ουσιών. Έτσι οι πρώτοι καρποί της βάσης είναι δυνατό να παράγουν φυτοαυξητικές ουσίες -αναστολείς της αύξησης- οι οποίες να επάγουν την αποβολή των μεταγενέστερων καρπών. Επίσης μέσα στο χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την εμφάνιση των πρώτων και των μεταγενέστερων καρπών, οι πρώτοι έχουν τη δυνατότητα παραγωγής φυτοαυξητικών ουσιών που τους καθιστούν ισχυρότερους «συλλεκτήρες», δίνοντας τους προβάδισμα στον ανταγωνισμό για την προσέλκυση των περιορισμένων πρώτων υλών του μητρικού φυτού (Lee 1988). Μέσα στους ώριμους χέδρωπες εντοπίστηκαν τρεις διαφορετικές ποιοτικά κατηγορίες σπερμάτων: Τα γερά σπέρματα, τα σπέρματα που είχαν αποβληθεί σε αρχικό στάδιο της ωρίμανσής τους και τα σπέρματα που προσβλήθηκαν και καταναλώθηκαν από ένα κολεόπτερο της οικογένειας Bruchidae. Η πλειονότητα των σπερμάτων ανήκαν πάντοτε στην τελευταία κατηγορία (48-77 %), ενώ το ποσοστό των αποβληθέντων σπερμάτων κυμαινόταν από 7 έως 28 %. Η θήρευση μεγάλου μέρους της παραγωγής σπερμάτων, σε αρκετές περιπτώσεις μάλιστα από έντομα της οικογένειας Bruchidae, έχει παρατηρηθεί και στο παρελθόν, τόσο σε άλλα είδη του γένους *Astragalus* όσο και γενικότερα σε είδη της οικογένειας Leguminosae (Crowley 1992). Η επίδραση της θήρευσης (μέσω της μείωσης της παραγωγής σπερμάτων) στην επακόλουθη αναγέννηση των πληθυσμών του *A. macrocarpus* ssp. *lefkarensis* είναι καθοριστική αφού ο μικρός αριθμός εναπομεινάντων σπερμάτων καθιστά αμφίβολη, αν όχι αδύνατη, την αναγέννηση μέσω σπερμάτων. Μορφολογικά τα αναπτυχθέντα σπέρματα (γερά και προσβληθέντα) διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τα πράσινα και τα μοβ-μαύρα. Τα σπέρματα αυτών των κατηγοριών διαφέρουν ως προς τη συχνότητα εμφάνισής τους και τη συχνότητα κατανώσεώς τους. Η πλειονότητα των σπερμάτων ήταν πράσινα (91-96 %). Τα περισσότερα από τα πράσινα σπέρματα είχαν προσβληθεί (73-85%), σε αντίθεση με τα σκούρα σπέρματα που ως επί το πλείστον ήταν γερά (72-87%).

Αναπαραγωγικό Δυναμικό - Σχετική Αναπαραγωγική Επιτυχία (ΣΑΕ). Κάθε φυτό στην περιοχή Λευκάρων παρήγαγε κατά το 1992, 1993 και 1994 κατά μέσο όρο 36.6, 8.6, και 15.0 γερά σπέρματα, αντίστοιχα. Στην Ασγάτα ο μέσος αριθμός σπερμάτων ανά φυτό κατά το 1993 ήταν 15.9. Συνοπτολογίζοντας τις αναπαραγωγικές απώλειες του υποειδους διαπιστώνεται ότι η ΣΑΕ του κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα: το 1993 και το 1994 η ΣΑΕ των φυτών των Λευκάρων (όπου έγιναν πλήρεις μετρήσεις) έφτασε μόλις το 1.2 και 4.4 %, αντίστοιχα (Εικ. 1). Η χαμηλή ΣΑΕ που μεταφράζεται σε αδυναμία





Εικόνα 1. Οι απώλειες κατά την αναπαραγωγή και η ΣΑΕ του *A. macrocarpus ssp. lefkarensis*.

παραγωγής ικανού αριθμού σπερμάτων αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για το υποείδος. Η αδυναμία αυτή έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη γενετική ευελιξία και ικανότητα προσαρμογής του υποείδους σε μεταβαλλόμενες συνθήκες με συνέπεια τη δυσκολία αντιμετώπισης περιβαλλοντικών μεταβολών και γενικότερα της πίεσης της φυσικής επιλογής.

**Φύτρωση:** Η φύτρωση των σπερμάτων του υποείδους στο σκοτάδι, σε σταθερές θερμοκρασίες από 5 έως 25 °C ήταν πάντοτε 0 %. Ο λήθαργος οφείλεται στο σκληρό, αδιάβροχο σπερματικό περιβλήμα. Τραυματισμός του περιβλήματος είχε ως αποτέλεσμα τη φύτρωση των σπερμάτων σε θερμοκρασίες από 10 - 25 °C. Το τάχος φύτρωσης είναι μεγαλύτερο στους 20 και 25 °C ( $T_{50}=4$  μέρες). Τα πράσινα και τα μοβ σπέρματα δεν διαφέρουν ως προς τη φυτρωτική τους συμπεριφορά.

**Διατήρηση του *Astragalus macrocarpus ssp. lefkarensis*:** (1) Επί τόπου (*in situ*). (i) Οι τοποθεσίες που αναπτύσσονται οι υφιστάμενοι πληθυσμοί του υποείδους θα πρέπει να εξασφαλιστούν από κάποιο καθεστώς προστασίας. (ii) Είναι αναγκαία η διερεύνηση της δυνατότητας παρέμβασης στα κρίσιμα αναπαραγωγικά στάδια του υποείδους με στόχο τη αύξηση της ετήσιας παραγωγής σπερμάτων και γενικότερα την ανάκαμψη των πληθυσμών του. Θα μπορούσε έτσι να διερευνηθεί η δυνατότητα ελέγχου ή και καταπολέμησης του θηρευτή των σπερμάτων του, ενώ χρήσιμη θα ήταν η διερεύνηση της αποφυγής της θήρευσης από τα σκούρα σπέρματά του. (2) Εκτός τόπου (*ex situ*). (i) Διατήρηση έστω και μικρού αριθμού σπερμάτων του υποείδους σε τράπεζα σπερμάτων. Προς την κατεύθυνση αυτή συμβάλλει και η γνώση της φυτρωτικής τους συμπεριφοράς, όπως αυτή παρουσιάζεται πιο πάνω. (ii) Περαιτέρω εξασφάλιση του υποείδους θα μπορούσε να επιτευχθεί με τεχνικές μικροπολλαπλασιασμού και με διατήρησή του σε βοτανικό κήπο.

## Βιβλιογραφία

- Crawley, M. J. 1992. In *Seeds. The ecology of regeneration in plant communities* (Fenner, M. ed), pp. 157-191. C.A.B. International, Wallingford, UK.
- Della, A. & Iatrou, G. 1995. *Kew Bull.* 50(2):387-396
- Heywood, V. H. 1988. In Greuter, W. & Zimmer, B. (eds), *Proceedings of the XIV International Botanical Congress*, pp. 277-290.
- Lee, T. D. 1988. In *Plant Reproductive Ecology. Patterns and strategies* (Lovett Doust, J. & Lovett Doust, L. eds), pp. 179-202. Oxford University Press, New York.
- Meikle, R. D. 1977. *Flora of Cyprus*. Vol. 1. The Bentham - Moxon Trust Royal Botanic Gardens, Kew.
- Stephenson, A. G. 1981. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 12: 253-259
- WWF & IUCN 1989. *The botanic gardens conservation strategy*. Gland Switzerland.

## **Βάση δεδομένων των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων ειδών της Ελληνικής χλωρίδας**

**Γεωργίου Κ., Δεληπέτρου Π., Καδής Κ.Χ., Μπαζός Ι., Ιωαννίδου Ε.**  
*Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 157 84*

**Περίληψη** Η βάση δεδομένων «Hellas» είναι καρπός της προσπάθειας για τη δημιουργία ενός εύχρηστου μέσου προσέγγισης των πληροφοριών για τα ενδημικά, σπάνια και απειλούμενα είδη της ελληνικής χλωρίδας, με απώτερο στόχο τη διάσωση και διατήρηση των ειδών αυτών. Η βάση δεδομένων είναι δομημένη στο πρόγραμμα Microsoft Access σε περιβάλλον Microsoft Windows. Συνδέεται λειτουργικά με το αρχείο πληροφοριών για τη βιολογία των σπερμάτων και την αναπαραγωγική βιολογία των ειδών της Τράπεζας Σπερμάτων του Τομέα Βοτανικής του Πανεπιστημίου Αθηνών. Περιλαμβάνει πληροφορίες για 1766 taxa (1622 είδη) Βρυοφύτων, Πτεριδοφύτων και Σπερματοφύτων. Έχουν καταχωρηθεί στοιχεία για τη συστηματική κατάταξη (οικογένεια, συνώνυμα), τη γεωγραφική κατανομή, τον ενδημισμό (ελληνικό ή τοπικό ενδημικό), την κατάσταση διατήρησης, τη βιολογία (βλαστική μορφή, ύψος, περίοδος άνθισης), την οικολογία (οικότοπος, υψόμετρο) και τη βιβλιογραφία κάθε είδους. Ως βιβλιογραφικές πηγές χρησιμοποιήθηκαν οι υπάρχουσες χλωρίδες και κατάλογοι χλωρίδας, κατάλογοι απειλούμενων και προστατευόμενων ειδών καθώς και πρωτότυπες δημοσιεύσεις. Η καταχώρηση των πληροφοριών σε ηλεκτρονική μορφή δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας και ανάλυσης των δεδομένων με ενδιαφέροντα αποτελέσματα. Παρουσιάζονται αποτελέσματα σχετικά με την κατανομή των ενδημικών και απειλούμενων φυτών στις 13 φυτογεωγραφικές υποδιαιρέσεις της Ελλάδας καθώς και η κατάσταση διατήρησης και το καθεστώς προστασίας των απειλούμενων taxa.

## **A database for the endemic, rare and threatened plants of Greece**

**Georgiου K., Delipetrou P., Kadis C.C., Bazos I., Ioannidou E.**  
*Department of Botany, University of Athens, Athens 157-84, Greece*

**Abstract.** The database «Hellas» is a project prompted by the need for the compilation and easy access of the available data for the endemic, rare and threatened plants of the greek flora. Its objective is the survival and conservation of these plants. «Hellas» is a Microsoft Access database in Windows environment. It is functionally connected to the seed and reproductive biology data files of the seedbank of the University of Athens Botany Department. It contains 1766 taxa (1622 species) of Bryophytes, Pteridophytes and Spermatophytes. The information entered concerns the taxonomic status (family, synonyms), geographical distribution, endemism (greek or local endemic), conservation status, biology (growth form, flowering period), ecology (habitat, altitude) and literature of each taxon. The bibliographical sources used were various Floras and Checklists, lists of threatened or protected plants as well as published articles. An advantage of the software database is the capacity for data process and analysis. The output has given interesting results. The results presented concern the distribution of the endemic and threatened taxa in the 13 phytogeographical subdivisions of Greece and also the conservation and protection status of the threatened taxa.

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ.** Απαραίτητη προϋπόθεση για τον καθορισμό των προτεραιοτήτων για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας της χλωρίδας είναι η ακριβής γνώση της γεωγραφικής κατανομής, του ενδημισμού, της σπανιότητας και της κατάστασης διατήρησης των φυτικών ειδών. Οι πληροφορίες αυτές για τα ελληνικά είδη, καθώς μάλιστα απουσιάζει ολοκληρωμένη «Ελληνική Χλωρίδα», είναι διεσπαρμένες σε διάφορες χλωρίδες, δημοσιεύσεις και καταλόγους απειλούμενων ειδών. Η έλλειψη μιας ολοκληρωμένης εικόνας για κάθε ένα από τα ενδημικά, σπάνια και απειλούμενα φυτά της ελληνικής χλωρίδας και η ανάγκη ενός εύχρηστου μέσου προσέγγισης των στοιχείων αυτών οδήγησαν στη δημιουργία της ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων «Hellas».

**ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.** Η βάση δεδομένων των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων φυτών «Hellas» είναι δομημένη στο πρόγραμμα Microsoft Access και λειτουργεί σε περιβάλλον Microsoft Windows. Περιλαμβάνει πέντε πίνακες δεδομένων (Tables) που συνδέονται με έναν κωδικό αριθμό (Dbcode). Ο βασικός πίνακας «Hellas» περιλαμβάνει 2008 καταχωρήσεις Βρυοφύτων, Πτεριδοφύτων και Σπερματοφύτων. Για κάθε ταχον αφιερώνεται μία καταχώρηση (κάρτα) με ένα μοναδικό Dbcode και περιέχει πληροφορίες για την κατάσταση διατήρησης, την εξάπλωση και την οικολογία του. Στον πίνακα «Hellasynonyms» (2162 καταχωρήσεις) περιέχονται τα συνώνυμα, στον πίνακα «Subdivision» οι φυτογεωγραφικές υποδιαιρέσεις και στον πίνακα «Floras & Lists» οι βιβλιογραφικές πηγές των φυτικών ταχων. Ο βασικός πίνακας «SeedBank» (92 καταχωρήσεις) περιέχει στοιχεία για τις σπορομερίδες της Τράπεζας Σπερμάτων (τόπος και χρόνος συλλογής, πειραματικά δεδομένα σχετικά με τη βιολογία των σπερμάτων και την αναπαραγωγική βιολογία).

Η βάση δεδομένων «Hellas» τροφοδοτείται με στοιχεία τα οποία ως προς την κατάσταση διατήρησης προέρχονται από:

- τον κατάλογο των σπάνιων και απειλούμενων φυτών της Ελλάδας που προέρχεται από τη βάση δεδομένων του Παγκόσμιου Κέντρου Παρακολούθησης της Διατήρησης (WCMC), του οποίου συστατικό μέλος είναι η Διεθνής Ενωση για την Διατήρηση της Φύσης και των Φυσικών Πόρων (IUCN)
- τον Ευρωπαϊκό Ερυθρό Κατάλογο Παγκοσμίως Απειλούμενων Φυτών και Ζώων
- του καταλόγου των Βοτανικών κήπων για τα σπάνια και απειλούμενα φυτά της Ευρώπης
- το παράρτημα I της Συνθήκης της Βέρνης για την διατήρηση της Ευρωπαϊκής άγριας ζωής και των φυσικών οικοτόπων
- των παραρτημάτων της συνθήκης για το εμπόριο απειλούμενων ειδών (CITES)
- του πίνακα A του υπ' αριθ. 67/1981 Προεδρικού Διατάγματος περί προστασίας της αυτοφυούς χλωρίδας και άγριας πανίδας
- τα παραρτήματα II και IV της οδηγίας 92/43 της Ευρωπαϊκής Ενωσης για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και της άγριας πανίδας και χλωρίδας
- του καταλόγου των απειλούμενων φυτών των βιοτόπων CORINE
- στοιχεία από άλλες έγκυρες βιβλιογραφικές πηγές

Επιπλέον για κάθε ταχον καταχωρούνται πληροφορίες που προέρχονται από βασικές χλωρίδες (αναφέρονται τόμος και αριθμός σελίδας, Πίνακας Floras & Lists) και από πρωτότυπες δημοσιεύσεις. Τα στοιχεία αυτά αφορούν: τον ενδημισμό

(ελληνικό ή τοπικό ενδημικό): τη γεωγραφική κατανομή εκτός Ελλάδος και στην Ελλάδα (σε κωδικοποιημένη μορφή οι υποδιαιρέσεις του Medchecklist και ο πίνακας Subdivision): την οικολογία (οικότοπος, υψόμετρο): και τη βιολογία (βλαστική μορφή, ύψος, περίοδος άνθισης).

Η καταχώρηση των στοιχείων γίνεται σε προσαρμοσμένες μορφές των πινάκων (Forms) που διευκολύνουν και εξασφαλίζουν τη σωστή εισαγωγή των δεδομένων ταυτόχρονα σε όλους τους πίνακες ή σε κάθε έναν χωριστά. Η εκτύπωση των δεδομένων, σε επιλεγμένους συνδυασμούς τους, γίνεται μέσω προσαρμοσμένων μορφών εκτύπωσης (Reports). Ο έλεγχος και η επεξεργασία των δεδομένων γίνονται μέσω ευέλικτων ειδικά σχεδιασμένων «ερωτημάτων» (Queries). Η γραφική παρουσίαση των δεδομένων είναι δυνατή μέσω των Forms της βάσης δεδομένων ή με επικοινωνία με ένα πρόγραμμα γραφικών (Microsoft Excel).

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ** Το αρχείο πληροφοριών για την Ελληνική χλωρίδα καλύπτει μέχρι στιγμής 1766 taxa (1622 είδη) από τα οποία 1018 taxa (696 είδη) είναι απειλούμενα. Από την επεξεργασία των πληροφοριών που έχουν ήδη καταχωρηθεί στη βάση δεδομένων (πληρότητα πεδίων 90-100% για τη γεωγραφική κατανομή) προέκυψαν ενδιαφέροντα αποτελέσματα που παρουσιάζονται και σχολιάζονται παρακάτω.

α) Ενδημικά taxa. Έχουν καταχωρηθεί 1175 ενδημικά taxa (922 είδη). Ο αριθμός αυτός πλησιάζει τον κατά προσέγγιση υπολογιζόμενο αριθμό των 1200 ελληνικών ενδημικών taxa (Ιατρού 1986· Greuter, 1991). Οι 5 οικογένειες με τον μεγαλύτερο αριθμό ενδημικών taxa είναι κατά φθίνουσα σειρά: Compositae, Caryophyllaceae, Labiatae, Liliaceae και Cruciferae. Η επεξεργασία των δεδομένων για την κατανομή των φυτών στις φυτογεωγραφικές υποδιαιρέσεις έδειξε ότι η Κρήτη, η Πελοπόννησος και η Στερεά Ελλάδα υπερέχουν τόσο σε συνολικό αριθμό ενδημικών taxa όσο και τοπικών ενδημικών. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με τις σχετικές εκτιμήσεις (Strid, 1991). Είναι χαρακτηριστικό για την ελληνική χλωρίδα ότι τα περισσότερα ενδημικά taxa (69 %) απαντούν σε μία μόνο φυτογεωγραφική περιοχή.

β) Απειλούμενα taxa. Το Παγκόσμιο Κέντρο Παρακολούθησης της Διατήρησης (WCMC) στον τελευταίο του κατάλογο για τα σπάνια και απειλούμενα φυτά της Ελληνικής χλωρίδας περιλαμβάνει 698 ταξινομικές μονάδες. Από τα φυτά αυτά 8 χαρακτηρίζονται ως εξαφανισθέντα (1 είδος εξαφανισθέν-εύρωτο), 40 ως κινδυνεύοντα, 69 ως εύρωτα, 523 ως σπάνια και 58 ως απροσδιόριστα. Σημειώνεται ότι από τα 8 εξαφανισθέντα κατά WCMC taxa, τα 4 ανεβρέθηκαν στους φυσικούς τους βιοτόπους και τα 3 είναι ίσως είδη ταξινομικά αμφίβολα ή που δεν υπήρξαν ποτέ στην Ελλάδα (Greuter, 1995). Σύμφωνα με αυτά, από το σύνολο των απειλούμενων φυτών της Ελληνικής χλωρίδας τα 450 είναι ενδημικά και τα 248 μη-ενδημικά. Συνολικά, από το WCMC και από άλλες πηγές υπάρχουν πληροφορίες για την κατάσταση διατήρησης του 60 % περίπου των ενδημικών taxa (609 απειλούμενα) που έχουν καταγραφεί στη βάση δεδομένων. Είναι φανερό η έλλειψη τόσο των πρόσφατων δεδομένων πεδίου για τα γνωστά απειλούμενα taxa, όσο και της αξιολόγησης του συνόλου των ενδημικών. Η πρόσφατη έκδοση του «Κόκκινου Βιβλίου των Απειλούμενων Φυτών της Ελλάδας» (Phitos D. 1996. Red Data Book

on Rare and Threatened Plants of Greece) αποτελεί θετική προσφορά προς την κατεύθυνση αυτή.

γ) Προστατευόμενα taxa. Από τα κινδυνεύοντα και εύρωτα κατά το WCMC φυτά μόνο τα 73 (56 ενδημικά και 17 μη-ενδημικά) καλύπτονται από την συνθήκη της Βέρνης ως αυστηρώς προστατευόμενα. Ακόμη μικρότερος είναι ο αριθμός των taxa (34 ενδημικά και 5 μη-ενδημικά) τα οποία περιλαμβάνονται στο Παράρτημα II της οδηγίας 92/43 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ως είδη κοινοτικού ενδιαφέροντος των οποίων η διατήρηση επιβάλλει τον καθορισμό ειδικών ζωνών διατήρησης (δίκτυο «Φύση 2000»). Συνολικά, μόνο το 30 % περίπου των taxa της ελληνικής χλωρίδας των ανώτερων κατηγοριών κινδύνου (κινδυνεύοντα, εύρωτα) του WCMC εκπροσωπούνται στον κατάλογο της Βέρνης και στην Οδηγία της ΕΕ. Η διεθνής Σύμβαση για το Εμπόριο Κινδυνευόντων ειδών (CITES) καλύπτει 87 taxa, κυρίως Ορχεοειδών. Τέλος, η ελληνική νομοθεσία παρέχει προστασία σε 768 taxa (Π.Δ. 67/81).

Η συγκέντρωση όλων αυτών των διάχυτων πληροφοριών σε ένα ενιαίο αρχείο, όπως αυτό που παρουσιάζεται εδώ, σε συνδυασμό με την απουσία ολοκληρωμένης "Ελληνικής Χλωρίδας" ή έστω ενός καταλόγου (checklist) των ενδημικών φυτών της Ελλάδας, θεωρούμε ότι πέρα από την εξυπηρέτηση των αναγκών για τη διατήρηση των απειλούμενων ελληνικών φυτικών ειδών, αποτελεί και ένα πρώτο βήμα για την απογραφή των σημαντικών ειδών της ελληνικής χλωρίδας.

Το ερευνητικό πρόγραμμα για τη διατήρηση των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων φυτών της ελληνικής χλωρίδας (επιστημονικός υπεύθυνος: Κ. Γεωργίου) ενισχύθηκε από τη Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας του Υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας (ΠΕΝΕΔ, 1991).

## Βιβλιογραφία

- Greuter W. 1991. Botanical diversity, endemism, rarity, and extinction in the Mediterranean area: an analysis based on the published volumes of Med-Checklist. *Bot. Chron.* 10: 63-79.
- Greuter W. 1995. Origin and peculiarities of Mediterranean island floras. *Ecologia Mediterranea* XXI(1/2):1-10.
- Ιατρού Γ. 1986. Συμβολή στη μελέτη της ενδημικής χλωρίδας της Πελοποννήσου. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Strid A. 1991. The «Flora Hellenica» project. *Bot. Chron.* 10:81-94

## Συγκριτική οικοφυσιολογική μελέτη της φωτοευαισθησίας των σπερμάτων οκτώ μεσογειακών ειδών του γένους *Silene*

ΔΕΛΗΠΕΤΡΟΥ Π., ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΥ Α., ΓΕΩΡΓΙΟΥ Κ.

Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 157 84

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ** Μελετήθηκαν τα φυτρωτικά χαρακτηριστικά των σπερμάτων οκτώ μεσογειακών ειδών του γένους *Silene*. Στα σπέρματα των *S. colorata*, *S. succulenta*, *S. fabaria*, *S. gemmata*, *S. galataea* και *S. vulgaris* ssp. *suffrutescens* η φύτευση στο σκοτάδι ήταν υψηλή με μέγιστα στους 15 και 20 °C. Τα σπέρματα των *S. kotschy* var. *maritima* και *S. sedoides* ήταν ληθαργικά. Άρση του ληθαργίου επιτεύχθηκε με διάβρεξη σε GA<sub>3</sub> και με χορήγηση φωτός, αντίστοιχα. Στα τρία είδη των αμμωδών παραλιών, *S. colorata*, *S. succulenta*, *S. kotschy* var. *maritima*, το συνεχές λευκό φως προκάλεσε αναστολή της φύτευσης. Στα σπέρματα της *S. fabaria*, είτε προέρχονταν από πληθυσμό από βραχώδη είτε από αμμώδη παραλία, το φως δεν επηρέασε ούτε το τελικό ποσοστό ούτε το τάχος της φύτευσης. Στα πολύ μικρά σπέρματα της *S. sedoides*, είδους των παραλιακών βράχων, το λευκό φως προώθησε πλήρως τη φύτευση. Η φωτοευαισθησία των σπερμάτων των *S. gemmata*, *S. galataea* και *S. vulgaris* ssp. *suffrutescens* δεν έχει ακόμα καθοριστεί με βεβαιότητα. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα της μελέτης της αντίδρασης στο φως σε σπέρματα ειδών διαφορετικών ενδιαιτημάτων με σκοπό τη διερεύνηση του ρόλου του φωτός στη φυτρωτική στρατηγική. Τα αποτελέσματα, αν και ο μικρός αριθμός των ειδών που μελετήθηκαν δεν επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων, υποδεικνύουν μία πιθανή σχέση της δράσης του φωτός στη φύτευση και του ενδιαιτήματος.

## Comparative ecophysiology of germination of the seeds of eight mediterranean species of the genus *Silene*

DELIPETROU P., ZAFEIROPOULOU A., GEORGHIOU K.

Department of Botany, University of Athens, Athens 157 84, Greece

**Abstract.** Germination was studied in the seeds of eight mediterranean species of the genus *Silene*. In the seeds of *S. colorata*, *S. succulenta*, *S. fabaria*, *S. gemmata*, *S. galataea* και *S. vulgaris* ssp. *suffrutescens* germination in the dark was high with maxima at 15 και 20 °C. The seeds of *S. kotschy* var. *maritima* and *S. sedoides* were dormant; dormancy was broken by imbibition in GA<sub>3</sub> and by light, respectively. In the three maritime sand species, *S. colorata*, *S. succulenta* and *S. kotschy* var. *maritima*, continuous white light inhibited germination. In the seeds of *S. fabaria*, whether coming from a population growing on rocks or on sand, white light affected neither the final percentage nor the rate of germination. In the small seeds of *S. sedoides*, a maritime rock species, light promoted germination. The reaction of the seeds of *S. gemmata*, *S. galataea* και *S. vulgaris* ssp. *suffrutescens* to light has not been determined yet. These are the first results of the study of the light rection in seeds of species of different habitats aiming to the investigation of the role of light in germination strategy. The results, although the small number of species studied does not allow any conclusion yet, indicate a possible relationship between the action of light on germination and a species' habitat.

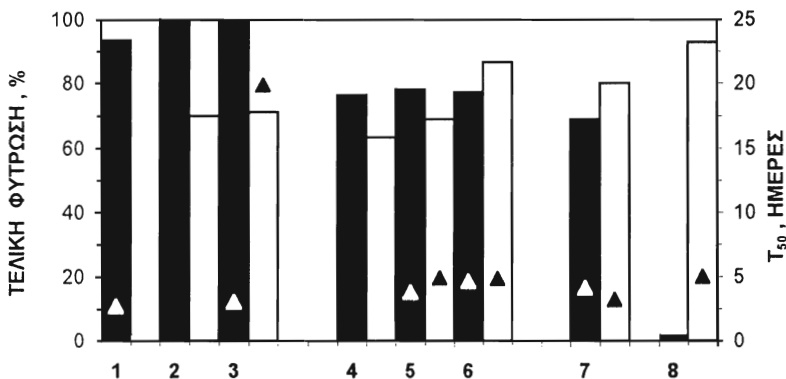
**ΕΙΣΑΓΩΓΗ.** Το φως, με τη διαμεσολάβηση του φυτοχρώματος και ενδεχομένως και άλλων φωτοδεκτών, είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που ρυθμίζουν τη φύτευση των σπερμάτων. Τα σπέρματα, ως προς την αντίδρασή τους στο φως, μπορούν να διακριθούν σε φωτοευαίσθητα και φωτοαδιάφορα. Στη φύση, συνήθως, τα σπέρματα δέχονται συνεχείς φωτισμούς. Η προώθηση της φύτευσης, από συνεχείς φωτισμούς, παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά των αντιδράσεων μικρής φωτεινής ενέργειας (LFR) του φυτοχρώματος. Η φωτοαναστολή (αναστολή της φύτευσης από το συνεχές λευκό φως) έχει τα χαρακτηριστικά των αντιδράσεων μεγάλης φωτεινής έντασης (HIR) του φυτοχρώματος. Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται τα πρώτα αποτελέσματα της μελέτης της φύτευσης των σπερμάτων ειδών του γένους *Silene* με διαφορετικό ενδιαίτημα, με σκοπό τη διερεύνηση του ρόλου του φωτός στη φυτρωτική τους στρατηγική. Για τα είδη αμμοδών παραλιών, υπάρχουν δεδομένα που υποστηρίζουν ότι διαθέτουν έναν προσαρμοστικό μηχανισμό αποφυγής της φύτευσης στην επιφάνεια του εδάφους, που βασίζεται στη φωτοαναστολή της φύτευσης και διαμεσολαβείται από το φυτόχρωμα (Thanos et al., 1991· Thanos et al., 1994).

**ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.** Η συλλογή των σπερμάτων έγινε σε παραλίες της Ελλάδας και της Κύπρου. Οι εργαστηριακοί έλεγχοι της φύτευσης έγιναν με διάβρεξη των σπερμάτων σε τρυβλία Petri. Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού. Το λευκό φως που χρησιμοποιήθηκε είχε ποιοτικά χαρακτηριστικά παρόμοια με του ηλιακού φωτός ( $\zeta = 1,1$  και  $\varphi = 0,65$ ,  $\zeta$  είναι ο λόγος ΑΚ/ΣΚ του φωτισμού και  $\varphi$  η θεωρητικά υπολογιζόμενη κατάσταση φωτοσταθερής ισορροπίας του φυτοχρώματος). Οι διαφορετικές εντάσεις λευκού φωτός και οι ευρέως φάσματος μονοχρωματικοί φωτισμοί, Ανοικτό Κόκκινο (ΑΚ) και Σκοτεινό Κόκκινο (ΣΚ) επιτεύχθηκαν με ουδέτερα και έγχρωμα φίλτρα plexiglas, αντίστοιχα. Για κάθε είδος ακολουθήθηκε το εξής πρωτόκολλο εργασίας: α) Θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης, άρση του ληθάργου, β) Επίδραση του συνεχούς λευκού φωτός στη φύτευση, γ) Διερεύνηση της αντίδρασης στο φως (ποιοτική και ποσοτική). Ως  $T_{50}$ , ορίζεται ο χρόνος που χρειάζεται για την επίτευξη του 50% του τελικού ποσοστού της φύτευσης. Οι μέσες τιμές προέρχονται από 5 δείγματα (τρυβλία Petri) των 20-50 σπερμάτων. Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων (διαφορές μέσων όρων, ευθείες παλινδρόμησης) έγινε με τη μέθοδο ANOVA I.

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ.** Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης, των taxa που μελετήθηκαν, ήταν τυπικά Μεσογειακή με μέγιστα στους 15 και 20 °C. Τα σπέρματα των *Silene colorata*, *S. succulenta*, *S. fabaria*, *S. galataea*, *S. gemmata* και *S. vulgaris* φύτευσαν σε υψηλά ποσοστά στο σκοτάδι, χωρίς καμία προμεταχείριση. Τα σπέρματα των *S. kotschyi* var. *maritima* και *S. sedoides*, ήταν ληθαργικά και η φύτευσή τους επιτεύχθηκε με διάβρεξη σε GA<sub>3</sub> και με χορήγηση φωτός αντίστοιχα.

Διακρίθηκαν τρεις τύποι αντίδρασης στους συνεχείς φωτισμούς με λευκό φως: Αναστολή, με μεγαλύτερο τελικό ποσοστό και τάχος φύτευσης στο σκοτάδι σε σχέση με το λευκό φως· Αδιαφορία, με ίδιο τελικό ποσοστό και τάχος φύτευσης στο σκοτάδι και στο λευκό φως· Προώθηση, με μεγαλύτερο ποσοστό φύτευσης

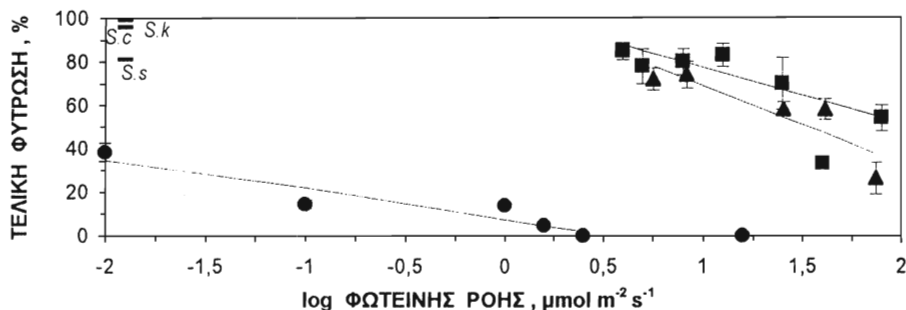
στο λευκό φως σε σχέση με το σκοτάδι. Η δράση των συνεχών φωτισμών με λευκό φως, στη φύτευση των σπερμάτων των ειδών *S. colorata*, *S. succulenta* και *S. kotschy* var. *maritima*, ήταν ανασταλτική. Το συνεχές λευκό φως μείωσε σημαντικά και το τελικό ποσοστό και το τάχος φύτευσης στις θερμοκρασίες των 15 και 20 °C. Στα σπέρματα της *S. fabaria*, το τελικό ποσοστό και το τάχος φύτευσης στο λευκό φως και στο σκοτάδι δε διέφεραν σημαντικά στους 15 και 20 °C. Το λευκό φως δεν επηρέασε τη φύτευση των σπερμάτων των *S. galataea* και *S. gemmata*, στους 20 °C σε σχέση με το σκοτάδι. Στα σπέρματα της *S. sedoides*, η φύτευση στο σκοτάδι στους 20 °C ήταν μηδενική, ενώ το λευκό φως προώθησε πλήρως τη φύτευση. Η προωθητική δράση του λευκού μπορεί να αντικατασταθεί από περιοδικό ΑΚ ή από ένα σύντομο φωτισμό με ΑΚ και η αντίδραση αυτή παρουσιάζει ΑΚ/ΣΚ φωτοαναστρεψιμότητα. Στα σπέρματα της *S. vulgaris* ssp. *suffrutescens* το λευκό φως αύξησε, αν και όχι σημαντικά, ενώ το τελικό ποσοστό της φύτευσης και το περιοδικό ΑΚ είχε προωθητική δράση στη φύτευση. Η δράση του φωτός στη φύτευση των σπερμάτων αυτού του είδους, αν και χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση, είναι μάλλον προωθητική. Στην εικόνα 1 παρουσιάζεται η δράση του φωτός στους 20 °C για τα 8 είδη.



**Εικόνα 1.** Η κατάταξη οκτώ ταξα του γένους *Silene*, στους τρεις τύπους αντίδρασης στο φως, στους 20 °C. *Αναστολή* (1-3), *Αδιαφορία* (4, 5, 6), *Προώθηση*; (7), *Προώθηση* (8). Οι μαύρες και λευκές ράβδοι αντιπροσωπεύουν την τελική φύτευση στο σκοτάδι και στο λευκό φως, αντίστοιχα. Τα λευκά και μαύρα τρίγωνα δείχνουν το T<sub>50</sub> στο σκοτάδι και στο φως, αντίστοιχα. 1. *Silene succulenta*, 2. *S. colorata*, 3. *S. kotschy* var. *maritima*, 4. *S. gemmata*, 5. *S. galataea*, 6. *S. fabaria*, 7. *S. vulgaris* ssp. *suffrutescens*, 8. *S. sedoides*.

Η ποσοτική διερεύνηση της ανασταλτικής δράσης του λευκού φωτός έδειξε ότι το τελικό ποσοστό της φύτευσης αποτελεί γραμμική συνάρτηση του λογαρίθμου της φωτεινής ροής της λευκής ακτινοβολίας. Ως *καμπύλες φωτοαναστολής* ορίζονται οι γραφικές παραστάσεις της σχέσης αυτής με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων (Thanos et al., 1991 · Thanos, 1993). Κατασκευάστηκαν οι καμπύλες φωτοαναστολής για τα τρία φωτοαναστελλόμενα ταξα (Εικ. 2). Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται το ενδιαίτημα και το βάρος των σπερμάτων των





**Εικόνα 2.** Καμπύλες φωτοαναστολής στα είδη : *Silene succulenta*, (S.s,●) στους 20 °C· *S. kotschyi* var. *maritima* (S.k,■) στους 15 °C· και *S. colorata* (S.c, ▲) στους 15 °C. Οι οριζόντιες γραμμές δείχνουν το τελικό ποσοστό της φύτευσης στο σκοτάδι.

ταχα που μελετήθηκαν. Η συσχέτιση βάρους-φωτοευαισθησίας, αποτελεί ένα θέμα για μελλοντική διερεύνηση. Οσον αφορά στο ενδιαίτημα, και τα τρία ταχα αμμωδών παραλιών έχουν φωτοαναστελλόμενα σπέρματα, ενώ δύο ταχα βραχωδών οικοτόπων έχουν φώτοπροωθούμενα σπέρματα. Τα σπέρματα της *S. fabaria*, που απαντά και σε βραχώδεις και σε αμμώδεις παραλίες, είναι φωτοαδιάφορα. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας υποδεικνύουν μια πιθανή σχέση ενδιαίτηματος-φωτοευαισθησίας, αν και ο μικρός αριθμός των ειδών που μελετήθηκαν δεν επιτρέπει την εξαγωγή συμπεράσμάτων.

**Πίνακας 1.** Ενδιαίτημα και βάρος σπερμάτων σε οκτώ ταχα *Silene*.

TAXON	ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑ	ΒΑΡΟΣ mg	Δράση λευκού φωτός
<i>S. succulenta</i>	αμμώδεις παραλίες	0,39	Αναστολή
<i>S. colorata</i>	αμμώδεις παραλίες, ανοικτά ενδιαίτηματα	0,24	Αναστολή
<i>S. kotschyi</i> var. <i>maritima</i>	αμμώδεις παραλίες	0,22	Αναστολή
<i>S. galataea</i>	βραχώδεις πλαγιές κάτω από <i>Pinus</i> , σε ασβεστολιθικά και πυριγενή υποστρώματα	0,65	Αδιαφορία ;
<i>S. gemmata</i>	βραχώδεις πλαγιές, συνήθως πυριγενή υποστρώματα	0,14	Αδιαφορία ;
<i>S. fabaria</i>	αμμώδεις και βραχώδεις παραλίες	0,80	Αδιαφορία
<i>S. vulgaris</i> ssp. <i>suffrutescens</i>	βραχώδεις πλαγιές και γκρεμοί	1,23	Προώθηση ;
<i>S. sedoides</i>	βραχώδεις παραλίες	0,05	Προώθηση

### Βιβλιογραφία

- Thanos et al., (1991). Photoinhibition of seed germination in mediterranean maritimeplants. *Ann. Bot.*, 68:469-475.
- Thanos et al., (1994). Photoinhibition of seed germination in the maritime plant *Matthiola tricuspidata*. *Ann. Bot.*, 73: 639-644.
- Thanos (1993). Germination and the high irradiance reaction. In: *Methods in Comparative Plant Ecology. A laboratory manual*, ed. G.A.F. Hendry and J.P. Grime, Chapman and Hall, London, 1993.

## **Η φυσιολογία της φύτευσης των σπερμάτων των σπάνιων ενδημικών φυτών της Ελληνικής χλωρίδας *Alyssum lesbiacum* και *A. euboicum***

**Γεωργίου Κ., Ιωαννίδου Ε.**

*Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα 15784*

**Περίληψη** Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται δεδομένα για τη φυσιολογία της φύτευσης των σπερμάτων των σπάνιων ενδημικών φυτών της Ελληνικής χλωρίδας *Alyssum lesbiacum* και *A. euboicum*. Τα δύο φυτά συμπεριλαμβάνονται στη βάση δεδομένων του Παγκόσμιου Κέντρου Παρακολούθησης της Διατήρησης (WCMC) και στον Ευρωπαϊκό Ερυθρό Κατάλογο των Απειλούμενων Ζώων και Φυτών με τον χαρακτηρισμό σπάνια. Είναι υπερσυσσωρευτές νικελίου και απαντούν αποκλειστικά σε σερπεντινικά υποστρώματα. Τα σπέρματα και των δύο ειδών δεν είναι ληθαργικά και παρουσίασαν ταχεία φύτευση με μεγάλα τελικά ποσοστά στο σκοτάδι στους 15-20°C. Εξετάζεται ο ρόλος του φωτός, της υδατικής καταπόνησης και του περικαρπίου στη φύτευση των σπερμάτων. Τα δεδομένα της εργασίας αυτής είναι απαραίτητα για τη διατήρηση των συγκεκριμένων φυτών *ex situ* σε τράπεζα σπερμάτων.

## **Seed germination physiology of the rare endemic plants of Greece *Alyssum lesbiacum* and *Alyssum euboicum***

**Georghiou K., Ioannidou E.**

*Department of Botany, University of Athens, Athens 15784, Greece*

**Abstract** Within the framework of a research project concerning the conservation of the rare endemic plants of Greece data are presented on the seed germination physiology of *Alyssum lesbiacum* and *A. euboicum*. Both species are included in the database of the World Conservation Monitoring Centre (WCMC) and the European Red List of Globally Threatened Animals and Plants, (red data book category=rare-R) and they are protected by the Presidential Decree 67/81. Their habitat is exclusively serpentine substrates which is connected with their being hyperaccumulators of nickel. The seeds are non-dormant and germinate readily in darkness at 15-20°C. Data were obtained from different treatments of the seeds like canopy simulating light, water stress and imbibition of the whole fruits. All these information are indispensable for the *ex situ* (gene bank) conservation of these rare endemic species.

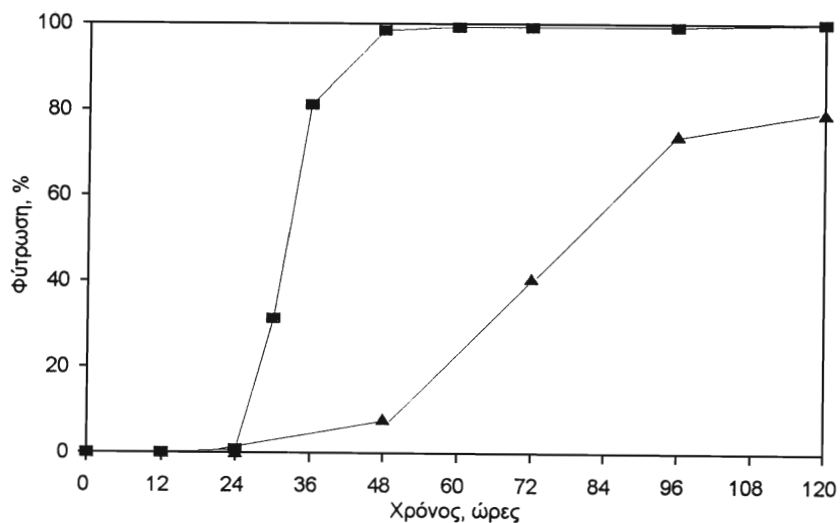
**Εισαγωγή.** Δεκαπέντε είδη του γένους *Alyssum* της Ελληνικής χλωρίδας συμπεριλαμβάνονται στη βάση δεδομένων του Παγκόσμιου Κέντρου Παρακολούθησης της Διατήρησης (WCMC) με τον χαρακτηρισμό σπάνιο (R). Τα έντεκα από αυτά συμπεριλαμβάνονται στον Ευρωπαϊκό Ερυθρό Κατάλογο και τα δεκατρία προστατεύονται από την Ελληνική Πολιτεία με το Προεδρικό Διάταγμα 67/81. Τα είδη *Alyssum lesbiacum* και *A. euboicum* εκτός από το γεγονός ότι εμφανίζονται και στους τρεις αυτούς καταλόγους, παρουσιάζουν μια αυστηρά περιορισμένη εξάπλωση. Το πρώτο είναι το μοναδικό ενδημικό είδος της Λέσβου, ενώ το δεύτερο ανήκει στην ενδημική χλωρίδα της Εύβοιας. Και τα δύο απαντούν σε σερπεντινικά πετρώματα με έντονο τον χαρακτήρα του υπερσυσσωρευτή νικελίου (Brooks και συν., 1979). Τα δεδομένα της εργασίας αυτής αφορούν την φυτρωτική συμπεριφορά των *A. lesbiacum* και *A. euboicum*.

**Φυτικό υλικό - Μεθοδολογία.** Η συλλογή των σπερμάτων έγινε από τους φυσικούς βιότοπους των φυτών. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται πληροφορίες σχετικά με τη συλλογή και το μέσο βάρος των καρπών και σπερμάτων. Η αποθήκευση έγινε σε υδατοστεγή και αεροστεγή δοχεία σε θερμοκρασία δωματίου ( $20 \pm 5$  °C).

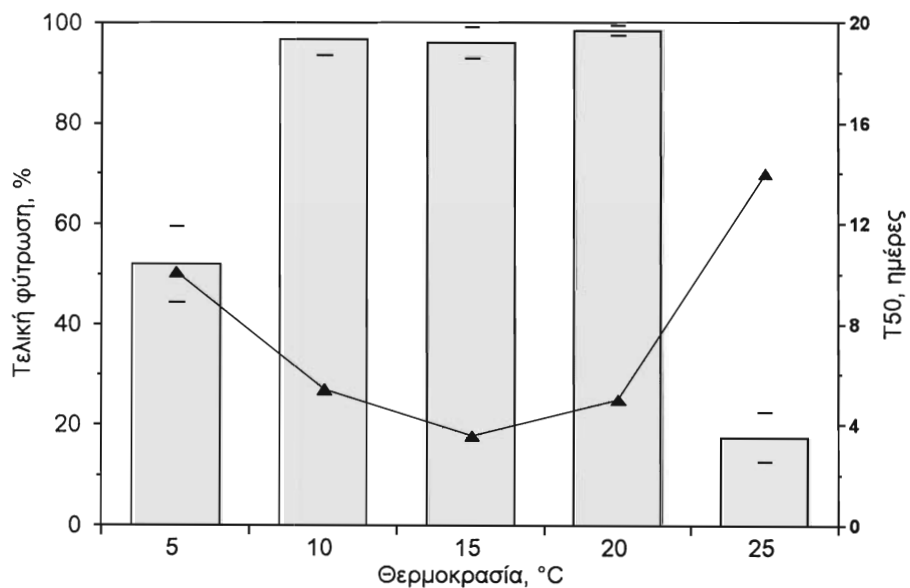
	<i>Alyssum lesbiacum</i>	<i>Alyssum euboicum</i>
<b>Ημερ/νία Συλλογής</b>	4/6/1994	20/6/1994
<b>Τοποθεσία</b>	Αριαλή (Μυτιλήνη)	Παπάδες (Εύβοια)
<b>Βάρος σπερμάτων</b>	$4,8 \pm 0,07$ mg	$0,57 \pm 0,007$ mg
<b>Καρποί</b>	Μονόσπερμα κεράτια	Δίσπερμα κεράτια
<b>Βάρος καρπών</b>	$9,6 \pm 0,12$ mg	$3,4 \pm 0,07$ mg

Τα πειράματα φύτευσης διεξήχθησαν σε τρυβλία Petri (διαμέτρου 7 cm) στα οποία τοποθετήθηκαν δύο δίσκοι από διηθητικό χαρτί και προστέθηκαν 3 ml απεσταγμένου νερού ή διαλύματος μανιτόλης (Ferak) στην περίπτωση του *A. lesbiacum* και 2,5 ml στην περίπτωση του *A. euboicum*. Στα πειράματα σταθερής θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκαν κλίβανοι με ελεγχόμενη θερμοκρασία. Συνθήκες προσομοίωσης με αυτές που επικρατούν κάτω από φύλλωμα (Σκοτεινό Κόκκινο φως) επιτεύχθηκαν σε ηλεκτρονικά προγραμματιζόμενους θαλάμους ανάπτυξης με σταθερή θερμοκρασία 15° C και τα κατάλληλα φίλτρα plexiglas (2 μπλε και 1 κόκκινο). Κάθε τιμή που καταγράφεται είναι ο μέσος όρος 5 δειγμάτων των 25 σπερμάτων ή καρπών.

**Αποτελέσματα.** Η φύτευση των σπερμάτων του *A. lesbiacum* εμφανίζει μεγάλα τελικά ποσοστά σε όλες τις θερμοκρασίες με χαμηλότερο  $T_{50}$  (χρόνο επίτευξης του 50% του τελικού ποσοστού φύτευσης) στους 15-25 °C. Κάτω από συνεχές Σκοτεινό Κόκκινο φως η φύτευση των σπερμάτων δεν επηρεάζεται αρνητικά ούτε ως προς το τελικό ποσοστό ούτε ως προς το τάχος της φύτευσης. Αν διαβραχούν οι καρποί (μονόσπερμα κεράτια) παρουσιάζεται καθυστέρηση στη προβολή ριζιδίου 2 ημερών σε σύγκριση με τα σπέρματα (Εικόνα 1) τα οποία φυτρώνουν ταχύτερα. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτευσης των σπερμάτων του *A. euboicum*. Η φύτευση ευνοείται στους 10-20°C με χαμηλότερο  $T_{50}$  στους 15°C. Μικρή καθυστέρηση της φύτευσης παρατηρείται όταν τα σπέρματα εκτεθούν σε φως ποιοτικά όμοιο με αυτό που επικρατεί κάτω από φύλλωμα (ΣΚ). Με διάβρεξη των καρπών (δίσπερμων κερατίων) παρατηρείται σημαντική καθυστέρηση στην



Εικόνα 1. Η χρονική πορεία της φύτρωσης των καρπών (▲) και των σπερμάτων (■) του *Alyssum lesbiacum*.



Εικόνα 2. Η θερμοκρασιακή εξάρτηση της φύτρωσης των σπερμάτων του *Alyssum euboicum*. Με (▲) παριστάνεται το T50.

προβολή του ριζιδίου σε σύγκριση με τα σπέρματα. Για να διαπιστωθεί το δυναμικό εμφάνισης 1 ή 2 αρτιβλάστων μετά από τη διάβρωση των καρπών έγινε πειραματικός έλεγχος διάρκειας 34 ημερών. Ο αριθμός των ριζιδίων που προέβλλαν μετρήθηκε μία φορά στο τέλος της χρονικής περιόδου και έδειξε ότι το ποσοστό εμφάνισης 2 ριζιδίων είναι πολύ χαμηλό (3,7%). Η διάβρωση σπερμάτων σε διαλύματα μαννιτόλης διαφόρων συγκεντρώσεων (0,1-0,7M), έδειξε ότι τα σπέρματα του *A. lesbiacum* φυτρώνουν κάτω από συνθήκες έντονης υδατικής καταπόνησης ενώ το *Alyssum euboicum* παρουσιάζει μείωση του τελικού ποσοστού φύτευσης με αραιά διαλύματα μαννιτόλης.

**Συμπεράσματα.** Τα σπέρματα των *A. lesbiacum* και *A. euboicum* δεν είναι ληθαργικά. Η φύτευση στο σκοτάδι πλησιάζει το 100% στους 5-25°C (*A. lesbiacum*) και στους 10-20°C (*A. euboicum*). Παρόμοια φυτρωτική συμπεριφορά παρουσιάζουν τα είδη της Κύπρου *A. akamasicum* και *A. chondrogynum* (Kadis C.C. και συν., 1993, Georghiou και συν., 1991) ενώ για άλλα είδη του γένους *Alyssum* απαιτείται άρση ληθάργου (Ellis και συν., 1985). Η φύτευση κάτω από συνεχές σκοτεινό κόκκινο φως δεν διαφέρει από τη φύτευση στο σκοτάδι. Κατά συνέπεια αναμένεται εκδήλωση της φύτευσης σε συνθήκες σκίασης από την υπερκείμενη βλάστηση. Τα σπέρματα του *A. lesbiacum* παρουσιάζουν αυξημένη ικανότητα φύτευσης κάτω από συνθήκες έντονης υδατικής καταπόνησης σε σύγκριση με το *A. euboicum*. Η παρουσία του περικαρπίου προκαλεί μείωση του τελικού ποσοστού και του τάχους της φύτευσης των σπερμάτων και των δύο ειδών. Από τα δίσπερμα κεράτια του *A. euboicum* προβάλλει κατά πλειοψηφία μόνο ένα ριζίδιο, άρα στο πεδίο θα εγκατασταθεί ένα αρτίβλαστο. Από τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τη σχέση της φύτευσης των σπερμάτων και της σπανιότητας των δύο αυτών ειδών. Η απουσία όμως ρυθμιστικών μηχανισμών ληθάργου και το ευρύ πλαίσιο θερμοκρασιών όπου εκδηλώνεται η φύτευση ενδέχεται να λειτουργούν δυσμενώς στην επιβίωση των αρτιβλάστων των φυτών αυτών στη φύση. Προς την κατεύθυνση αυτή απαιτούνται περισσότερα δεδομένα κυρίως στο πεδίο. Τα δεδομένα αυτά είναι απαραίτητα για τη διατήρηση των φυτών αυτών *ex situ* (εκτός- τόπου) σε τράπεζα σπερμάτων.

#### BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Brooks, R.R., Morrison, R.S., Reeves, R.D, Dudley, T.R. and Akman, Y., 1979. Hyperaccumulation of nickel by *Alyssum* Linnaeus. Proc. Roy. Soc. Lond. Sec. B., 203: 387-403.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1985. 'Handbooks for Genebanks: No 3. Handbook of Seed Technology for Genebanks. Vol II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations'. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Γεωργίου, Κ., Θάνος, Κ.Α., Σκορδίλης, Α., Δεληπέτρου, Π., Δασκαλάκου, Ε., Καδής, Κ.Κ. και Τσαμπάση Α.-Γ. 1991. Οικοφυσιολογική μελέτη της φύτευσης των σπερμάτων των ενδημικών, σπάνιων και απειλούμενων φυτών της Κύπρου. Ερευνητική Έκθεση, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Kadis, C.C., Georghiou, K. 1993. The germination physiology of the endangered plants of Cyprus, *Alyssum akamasicum* and *Origanum cordifolium*. In: Fourth International Workshop on Seeds. Basic and Applied Aspects of Seed Biology, Come, D., Corbineau, F. (eds). Vol. 2 473-478, ASFIS, Paris.

## Το γένος *Allium* στην Ελλάδα: Πρότυπα γεωγραφικής εξάπλωσης και οικολογικής - αναπαραγωγικής διαφοροποίησης.

ΤΖΑΝΟΥΔΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας Πανεπιστημίου Πάτρας 265 00 Πάτρα

**Περίληψη:** Στην παρούσα ανακοίνωση γίνεται αναφορά στα είδη *Allium* τα οποία είναι αυτοφυή στην Ελλάδα και υπολογίσθηκαν σε 73. 14 από αυτά περιγράφηκαν ως νέα για την Επιστήμη τα τελευταία 15 χρόνια ενώ άλλα 12 βρέθηκαν για πρώτη φορά στην Ελλάδα ή άλλαξαν ταξινομικό status. 29 συνολικά είδη είναι ενδημικά της Ελλάδος και τα περισσότερα από αυτά (24) απαντούν σε μία μόνο Βιογεωγραφική περιοχή. Οι αντιπρόσωποι του γένους *Allium* δείχνουν μία προτίμηση σε περιοχές χαμηλών ή μεσαίων υψομέτρων της νοτιού Ελλάδος και των νησιωτικών περιοχών της Κρήτης και του Ανατολικού Αιγαίου. Στις περιοχές αυτές συγκεντρώνονται και τα περισσότερα Ελληνικά ενδημικά είδη *Allium*. Οι ίδιες περιοχές, και ιδιαίτερα η Κρήτη, φαίνεται να είναι κέντρο εξάπλωσης των 7 ειδών του γένους *Allium* που ανθίζουν το Φθινόπωρο. Τέλος απαριθμούνται 10 είδη του γένους *Allium* τα οποία στην Ελλάδα εμφανίζουν το φαινόμενο της φυτοτοκίας (viviparity) φαινόμενο που φαίνεται να σχετίζεται άμεσα με το φαινόμενο της πολυπλοειδίας που απαντά ή χαρακτηρίζει τα συγκεκριμένα είδη.

## The genus *Allium* in Greece: Geographical ecological and reproductive differentiation Patterns

ΤΖΑΝΟΥΔΑΚΗΣ ΔΙΜΙΤΡΙΣ

Division of Plant Biology, Department of Biology the University of Patras 265 00 Patras-Greece

**Abstract:** The genus *Allium* is represented in the greek area by 73 species. 14 of them have been described, during the 15 last years as new to science, while 12 have been added to the greek flora as a result of the floristic explorations or taxonomic studies in the area. 29 out of 73 *Allium* species are greek endemics and the majority of them (24) are regional endemics. Although *Allium* species are wide diffused throughout the Greek area most of the species seems to be adapted to the low or moderate altitude regions of the south continental Greece and to the insular regions of the S&E Aegean area. These areas also house the majority of the Greek endemics. The same areas and especially the southern Aegean one (Crete) seem to be also the distribution center of the 7 Autumn flowering *Allium* species of the Greek flora. Lastly 10 greek *Allium* species in which viviparity has been observed are listed. These species are either exclusively polyploid or polyploid populations have been reported in Greece.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το γένος *Allium*, ένα από τα μεγαλύτερα της Ελληνικής χλωρίδας, αντιπροσωπεύεται στην Ελλάδα από 73 είδη τα οποία επίσης δείχνουν ενδιαφέροντα πρότυπα γεωγραφικής, καρυστυπικής και μορφολογικής διαφοροποίησης ( Stearn 1978, Tzanoudakis & Vosa 1988, Tzanoudakis 1992, Tzanoudakis & Kypriotakis 1993, Brullo et al 1994, Karavokyrou & Tzanoudakis 1994, Iatrou & Tzanoudakis 1995). Επειδή όμως η συνολική ποικιλότητα μου δείχνει ένα γένος σε μία περιοχή δεν εξαντλείται με την απογραφή και την κυτταρολογική μελέτη των ειδών του, στην παρούσα ανακοίνωση επιχειρείται μία πρώτη προσέγγιση των προτύπων εξάπλωσης και διαφοροποίησης που δείχνουν τα είδη του γένους *Allium* σε σχέση με διάφορες γεωγραφικές , οικολογικές και κλιματολογικές παραμέτρους του Ελληνικού χώρου.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η παρούσα μελέτη βασίστηκε κύρια σε συλλογές υλικού και σημειώσεις του ίδιου του συγγραφέα ο οποίος ασχολείται με την μελέτη του γένους στην Ελλάδα από το 1980. Στις περιπτώσεις ειδών που δεν έχουν συλλεγεί από το συγγραφέα οι σχετικές πληροφορίες έχουν αντληθεί από τη βιβλιογραφία (βλ. Tzanoudakis & Vosa 1988).

Γιά τη βιογεωγραφική υποδιαίρεση του Ελληνικού χώρου ακολουθήθηκε ο Strid (1991). Η χωρολογική διάκριση των ειδών έγινε σύμφωνα με τους Tzanoudakis & Vosa (1988) με μία τροποποίηση που αφορά την περαιτέρω διάκριση των widespread ειδών σε Μεσογειακά (M) και ευρέως εξαπλωμένα (W). Οι υπόλοιπες κατηγορίες παραμένουν ως έχουν (R, Gr, B, Ae). Σε σχέση με το υψόμετρο στο οποίο απαντούν τα Ελληνικά είδη του γένους *Allium*, διακρίναμε, σε αδρές γραμμές τις παρακάτω κατηγορίες ειδών.

1. Παραλιακά 0-100 μ. (Πα) ,τα οποία εμφανίζουν περισσότερο ή λιγότερο προσαρμογή σε παραλιακές συνθήκες (Πα) 2. Χαμηλών Υψομέτρων, μέχρι τα 500 μ. (ΧΥ).3. Μεσαίων υψομέτρων, μέχρι των 1000μ. με μία τάση προσαρμογής σε ηπειρωτικούς βιοτόπους (ΜΥ). 4. Είδη ορεινά, απαντούν σε υψόμετρα >1000μ. (Ορ)

Σε σχέση με την εποχή ανθοφορίας τους τα είδη χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες (Α,Θ,Φ,Χ) που αντιστοιχούν στις 4 εποχές του χρόνου. Σημειώνεται ότι η εποχή ανθοφορίας αντανάκλα άμεσα στο βλαστητικό κύκλο αναπαραγωγής των ειδών (έναρξη και λήξη ληθάργου).

Όσον αφορά τους μηχανισμούς αναπαραγωγής , επειδή όλα τα Ελληνικά είδη διατηρούν την ικανότητα φυλετικής αναπαραγωγής με σπέρματα και βλαστητικής αναπαραγωγής με υπόγειους βολβούς και βολβίδια (bulblets) αναφορά, σε ειδικό πίνακα, γίνεται στα Ελληνικά είδη που εμφανίζουν το φαινόμενο της φυτοτοκίας (viviparity) με μερική ή ολική αντικατάσταση ανθέων από βολβίδια (bulbils).

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 1. Αριθμός ειδών του γένους *Allium* στην Ελλάδα

Το γένος *Allium* αντιπροσωπεύεται στην Ελλάδα από 73 είδη (πιν. 1).Ο αριθμός αυτός αντιπροσωπεύει παραπάνω από το 50% του συνολικού αριθμού των ειδών του γένους που απαντούν στην Ευρώπη γεγονός που τονίζει για μία ακόμη φορά τον πλούτο της Ελληνικής χλωρίδας αλλά και τη σημασία του Ελληνικού χώρου ως εξελικτικού κέντρου για το γένος *Allium*. Τα τελευταία 15 χρόνια από τον Ελληνικό χώρο έχουν περιγραφεί 12 νέα είδη *Allium*, τα 11 Ελληνικά ενδημικά, ενώ έχουν προστεθεί στον κατάλογο των Ελληνικών ειδών του γένους άλλα 12 ως αποτέλεσμα χλωριδικών εξερευνήσεων ή ταξινομικών αναθεωρήσεων. Δύο είδη επίσης τα *A. breviradium* & *A. obtusiflorum* έχουν διαγραφεί για διαφορετικούς

λόγους, από το σχετικό κατάλογο. Σημειώνεται επίσης ότι το *A. savii* (βλ. Brullo et al. 1994) αναφέρεται εδώ για πρώτη φορά από την Ελλάδα.

## 2. Χωρολογία των Ελληνικών ειδών *Allium*

Η χωρολογία των Ελληνικών ειδών του γένους *Allium* έχει συζητηθεί σε παλαιότερες δημοσιεύσεις (Tzanoudakis & Vosa 1988, Karavokyrou & Tzanoudakis 1991) αλλά στη παρούσα ανακοίνωση με βάση και τα νέα δεδομένα δίνεται το χωρολογικό φάσμα του γένους στον Ελληνικό χώρο.

Στα νέα στοιχεία, πέρα από τη προσθήκη των νέων για την επιστήμη ειδών, περιλαμβάνονται, η ανακάλυψη του *A. savii* στην Ελλάδα, Εύβοια, καθώς και η μεταβολή των γεωγραφικών εξαπλώσεων ορισμένων Ελληνικών taxa. Σημαντικότερη από αυτές είναι η εύρεση του *A. phthioticum* στην Ιταλία.

Από τα χωρολογικά στοιχεία φαίνεται ότι η μεγαλύτερη χωρολογική ομάδα είναι αυτή των ενδημικών η οποία περιλαμβάνει περίπου το 40% των ειδών από τα οποία τα περισσότερα (32,9%) είναι τοπικά ενδημικά (R). Σημειώνεται η μικρή συμμετοχή (5,5%) των Βαλκανικών ειδών, παρατήρηση η οποία σε συνδυασμό με την αυξημένο ποσοστό Αιγαϊκών ειδών έρχεται να τονίσει το ρόλο της Νοτίου Ελλάδος και της Αιγαϊίδας στην εξελικτική πορεία του γένους (Tzanoudakis & Vosa 1988).

## 3. Πρότυπα οικο-γεωγραφικής διαφοροποίησης του γένους *Allium* στην Ελλάδα

### 3.1 Νησιωτικά και Ηπειρωτικά είδη

Από τα 73 είδη του γένους *Allium* που είναι γνωστά στην Ελλάδα 20 έχουν βρεθεί αποκλειστικά σε νησιωτικές περιοχές, 25 αποκλειστικά σε ηπειρωτικές ενώ 28 απαντούν χωρίς διάκριση και στους δύο τύπους περιοχών. Ενδιαφέρον φαίνεται να παρουσιάζει η κατανομή των ενδημικών ειδών εντός των τριών παραπάνω κατηγοριών αφού, από τα 28 είδη της τελευταίας κατηγορίας μόνο 4 είναι Ελληνικά ενδημικά. Τα ποσοστά των ενδημικών στις κατηγορίες των αποκλειστικά νησιωτικών και αποκλειστικά ηπειρωτικών ειδών ανέρχονται σε 65% και 48% αντίστοιχα. Χαρακτηριστική είναι η κατανομή των αποκλειστικά νησιωτικών taxa στις διάφορες νησιωτικές περιοχές του Ελληνικού χώρου όπου παρατηρείται μία τάση αύξησης του αριθμού των ειδών από την περιοχή των Ιονίων νήσων (Ι0) προς τις Ανατολικές περιοχές, (Ανατολικό Αιγαίο 9). Ενδεικτική είναι η περίπτωση του Νοτίου Αιγαίου (ΚΚ) όπου από τα 5 νησιωτικά είδη 4 είναι ενδημικά της περιοχής.

### 3.2 Ελληνικά είδη του γένους *Allium* σε σχέση με το υψόμετρο

Παρά το γεγονός ότι η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από πολλούς ορεινούς όγκους με υψόμετρο πάνω από 2000 μ. από τα 73 Ελληνικά είδη του γένους *Allium* μόνο 19 (1/4 περίπου) βρέθηκαν σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 1000 μ. Από αυτά ένα μικρό μόνο ποσοστό θεωρούνται ως είδη αυστηρά προσαρμοσμένα σε μεγάλα υψόμετρα αφού είδη όπως τα *A. curpani*, *A. flavum*, *A. tardans*, *A. guttatum* κ.α. απαντούν επίσης σε πολύ χαμηλότερα υψόμετρα. Ως αυστηρά ορεινά είδη μπορούν να θεωρηθούν τα ευρέως εξαπλωμένα (W) ή Βαλκανικά (B) είδη *A. suaveolens*, *A. phthioticum*, *A. moschatum*, *A. oleraceum*, *A. vineale* και *A. melanantherum* καθώς και τα Ελληνικά ενδημικά *A. parnassicum*, *A. frigidum*, *A. achainum* και *A. heldreichii*. Κατά συνέπεια οι περισσότεροι αντιπρόσωποι του γένους *Allium* στην Ελλάδα φαίνεται να δείχνουν μία προτίμηση στα χαμηλότερα υψόμετρα τόσο των ηπειρωτικών όσο και των νησιωτικών περιοχών. Δεν φαίνεται μάλιστα να είναι τυχαίο το γεγονός ότι τα περισσότερα Ελληνικά ενδημικά είδη *Allium* είναι μέλη τυπικών μεσογειακών φυτοκοινοτήτων όπως εκείνη των φρυγάνων και των χασιμοφύτων.

### 3.3 Εποχή Ανθοφορίας

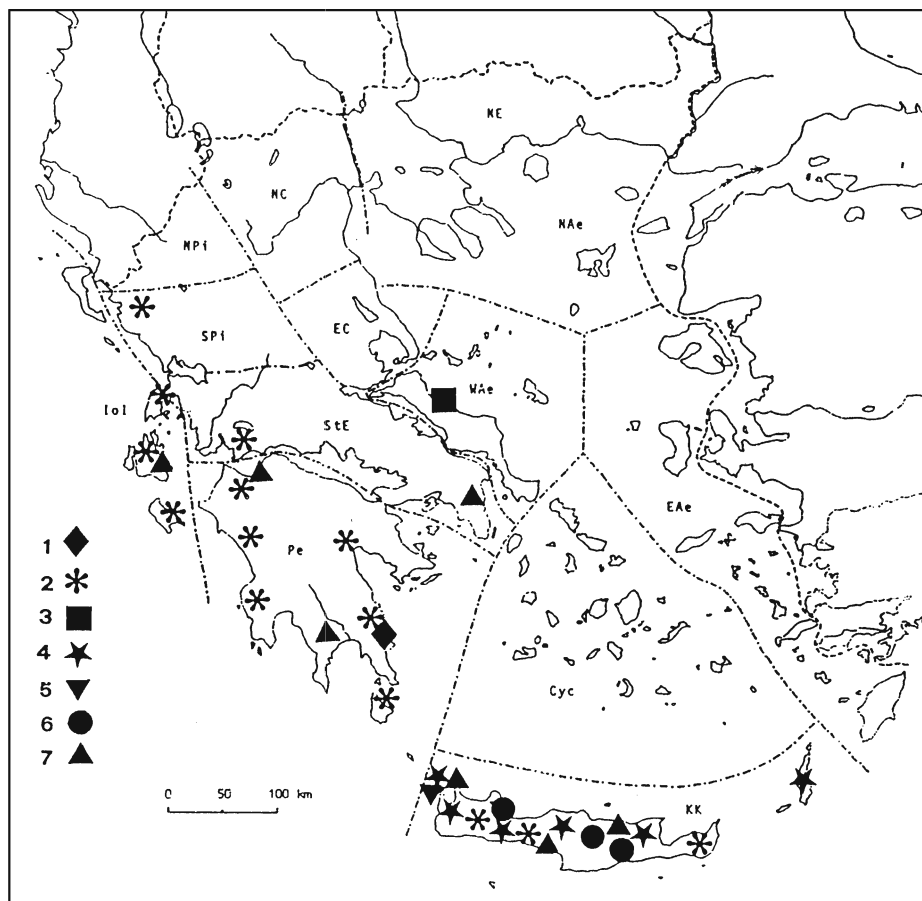
Τα περισσότερα είδη του γένους *Allium* στον Ελληνικό χώρο ανθίζουν την Άνοιξη ή το θέρος, ενώ μόνο ένα είδος το *A. chamaemoly*, ανθίζει πολύ νωρίς, το Χειμώνα (Φεβρουάριο). Μία μικρή ομάδα ειδών, 7 συνολικά, από τα οποία τα 3 βρέθηκαν πρόσφατα στην Ελλάδα (*A. platakisii*, *A. ritsii* και *A. savii*) εμφανίζει φθινοπωρινή ανθοφορία και αντίστοιχα ένα



Πίνακας 1. Το γένος *Allium* στην Ελλάδα

sectiones και είδη	Χωρολο- γικός τύπος	Εξάπλωση στην Ελλάδα	Υψόμε- τρο	Εποχή ανθο- φορίας
I. Sect. Rhizirideum G. Don.				
<i>A. suaveolens</i> Jacq.	W	SPi	Op	Θ
II. Sect. Schoenoprasum Dumort.				
<i>A. schoenoprasum</i> L.	W	Gr	Op	Θ
III. Sect. Molium G. Don.				
<i>A. roseum</i> L.	W		XX	A
<i>A. phthioticum</i> Boiss & Heldr.	W	Gr	Op	Θ
<i>A. circinatum</i> Sieber	Gr	Gr	Πα	A
<i>A. longanum</i> Pamp.	M	Gr	Πα	A
<i>A. neapolitanum</i> Cyr.	M	Gr	XY	
<i>A. subhirsutum</i> L.	M	Gr	XY	A
<i>A. trifoliatum</i> Cyr.		Gr	XY	A
IV. Sect. Chamaeprason F. Hermann				
<i>A. chamaemoly</i> L.	M	Gr	XY	X
V. Sect. Arctoprasum Kirschs				
<i>A. ursinum</i> L.	W	N. Gr.	MY	Θ
VI. Sect. Brevispatha Valsecchi				
<i>A. cupani</i> Raf.	W	Gr.	MY	Θ
<i>A. ritsii</i> Iatrou. & Tzanoud.	Gr	Pe	Πα	Φ
<i>A. karistanum</i> Brullo et al.	Gr	WAe	Πα	Θ
<i>A. chalkii</i> Tzanoud. & Kollman	Gr	EAe	Πα	Θ
<i>A. rhodiicum</i> Brullo et al.	Gr	EAe	Πα	Θ
<i>A. callimischon</i> Link	Ae	Gr	MY	Φ
VII. Sect. Scorodon Koch.				
<i>A. moschatum</i> L.	W	Gr	Op	Θ
<i>A. bormuelleri</i> Turril.	B	NC	MY	Θ
<i>A. goulimyi</i> Tzanoud.	Gr	NC	MY	Θ
<i>A. meteoricum</i> Heldr.	B	Gr	MY	Θ
<i>A. lagarophyllum</i> Brullo et al.	Gr	StE	XY	A
<i>A. erythraeum</i> Griseb.	Gr	NE	Πα	Θ
<i>A. thessalicum</i> Brullo et al.	Gr	EC	Πα	Θ
<i>A. maniacicum</i> Brullo & Tzanoud.	Gr	Pe	Πα	Θ
<i>A. calamariophilon</i> Phitos & Tzanoud.	Gr	WAe	Πα	Θ
<i>A. frigidum</i> Boiss. & Heldr.	Gr	Pe	Op	Θ
<i>A. ionicum</i> Brullo & Tzanoud.	Gr	Gr	XY	Θ
VIII. Sect. Codonoprasum Reichenb.				
<i>A. paniculatum</i> L.	W	Gr	MY	Θ
<i>A. dentiferum</i> Webb & Berthelot	M	Gr	XY	Θ
<i>A. savii</i> Parl.	M	WAe	Πα	Φ
<i>A. Pallens</i> L.	W	Gr	MY	Θ
<i>A. favosum</i> Zahar.	Gr	NC	MY	Θ
<i>A. macedonicum</i> Zahar.	Gr	NE	Op	Θ
<i>A. parnassicum</i> (Boiss.) Halacsy	Gr	StE	Op	Θ
<i>A. achaium</i> Boiss & Orph.	Gr	Gr	Op	Θ
<i>A. euboicum</i> Rech. fil.	Gr	WAe	MY	Θ

<i>A. tardans</i> Greuter & Zahar.	W	KK	Op	Φ
<i>A. carinatum</i> L.	W	NE	Op	Θ
<i>A. oleraceum</i> L.	W	NE	Op	Θ
<i>A. melanatherum</i> Panic	B	NE	Op	Θ
<i>A. sipyleum</i> Boiss.	Ae	EAe	XY	A
<i>A. luteolum</i> Halacsy	Gr	CyC	XY	A
<i>A. pilosum</i> Smith	Ae	CyC	XY	A
<i>A. staticiforme</i> Smith	Ae	Gr	Πα	A
<i>A. candargyi</i> Karavok. & Tzan.	Gr	EAe	Πα	A
<i>A. dodecanesii</i> Karavok. & Tzan.	Gr	EAe	Πα	Θ
<i>A. flavum</i> L.	W	Gr	Op	Θ
<i>A. stamineum</i> Boiss.	W	Gr	MY	Θ
<i>A. hymettium</i> Boiss. & Heldr.	Gr	StE	XY	Θ
<i>A. hirtovagium</i> Candargy.	Ae	EAe	Πα	Θ
<i>A. platakisii</i> Tzanoud. & Kypriot.	Gr	KK	Πα	Φ
IX Sectio Allium				
<i>A. ampeloprasum</i> L.	W	Gr	XY	Θ
<i>A. atrovioleaceum</i> Boiss.	W	Pe	MY	Θ
<i>A. bourgeauii</i> Rech. fil.	Ae	Gr	Πα	Θ
<i>A. commutatum</i> Guss.	W	Gr	Πα	Θ
<i>A. scodoroprasum</i> L.	W	Gr	MY	Θ
<i>A. sphaerocephalon</i> L.	W	Gr	Op	Θ
<i>A. proponticum</i> Stearn & Ozhatay.	M	EAe	XY	Θ
<i>A. vineale</i> L.	W	Gr	Op	Θ
<i>A. amethystinum</i> Tausch.	W	Gr	MY	Θ
<i>A. guttatum</i> steven	W	Gr	Op	Θ
<i>A. dilatatum</i> Zah.	Gr	KK	XY	Φ
<i>A. gomphrenoides</i> Boiss. & Heldr	Gr	Pe	XY	A
<i>A. junceum</i> Smith.	Ae	EAe	XY	A
<i>A. rubrovitatum</i> Boiss. & Heldr.	Gr	KK	XY	A
<i>A. integerrinum</i> Zah.	Gr	Gr	MY	Θ
<i>A. chamaespathum</i> Boiss.	B	Gr	XY	Φ
<i>A. heldreichii</i> Boiss.	Gr	Gr	Op	Θ
<i>A. reuterianum</i> Boiss.	Ae	EAe	Op	Θ
<i>A. sandrasicum</i>	Ae	EAe	Πα	Θ
X. Sect. Melanocrommyum Webb & Berth.				
<i>A. nigrum</i> L.	W	Gr	MY	A
<i>A. cyrilli</i> Ten.	W	Gr	MY	A



Γεωγραφική εξάπλωση στην Ελλάδα των ειδών *Allium* που χαρακτηρίζονται από Φθινοπωρινή Ανθοφορία 1: *A. ritsii*, 2: *A. callimischon* 3: *A. savii* 4: *A. tardans* 5: *A. platakisii* 6: *A. dilatatum* 7: *A. chamaespathum*

βλασθητικό κύκλο αναπαραγωγής διαφοροποιημένο αισθητά από εκείνο των υπολοίπων ειδών, κύρια ως προς το χρόνο έναρξης και τη διάρκεια της φάσης του λήθαργου. Τα 7 φθινοπωρινά είδη δείχνουν ένα ενδιαφέρον πρότυπο εξάπλωσης με μία τάση να συγκεντρώνονται στις νοτιότερες βιογεωγραφικές περιοχές του Ελληνικού χώρου (τα 5 από τα 7 απαντούν στη Κρήτη, Εικ. 1). Τέτοια πρότυπα μας παραπέμπουν στη γεωγραφία του Νότιου Αιγαϊκού χώρου πριν τον κατακερματισμό του. Όπως άλλωστε έχει τονισθεί και σε προηγούμενες μελέτες (Βλ. Tzanoudakis & Kyriotakis 1993 & Iatrou & Tzanoudakis 1995) τα είδη αυτά εμφανίζουν φυτοκοινωνιολογικά και καρυοτυπικά χαρακτηριστικά τέτοια που υποστηρίζουν την άποψη ότι πρόκειται για υπολειματικά είδη μιάς παλαιάς μεσογειακής χλωρίδας.

#### 4. Φυτοτοκία (viviparity) στα Ελληνικά είδη

Πέρα από τη βλασθητική αναπαραγωγή με ανανεωτικούς βολβούς και αυξητικά βολβίδια, bulblets στο γένος *Allium* έχει αναφερθεί και το φαινόμενο της φυτοτοκίας με την μερική ή ολική αντικατάσταση ανθέων της ταξιανθίας από βολβίδια (bulbils). Ανάμεσα στα Ελληνικά είδη το φαινόμενο αυτό είναι συχνό στα *A.phthioticum*, *A. roseum*, *A. oleraceum* και *A. vineale*. Στα δύο τελευταία μάλιστα έχουν παρατηρηθεί και άτομα στα οποία τα άνθη της ταξιανθίας έχουν αντικατασταθεί πλήρως από βολβίδια. Σε Ελληνικούς πληθυσμούς των ειδών *A. dentiferum*, *A. carinatum*, *A. melanantherum*, *A. ampeloprasum*, & *A. scorodoprasum* το φαινόμενο είναι σπανιότερο ενώ στο *A. stacticiforme* αναφέρεται εδώ για πρώτη φορά. Πρέπει να σημειωθεί ότι το φαινόμενο της φυτοτοκίας προφανώς σχετίζεται με το φαινόμενο της πολυπλοειδίας αφού όλα τα παραπάνω είδη αντιπροσωπεύονται στην Ελλάδα είτε από αποκλειστικά πολυπλοειδείς πληθυσμούς είτε έχει αναφερθεί και η παρουσία πολυπλοειδών πληθυσμών ή ατόμων (Tzanoudakis & Vosa 1988, Tzanoudakis 1992).

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Brullo, S., Pavone, P., Salmeri, C. & Tzanoudakis, D. 1994: Cytotaxonomical revision of the *Allium obtusiflorum* group (Alliaceae) Fl. Medit 4:179-191.
- - - & Scrugli, A. 1994: Cytotaxonomical notes on *Allium savii* Parl. (Alliaceae), a misappreciated Tyrrhenian element. Candollea 49:271-279.
- - - 1995: *Allium karistanum*, a new species from Euvoia. Fl. Medit. (in Press.).
- Iatrou, Gr. & Tzanoudakis, D. 1995: *Allium ritsii* (Alliaceae) a new Autumn-flowering species from S. Peloponnisos (Greece). Phytos 35(2):247-253.
- Karavokyrou, E. & Tzanoudakis, D. 1991: The genus *Allium* in Greece II. A cytogeographical study of the E. Aegean species Bot. Chron. 10:777-784.
- - 1994. Two new species of *Allium* sect. *Codonoprasum* Reichenb. from the East Aegean islands (Greece) Ann. Musei Goulandris 9:141-146.
- Stearn, W. T. 1978: European species of *Allium* and allied genera of *Alliaceae*: A synonymic enumeration. Ann. Musei Goulandris 4:83-198.
- Strid, A. 1991: The "Flora Hellenica" Project. Bot. Chron. 10:81-94.
- Tzanoudakis, D. 1992: Karyotype variation and evolution in the Greek *Allium*. In Hanelt, P., Hammer, K. & Knupffer, H. (eds.) The genus *Allium*. Taxonomic problems and genetic resources p.p. 305-320. Gatersleben-Germany.
- & Vosa C. G. 1988: The cytogeographical distribution pattern of *Allium* in the Greek peninsula and islands. Pl. Syst. Evolution 159:193-215.
- & Kyriotakis, Z. 1993: *Allium platakisii*, a new species of the Greek insular flora Fl. medit. 3:309-314.

## Φυτοδιαπλάσεις της *Pinus halepensis* στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής (Μακεδονία, ΒΑ Ελλάδα)

Θ. ΤΣΙΤΣΩΝΗ<sup>1</sup>, Β. ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΑΚΙΔΟΥ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 540 06 Θεσσαλονίκη

<sup>2</sup> Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Βιολογίας, Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, 540 06 Θεσσαλονίκη

**Περίληψη** Οι σχηματιζόμενες κοινότητες των δασών *Pinus halepensis* στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής εξαρτώνται, κατά ένα ποσοστό, από τις σχετικά υψηλές καλοκαιρινές συνθήκες (Emberger summer drought index <5) και από την ανθρώπινη διαχείριση της περιοχής κατά τη διάρκεια των αιώνων. Κύριος και υπεύθυνος παράγοντας διατηρήσεως των δασικών αυτών οικοσυστημάτων είναι η φωτιά χωρίς την οποία η εξάπλωσή τους θα ήταν περιορισμένη. Οι σκληρόφυλλες αείφυλλες διαπλάσεις των μακκίων που απαντούν κυρίως κάτω από τις διάσπαρτες συστάδες της *Pinus halepensis* ανήκουν στην κατώτερη ευμεσογειακή ζώνη (*Quercetea ilicis*) και συγκεκριμένα στην περισσότερο θερμόφιλη ένωση *Oleo-Ceratonion* καθώς και στην *Quercion ilicis*, που αναπτύσσεται κάτω από υγρότερες συνθήκες. Η υποβάθμιση των δασών αυτών, η οποία είναι το αποτέλεσμα διαρκούς πίεσης φυσικών και μη φυσικών πυρκαγιών, βόσκησης και εκχέρσωσης, οδηγεί στο σχηματισμό θαμνωδών κοινωτών της *Cisto-Micromerietea*.

## *Pinus halepensis* formations in Kassandra Chalkidiki (Macedonia, NE Greece)

TH. TSITSONI<sup>1</sup>, B. KARAGIANNAKIDOU<sup>2</sup>

**Abstract.** The formations of the forest communities of *Pinus halepensis* in Kassandra-Chalkidiki depend partly on the relatively adverse drought conditions prevailing in the area (Emberger summer drought index <5) and on the human management through centuries. A major and responsible factor of conservation of these forest ecosystems is the fire, without which their spreading would be limited. The sclerophyll evergreen formations of maquis which met mostly under the scattered *Pinus halepensis* stands may be attributed to the inferior eumediterranean zone (*Quercetea ilicis*) and specifically to the more thermophile union of *Oleo-Ceratonion* and *Quercion ilicis* which grow under more humid conditions. The degradation of these forests which is the result of a constant pressure of natural and nonnatural fires, grazing and clear cutting leads to the formations of shrubby associations of *Cisto-Micromerietea*.

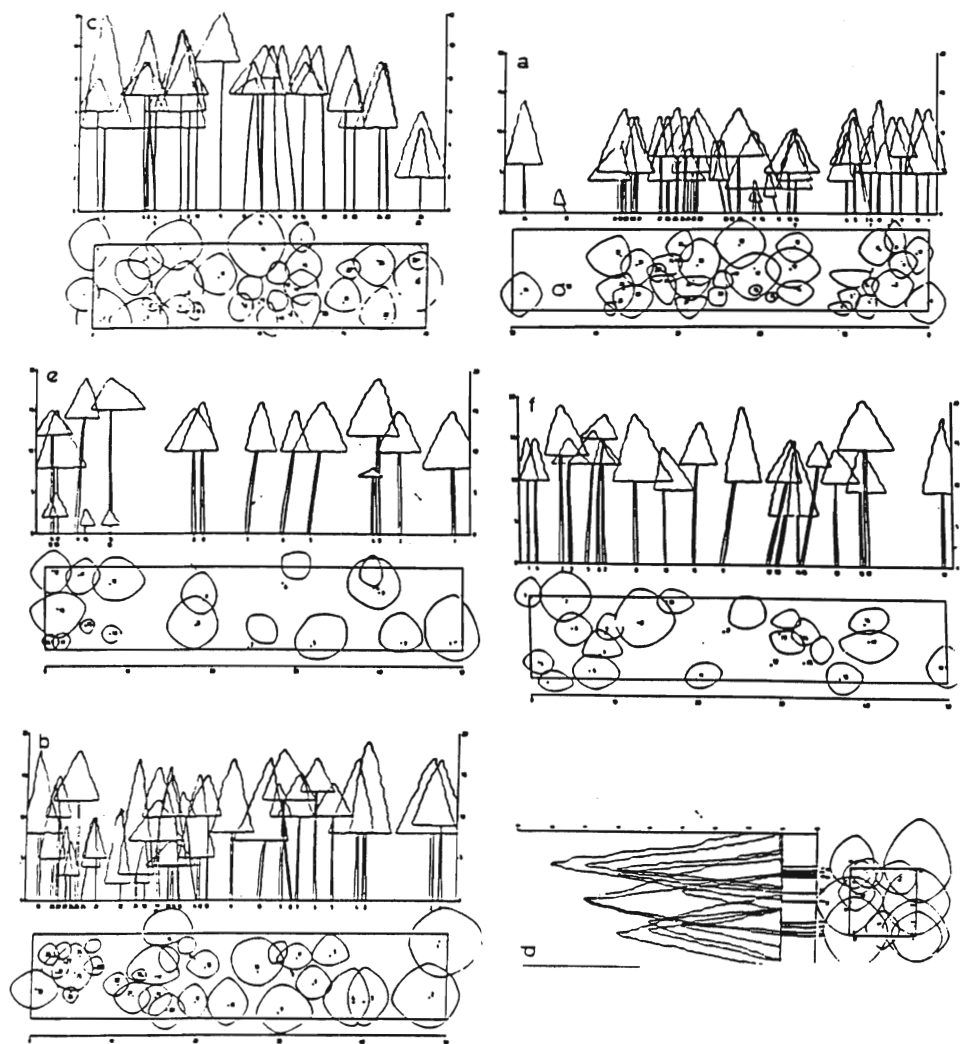
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η Χαλέπιος Πεύκη είναι ένα αποκλειστικά μεσογειακό είδος. Στη χώρα μας σχηματίζει δάση κυρίως στην Πελοπόννησο, Δυτική Στερεά Ελλάδα, Ήπειρο, Αττικο-Βοιωτία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Εύβοια, Χαλκιδική, στο Βόλο στα νησιά του Αιγαίου και τα Επτάνησα. Η έκταση που καταλαμβάνουν ανέρχεται σε 32.773 ha, ποσοστό 13,3% των δασών της χώρας μας. Η χερσόνησος της Κασσάνδρας Χαλκιδικής βρίσκεται 60 χιλιόμετρα ΝΑ της πόλης Θεσσαλονίκης. Έχει έκταση 349.369 στρέμματα όπου τα δάση της *Pinus halepensis* καταλαμβάνουν ένα ποσοστό 40% (Οικονόμου 1987, Τσιτσώνη 1991).

Η ανάλυση του φυτοπίνακα (πίν. 1) δείχνει την εμφάνιση τριών φυτοκοινωνικών μονάδων οι οποίες συμπίπτουν με τους τρεις σταθμικούς τύπους που υπάρχουν στην περιοχή (Tsitsoni, 1991). Η δομή των συστάδων σ'αυτούς τους σταθμικούς τύπους είναι σχεδόν ομήλικη και δημιουργείται μετά από πυρκαγιά. Όμως υπάρχουν επίσης και υποκηπευτοειδείς συστάδες μετά από ακανόνιστες υλοτομίες σε συνδυασμό με βοσκή και πυρκαγιά. Οι ομήλικες συστάδες διακρίνονται σε κλάσεις ηλικίας (10-20, 25-35, 40-50, 60-80 ετών) στις οποίες παρατηρείται μιά ακανονιστία στον αριθμό των ατόμων λόγω κυρίως της έλλειψης συστηματικής καλλιέργειας.

Οι διαπλάσεις των μακκίων που απαντούν κυρίως κάτω από τις διάσπαρτες συστάδες της *Pinus halepensis* στην περιοχή της Κασσάνδρας Χαλκιδικής ανήκουν στην κλάση *Quercetea ilicis* Braun-Blanquet 1947 και δη στις φυτοκοινωνικές ενώσεις *Oleo-Ceratonion* Braun-Blanquet 1936 και *Quercion ilicis* Braun-Blanquet (1931) 1936. Από τις παραπάνω φυτοκοινωνικές ενώσεις συναντάται η μεν *Oleo-Ceratonion* από την παραλία μέχρι υψόμετρο 100-150 μ., κυρίως κατά μήκος των ακτών και η *Quercion ilicis* στο εσωτερικό της χερσονήσου σε υψόμετρο πάνω από 100 μέτρα, όπου οι συνθήκες υγρασίας αυξάνονται.

Οι περισσότεροι συχνές δομές των συστάδων των δασών *Pinus halepensis* στην Κασσάνδρα Χαλκιδικής εμφανίζονται στο Σχ. 1. Τα σχήματα 1a, 1b, 1c παριστάνουν κοινωνίες της *Pinus halepensis* καμμένες για περισσότερο ή λιγότερο μακρά περίοδο (1940-1950). Οι κοινωνίες αυτές είναι λίγο ετερογενείς από χλωριδική άποψη. Ο αριθμός των δένδρων είναι μεγάλος ιδιαίτερα όταν η κλίση είναι μικρή (μέχρι 15%) και η έκθεση Β, ΒΑ. Η χλωριδική τους σύνθεση στα επικρατούντα είδη γίνεται περισσότερο όμοια με εκείνη των κοινωνιών της *Quercus ilex* όσο μάλιστα τα είδη της *Quercion ilicis* αναμειγνύονται με αυτά της *Quercus-Fagetea* ενώ είναι διαφορετική ως προς τα συνοδά είδη (Λαυρεντιάδης 1961, Τσιτσώνη 1991). Στα σχήματα 1d, 1e, 1f απεικονίζονται περιοχές που είχαν υποστεί πυρκαγιές πρόσφατα (1977, 1981). Στο σχήμα 1d που η ηλικία είναι μικρή, απουσιάζει ο θαμνώδης υπώροφος και η ποώδης βλάστηση περιορίζεται σημαντικά, σχεδόν εξαφανίζεται. Στα σχήματα 1e και 1f οι αναγεννημένες κοινωνίες των δασών αυτών είναι συχνά πλούσιες αλλά ετερογενείς από χλωριδική άποψη. Συνήθως είναι ανοικτές διαπλάσεις σε φτωχά εδάφη, σε Δ, ΝΔ



Σχ. 1. Προφίλ ομήλικων συστάδων στους σταθμικούς τύπους I (e, f), II (b), III (a,c)

Πίνακας 1. Φυτοκοινωνιολογικός πίνακας των όσων *Pinus halepensis* στην Κιουσάνορα Χαλκιδικής (σταθμικοί τύποι I, II και III).

	I	II	III		I	II	III
Είδη της Cisto-Micromerietea (-etalia) Oberd. 54							
<i>Pinus halepensis</i>	V	V	V	<i>Ononis spinosa ssp. antiquorum</i>	I	I	.
<i>Brachypodium refusum</i>	III	IV	IV	<i>Thymus sibthorpii</i>	.	.	.
<i>Cistus incanus ssp. creticus</i>	III	IV	II	<i>Sarcopoterum spinosum</i>	.	I	I
<i>Anthyllis hermanniae</i>	II	IV	II	<i>Teucrium polium</i>	I	I	I
<i>Erica manipuliiflora</i>	I	III	I	<i>Acinos alpinus</i>	.	I	I
<i>Dorygnium hirsutum</i>	I	III	.	<i>Thymus capitatus</i>	.	I	II
<i>Cistus monspeliensis</i>	I	I	III	<i>Fumana thymifolia</i>	.	.	I
<i>Cistus salvifolius</i>	I	I	III	<i>Micromeria juliana</i>	.	.	I
<i>Dorygnium pentaphyllum</i>	I	II	I	<i>Hypericum empetrifolium</i>	.	.	I
<i>Hypericum monbreni</i>	I	II	.	<i>Cytinus hypocistis</i>	.	.	I
Είδη της Quercion. Quercetalia ilicis Br.-Bl. (1951), 1936. Quercetia ilicis Br.-Bl. 1947							
<i>Pistacia lenniscus</i>	V	V	V	<i>Oryzopsis miliacea</i>	II	II	I
<i>Quercus coccifera</i>	V	IV	V	<i>Calycotome villosa</i>	.	I	II
<i>Asparagus acutifolius</i>	V	IV	V	<i>Arbutus adrachne</i>	.	II	.
<i>Quercus ilex</i>	V	I	I	<i>Pistacia terebinthus</i>	II	I	I
<i>Smilax aspera</i>	IV	V	V	<i>Rosa sempervirens</i>	II	.	I
<i>Rubia peregrina</i>	IV	IV	IV	<i>Cercis siliquastrum</i>	II	.	.
<i>Phillyrea laeifolia</i>	IV	IV	IV	<i>Erica arborea</i>	I	II	I
<i>Arbutus unedo</i>	I	V	I	<i>Carex distachia</i>	I	I	I
<i>Lonicera etrusca</i>	II	IV	II	<i>Olea europea v. sylvestris</i>	I	I	I
<i>Lonicera implexa</i>	II	IV	II	<i>Laurus nobilis</i>	I	I	I
<i>Myrtus communis</i>	III	II	I	<i>Prassium majus</i>	.	.	I
<i>Ruscus aculeatus</i>	III	.	I	<i>Rhamnus alaternus</i>	.	.	I
<i>Clematis flammula</i>	II	II	I	<i>Salvia triloba</i>	.	.	I
Είδη της Quercetalia pubescentis Br.-Bl. (1931n.n) 1932 and Quercio-Fagetea Br.-Bl. & Vlieger 1937							
<i>Brachypodium pinnatum</i>	II	IV	I	<i>Cornus mas</i>	I	I	I
<i>Fraxinus ornus</i>	III	.	.	<i>Melica uniflora</i>	I	I	I
<i>Quercus pubescens</i>	III	II	I	<i>Silene italica</i>	I	I	I
<i>Rosa canina</i>	II	.	I	<i>Campanula spathulata</i>	I	I	I
<i>Hedera helix</i>	II	.	.	<i>Lithospermum purpurocaeruleum</i>	I	I	I
<i>Teucrium chamaedrys</i>	I	III	.	<i>Coluca arborescens</i>	I	.	.
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	I	II	I	<i>Cornus sanguinea</i>	I	I	.
<i>Tamus communis</i>	I	II	.	<i>Poa nemoralis</i>	I	.	I
<i>Crataegus monogyna</i>	I	I	I	<i>Coronilla emeris ssp. emeroides</i>	I	.	.
<i>Cotinus cogyria</i>	I	I	I	<i>Stellaria media</i>	.	I	.
<i>Ligustrum vulgare</i>	I	I	I	<i>Clematis vitalba</i>	.	I	I
<i>Pyrus amygdaliformis</i>	.	I	I	<i>Cyclamen neapolitanum</i>	.	.	I
<i>Vicia tenuifolia</i>	I	I	I	<i>Prunus spinosa</i>	.	.	I
<i>Luzula forsteri</i>	I	I	I				
Συνοδύ είδη							
<i>Caraius pycnocephalus</i>	II	III	I	<i>Convolvulus cantabrica</i>	I	I	I
<i>Carex flacca ssp. serrulata</i>	II	III	I	<i>Trifolium campestre</i>	I	I	I
<i>Carex otrubae</i>	II	I	I	<i>Bellis perrenis</i>	I	I	I
<i>Spartium junceum</i>	II	.	I	<i>Psoralea bituminosa</i>	I	I	I
<i>Rubus ulmifolius</i>	II	.	I	<i>Aremonia agrimonoides</i>	I	I	I
<i>Astragalus monspessulanus</i>	I	II	II	<i>Galium aparine</i>	I	I	I
<i>Oenanthe pimpinelloides</i>	I	II	I	<i>Viola arvensis</i>	I	I	I
<i>Trifolium repens</i>	I	I	I	<i>Carex distans</i>	I	I	I
<i>Brachypodium distachyon</i>	I	I	I	<i>Calamintha nepeta</i>	I	I	I
<i>Origanum heracleoticum</i>	I	I	I	<i>Hieracium praealtum</i>	I	I	I
<i>Dactylis glomerata</i>	I	I	I	<i>Leontodon tuberosus</i>	I	I	I



εκθέσεις και συχνά είδη της Cisto-micromerietea τάξεως είναι παρόντα με είδη της *Quercetalia ilicis*.

Η χλωριδική αναγεννητική δύναμη των σημερινών κοινωνιών της *Pinus halepensis* της Κασσάνδρας Χαλκιδικής είναι το αποτέλεσμα μιάς σταθεράς πίεσης φυσικών και μη πυρκαγιών και διαρκούς βόσκησης ανά τους αιώνες. Η φωτιά και η βόσκηση αναγνωρίζονται όλο και περισσότερο όχι μόνο ως προσωρινοί καταστρεπτικοί παράγοντες αυτών αλλά ως ενσωματωμένα μέρη μεσογειακών οικοσυστημάτων της εξέλιξής τους (Paola et al. 1991, Raus 1979, Naveh, 1991). Μ' αυτόν τον τρόπο ο όροφος των θάμνων που αποτελείται κυρίως από είδη της *Quercion ilicis* έχει μετατραπεί σε σχέση προς τη φυσική τους δυναμική διαδοχή. Συνεπώς οι κοινωνίες των δασών της *Pinus halepensis* έχουν συνεχιστεί να συντηρούνται με τις δαπάνες των δασών της *Quercus rubescens* τα οποία εκάλυπταν καθ' ολοκληρία την χερσόνησο. Αυτό συμπεραίνεται από το γεγονός ότι πολύ συχνά μέσα στους σιταγρούς που υπάρχουν, συναντάμε υπερήλικα άτομα ειδών της *Pinus halepensis* και *Quercus rubescens* τα οποία θεωρούνται κατάλοιπα των δασών που προϋπήρχαν (Λαυρεντιάδης 1961).

Οι σκληρόφυλλοι αείφυλλοι θάμνοι, οι οποίοι μπορούν και επιβιώνουν στις καταστρεπτικές επιδράσεις των δύο παραπάνω αναφερθέντων παραγόντων, θα μπορούσαν να σχηματίσουν δάση των οποίων οι διαφορές δομικές και χλωριδικές δεν θα ήτανε ασήμαντες από τις σημερινές θαμνώδεις κοινωνίες. Από την άλλη όμως τα μακκί είναι ένας συνδυασμός ειδών που είναι εκτεθειμένα στη βόσκηση και την πυρκαγιά, μπορούν και επιβιώνουν στις ανθρωπογενείς επιδράσεις αλλά και εκτός αυτού είναι σε θέση να καταλάβουν ζώνες και υψόμετρα υποβαθμισμένης ή καταστραμμένης βλάστησης. Σύμφωνα με τον Raus (1979) στη βλάστηση αυτή των βαριά βοσκημένων ασβεστολιθικών περιοχών δε μπορούν να αναγνωρισθούν οι σχηματιζόμενες ενότητες ως κανονικές στη σειρά των κοινωνιών που προκύπτουν, σύμφωνα με τη δυναμική τους εξέλιξη, γι' αυτό πρέπει να ομαδοποιούνται σύμφωνα με τα δικά τους κυρίαρχα είδη.

#### **BIBLIOGRAPHY**

Braun-Blanquet, J. 1936. La chenaie d' yeuse mediterraneenne (*Quercion ilicis*) Mem. Soc. Sci. Nat. Nimes 5: 3-147.

Λαυρεντιάδης, Γ. 1961. Χλωριστική, Φυτογεωγραφική και Φυτοκοινωνιολογική έρευνα της Χερσονήσου της Κασσάνδρας.

Naveh, Z., 1991. The role of fire in Mediterranean Vegetation. Bot. Chron. 10: 385-405.

Paola, G., Barberis, G. & Peccenini, S., 1991. *Pinus halepensis* formations in Liguria (N.W. Italy) Bot. Chron. 10: 609-615.

Raus, Th., 1979. Die Vegetation Ostthessaliens (Griechenland) I. Vegetationszonen und Hohenstufen. Bot. Jahrb. Syst. 100: 564-601.

Τσιτσώνη, Θ., 1991. Ανάλυση δομής και συνθήκες φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά στα δάση χαλέπιου πεύκης της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Διδακτ. Διατριβή. Επιστημονική Επετηρίδα. Παράρτ. Αριθμ. 17. Τόμος ΛΒ'. Θεσσαλονίκη.

## **Παράκτιοι υγρότοποι της Β. Ελλάδας: τύποι οικοτόπων και περιβαλλοντικά προβλήματα**

**Δρόσος Ε., Κωνσταντίνου Μ., Καραγιαννακίδου Β., Τσακίρη Ε., Μπαμπαλώνας Δ.**  
Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας, ΑΠΘ,  
540 06 Θεσσαλονίκη.

### **Coastal wetlands of Northern Greece: habitat types and environmental problems.**

**Drosos E., Konstantinou M., Karagiannakidou V., Tsakiri E., Babalonas D.**  
Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 540  
06 Thessaloniki.

**Abstract:** The lagoons and the estuary areas of Northern Greece are so important that attract European Community interest. In these areas where fresh water meets with the saline sea water, a relatively great variety of habitats appears. Many of these 17 coastal wetlands, that consist eligible sites for the "Natura 2000" network, are already protected by more than one international conventions (Ramsar, SPA, IBA etc.). The different types of habitats as well as other characteristics of these areas were recorded and evaluated according to the directive 92/43/EC. Twenty five habitats of Community interest, from which five are priority types, cover 63% of the total area of the sites. The most common negative impacts that were observed inside the sites after their delimitation, are: cultivation, utilisation of pesticides and fertilizers, grazing, hunting and drainage.

**Εισαγωγή:** Στη Β. Ελλάδα υπάρχουν πολλοί παράκτιοι υγρότοποι και αυτοί είναι είτε μικρής ή μεγαλύτερης έκτασης λιμνοθάλασσες, είτε δελταϊκές περιοχές σημαντικών ποταμών που εκβάλλουν στο βόρειο Αιγαίο. Στους παράκτιους αυτούς υγρότοπους, όπου συναντώνται τα γλυκά νερά των ποταμών ή χειμάρρων με τα αλμυρά νερά της θάλασσας, δημιουργείται μία μεγάλη σχετικά ποικιλομορφία εδαφικών ή υδάτινων συνθηκών, που σε συνδυασμό με την αζωνικού τύπου βλάστηση που αναπτύσσεται, συντελεί στην αύξηση της βιοποικιλότητας. Αρκετοί από τους υγροτόπους αυτούς λόγω της σπουδαιότητάς τους σε ευρωπαϊκό επίπεδο χαρακτηρίστηκαν ως προστατευόμενες περιοχές (Ramsar Conv.) ιδιαίτερα για την ενδιαφέρουσα και πλούσια ορνιθοπανίδα τους (IBA). Τα υγροτοπικά αυτά οικοσυστήματα που ανέρχονται σε 17 εκτείνονται από τον ποταμό Έβρο έως τον Πηνειό ποταμό και περιλαμβάνουν πέντε δελταϊκές εκτάσεις, εννέα λιμνοθάλασσες και τρεις λίμνες που λίγο ή πολύ επηρεάζονται από το αλμυρό θαλασσινό νερό (Σχ. 1).

Οι δεκαεπτά αυτές περιοχές, όπως και πολλές άλλες σε ολόκληρη την Ελλάδα, με τη διεξαγωγή του προγράμματος των οικοτόπων, μελετήθηκαν, αξιολογήθηκαν ως προς τη βιοποικιλότητά τους και οριοθετήθηκαν ως δυνάμενες να ενταχθούν στο πανευρωπαϊκό δίκτυο "Natura 2000", σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην οδηγία 92/43/EC.

Στις περιοχές αυτές μεταξύ των άλλων καταγράφηκαν οι τύποι οικοτόπων, εκτιμήθηκε η έκτασή τους, αξιολογήθηκε η δομή τους καθώς και η φύση και ένταση των κινδύνων που τους απειλούν. Συνολικά στις 17 περιοχές βρέθηκε να απαντούν 25 τύποι οικοτόπων της κοινοτικής οδηγίας, από τους οποίους οι 5 είναι προτεραιότητας (Πίνακας 1). Ο αριθμός οικοτόπων της οδηγίας που ανά περιοχή κυμαίνεται από 9 έως 17, κρίνεται σημαντικός σε σχέση με άλλα οικοσυστήματα και σε συνδυασμό με άλλες δομές βλάστησης, που επίσης απαντούν αλλά δεν αποτελούν οικοτόπους της οδηγίας (π.χ. καλάμινες), φανερώνουν μια πολλαπλότητα καταστάσεων που χαρακτηρίζει τους παράκτιους υγροτόπους.

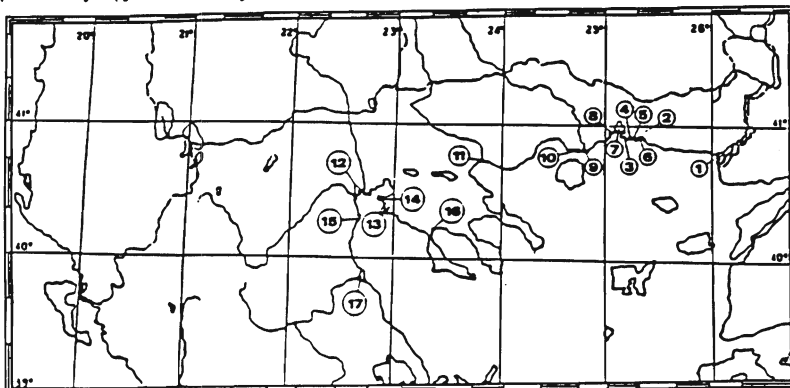
Η ομαδοποίηση των οικοτόπων με βάση τον τύπο βλάστησης και την έκτασή τους δείχνει ότι στις 17 αυτές περιοχές επικρατούν οι παράκτιοι αλοφυτικοί οικοτόποι (36%), ακολουθούν οι δασικοί (12%), οι αμμοθινοί (7%), οι οικοτόποι γλυκών υδάτων (7%) ενώ 1% κατέχουν οι υγροί λειμώνες. Ένα ποσοστό 37% συνιστούν οι καλλιέργειες, οι τύποι βλάστησης που δεν αποτελούν οικοτόπους της οδηγίας, και οι εκτάσεις γης με άλλες χρήσεις. Τα παραπάνω ποσοστά είναι αρκετά διαφορετικά αν ληφθούν ξεχωριστά οι δελταϊκές και οι λιμνοθαλάσσιες περιοχές.

Η δομή της κάθε μιας περιοχής σχετικά με τις παραπάνω ομάδες οικοτόπων δίδεται στο σχήμα 2. Οι καλαμώνες, αν και ως τύπος βλάστησης δεν αποτελεί οικοτόπο της οδηγίας 92/43/ΕΚ, επειδή στα υδάτινα συστήματα παίζουν σημαντικό ρόλο στις λειτουργίες τους, συμπεριλήφθησαν στους οικοτόπους των γλυκών υδάτων. Οι καλαμώνες συμμετέχουν σε όλες τις περιπτώσεις, αλλά έχουν μεγαλύτερη κάλυψη στις δελταϊκές κυρίως περιοχές.

Στις 17 αυτές παράκτιες υγροτοπικές περιοχές ο άνθρωπος επέδρασε αρνητικά επί σειρά ετών, με αποτέλεσμα κατά τις τελευταίες δεκαετίες να γίνουν πολύ φανερά τα φαινόμενα υποβάθμισης των καλλιιεργειών των υγροτόπων. Με την όλο και μεγαλύτερη επέκταση των καλλιιεργειών και την προσπάθεια για υψηλότερη παραγωγικότητα, ενέργειες που συνδέονται με τη χρήση φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων και κατασκευές αποστραγγιστικών έργων, δημιούργησαν σοβαρά προβλήματα στις λειτουργίες των υγροτοπικών συστημάτων. Έτσι παρατηρήθηκε μείωση της ιχθυοπαραγωγής σε όλους τους παράκτιους υγρότοπους, μείωση των πληθυσμών της ορνιθοπανίδας, εξαφανίσεις ειδών, αλλά και γενικά μείωση της παραγωγικότητας.

Από την καταγραφή των αρνητικών επιδράσεων ή δραστηριοτήτων στους υγροτόπους και λαμβάνοντας υπόψη τις πέντε βασικότερες κατά περιοχή, προκύπτει ένα σύνολο 23 διαφορετικών αιτιών που συντέλεσαν στην υποβάθμιση των περιοχών αυτών (Πίνακας 2). Η καλλιέργεια της γης, τα φυτοφάρμακα, τα λιπάσματα, η βόσκηση, το κυνήγι και η κατασκευή αποστραγγιστικών έργων αποτελούν τα βασικότερα σε έκταση και ένταση αίτια. Η καλλιέργεια ως δραστηριότητα, που επιδρά αρνητικά στα φυσικά αυτά οικοσυστήματα ποικιλότροπα, παρουσιάζει μεγάλο ποσοστό κυρίως στα Δέλτα Έβρου, Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα και Πηνειού, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές η σημασία της είναι υποδεέστερη άλλων δραστηριοτήτων. Το ίδιο ισχύει για τη βόσκηση και τα αποστραγγιστικά έργα.

Παρά την ύπαρξη των παραπάνω προβλημάτων στους παράκτιους υγρότοπους της Βόρειας Ελλάδας, όπως φάνηκε από τη διεξαγωγή του προγράμματος του σχετικού με την εφαρμογή και στην Ελλάδα της οδηγίας 92/43/ΕΚ, οι υγρότοποι αυτοί φιλοξενούν αρκετούς οικοτόπους και σημαντικούς πληθυσμούς ειδών, κυρίως ζωικών, που χρήζουν προστασίας. Πιστεύεται ότι το υπό δημιουργία δίκτυο "Natura 2000" θα συμβάλλει σημαντικά στη διατήρηση και προστασία των οικοτόπων και γενικότερα στη διατήρηση της βιοποικιλότητας στους υγρότοπους της Β. Ελλάδας.



**Σχήμα 1.** Οι 17 παράκτιες υγροτοπικές περιοχές της Β. Ελλάδας 1. Δέλτα Έβρου 2. Λίμνη Μητρικού 3. Λιμνοθάλασσα Ξηρολίμνη 4. Λιμνοθάλασσα Καρατζά 5. Λιμνοθάλασσα Αλυκή (Μέση) 6. Λιμνοθάλασσα Πτελέα 7. Λίμνη Βιστωνίδα (Πόρτο Λάγος) 8. Λίμνες Λάφρη-Λαφρούδα 9. Δέλτα Νέστο 10. Λιμνοθάλασσα Κερασιωτής 11. Εκβολές Ποταμού Στρυμώνα 12. Δέλτα Αξιού-Λουδία-Αλιάκμονα 13. Λιμνοθάλασσα Επανομής 14. Λιμνοθάλασσα Αγγελοχωρίου 15. Αλυκή Κίτρους 16. Λιμνοθάλασσα Αγίου Μάμα 17. Δέλτα Πηνειού.

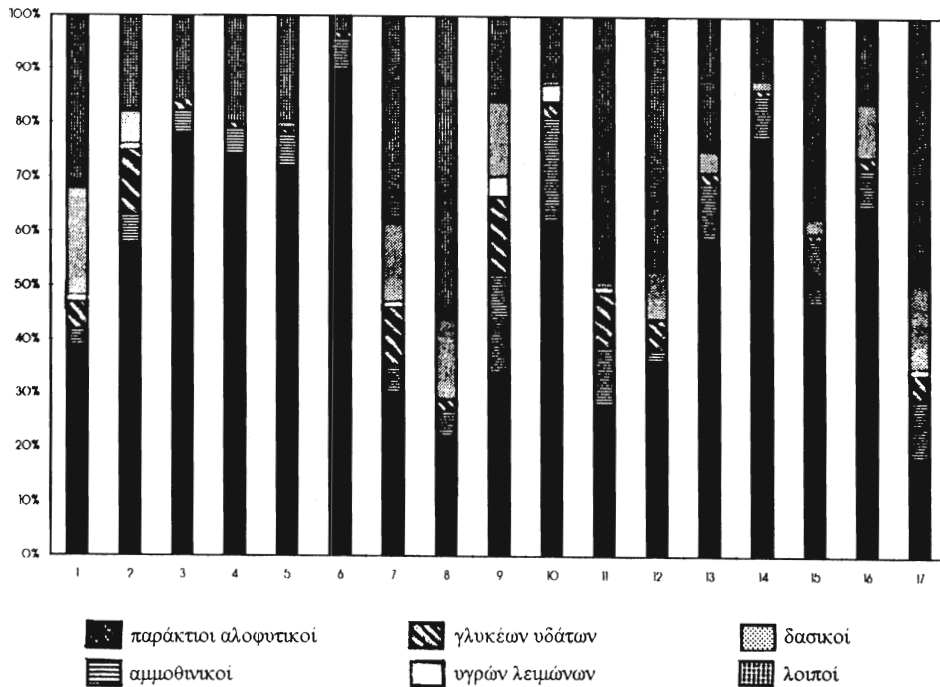
Πίνακας 1. ΤΥΠΟΙ ΟΙΚΟΤΟΠΙΩΝ ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 92/43/ΕΟΚ ΠΟΥ ΑΠΑΝΤΟΥΝ ΣΤΟΥΣ 17 ΠΑΡΑΚΤΙΟΥΣ ΥΓΡΟΤΟΠΟΥΣ ΤΗΣ Β. ΕΛΛΑΔΑΣ  
 ΟΠΩΣ ΛΥΤΟΙ ΟΡΙΘΜΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ NATURA 2000

Κωδ.	Τύποι οικοτόπων	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Προ- οδικά
1110	Sandbanks which are slightly covered by sea water all the time	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	9
1120	Posidonia beds	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
1130	Estuaries	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7
1140	Mudflats and sandflats not covered by sea water at low tide	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	15
1150	Lagoons	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17
1160	Large shallow inlets and bays	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
1210	Annual vegetation of drift lines	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17
1310	<i>Salicornia</i> and other annuals colonizing mud and sand	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17
1410	Mediterranean salt meadows ( <i>Juncetalia maritimi</i> )	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17
1420	Mediterranean and Thermo-Atlantic halophilous scrubs ( <i>Arthrocnemetea</i> )	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17
1510	Salt steppes ( <i>Limonietalia</i> )	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
2110	Embryonic shifting dunes	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	16
2120	Shifting dunes along the shoreline with <i>Ammophila arenaria</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	17
2130	Fixed dunes with herbaceous vegetation (grey dunes)	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9
2195	Dune-slack reedbeds and sedgbeds	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
3150	Natural eutrophic lakes with <i>Magnopotamion</i> or <i>Hydrocharition</i>	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7
3280	Constantly flowing Mediterranean rivers: <i>Paspalo-Agrostidion</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5420	Aegean phrygana ( <i>Sarcopoterium spinosum</i> )	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
6420	Mediterranean tall-herb and rush meadows ( <i>Molinio-Holcussonion</i> )	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	7
91E0	Residual alluvial forests ( <i>Alnion glutinoso-incanae</i> )	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2
9280	Quercus frainetto woods	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
92A0	<i>Salix alba</i> and <i>Populus alba</i> galleries	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	7
92C0	Oriental plane woods ( <i>Platanion orientalis</i> )	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2
92D0	Thermo-Mediterranean riparian galleries ( <i>Nerio-Tamaricetea</i> )	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	10
9540	Mediterranean pine forests with endemic Mesogean Pine, including	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

ΣΥΝΟΛΟ

15 15 10 10 11 10 15 11 17 13 13 13 11 10 11 9 17

\* τύποι οικοτόπων κριτηριακότητας



**Σχ. 2.** Συμμετοχή των έξι ομάδων οικοτόπων σε κάθε υγροτοπική περιοχή.

**Πίνακας 2.** Οι 23 κυριότερες επιδράσεις στους υγροτόπους της Β. Ελλάδας, όπως αναφέρονται στην οδηγία με τους αντίστοιχους κωδικούς.

1	110	Use of pesticides	13	700	Pollution
2	120	Fertilisation	14	180	Burning
3	140	Grazing	15	130	Irrigation
4	230	Hunting	16	608	Camping and caravans
5	810	Drainage	17	720	Trampling, overuse
6	210	Professional fishing	18	501	Paths, tracks, cycling tracks
7	100	Cultivation	19	954	Invasion by a species
8	500	Communication networks	20	403	Dispressed habitation
9	690	Other leisure and tourism impacts	21	790	Other pollution of human impacts/activities
10	710	Noise nuisance	22	590	Other forms of transportation and communication
11	400	Urbanised areas, human habitation	23	623	Motorised vehicles
12	340	Salt works			

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Babalonas D., E. Drossos & V. Karagiannakidou. 1985. Flora and vegetation of Vistonida lake. Research project for the Protection of Vistonida lake from pollution. Ministry of Environment Physical Planning and Public Works. p. 15.

Commission of European Communities (CEC). 1991. CORINE biotopes manual. Habitat of the European Community. Brussels, Luxemburg, 1991. Part two, p. 300.

Drossos E. 1992. A Floristic study of Mitrikou lake and the lagoons of Nomos Rodopi in W. Thrace (N. Greece). Willdenowia 22: 97-117.

Κτηματική Εταιρεία του Δημοσίου 1993-1994. Χωροταξική, οικολογική, διαχειριστική μελέτη περιοχής εκβολών Πηνειού ποταμού. Μελέτ. Γραφεία Μ. Κορώνη και Ε. Αδαμογιάννη Θεσσαλονίκη 1993 (Στάδιο 1ο 254 σελ.) 1994 (Στάδιο 2ο 113 σελ.).

Λαυρεντιάδης Γ. 1956. Έρευνες των Υδροφύτων της Ελληνικής Μακεδονίας. Διδ. Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 88 σελ.

Lavrentiades G. & D. Babalonas 1976. Über die vegetation der östlichen Kavala küsten. Sci. Annals, Fac. Phys. Mathem. Univ. of Thessaloniki. 16: 309-317.

Μπαμπαλώνας Δ. 1989. Φυτοκοινωνιολογική μελέτη επί της βλαστήσεως του Δέλτα του ποταμού Έβρου (Αινήσιον Δέλτα). Διδ. Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 158 σελ.

Τσιούρης Σ. και Π.Α. Γεράκης. 1991. Υγρότοποι της Ελλάδος: Αξίες, αλλοιώσεις, προστασία. WWF, Εργ. Οικολ. και Προστ. Περιβ., Τμ. Γεωπ. ΑΠΘ, IUCN. Θεσσαλονίκη. 96 σελ.

Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ). 1989. Χωροταξική μελέτη ανάπτυξη ευρύτερης περιοχής Νέστου, λίμνης Μητρικού και Βιστωνίδας και προτάσεις ζωνών χρήσεων γης: Α' φάση. (ΥΠΕΧΩΔΕ) Αθήνα.

## Κατακόρυφη εξάπλωση και ποικιλότητα του *Satureja horvatii* subsp. *macrophylla* στην Κεντρική Πίνδο

Δαρδιώτη Α., Κοκκίνη Σ.

Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 540 06

**Περίληψη** Μελετήθηκε η ποικιλότητα 25 μορφολογικών χαρακτήρων φυτών του *S. horvatii* subsp. *macrophylla* που φύονται κατά μήκος μιας υψομετρικής διαβάθμισης στην Κ Πίνδο. Τόσο οι διαγνωστικοί όσο και οι περιγραφικοί χαρακτήρες του είδους αυτού παρουσιάζουν μεγάλο εύρος ποικιλότητας. Η υψομετρική κατανομή της ποικιλότητας ορισμένων χαρακτήρων, όπως των διαστάσεων και του τριχώματος των φυτών πιθανόν να οφείλεται στη μεταβολή των κλιματικών συνθηκών όσο αυξάνεται το υψόμετρο. Η ασυνεχής μεταβολή της ποικιλότητας χαρακτήρων όπως του λόγου μήκος οδόντων κάλυκα / μήκος σωλήνα κάλυκα, ενός από τους πλέον χρησιμοποιούμενους χαρακτήρες στη διάκριση επιμέρους taxa της ομάδας *S. montana*, υποδεικνύει είτε ότι οι χαρακτήρες αυτοί πρέπει να επανεξεταστούν είτε ότι οι πληθυσμοί που εξετάστηκαν ανήκουν σε δύο διαφορετικά ενδοειδικά taxa.

## Vertical distribution and variation of *Satureja horvatii* subsp. *macrophylla* in Central Pindhos

Dardioti A., Kokkini S.

Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-540 06 Thessaloniki

**Abstract** The variation of 25 morphological characters of *S. horvatii* subsp. *macrophylla* plants grown along an altitudinal gradient was studied. A wide range of variation has been found both in the diagnostic and descriptive features of this taxon. The quantitative changes of some characters, such as leaf dimensions and density of indumentum should be considered as compensation responses to the climatic conditions dominated in the higher altitudes. Furthermore, the discontinuous variation of characters like length of calyx teeth / length of calyx tube which are widely used for the distinction of the taxa within *S. montana* group suggest that these should be reevaluated or that the populations studied belong to two distinct intraspecific taxa.

**Εισαγωγή.** Το είδος *Satureja horvatii* Šilic ανήκει στην ομάδα *S. montana* η οποία περιλαμβάνει ορεινά taxa που εξαπλώνονται στην περιοχή της Μεσογείου. Η διάκριση των επιμέρους taxa της ομάδας αυτής εμφανίζει ιδιαίτερες δυσκολίες. Η μελέτη του εύρους ποικιλότητάς των διαγνωστικών χαρακτήρων σε πληθυσμούς από τον Ελλαδικό χώρο έδειξε ότι τα όρια που θέτουν οι ταξινομικές προσεγγίσεις σ'αυτούς τους χαρακτήρες δεν μπορούν να διακρίνουν τους ελληνικούς πληθυσμούς (Δαρδιώτη, 1995). Για τη μελέτη της ποικιλότητας της ομάδας αυτής στον Ελλαδικό χώρο και την τελική ταξινομική οριοθέτηση των taxa της κρίνεται απαραίτητη η γνώση του εύρους ποικιλότητας των πληθυσμών κατά μήκος τόσο της οριζόντιας όσο και της κατακόρυφης κατανομής τους. Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η μορφολογική ποικιλότητα φυτών της ομάδας αυτής που φύονται σε διαφορετικά υψόμετρα μιας περιορισμένης περιοχής. Τα φυτά αυτά ανήκουν σύμφωνα με την τελευταία ταξινομική προσέγγιση στο *S. horvatii* subsp. *macrophylla* (Halácsy) Baden. Το υποείδος αυτό είναι ενδημικό στην Ελλάδα και συγκεκριμένα απαντά στην Κεντρική και Νότια Πίνδο, καθώς και σε ορισμένα βουνά της Δ Στερεάς Ελλάδας.

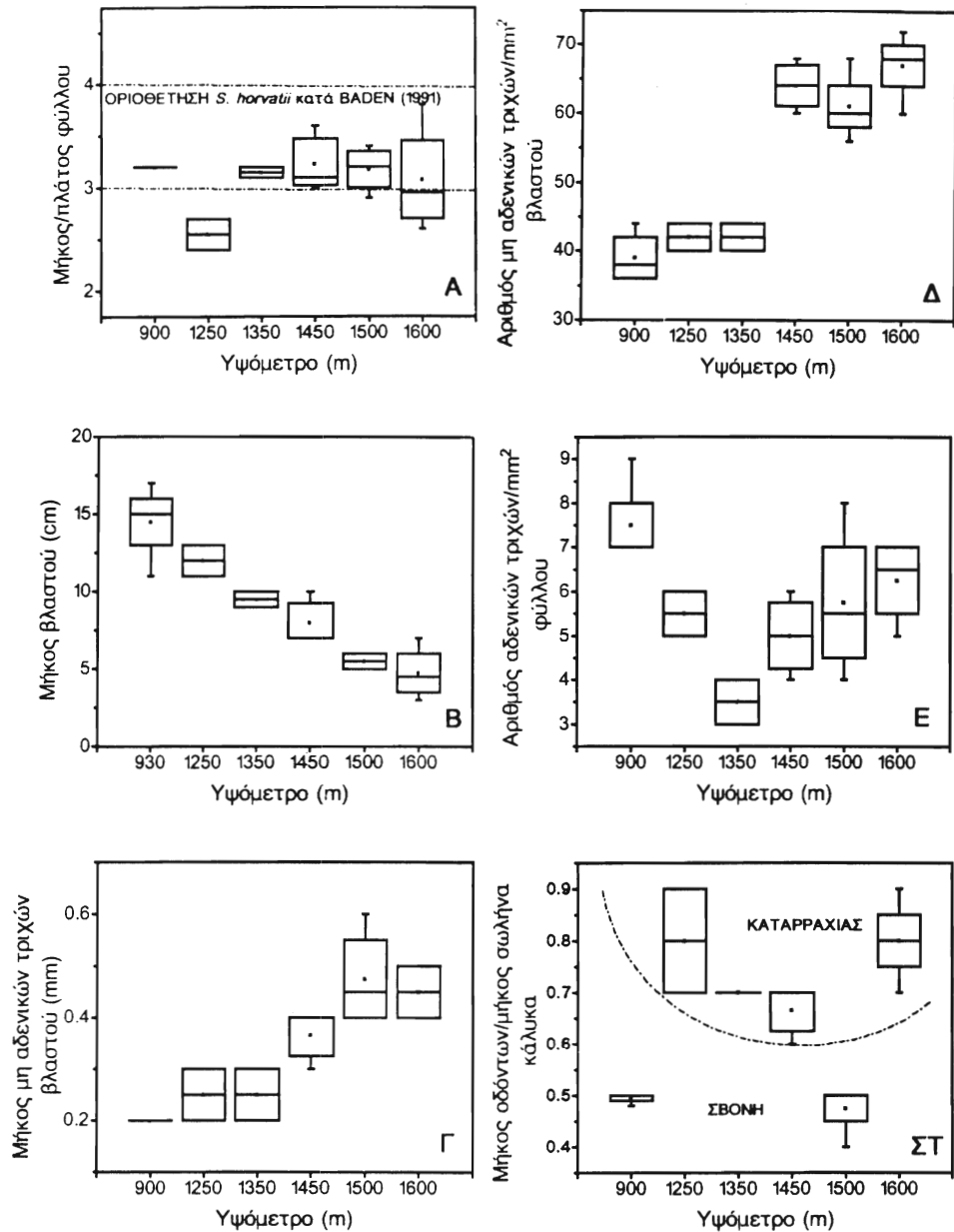
**Μέθοδοι και Υλικά.** Συνολικά μελετήθηκαν 25 μορφολογικοί χαρακτήρες σε δείγματα φυτών που προέρχονται από τα όρη Σβόνη (900 και 1500m) και Καταρραχιάς (1250, 1350, 1450 και 1600m) της Κεντρικής Πίνδου. Από κάθε σταθμό μετρήθηκαν 3-4 άτομα. Τα δείγματα συλλέχθηκαν τον Αύγουστο του 1995 και είναι κατατεθειμένα στο Ερμπάριο του Εργαστηρίου Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Ο αριθμός των χαρακτήρων που μελετήθηκαν περιλαμβάνει και τους χρησιμοποιούμενους ως διαγνωστικούς για τη διάκριση επιμέρους taxa της ομάδας *S. montana* στις τελευταίες ταξινομικές προσεγγίσεις (Baden 1991, Ball & Getliffe 1972).

## **Αποτελέσματα-Συζήτηση.**

### **I. Διαγνωστικοί χαρακτήρες του *S. horvatii* στην Ελλάδα:**

Η μελέτη της ποικιλότητας των χαρακτήρων που χρησιμοποιούνται για τη διάκριση του είδους *S. horvatii* στην Ελλάδα από τα υπόλοιπα είδη της ομάδας *S. montana* (Baden, 1991) σε φυτά του *S. horvatii* subsp. *macrophylla* που εντοπίζονται σε διαφορετικά υψόμετρα έδειξε ότι παρουσιάζουν στην συγκεκριμένη περιοχή ένα εύρος ποικιλότητας που ξεπερνά τα όρια που δίνονται για το είδος αυτό. Ειδικότερα βρέθηκε ότι σε ορισμένα φυτά ο λόγος μήκος φύλλων / πλάτος φύλλων είναι μικρότερος της τιμής που μέχρι σήμερα οριοθετεί το είδος (Εικ. 1Α), ενώ τα φυτά των μεγαλύτερων υψομέτρων έχουν μακρύτερο τρίχωμα βλαστού από αυτό που ορίζεται για το είδος αυτό. Έχει βρεθεί ότι το σχήμα των φύλλων δεν είναι σταθερό στους πληθυσμούς διαφορετικών υψομέτρων του *S. horvatii* και στη Γιουγκοσλαβία (Todorović & Stevanović, 1994). Είναι πιθανόν τα περισσότερα προβλήματα οριοθέτησης των επιμέρους taxa της ομάδας *S. montana* να δημιουργούνται από το μεταβλητό των χαρακτήρων που χρησιμοποιούνται ως διαγνωστικοί.





**Εικόνα 1.** Εύρος ποικιλότητας **A:** του μήκους φύλλου/πλάτος φύλλου, **B:** του ύψους βλαστού, **Γ:** του μήκους μη αδενικού τριχώματος βλαστού, **Δ:** της πυκνότητας μη αδενικού τριχώματος βλαστού, **Ε:** της πυκνότητας αδενικού τριχώματος φύλλων και **ΣΤ:** του μήκους οδόντων κάλυκα/μήκος σωλήνα κάλυκα των φυτών του *Satureja horvatii* subsp. *macrophylla* στους πληθυσμούς των 6 διαφορετικών υψομέτρων της Κ Πίνδου.

## II. Διαγνωστικοί χαρακτήρες των μελών της ομάδας *S. montana*:

### α. Υψομετρική μεταβολή της ποικιλότητας:

Οι χαρακτήρες που χρησιμοποιούνται ως διαγνωστικοί στη διάκριση επιμέρους taxa της ομάδας *S. montana* και αφορούν κυρίως τις διαστάσεις και το τρίχωμα -αδενικό και μη- των φύλλων και του βλαστού των φυτών μεταβάλλονται με διεύθυνση από την υψομετρική ζώνη των 900m προς τις ζώνες μεγαλύτερων υψομέτρων. Τα φυτά γίνονται βραχύτερα, με μικρότερα φύλλα, αλλά με πιο μακρύ και πιο πυκνό μη αδενικό τρίχωμα όσο αυξάνεται το υψόμετρο στο οποίο φύονται (Εικ. 1B-Γ-Δ). Το πυκνό μη αδενικό τρίχωμα πιθανόν να αποτελεί προστατευτικό μηχανισμό των φυτών απέναντι στο κρύο και την αυξημένη υπερϊώδη ακτινοβολία των μεγάλων υψομέτρων. Το αδενικό τρίχωμα δεν ακολουθεί το ίδιο πρότυπο μεταβολής, αλλά μειώνεται στα ενδιάμεσα υψόμετρα, για να αυξηθεί πάλι στα 1500m, όπου αρχίζει η υπαλπική ζώνη στην περιοχή (Εικ. 1E). Η διαπίστωση ότι οι χαρακτήρες οι χρησιμοποιούμενοι ως διαγνωστικοί στη διάκριση επιμέρους taxa της ομάδας *S. montana* μεταβάλλονται στην κατακόρυφη εξάπλωση των φυτών της ομάδας αυτής δεν μπορεί να αγνοηθεί σε μια τελική ταξινομική οριοθέτηση.

### β. Ανεξάρτητη από το υψόμετρο μεταβολή της ποικιλότητας:

Χαρακτηριστική ασυνέχεια παρουσιάζει η ποικιλότητα ορισμένων άλλων χαρακτήρων, η οποία δημιουργεί δύο ομάδες φυτών που η πρώτη περιλαμβάνει τα φυτά του όρους Σβόνη και η δεύτερη του όρους Καταρραχιά. Να σημειωθεί ότι από αυτούς, ο λόγος του μήκους οδόντων κάλυκα προς το μήκος σωλήνα κάλυκα (Εικ. 1ΣΤ) είναι από τους πλέον χρησιμοποιούμενους για τη διάκριση επιμέρους taxa της ομάδας *S. montana* στις μέχρι σήμερα ταξινομικές προσεγγίσεις. Αν θεωρήσουμε ότι ο χαρακτήρας αυτός είναι ένας "καλός" διαγνωστικός χαρακτήρας, τα παραπάνω υποδεικνύουν την ύπαρξη διαφορετικών ενδοειδικών taxa στις δύο αυτές γειτονικές κορυφές της οροσειράς των Αγράφων.

### Βιβλιογραφία.

- Baden C. 1991. *Satureja* L.- In: Strid A. & Kit Tan (eds), Mountain Flora of Greece 2, University Press, Edinburgh, pp 121-127.
- Ball P. W., Getliffe F. M. 1972. *Satureja* 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, University Press, Cambridge, pp 163-165.
- Δαρδιώτη Α. 1995. Εξάπλωση και ποικιλότητα της ομάδας *Satureja montana* στην Ελλάδα. Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Todorović, T. Stevanović, B. 1994. Adaptive characteristics of the endemic species *Satureja horvatii* Šilić (Lamiaceae) in mountain-mediterranean and mediterranean habitats. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 114: 367-376.

## **Αιθέρια έλαια σε νεαρά και ώριμα φύλλα του *Satureja montana* subsp. *macedonica***

**Δαρδιώτη Α.<sup>1</sup>, Κοκκίνη Σ.<sup>1</sup>, Λαναράς Θ.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 540 06

<sup>2</sup> Εργαστήριο Βοτανικής, Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 540 06

Περίληψη Μελετήθηκε η ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αιθερίων ελαίων των νεαρών και ώριμων φύλλων του *Satureja montana* subsp. *macedonica* την εποχή που αυτά συνυπάρχουν στο φυτό. Τα αιθέρια έλαια των νεαρών και ώριμων φύλλων χαρακτηρίζονται από τα ίδια κύρια συστατικά: το γερμακρένιο-D, τη θυμόλη και την καρβακρόλη (18.1-25.1%, 12.3-12.7% και 11.1-21.2% του συνολικού αιθερίου ελαίου αντίστοιχα). Οι διαφορές των αιθερίων ελαίων των νεαρών και ώριμων φύλλων εντοπίζονται κυρίως στο λόγο εκατοστιαίας συμμετοχής στο αιθέριο έλαιο των σесκιτερπενίων προς την αντίστοιχη συμμετοχή των μονοτερπενίων (νεαρά φύλλα: 0.7, ώριμα φύλλα: 1.4).

## **Essential oils of young and mature leaves of *Satureja montana* subsp. *macedonica***

**Dardioti A.<sup>1</sup>, Kokkini S.<sup>1</sup>, Lanaras T.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-540 06 Thessaloniki

<sup>2</sup>Laboratory of Botany, Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-540 06 Thessaloniki

**Abstract** The essential oils obtained from the young and mature leaves of *Satureja montana* subsp. *macedonica* were analysed. Both essential oils were characterized by the same main components: germacrene-D, thymol and carvacrol (18.1-25.1%, 12.3-12.7% and 11.1-21.2% of the total essential oil, respectively). There are differences, however, in the ratio sesquiterpenes/monoterpenes in the total essential oil obtained from young and mature leaves (young leaves: 0.7, mature leaves: 1.4).

**Εισαγωγή.** Το *Satureja montana* L. subsp. *macedonica* (Form.) Baden απαντά σε δύο βουνά της Κεντρικής Μακεδονίας, τον Όλυμπο και το Πίνοβο (Baden, 1991). Ανήκει στην ομάδα *S. montana* η οποία περιλαμβάνει ορεινά taxa που είναι δύσκολο να διακριθούν μεταξύ τους. Μία πρώτη προσέγγιση της μορφολογικής ποικιλότητας της ομάδας αυτής στον Ελλαδικό χώρο έδειξε ότι τα φυτά παρουσιάζουν μορφολογική ποικιλότητα που μεταβάλλεται και εποχιακά. Συγκεκριμένα τα φυτά της ομάδας αυτής έχουν δύο τύπους φύλλων σε αριθμητική αναλογία που εξαρτάται από την εποχή του έτους. Τα φύλλα αυτά διαφέρουν κυρίως στο μέγεθος, αλλά παρουσιάζουν και διαφορές στο μη αδενικό τρίχωμα και τη μορφή του ελάσματός τους (Δαρδιώτη, 1995). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης των αιθερίων ελαίων των νεαρών και ώριμων φύλλων του *S. montana* subsp. *macedonica* την εποχή που αυτά συνυπάρχουν.

**Μέθοδοι και Υλικά.** Τα φύλλα που μελετήθηκαν προέρχονται από ένα φυτικό άτομο που συλλέχθηκε από το χωριό Καρούα Πιερίας, στον Κάτω Όλυμπο (780 m) τον Οκτώβριο του 1995 (Εικόνα 1).

Απομόνωση αιθερίου ελαίου: Η μικροαπόσταξη (2 g) ξηρών φύλλων (νεαρών ή ώριμων) έγινε με νερό και διχλωρομεθάνιο (micro-steam distillation-solvent extraction) για 2h σε συσκευή Micro-steam Distillation Extraction (Chrompack International B.V., Middelburg, The Netherlands).

Προσδιορισμός ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης αιθερίου ελαίου: Η ποιοτική ανάλυση έγινε με φασματογράφο μάζας Shimadzu GC/MS QP2000, ενώ η ποσοτική με τη βοήθεια ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (FID) σε αέριο χρωματογράφο Shimadzu GC-14A (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) εφοδιασμένο με τριχοειδή στήλη (60 m x 0.25 mm i.d.) Supelcowax 10 (Supelco Inc, Bellefonte, PA). Το φέρον αέριο ήταν He με ταχύτητα ροής 20.4 cm s<sup>-1</sup>. Το πρόγραμμα θερμοκρασίας ήταν 70 °C για 10 min, στη συνέχεια αυξήθηκε στους 180 °C με ταχύτητα 2 °C min<sup>-1</sup>, όπου παρέμεινε για 35 min, και μετά αυξήθηκε στους 200 °C με ταχύτητα 4 °C min<sup>-1</sup>. Η θερμοκρασία του συστήματος εισόδου του δείγματος και του ανιχνευτή ήταν 240 °C. Ο λόγος της διάταξης "split" ήταν 40:1.

**Αποτελέσματα-Συζήτηση.** Τα 12 κύρια συστατικά των αιθερίων ελαίων των νεαρών και ώριμων φύλλων (86.7% και 84% του συνολικού αιθερίου ελαίου αντίστοιχα), φαίνονται στον Πίνακα 1. Τα αιθέρια έλαια τόσο των νεαρών όσο και των ώριμων φύλλων χαρακτηρίζονται από τρία συστατικά: το γερμακρένιο-D, τη θυμόλη και την καρβακρόλη. Ο συνδυασμός υψηλών ποσοστών φαινόλων (θυμόλης και καρβακρόλης) και σεσκιτερπενίων (γερμακρενίου-D) (Πίνακας 1) δεν έχει αναφερθεί στα αιθέρια έλαια του γένους *Satureja* s. str. Ως κυρίαρχα συστατικά των αιθερίων ελαίων του γένους *Satureja* έχουν αναφερθεί (cf. Lawrence 1989-1993 και οι εκεί αναφορές):

- i) οι φαινόλες (θυμόλη ή/και καρβακρόλη) ή/και οι πρόδρομές τους ενώσεις (γ-τερπινένιο, ρ-κυμένιο)
- ii) η βορνεόλη ή οι συγγενείς της ενώσεις (οξειδίο της βορνεόλης, καμφορά) και
- iii) η λιναλοόλη (άκυκλο μονοτερπένιο)

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων των αιθερίων ελαίων (Πίνακας 1) υποδεικνύουν ότι στα ώριμα φύλλα ευνοείται η έκφραση του βιοσυνθετικού μονοπατιού που οδηγεί στο σχηματισμό περισσότερο σύνθετων τερπενίων, μια και σ'αυτά μειώνεται η συμμετοχή των μονοτερπενίων (C<sub>10</sub>) και αυξάνεται η συμμετοχή των σεσκιτερπενίων (C<sub>15</sub>). Μία παρόμοια ετήσια μελέτη θα βοηθήσει στην κατανόηση της εποχιακής εναλλαγής των φύλλων και της μεταβολής της σύστασης των αιθερίων ελαίων τους.

Πίνακας 1. Ποιοτική και ποσοτική σύσταση των αιθερίων ελαίων των νεαρών και ώριμων φύλλων του *Satureja montana* subsp. *macedonica*.

Ενώσεις	ΝΕΑΡΑ ΦΥΛΛΑ	ΩΡΙΜΑ ΦΥΛΛΑ
	Εκατοστιαία συμμετοχή στο αιθέριο έλαιο	
<b>Μονοτερπένια</b>		
γ-τερπινένιο	0.7	-
p-κυμένιο	0.7	5.6
p-κυμέν-8-όλη	10.1	5.5
γερανιόλη	5.7	-
θυμόλη	12.3	12.7
καρβακρόλη	21.2	11.1
<b>Σύνολο Μονοτερπενίων</b>	<b>50.7</b>	<b>34.9</b>
<b>Σεσκιτερπένια</b>		
καρμοφυλλένιο	3.9	-
βιζαβολένιο	3.1	1.3
γερμακρένιο-D	18.1	25.1
οξειδίο του καρμοφυλλενίου	6.2	12.0
φαρνεζένιο	3.6	8.4
T-καδινόλη	1.1	2.3
<b>Σύνολο Σεσκιτερπενίων</b>	<b>36.0</b>	<b>49.1</b>
<b>Γενικό Σύνολο</b>	<b>86.7</b>	<b>84.0</b>



Εικόνα 1. Φωτογραφία φυτού *Satureja montana* subsp. *macedonica*. Τα νεαρά φύλλα φαίνονται χαρακτηριστικά στο κάτω μέρος του φυτού (Καρυά Πιερίας, 780 m, 21-10-1995).

#### Βιβλιογραφία.

- Baden C. 1991. *Satureja* L. In: Strid A. & Kit Tan (eds), Mountain Flora of Greece 2, University Press, Edinburgh, pp 121-127.
- Δαρδιώτη Α. 1995. Εξάπλωση και ποικιλότητα της ομάδας *Satureja montana* στην Ελλάδα. Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Lawrence B.M. 1989-1993. *Essential Oils 1976-1991*. Vol. 1-4. Allured Publ. Co., Wheaton & Carol Stream, Illinois.

## Ποικιλότητα της ομάδας *Satureja montana* (Labiatae) στον Εθνικό Δρυμό Βίκου-Αώου

Χανλίδου Ε. και Κοκκίνη Σ.

*Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής και Φυτογεωγραφίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 540 06 Θεσσαλονίκη*

**Περίληψη.** Οι πληθυσμοί της ομάδας *Satureja montana* στο Εθνικό Δρυμό Βίκου-Αώου είναι ιδιαίτερα ποικιλόμορφοι. Η Ανάλυση Κυρίων Παραγόντων έδειξε μία τάση διαχωρισμού τριών ομάδων : i) φυτά από την υπαλπική περιοχή της Τύμφης, το Πάπιγκο και το Β τμήμα του Βίκου (*S. horvatii* subsp. *macrophylla*), ii) φυτά από το Ν και Κ τμήμα του Βίκου (*S. montana* subsp. *montana*), iii) φυτά από την περιοχή του Μονοδενδρίου. Ο συνδυασμός ενός αριθμού χαρακτήρων των φυτών αυτών διαφέρει τόσο ώστε να μην μπορούν να ενταχθούν σε κανένα από τα taxa της ομάδας, σύμφωνα με τις περιγραφές που έχουν δοθεί. Στο Κ και Β τμήμα του Βίκου, το οποίο βρίσκεται στα όρια επαφής των περιοχών εξάπλωσης των δύο υψομετρικά διαχωρισμένων taxa, *S. montana* subsp. *montana* (500-900 m) και *S. horvatii* subsp. *macrophylla* (1200-1900 m), απαντούν άτομα με ενδιάμεσα μορφολογικά γνωρίσματα. Υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο έχουν τα άτομα της *S. montana* subsp. *montana* (0.6-2.4%) συγκριτικά με τα άτομα της *S. horvatii* subsp. *macrophylla* (0.1%-0.6%).

## Variation of *Satureja montana* group (Labiatae) in Vikos-Aoos National Park

Hanlidou E. and Kokkini S.

*Laboratory of Systematic Botany and Phytogeography, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-540 06 Thessaloniki*

**Abstract.** The populations of *Satureja montana* group in the Vikos-Aoos National Park exhibit a great morphological variation. Principal Component Analysis showed that there are three groups: i) plants from the subalpine area of Timfi, Papigo and N part of Vikos gorge (*S. horvatii* subsp. *macrophylla*), ii) plants from S and C part of the Vikos gorge (*S. montana* subsp. *montana*), iii) plants from Monodendri. The combination of their morphological characters deviate from all the descriptions given. Intermediates between the two altitudinally separated taxa *S. montana* subsp. *montana* (500-900 m) and *S. horvatii* subsp. *macrophylla* (1200-1900 m) occur in the contact zone of their distribution range (C and N Vikos gorge). *S. montana* subsp. *montana* (0.6-2.4%) has a higher essential oil content compared to *S. horvatii* subsp. *macrophylla* (0.1-0.6%).

**Εισαγωγή.** Στην τελευταία ταξινομική μελέτη της ομάδας *Satureja montana* αναγνωρίστηκαν 6 taxa στην ηπειρωτική Ελλάδα (Baden 1991), τα οποία είναι σε μεγάλο βαθμό αλλοπατρικά και αντικαθίστανται κατά μήκος της χώρας. Κανένα από αυτά δεν αναφέρθηκε στον Εθνικό Δρυμό Βίκου-Αώου.

Οι πληθυσμοί που εντοπίσαμε στο Δρυμό παρουσιάζουν μεγάλη μορφολογική ποικιλότητα, η οποία διερευνήθηκε στατιστικά (Ανάλυση Κυρίων Παραγόντων). Εκτιμήθηκε επίσης η ποικιλότητα της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο μεταξύ των διαφορετικών ατόμων της ομάδας.

**Μέθοδοι και Υλικά.** Για τη στατιστική ανάλυση μελετήθηκαν συνολικά 14 μορφολογικοί χαρακτήρες, συμπεριλαμβανομένων και όλων των διαγνωστικών για τη διάκριση των μελών της ομάδας, οι οποίοι έχουν χρησιμοποιηθεί στις πιο πρόσφατες ταξινομικές μελέτες (Baden 1991, Ball & Getliffe 1972). Για τον έλεγχο της περιεκτικότητας σε αιθέριο έλαιο χρησιμοποιήθηκε ολόκληρο το υπέργειο τμήμα μεμονωμένων ατόμων, τα οποία ήταν στο στάδιο της ανθοφορίας. Το αιθέριο έλαιο παραλήφθηκε με υδροαπόσταξη σε συσκευή τύπου Clevenger.

**Αποτελέσματα - Συζήτηση.** Διαπιστώθηκε η ύπαρξη δύο μελών της ομάδας, των: i) *S. horvatii* Silic subsp. *macrophylla* (Halacsy) Baden. Είναι ενδημική της Ν Πίνδου και της Στερεάς Ελλάδας (Baden 1991). Βρέθηκε κυρίως στην υπαλπική ζώνη της Τύμφης και σε περιοχή κοντά στο χωριό Μικρό Πάπιγκο (1200-1900 m). ii) *S. montana* L. subsp. *montana*. Είναι νοτιοευρωπαϊκό taxon, το οποίο απαντάται κυρίως στη ΒΔ Ελλάδα (Baden 1991). Άτομά του εντοπίστηκαν στο φαράγγι του Βίκου (500-900 m).

Οι πληθυσμοί της ομάδας *S. montana* στο Δρυμό (Σχήμα 1Α) είναι ιδιαίτερα ποικιλόμορφοι. Η Ανάλυση Κυρίων Παραγόντων (Σχήμα 1Β) έδειξε μία τάση διαχωρισμού τριών ομάδων: i) φυτά από την υπαλπική περιοχή της Τύμφης, το Πάπιγκο και το Β τμήμα του Βίκου (*S. horvatii* subsp. *macrophylla*), ii) φυτά από το Ν και Κ τμήμα του Βίκου (*S. montana* subsp. *montana*), iii) φυτά από την περιοχή του Μονοδενδρίου. Ο συνδυασμός ενός αριθμού χαρακτήρων των φυτών αυτών, όπως οι διαστάσεις και το σχήμα των φύλλων, το συνολικό μήκος του κάλυκα και το μήκος των οδόντων του (Εικόνα 1) διαφέρει τόσο ώστε να μην μπορούν να ενταχθούν σε κανένα από τα taxa της ομάδας, σύμφωνα με τις περιγραφές που έχουν δοθεί.

Στο Κ και Β τμήμα του Βίκου (Σχήμα 1Α και Β), το οποίο βρίσκεται στα όρια επαφής των περιοχών εξάπλωσης των δύο taxa, *S. horvatii* subsp. *macrophylla* και *S. montana* subsp. *montana*, απαντούν άτομα με ενδιάμεσα μορφολογικά γνωρίσματα.

Ο έλεγχος της περιεκτικότητας σε αιθέρια έλαια των διαφορετικών ατόμων της ομάδας έδειξε ότι υπάρχει διαβάθμιση ανάμεσα στα δύο taxa (Σχήμα 1Γ). Υψηλότερη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο είχαν τα άτομα της *S. montana* subsp. *montana* (0.6-2.4%) συγκριτικά με τα άτομα της *S. horvatii* subsp. *macrophylla* (0.1%-0.6%). Οι διαφορές στην περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια ανάμεσα στα φυτά

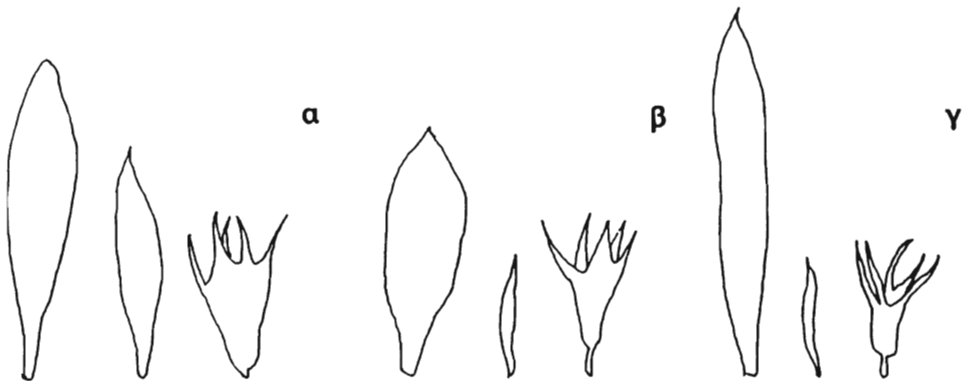


των δύο υψομετρικά διαχωρισμένων taxa πιθανόν να σχετίζονται με τις κλιματικές αλλαγές που σημειώνονται κατά μήκος της υψομετρικής διαβάθμισης. Η περιεκτικότητα σε αιθέρια έλαια έχει δειχθεί ότι επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, ιδιαίτερα τους κλιματικούς (Καρούσου 1995, Kokkini et al. 1994), καθώς αυξάνεται όταν οι ξηροθερμικές συνθήκες είναι εντονότερες.

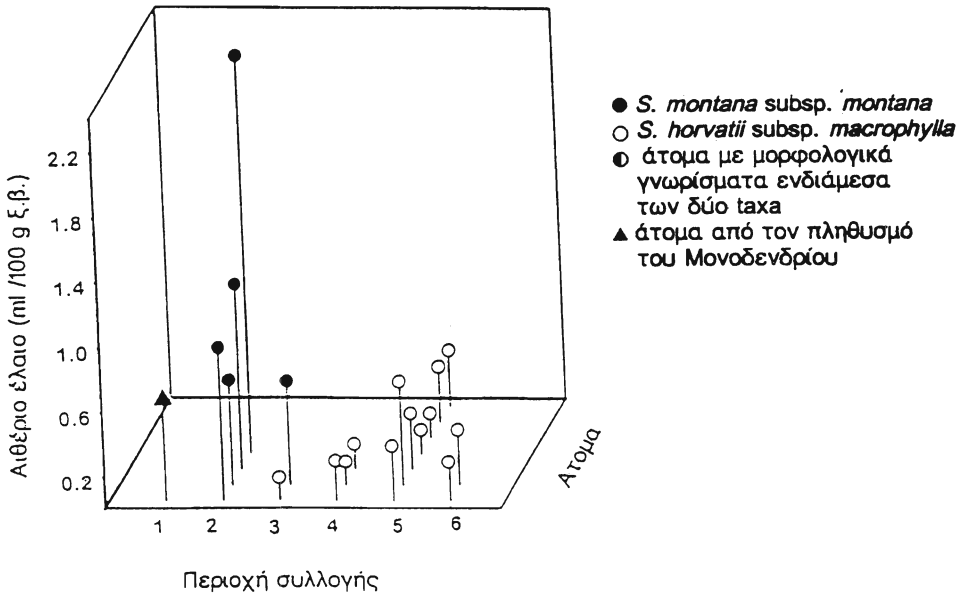
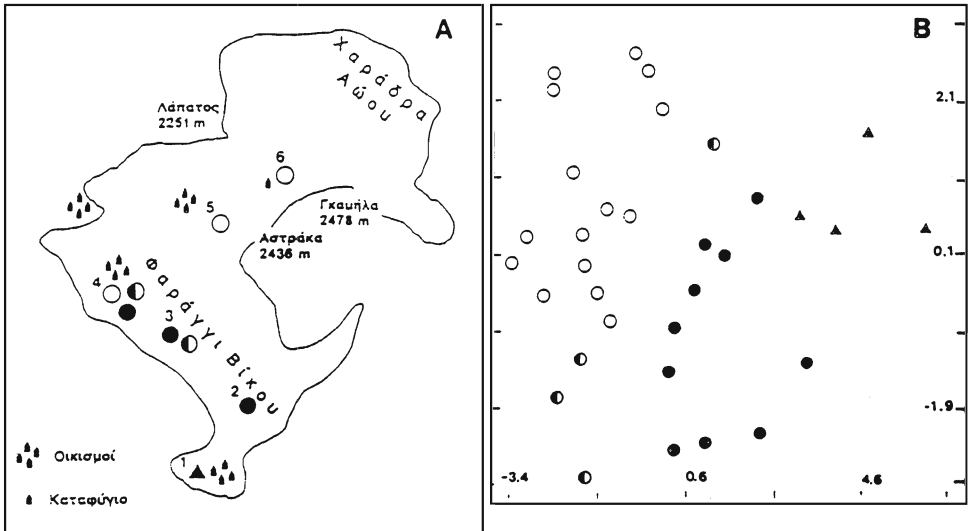
Οι διαφορές στην περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο αντανακλούν τις ορατές σε ένα στερεοσκόπιο μορφολογικές διαφορές των αδενικών λεπίων των φύλλων (πυκνότητα και μέγεθος) των δύο taxa και είναι χρήσιμες ως πρόσθετοι διαγνωστικοί χαρακτήρες στην αναγνώρισή τους.

#### Βιβλιογραφία

- Baden, C. 1991. *Satureja* L. In: Strid, A. & Tan, K. (eds). Mountain Flora of Greece vol. 2. pp. 121-127. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Ball, P.W. & Getliffe, F.M. 1972. *Satureja* L. In: Tutin et al. (eds). Flora Europaea vol. 3, pp. 163-165. Cambridge University Press, Cambridge.
- Καρούσου, Ρ. 1995. Ταξινομική προσέγγιση της οικογένειας *Lamiaceae* στην Κρήτη. Εξάπλωση, μορφολογία, αιθέρια έλαια. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Kokkini, S., Karousou, R. & Vokou, D. 1994. Pattern of geographic variation of *Origanum vulgare* trichomes and essential oil content in Greece. *Biochem. Syst. Ecol.* 22:517-528.



Εικόνα 1. Φύλλα, βράκτια (x 3) και κάλυκες (x 5) αντιπροσωπευτικών ατόμων των: α *Satureja horvatii* subsp. *macrophylla*, β *S. montana* subsp. *montana*, γ του πληθυσμού του Μονοδενδρίου.



Σχήμα 1. Α. Περιοχές συλλογής (1-6) δειγμάτων της ομάδας *Satureja montana*. Β. Ανάλυση Κύριων Παραγόντων. Διάγραμμα διασποράς των ατόμων στους δύο πρώτους Κύριους Παράγοντες. Γ. Περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο διαφορετικών ατόμων. Οι περιοχές συλλογής (1-6) σημειώνονται στο Σχήμα 1.Α.

## **Ανθρώπινες επιδράσεις στο Δέλτα του Αλφειού ποταμού στη Δυτική Πελοπόννησο**

**ΠΟΛΥΒΙΟΥ, Α. & ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ, Θ.**

*Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Βιολογίας Φυτών, Εργαστήριο Βοτανικής, Πανεπιστήμιο Πατρών*

Το φυσικό δυναμικό του Δέλτα του Αλφειού αποτελείται από τη χλωρίδα του, τη βλάστησή του και την πανίδα του. Η χλωρίδα συγκεντρώνει 634 taxa τραχειοφύτων τα οποία ανήκουν σε 84 οικογένειες, 354 γένη, 505 είδη και 129 υποείδη. Τα 564 taxa που αντιστοιχούν σε ποσοστό 84%, αναφέρονται για πρώτη φορά. Παρουσιάζεται το βιογέωμο και το χωρολογικό φάσμα της χλωρίδας του Δέλτα και συζητείται ο υγροτοπικός του χαρακτήρας. Η βλάστηση συγκροτείται από τις ακόλουθες μονάδες: αμμόφιλη βλάστηση, παραποτάμια βλάστηση, υγρόφιλη βλάστηση, βλάστηση υγρών λιβαδιών, αλοφυτική βλάστηση, μεσογειακές διαπλάσεις αειφύλλων σκληροφύλλων και θερμοφίλων κωνοφόρων. Στην περιοχή μελέτης, από πλευράς πανίδας, απαντούν σημαντικά είδη όπως η βίδρα, ενδημικά είδη ψαριών, άφθονη ερπετοπανίδα και ορνιθοπανίδα. Το Δέλτα έχει υποστεί έντονες ανθρωπογενείς επιδράσεις, οι οποίες συνίστανται στην αποξήρανση των λιμνών Αγουλινίτσας, Μουριάς και Κάστας στις εκβολές του Αλφειού, στην κατασκευή αρδευτικού φράγματος, στην αυθαίρετη δόμηση στις αμμοθίνες της περιοχής, στον ευτροφισμό στα υδατικά οικοσυστήματα, στις πυρκαγιές, στη μετακίνηση της παραποτάμιας βλάστησης από τις εκβολές προς την περιοχή του φράγματος, στην ταπείνωση του υδροφόρου ορίζοντα, στην αύξηση γενικώς της ρύπανσης και στη μείωση των φυσικών οικοσυστημάτων.

## **Human effects on Alfeios Delta in Western Peloponnisos**

**POLYVIU, A. & GEORGIADIS, TH.**

*Department of Biology, Division of Plant Biology, Botanical Institute, University of Patras*

The natural potential of Alfeios delta consists of its flora, its vegetation and fauna. The flora collects 634 taxa of vascular plants, which belong to 84 families, 354 genera, 505 species and 129 subspecies. The 564 taxa corresponding to 89 % of the total flora, are recorded for the first time. The life-form and the chorological spectrum of the flora of Alfeios delta are presented and the wetland character of its flora is discussed.

The vegetation is composed of the following plant communities: sandy vegetation, riparian vegetation, hydrophilous vegetation, vegetation of wet meadows, salt marsh vegetation, mediterranean evergreen sclerophyllous formations and thermophilous conifer forests. In the examined area as concerns the fauna, important species like *Lutra lutra*, endemic fish species and a variety of reptiles and avifauna. Alfeios Delta has been influenced by intensive human activities, which are the draining of the lakes Agoulinitza, Mouria and Kasta at the estuaries of river Alfeios, the construction of an irrigation dam, arbitrary building on the sandy beaches of the area, the eutrophication of the water ecosystems, the fires, the removal of the riparian vegetation from the estuaries of the river to the area of the dam, the downgrading of the water horizon and generally the increase of pollution and the decrease of the extent of the natural ecosystems.

## Εισαγωγή

Ο Αλφειός, ο μεγαλύτερος ποταμός της Πελοποννήσου, εκβάλλει στο Κυπαρισσιακό κόλπο, κοντά στον Πύργο του Ν. Ηλείας. Γύρω από τις εκβολές του, εκτείνεται η Δελταϊκή πεδιάδα μέχρι τη γειτονική ημιορεινή ζώνη, η οποία αποτελεί σημαντικό στοιχείο της δημιουργίας και της διαμόρφωσης του συνολικού τοπίου της περιοχής. Τα τελευταία 30 χρόνια, το Δέλτα έχει υποστεί έντονες ανθρωπογενείς επεμβάσεις, με αποτέλεσμα να υπάρξει σημαντική απώλεια φυσικών οικοτόπων βλάστησης.

## Μέθοδοι και υλικά

Η συλλογή των χλωριδικών στοιχείων από όλους τους βιοτόπους, πραγματοποιήθηκε από το Μάιο του 1984 μέχρι τον Οκτώβριο του 1990. Το φυτικό υλικό συλλογής είναι συγκεντρωμένο και ταξινομημένο στο Βοτανικό μουσείο του Πανεπιστημίου Πατρών. Για τον προσδιορισμό και την ονοματολογία των taxa χρησιμοποιήθηκε η FLORA EUROPAEA I-V (TUTIN & al. 1964-1980) και το MED-CHECKLIST (GREUTER & al. 1984-1989).

Η βλάστηση χαρτογραφήθηκε με τη βοήθεια αεροφωτογραφιών και επιτόπιων δειγματοληψιών. Οι ανθρώπινες επιδράσεις εκτιμήθηκαν με την ανάλυση διαφορετικών χρονικών περιόδων αεροφωτογραφιών, εδαφολογικών και υδρολογικών αναλύσεων και με ανάλυση των επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον των επί μέρους δραστηριοτήτων.

## Αποτελέσματα

### Χλωριδική ανάλυση

Τη χλωρίδα της περιοχής μελέτης, συνθέτουν 634 taxa που υπάγονται σε 84 οικογένειες, 354 γένη, 505 είδη και 129 υποείδη. Από αυτά, μόνο 70 taxa είναι γνωστά από προηγούμενες βιβλιογραφικές αναφορές. Τα υπόλοιπα 564 taxa που αντιπροσωπεύουν ποσοστό 89%, αποτελούν νέες αναφορές για την περιοχή μελέτης.

#### Ανάλυση της χλωρίδας του Δέλτα Αλφειού

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ	ΓΕΝΗ	ΕΙΔΗ	ΥΠΟΕΙΔΗ	ΤΑΧΑ	(%)
<b>Pteridophyta</b>	2	2	5	--	5	0.8
<b>Gymnosperma</b>	3	4	4	1	5	0.8
<b>Dicotyledones</b>	65	259	370	89	459	72.4
<b>Monokotyledones</b>	14	89	126	39	165	26.0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>84</b>	<b>354</b>	<b>505</b>	<b>129</b>	<b>634</b>	<b>100.0</b>

### Ανάλυση της χλωρίδας του Δέλτα του Αλφειού

#### Ανάλυση βιομορφών-βιοφάσμα

Από την ανάλυση του βιοφάσματος προέκυψε ότι τα Θερόφυτα αντιπροσωπεύονται με το μεγαλύτερο ποσοστό (43,06 %) και ακολουθούν κατά σειρά τα Ημικρυπτόφυτα (23,97 %), τα Γεώφυτα (12,15 %), τα Φανερόφυτα (11,51 %), τα Υδρόφυτα (6,47 %) και τα Χαμαίφυτα (2,84 %).

## Χωρολογική ανάλυση

Από τη χωρολογική ανάλυση της χλωρίδας, προέκυψε ότι η Μεσογειακή ενότητα (Στενομεσογειακά, Ευρυμεσογειακά, Μεσογειακά) αντιπροσωπεύεται από το μεγαλύτερο ποσοστό (56,62 %), ακολουθούν τα Ευρέως εξαπλώσιμα (38,65 %), τα Βαλκανικά ενδημικά (1,76 %), τα Ελληνικά ενδημικά (0,95 %) και τα Υποβαλκανικά (0,80 %).

## Βλάστηση

Οι κύριες μονάδες βλάστησης του Δέλτα συνοψίζονται ως εξής:

α) Αμμόφιλη βλάστηση με *Ammophila arenaria*, *Elymus farctus*, *Cakile maritima*, *Pancratium maritimum*. β) Παραποτάμια βλάστηση με *Salix alba*, *Populus alba*, *Alnus glutinosa*, *Ulmus minor*, *Tamarix parviflora*. γ) Υγρόφιλη βλάστηση με *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Equisetum arvense*. δ) Βλάστηση υγρών λιβαδιών με *Juncus acutus*, *Scirpus holoschoenus*, *Bromus madritensis*. ε) Αλοφυτική βλάστηση με *Sarcocornia fruticosa*, *Salicornia europaea*, *Limonium angustifolium*. στ) Μεσογειακές διαπλάσεις με *Pinus halepensis* και μακκία βλάστηση με *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus coccifera*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea*. ζ) Καλλιεργούμενες εκτάσεις με ετήσιες και πολυετείς καλλιέργειες.

## Ανθρώπινες επιδράσεις

Το Δέλτα του Αλφειού έχει υποστεί σοβαρές ανθρώπινες επιδράσεις που έχουν αλλοιώσει σε σημαντικό βαθμό τη λειτουργία του, τόσο ως γεωλογικού σχηματισμού, όσο και ως βιολογικού τοπίου, του οποίου τα επί μέρους οικοσυστήματα έχουν υποστεί σοβαρές διαταραχές. Οι σημαντικότερες επιδράσεις είναι: η αποξήρανση των λιμνών Αγουλινίτσας, Μουριάς και Κάστας στις εκβολές του Δέλτα, η κατασκευή αρδευτικού φράγματος το 1967, η αυθαίρετη δόμηση και η διάνοξη δρόμων στις αμμοθίνες, η μετατόπιση της παραποτάμιας βλάστησης από τις εκβολές προς την περιοχή του φράγματος, η υπερβόσκηση, η αμμοληψία σε συνδυασμό με τις εκχερσώσεις, η υπεράντληση του υδροφόρου ορίζοντα για άρδευση, η υποχώρηση του υδροφόρου ορίζοντα λόγω εκβάθυνσης της κοίτης του ποταμού, οι πυρκαγιές και τέλος, η υποχώρηση της ακτής στις εκβολές λόγω του φράγματος.

### Αυθαίρετη δόμηση στις εκβολές του Αλφειού από 1945-1995

Έτος	Τρόπος υπολογισμού	Αριθμός κτισμάτων
1945	Αεροφωτογραφίες 1:42.000	-
1960	Αεροφωτογραφίες 1:33.000	50
1972	Ορθοφωτοχάρτης Γ.Υ.Σ. (1976)	94
1984	Αεροφωτογραφίες 1:11.000	1176
1995	Παρατηρήσεις-Μετρήσεις	1641

Ανθρώπινες δραστηριότητες. Βαθμός επίπτωσης στα βιοτικά και αβιοτικά χαρακτηριστικά του Δέλτα του Αλφειού

Ανθρώπινες δραστηριότητες	Καταστροφή ή τροποποίηση της φυσικής βλάστησης	Επίδραση στο εδαφός	Ρύπανση υδροφόρου ορίζοντα	Επιπτώσεις στην ποσότητα νερού	Επιπτώσεις στην ποιότητα νερού	Μορφολογία του Δέλτα	Υδροτοπικός χαρακτήρας	Οχληση ορθοπανίδας - Λιούπης πανίδας
1 Γεωργία	***	**	**	**	**	**	**	**
2 Αποξηράναεις-Εγγειοβελτιωτικά έργα	***	**	**	**	**	**	**	**
3 Κτηνοτροφία	*	**	*	*	*	*	*	*
4 Αλιεία	--	--	--	--	--	--	--	*
5 Κυνήγι	*	--	*	*	*	--	*	**
6 Λιμνολιημίες	***	**	**	--	--	**	**	**
7 Αστικά-Λύματα-Βιομηχανικά απόβλητα	*	*	**	--	**	**	*	*
8 Ανθαίρετη δόμηση ακτών-Κατασκευές δρόμων	***	*	*	*	*	**	**	**
9 Πυρκαγιές, Εκχευρώσεις	***	**	--	**	--	**	**	**
10 Απορριψίμες ακουαλιδίων	**	**	**	--	**	*	**	*
11 Κατασκευή φραγματίων	***	*	--	**	--	**	**	**
12 Τουρισμός	*	*	*	--	*	--	--	**

\*\* \* : Εντονη επίπτωση    \*\* : Μέτρια επίπτωση    \* : Ασθενής επίπτωση    - : Αμελητέα επίπτωση

## Συζήτηση - Συμπεράσματα

Τη χλωρίδα της περιοχής, συνθέτουν 634 taxa από τα οποία τα 564 taxa αποτελούν νέες αναφορές για την περιοχή μελέτης. Η ανάλυση του βιοφάσματος, έδειξε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν τα Θερόφυτα (43,06 %), δικαιολογώντας την τοποθέτηση της περιοχής από βιοκλιματική άποψη, στον ύφυγρο βιοκλιματικό όροφο με χειμώνα ήπιο.

Από την επεξεργασία του χωρολογικού φάσματος της χλωρίδας, προέκυψε ότι τα μεσογειακά στοιχεία αντιπροσωπεύονται με το μεγαλύτερο ποσοστό (56,62 %), γεγονός που δηλώνει το Μεσογειακό χαρακτήρα της περιοχής. Ο κάθε τύπος βλάστησης και ο κάθε βιότοπος, έχουν συγκεκριμένο ρόλο στη λειτουργία του τοπίου. Η έντονη υποβάθμιση που παρατηρείται στην περιοχή, μειώνει το λειτουργικό ρόλο των επί μέρους οικοσυστημάτων, την αισθητική του τοπίου και γενικότερα την οικολογική του αξία.

Η αποκατάσταση του οικοσυστήματος, θα πρέπει να στηριχθεί κύρια στην επαναφορά των φυσικών λειτουργιών, οι οποίες θα πρέπει να υποβοηθηθούν εκεί όπου δεν μπορούν να επανέλθουν με φυσικό τρόπο. Η οικολογική σημασία της περιοχής ενισχύεται ακόμη περισσότερο από το γεγονός ότι η περιοχή έχει επιλεγεί ως ένας από τους τόπους προτεραιότητας για προστασία στον Ελληνικό χώρο (Οδηγία 92/43/ΕΟΚ) και έχει προταθεί η ένταξή της στο οικολογικό δίκτυο "Φύση 2000".

## Βιβλιογραφία

Georgiadis Th., E. Economidou & D. Christidouklakis. 1990. Flora and vegetation of the Strofilia Coastal Area (NW Peloponnesos-Greece). *Phyton* 30(1):15-36.

Γεωργιάδης Θ. & al. 1994. Οικολογικές επιπτώσεις και διαχείριση στους υγροτόπους Καλαμά-Αχέροντα-Καλοδικίου. Πανεπιστήμιο Πατρών. *Envireg*.

Dimopoulos P., Dimitrellos G. Vasilakis K & Th. Georgiadis. 1994. Landscape alterations and conservation of a coastal wetland in Western Greece. *Proc. of the International Symposium*.

Φερεντίνος Γ., Κοντόπουλος Ν., Σαμφώ Β., Βούλγαρης Γ. 1987. Κυματικές συνθήκες μεταφοράς ιζημάτων κατά μήκος των ακτογραμμών του Κυπαρισσιακού κόλπου. Πρακτικά του Ιου Πανελλ. Γεωγραφικού Συμπ. Αθήνα.

Ψιλοβίκος Α. 1989. Οι μεταβολές στους ελληνικούς υγροτόπους κατά τον εικοστό αιώνα. Πρακτικά Συνάντησης Εργασίας για τους Ελληνικούς Υγροτόπους. Α.Π.Θ., W.W.F. & IUCN. Θεσ/νίκη.

## **Αξιολόγηση περιοχών Πελοποννήσου, Δ. Ελλάδας και Ιονίων νήσων με βάση τα χλωριδικά τους στοιχεία, με σκοπό την προστασίας τους**

**Αρτελάρη Π., Γεωργιάδης Θ., Γεωργίου Ο., Ιατρού Γρ., Τζανουδάκης Δ., Τηνιακού Α.**

*Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Παν/μιο Πατρών, 26500 Πάτρα*

**Περίληψη.** Η συνολική αξιολόγηση των περιοχών (sites) που επελέγησαν για ένταξη στο Δίκτυο "Φύση 2000", έγινε με κριτήριο το συνδυασμό ενδημισμού, ποικιλότητας ειδών και οικολογικής ποικιλότητας. Από τη χλωριδική μελέτη 90 περιοχών της Πελοποννήσου, Δ. Ελλάδας και Ιονίων νήσων προκύπτει ότι το υψηλότερο ποσοστό ενδημικών taxa παρουσιάζουν τα ορεινά οικοσυστήματα. Από τα άλλα σημαντικά taxa, τα Βαλκανικά (υποενδημικά και ενδημικά) υπερτερούν στις περιοχές της Ηπείρου, ενώ τα ανατολικά Μεσογειακά συμμετέχουν με σημαντικό ποσοστό στην Πελοπόννησο. Με βάση τα χλωριδικά στοιχεία αναδείχθηκαν 14 τουλάχιστον περιοχές, οι οποίες συγκεντρώνουν τα μεγαλύτερα ποσοστά ενδημικών και άλλων σημαντικών taxa και έχουν ανάγκη άμεσης προστασίας. Η επιλογή αυτών των περιοχών δεν μειώνει την αξία των υπολοίπων (όπως π.χ. δέλτα ποταμών, υδροτόπων και λοιπών οικοσυστημάτων), που έχουν μεν χαμηλά ποσοστά ενδημισμού και σημαντικών taxa, αλλά παρουσιάζουν υψηλή οικολογική ποικιλότητα (τύπους οικοτόπων και άλλα βιοτικά στοιχεία).

### **Valuation of the sites from Peloponnisos, W Greece and Ionian islands based on their floristic elements, in order to be protected.**

**Artelari P., Georgiadis Th., Georgiou O., Iatrou Gr., Tzanoudakis D., Tiniakou A.**

*Botanical Institute, Department of Biology, University of Patras, 26500 Patras-Greece*

**Abstract.** The final and overall valuation of the sites selected for incorporation in the network "Natura 2000" has been done with combined criteria like endemism, species variability and ecological variability. From the floristic study of 90 sites from Peloponnisos, W Greece and Ionian islands is resulted that the higher percentage of endemic taxa is presented in the mountainous ecosystems. From the other important taxa, the Balkan ones (subendemic and endemic) outnumber in the areas of Ipiros, while the Anatolian-mediterranean ones are participating in higher percentages in Peloponnisos. Based on their floristic elements, at least, 14 sites have been selected, concentrating the highest percentages of endemic and other important taxa. This selection does not reduce the importance of other sites (like the wetlands, rivers deltas and similar ecosystems) which have low percentages of endemic or other important taxa, but present high ecological variability (habitat types and biotic elements).



Οι περιοχές που μελετήθηκαν είναι συνολικά 90 και ανήκουν σε μία ευρύτερη γεωγραφική περιοχή, που περιλαμβάνει την Πελοπόννησο, τη Δ. Ελλάδα (Δ. Στερεά Ελλάδα και το μεγαλύτερο τμήμα της Ηπείρου) και τα Ιόνια νησιά. Η μελέτη τους έγινε στα πλαίσια της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για τη δημιουργία του Δικτύου «Φύση 2000». Από τις περιοχές αυτές, 36 είναι ορεινά οικοσυστήματα, 11 είναι λιμνοθάλασσες, 7 θαλάσσιες περιοχές, 10 λίμνες, 8 δελταϊκοί σχηματισμοί, 8 νησιωτικά οικοσυστήματα, 5 παράκτιες περιοχές, 1 σπήλαιο και 4 περιοχές που αποτελούν συνδυασμό ορεινών συγκροτημάτων και ποτάμιων συστημάτων.

Αν λάβουμε υπ' όψη μας τον αριθμό των ενδημικών taxa καθώς και τον αριθμό των άλλων σημαντικών taxa, που εμφανίζονται σε κάθε εξεταζόμενη περιοχή, (Strid 1986, Strid & Kit Tan 1991) παρατηρούμε ότι, όπως είναι αναμενόμενο, μεγαλύτερο ενδιαφέρον από χλωριδική άποψη παρουσιάζουν οι περιοχές με ορεινά οικοσυστήματα.

Με σημαντικότερο κριτήριο αξιολόγησης τον αριθμό των ενδημικών taxa κάθε περιοχής παρατηρούμε, ότι το υψηλότερο ποσοστό ενδημισμού απαντάται στην Πελοπόννησο και τη Δ. Στερεά Ελλάδα.

Από τα άλλα σημαντικά taxa επικρατέστερα είναι τα Βαλκανικά (ενδημικά και υποενδημικά). Ο μεγαλύτερος αριθμός Βαλκανικών taxa παρατηρείται στην περιοχή της Δ. Ελλάδας, με υψηλότερο ποσοστό στις περιοχές της Ηπείρου, μειούμενος προς νότο.

Στην Πελοπόννησο εκτός από τα Βαλκανικά taxa που συμμετέχουν στη χλωρίδα των περιοχών που μελετήθηκαν, παρατηρείται επίσης αξιοσημείωτος αριθμός ανατολικών στοιχείων.

Από την ανάλυση των χλωριδικών στοιχείων που αφορούν τις συγκεκριμένες περιοχές μελέτης αναδεικνύονται 14, οι οποίες συγκεντρώνουν τα μεγαλύτερα ποσοστά ενδημικών και άλλων σημαντικών taxa και έχουν ανάγκη άμεσης προστασίας.

Το μεγαλύτερο χλωριδικό ενδιαφέρον παρουσιάζει ο Ταύγετος. Για την χλωρίδα του δεν υπάρχει μία πλήρης και ολοκληρωμένη μελέτη. Τα μέχρι σήμερα γνωστά ελληνικά ενδημικά που αναπτύσσονται στην περιοχή αυτή υπολογίζονται σε 150 και 16 από αυτά είναι αποκλειστικά ενδημικά του Ταύγετου (Ιατρού 1986). Εδώ θα πρέπει να αναφερθούν και δύο ενδημικά taxa, η *Crepis crocifolia* και η *Globularia stygia*, που είναι είδη προτεραιότητας του παραρτήματος II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. Εκτός από αυτά τα δύο είδη, προστατεύονται από Διεθνείς Συνθήκες (Σύμβαση Βέρνης, IUCN, WCMC, UNEP) και την ελληνική Νομοθεσία (Π.Δ. 67/81) 33 επιπλέον ενδημικά taxa, ενώ 40 taxa αναφέρονται ως αξιόλογα χωρίς πραγματική γνώση της κατάστασής τους στην φύση. Από τα 44 άλλα σημαντικά είδη η *Tulipa orphanidea* έχει χαρακτηριστεί ως απειλούμενο taxon (V), ενώ τα *Allium frigidum* και *Scrophularia myriophylla* ως σπάνια (R).

Και η χλωρίδα του Πάρνωνα είναι σημαντική αν και δεν έχει μελετηθεί πλήρως. Τα μέχρι σήμερα γνωστά ελληνικά ενδημικά που αναπτύσσονται εδώ ανέρχονται σε 92, από τα οποία τα 5 είναι αποκλειστικά ενδημικά του Πάρνωνα (Ιατρού, Ι.σ.). Από τα ενδημικά αυτά, 17 έχουν χαρακτηριστεί ως σπάνια (R) και 2 ως απειλούμενα (V) (τα *Erodium chysanthum* και *Origanum scabrum*). Επί πλέον 31 taxa αναφέρονται ως ενδιαφέροντα χωρίς πραγματική γνώση της κατάστασής τους στη φύση. Από τα 36 άλλα σημαντικά taxa μόνο το *Allium frigidum* θεωρείται σπάνιο (R) και αναφέρεται στους καταλόγους της IUCN και WCMC.

Σημαντικό χλωριδικό ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης ο Χελμός, ο οποίος σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα συγκεντρώνει 127 ενδημικά taxa, από τα οποία τα 14 είναι αποκλειστικά ενδημικά του όρους. Τα 56 από τα ενδημικά taxa προστατεύονται από Διεθνείς Συνθήκες και την ελληνική Νομοθεσία. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το ενδημικό είδος *Globularia stygia*, στο οποίο έχουμε ήδη αναφερθεί. Από τα υπόλοιπα 74 σημαντικά taxa της περιοχής, 38 είναι ενδημικά της Βαλκανικής, 20 είναι ανατολικά στοιχεία και τα υπόλοιπα παρουσιάζουν ενδιαφέρουσες φυτογεωγραφικές εξαπλώσεις. Από αυτά τα taxa 11 προστατεύονται από τις παραπάνω συνθήκες.

Το όρος Κυλλήνη χαρακτηρίζεται από πλούσια χλωρίδα και σχετικά υψηλό ποσοστό ενδημισμού, περιλαμβάνοντας 122 ενδημικά taxa (12.8%) (Δημόπουλος 1993). Από αυτά, τα 4 taxa είναι αποκλειστικά ενδημικά του όρους (*Galium cyllenium*, *Hieracium cylleneum* *Verbascum cylleneum* και *Stipa lessingiana* ssp. *cyllenea*), ενώ 28 περιορίζονται στην Πελοπόννησο. Σημαντική είναι και εδώ η παρουσία του είδους *Globularia stygia*, καθώς και 69 ακόμη ενδημικών taxa που προστατεύονται από Διεθνείς Συνθήκες και την ελληνική Νομοθεσία. Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι τα σπάνια είδη *Adonis cyllenea* και *Biebersteinia orphanidea* μάλλον έχουν εξαφανισθεί από την περιοχή αυτή. Αξιόλογη είναι επίσης η παρουσία 61 ακόμη σημαντικών taxa μεταξύ των οποίων τα 30 είναι ενδημικά της Βαλκανικής, ενώ τα 13 είναι ανατολικά στοιχεία. Από αυτά προστατεύονται από Διεθνείς Συνθήκες 8 taxa.

Η χλωρίδα του Ερυμάνθου αν και δεν έχει μελετηθεί πλήρως παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον. Από την περιοχή αυτή έχουν αναφερθεί 48 ενδημικά taxa, από τα οποία 8 έχουν περιορισμένη εξάπλωση στην Πελοπόννησο. Από τα taxa αυτά 22 προστατεύονται από Διεθνείς Συνθήκες. Από τα 41 άλλα σημαντικά taxa 22 είναι ενδημικά της Βαλκανικής και 11 είναι ανατολικά στοιχεία. Από αυτά μόνο 3 προστατεύονται από Διεθνείς Συνθήκες.

Το όρος Παναχαϊκό, δεν έχει επίσης μελετηθεί πλήρως. Παρόλα αυτά έχουν αναφερθεί από αυτήν την περιοχή 43 ενδημικά taxa, από τα οποία 7 περιορίζονται μόνο στην Πελοπόννησο. Τα 23 από αυτά τα taxa προστατεύονται από

Διεθνείς Συνθήκες και την ελληνική Νομοθεσία. Από τα υπόλοιπα 21 σημαντικά taxa που απαντούν στο Παναχαϊκό, 15 είναι ενδημικά της Βαλκανικής, 6 είναι ανατολικά στοιχεία και 2 προστατεύονται. Σημαντική από φυτογεωγραφική άποψη, είναι η παρουσία του *Gymnospermium altaicum* ssp. *odessanum*, το οποίο εξαπλώνεται κυρίως από την Κριμαία μέχρι το ΒΑ τμήμα της Ρουμανίας (Phitos & Kamari 1990). Το taxon αυτό προστατεύεται από τη Σύμβαση της Βέρνης και την WCMC ως «απειλούμενο».

Από τα πελοποννησιακά ορεινά οικοσυστήματα ενδιαφέρουσα χλωρίδα παρουσιάζει και το Μαίναλο, το οποίο σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, συγκεντρώνει 37 ενδημικά taxa, από τα οποία τα 25 προστατεύονται από διάφορες συνθήκες. Από τα υπόλοιπα 19 σημαντικά taxa προστατεύονται μόνον τα 3, και τα 8 από αυτά είναι ενδημικά της Βαλκανικής, ενώ τα 7 είναι ανατολικά στοιχεία.

Από τις περιοχές της Δ. Στερεάς Ελλάδας μεγαλύτερο χλωριδικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν η Γκιώνα και τα Βαρδούσια. Στη Γκιώνα απαντούν σύμφωνα με τη βιβλιογραφία 86 ενδημικά taxa, από τα οποία η *Arenaria gionaea* είναι αποκλειστικό της περιοχής. Από τα 89 άλλα σημαντικά taxa, τα 51 είναι ενδημικά της Βαλκανικής, ενώ 18 είναι ανατολικά στοιχεία. Αξίζει να τονισθεί η παρουσία του *Solenanthes stamineus*, είδους που εθεωρείτο υπό εξαφάνιση στην Ευρώπη. Από Διεθνείς Συνθήκες και την ελληνική Νομοθεσία προστατεύονται 45 ενδημικά και 13 από τα άλλα σημαντικά taxa. Από τα Βαρδούσια έχουν αναφερθεί 73 ενδημικά taxa, με 2 αποκλειστικά, την *Campanula columnaris* και το *Verbascum reiseri*. Από τα 80 άλλα σημαντικά taxa τα 50 είναι ενδημικά της Βαλκανικής, ενώ 17 είναι ανατολικά στοιχεία. Τριάντα τέσσερα ενδημικά και 8 από τα άλλα σημαντικά taxa, προστατεύονται από Διεθνείς Συνθήκες και την ελληνική Νομοθεσία.

Από τις περιοχές της Ηπείρου ιδιαίτερο χλωριδικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι δύο Εθνικοί Δρυμοί, δηλαδή ο Εθνικός Δρυμός Βίκου-Αώου και ο Εθνικός Δρυμός Πίνδου (Βάλια-Κάλντα) καθώς και οι περιοχές του Λάκμου, των Αθαμανικών ορέων (Τζουμέρκων) και του Μετσόβου. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι περιοχές αυτές συγκεντρώνουν ένα σημαντικό αριθμό ελληνικών ενδημικών taxa (24 ο Εθνικός Δρυμός Βίκου-Αώου, 26 ο Εθνικός Δρυμός Πίνδου, 26 επίσης ο Λάκμος, 28 τα Αθαμανικά και 25 η περιοχή του Μετσόβου), καθώς και ένα μεγάλο αριθμό άλλων σημαντικών ειδών που στην πλειοψηφία τους (πάνω από 70%) είναι ενδημικά της Βαλκανικής, πολύ λίγα είναι ανατολικά στοιχεία (1-3,5 %), ενώ τα υπόλοιπα είναι taxa με ενδιαφέρουσα φυτογεωγραφική κατανομή ή εντάσσονται σε Διεθνείς Συνθήκες ή στην ελληνική Νομοθεσία. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εμφάνιση σπάνιων ενδημικών της Πίνδου, όπως των *Bornmuellera baldaccii* subsp. *rechingeri* και *Centaurea viachorum* στον Εθνικό Δρυμό Πίνδου, και των *Bornmuellera tymphaea* και *Silene pindicola* στον Εθνικό Δρυμό

Πίνδου και στην περιοχή του Μετσόβου. Σημαντική είναι επίσης η παρουσία του παλαιοενδημικού είδους *Ramonda serbica* στον Εθνικό Δρυμό Βίκου-Αώου και του *Solenanthus albanicus*, που είναι σπάνιο και είδος προτεραιότητας του παραρτήματος II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, στα Αθαμανικά όρη. Από τα ενδημικά taxa των παραπάνω περιοχών, 11 του Εθνικού Δρυμού Βίκου-Αώου, 13 του Εθνικού Δρυμού Πίνδου, 10 των Αθαμανικών ορέων, 7 του Λάκμου και 9 της περιοχής του Μετσόβου εντάσσονται στις Διεθνείς Συνθήκες και στην ελληνική Νομοθεσία. Από τα άλλα σημαντικά taxa στις ανωτέρω συνθήκες εντάσσονται 16 taxa του Εθνικού Δρυμού Βίκου-Αώου, 13 του Εθνικού Δρυμού Πίνδου, 7 των Αθαμανικών ορέων, 7 του Λάκμου και 8 της περιοχής Μετσόβου.

Τα Ιόνια νησιά επειδή είναι χερσογενούς τύπου και δεν έχουν μεγάλο βαθμό απομόνωσης (σχηματίστηκαν πρόσφατα) και λόγω του ότι βρίσκονται στα περιθώρια των μεταναστευτικών οδών των χλωριδικών στοιχείων (αλπικός δρόμος μετανάστευσης, ανατολικός δρόμος Κεντρικού Αιγαίου κ.λ.π.) παρουσιάζουν μικρό αριθμό ενδημικών ειδών. Σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα (Αρτελάρη 1984, Georgiadis, Ιατρού & Georgίου 1986), τα ελληνικά ενδημικά taxa που αναπτύσσονται στα Ιόνια νησιά υπολογίζονται σήμερα σε περίπου 70. Από αυτά τα 38 (54%), περιέχονται στις περιοχές που μελετήθηκαν. Αυτό συμβαίνει επειδή η επιλογή των περισσότερων από τις περιοχές των Ιονίων δεν έγινε κυρίως με βάση το χλωριδικό πλούτο τους, αλλά με άλλα κριτήρια (π.χ. τύπους οικοτόπων, ορνιθοπανίδα κ.λ.π.) Από χλωριδική άποψη μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο Αίνος, ο οποίος συγκεντρώνει 26 ενδημικά taxa, 12 από τα οποία προστατεύονται από Διεθνείς Συνθήκες. Τα πρότυπα εξάπλωσης αρκετών φυτικών ειδών του Αίνου υποδηλώνουν στενές βιογεωγραφικές σχέσεις της Ελληνικής και της Ιταλικής χερσονήσου (Φοίτος & Damboldt 1985). Παρά το γεγονός ότι η περιοχή αυτή έχει χαρακτηριστεί ως Εθνικός Δρυμός, δεν έχουν ληφθεί αποτελεσματικά μέτρα προστασίας και διαχείρισής της.

Η ανάδειξη των ανωτέρω περιοχών ως πλέον σημαντικών από χλωριδική άποψη δεν μειώνει την αξία των υπολοίπων, όπως π.χ. δελταϊκών σχηματισμών, υγροτόπων διεθνούς σημασίας (RAMSAR) και λοιπών οικοσυστημάτων. Στις περιοχές αυτές αναπτύσσεται κοσμοπολιτική χλωρίδα και τα ποσοστά του ενδημισμού είναι πολύ χαμηλά. Παρουσιάζουν όμως υψηλή βιοποικιλότητα, συγκεντρώνοντας πολλούς αντιπροσωπευτικούς τύπους οικοσυστημάτων και μεγάλη ποικιλία φυτικών και ζωικών ειδών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αρτελάρη, Π. 1984. Βιοσυστηματική μελέτη του γένους *Limonium* (*Plumbaginaceae*) στην περιοχή του Ιονίου πελάγους. Διδακτορική Διατριβή, Πάτρα.
- Bern Convention 1979.
- Δημόπουλος, Π. 1993. Χλωριδική και φυτοκοινωνιολογική έρευνα του Ορους Κυλλήνη-Οικολογική Προσέγγιση. Διδακτορική Διατριβή. Πάτρα.
- Georgiadis, Th., Iatrou, Gr., Georgiou, O. 1986. Contribution à l'étude de la flore et de la végétation de l'île de Paxi, Grèce. *Willdenowia* 15:567-602.
- Ιατρού, Γρ. 1986. Συμβολή στη μελέτη του ενδημισμού της χλωρίδας της Πελοποννήσου. Διδακτορική διατριβή. Πάτρα.
- IUCN Threatened Plants Committee Secretariat 1982. The rare, threatened and endemic plants of Greece. *Ann. Musei Goulandris* 69-105.
- Phitos, D. & Kamari, G. 1990. *Gymnospermium altaicum* subsp. *odessanum* (*Berberidaceae*) -An unusual geographical distribution. *Razprave IV razreda SAZU* XXXI. 202-207.
- Ελληνικό Προεδρικό Διάταγμα 67/1981.
- Strid, A. 1986. (ed.) *Mountain Flora of Greece*. Vol. 1. *Cambridge University Press*.
- & Kit Tan 1991 (eds.). *Mountain Flora of Greece*. Vol. 2. *Edinburg University Press*.
- The WCMC Plants Database. 1993
- UNEP 1991, *European Red List of Globally Threatened Animals and Plants*.
- Φοίτος, Δ. & J. Damboldt 1985. Η χλωρίδα και η βλάστηση της νήσου Κεφαλληνίας. *Βοτανικά Χρονικά*: 5(1-2).

## **Ανάλυση της χλωρίδας του όρους Βερμίου - Νέες αναφορές**

**(B. K. ELLADA)**

**ΧΟΧΛΙΟΥΡΟΣ, Σ. & Θ. ΓΕΩΡΓΙΑΔΗΣ**

*Εργαστήριο Βοτανικής, Πανεπιστήμιο Πατρών, 26 500 Πάτρα.*

Ο συνολικός αριθμός των τραχειοφύτων που συνθέτουν τη χλωρίδα του όρους Βερμίου ανέρχεται σε 1042 taxa, τα οποία ανήκουν σε 89 οικογένειες και 394 γένη. Από αυτά 262 taxa αναφέρονται για πρώτη φορά. Με τα μέχρι σήμερα δεδομένα 118 taxa της χλωρίδας του όρους Βερμίου, χαρακτηρίζονται ως Βαλκανικά (19 αναφέρονται για πρώτη φορά) και 35 ως Ελληνικά (10 αναφέρονται για πρώτη φορά). Σύμφωνα με τις κατηγορίες επικινδυνότητας της IUCN, η πιο σημαντική κατηγορία είναι εκείνη των σπάνιων (R) που περιλαμβάνει τα περισσότερα taxa (14 taxa). Δίδονται οι 10 πλουσιότερες (σε taxa) οικογένειες του όρους. Παρουσιάζεται το βιοφάσμα και το χωρολογικό φάσμα του Βερμίου και τέλος συζητείται ο φυτογεωγραφικός χαρακτήρας της χλωρίδας του.

## **Floristic analysis of Mount Vermion - New floristic reports.**

**(N. C. GREECE)**

**CHOCHLIOUROS, S. & TH. GEORGIADIS**

*Botanical Institute, University of Patras, 26 500 Patras*

The total number of trachyophytes composing the flora of Mount Vermion is 1042 taxa, which belong to 89 families and 394 genera. Of these, 262 taxa are recorded for the first time. Concerning the presently available data, 118 taxa of the flora of Mount Vermion are considered Balkan endemics (19 are new records), and 35 as Greek endemics (10 are new records). According to the IUCN categories, the most important category is that of Rare (R), which includes the majority of the taxa. (14 taxa). The 10 most commonly encantered families (in terms of taxa) are given. Finally, the life-form spectrum and the chorological spectrum of the flora of Mount Vermion are presented, and its phyto-geographical aspect is discussed.

## Εισαγωγή

Το όρος Βέρμιο βρίσκεται στην Β. Κ. Ελλάδα. Είναι βουνό μεγάλο σε έκταση και ασβεστολιθικής υφής, με τεράστιο χλωριδικό και φυτογεωγραφικό ενδιαφέρον. Τον κύριο κορμό του όρους συγκροτούν οι κορυφές Τσανακτσή (2052 m), Μαύρη Πέτρα (2027 m), Παλάτι (1895 m), Ασούρμπαση (1874 m), Ξηροβούνι (1804 m), Γκιώνα (1759 m), Αγκάθι (1650 m).

## Μέθοδοι και Υλικά

Οι συλλογές έγιναν από το Μάιο του 1994 μέχρι Αύγουστο του 1995, και έχουν κατατεθεί στο Βοτανικό Μουσείο (Herbarium) του Πανεπιστημίου Πατρών.

Για τον προσδιορισμό του υλικού χρησιμοποιήθηκαν κύρια η *Fl. Europe I-V* ( Tutin & al, 1964-1980) η *Mountain Flora of Greece I* ( Strid, 1986) και η *Mountain Flora of Greece II* ( Strid and Tan 1990).

Για την ονοματολογία χρησιμοποιήθηκαν κατά σειρά *Med-Checklist I, III, IV* (Greuter, Burdet & Long, 1984-89), *Mountain Flora of Greece I, II*, ( Strid, Strid & Tan, 1986-90), *Flora Europe I-V* ( Tutin & al, 1964-1980).

## Αποτελέσματα

### Χλωριδική ανάλυση

Η συνολική χλωρίδα του όρους Βερμίου ανέρχεται σε 1042 taxa ( 857 είδη και 185 υποείδη) από τα οποία 15 είναι Πτεριδόφυτα και 1027 Σπερματόφυτα. Από το σύνολο των taxa 262 αναφέρονται για πρώτη φορά, από τα οποία 19 είναι Βαλκανικά και 10 Ελληνικά ενδημικά. Οι πολυπληθέστερες σε αριθμό taxa οικογένειες του όρους Βερμίου είναι αυτές των Asteraceae (126 taxa), Poaceae (100 taxa), Fabaceae (68 taxa), Cruciferae (56 taxa), Caryophyllaceae (56 taxa), Labiatae (53 taxa), Liliaceae (48 taxa), Rosaceae (45 taxa), Apiaceae (34 taxa) και Scrophulariaceae (33 taxa) που θεωρούνται από τις πλουσιότερες οικογένειες της Ελληνικής χλωρίδας.

### Ανάλυση της χλωρίδας του όρους Βερμίου.

Συστηματική μονάδα	Οικογένειες	Γένη	Είδη	Υποείδη	Taxa (Είδη + Υποείδη).	Ποσοστό (%)
Pteridophyta	7	9	13	2	15	1.44
Gymnosperma	4	5	6	4	10	0.96
Dicotyledones	68	296	646	151	797	76.48
Monokotyledones	10	84	192	28	220	21.12
ΣΥΝΟΛΟ	89	394	857	185	1042	100.00

### Αναφορές για την Χλωρίδα του όρους Βερμίου.

Ταχα	Προηγούμενες αναφορές	Νέες αναφορές	Σύνολο	%
Ελληνικά Ενδημικά	25	10	35	3,36
Βαλκανικά Ενδημικά	99	19	118	11,33
Λοιπά	656	233	889	85,31
<b>Σύνολο</b>	<b>780</b>	<b>262</b>	<b>1042</b>	<b>100,00</b>

### Ανάλυση Βιομορφών- Βιοφάσμα

Η κατανομή των Βιομορφών έχει ως εξής: Τα Ημικρυπτόφυτα αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του Βιοφάσματος (51,25 %), ακολουθούν τα Θερόφυτα (15,36 %), Γεώφυτα (14,11 %), Φανερόφυτα (9,69 %), Χαμαίφυτα (9,59 %). Η υπεροχή των Ημικρυπτοφύτων ήταν αναμενόμενη και εκφράζει την τοποθέτηση της περιοχής από βιοκλιματική άποψη στον (ύψυγρο βιοκλιματικό όροφο με δρμύ χειμώνα).

#### Βιοφάσμα της Χλωρίδας του όρους Βερμίου.

Βιομορφές	Αριθμ. ταχα	%
Φανερόφυτα (Ph)	101	9,69
Χαμαίφυτα (Ch)	100	9,59
Ημικρυπτόφυτα (H)	534	51,25
Γεώφυτα (G)	147	14,11
Θερόφυτα (Th)	160	15,36
<b>Σύνολο</b>	<b>1042</b>	<b>100,00</b>

### Χωρολογική ανάλυση

Από την ανάλυση της φυτογεωγραφικής καταγωγής των ταχα της χλωρίδας του όρους Βερμίου προέκυψε ότι τα Μεσογειακά στοιχεία αντιπροσωπεύονται με ποσοστό (22,56 %), ακολουθούν τα Ευρωπαϊκά στοιχεία με (21,49 %), Ευρασιατικά (15,25 %), Βαλκανικά ενδημικά (11,32 %), Ευρέως εξαπλώμενα (10,65 %), στοιχεία Βόρειας προέλευσης (9,50 %), Υπο-Βαλκανικά (5,19 %), Ελληνικά ενδημικά (3,36 %), Ατλαντικά (0,68 %)

#### Χωρολογικό φάσμα της Χλωρίδας του όρους Βερμίου.

Χωρολογική ομάδα	Αριθμ. ταχα	%
Ενδημικά Ελληνικά	35	3,36
Ενδημικά Βαλκανικά	118	11,32
Υπο-Βαλκανικά	54	5,19



Μεσογειακά	235	22,56
Ευρωπαϊκά	224	21,49
Ευρασιατικά	159	15,25
Ατλαντικά	7	0,68
Βόρεια	99	9,50
Ευρέως εξαπλώμενα	111	10,65
<b>Σύνολο</b>	<b>1042</b>	<b>100,00</b>

## Συζήτηση-Συμπεράσματα

Ο συνολικός αριθμός των τραχειοφύτων που συνθέτουν τη χλωρίδα του όρους Βερμίου ανέρχεται σε 1042 taxa (857 είδη και 185 υποείδη) από τα οποία 15 είναι Πτεριδόφυτα και 1027 Σπερματόφυτα. Από αυτά 262 taxa αναφέρονται για πρώτη φορά. Με τα μέχρι σήμερα δεδομένα 118 taxa της χλωρίδας του όρους Βερμίου χαρακτηρίζονται ως Βαλκανικά (19 αναφέρονται για πρώτη φορά) και 35 ως Ελληνικά (10 αναφέρονται για πρώτη φορά). 14 taxa της χλωρίδας θεωρούνται ως σπάνια σύμφωνα με τις κατηγορίες επικινδυνότητας της LU.C.N. . Από την ανάλυση των Βιομορφών της χλωρίδας του όρους Βερμίου προέκυψε ότι τα Ημικρυπτόφυτα αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό του Βιοφάσματος (51,25 %) και εκφράζουν την τοποθέτηση της περιοχής από βιοκλιματική άποψη στον ύψυγρο βιοκλιματικό όροφο με δριμύ χειμώνα. Από την επεξεργασία του Χωρολογικού φάσματος της χλωρίδας προέκυψε ότι τα Μεσογειακά στοιχεία αντιπροσωπεύονται με ποσοστό (22,56 %) και ακολουθούν τα Ευρωπαϊκά στοιχεία με ποσοστό (21,49 %) γεγονός που δηλώνει ότι ο χαρακτήρας της χλωρίδας του όρους Βερμίου βρίσκεται στα όρια του Μεσογειακού και Μεσευρωπαϊκού χώρου. Λαμβάνοντας υπόψιν τα ενδημικά taxa (Ελληνικά 3,36 % και Βαλκανικά 11,32 % ) τα Βαλκανικά εμφανίζουν στο όρος Βέρμιο λόγω της φυτογεωγραφικής του θέσης μια κυριαρχία που δηλώνει την από Βορά έντονη επίδραση των Βαλκανικών στοιχείων.

## Οικολογική βάση δεδομένων για τη χλωριδική ποικιλότητα της Ελλάδας

Δημόπουλος Π., Πατελοδήμου Κ., Τρίγκας Π., Χρονόπουλος Γ., Γεωργιάδης Θ.  
*Εργαστήριο Οικολογίας Φυτών, Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών,  
265 00 Πάτρα*

### Περίληψη

Το σύστημα που αναπτύχθηκε περιλαμβάνει αρχεία φυτικών taxa, φυτογεωγραφικών περιοχών, βουνών, βιοτόπων, syntaxa, βιολογικών, χωρολογικών και γεωλογικών τύπων, και καλύπτει τα στοιχεία εξάπλωσης των ειδών στα όρη, στις φυτογεωγραφικές περιοχές και στα φυτοκοινωνιολογικά syntaxa της Ελλάδας. Επιτρέπει την εύκολη καταχώρηση, ενημέρωση και αναζήτηση των διαφορετικών στοιχείων σε φιλικό περιβάλλον με τη χρήση απεριόριστων συνδυασμών πεδίων. Διαθέτει δυνατότητες αυτόματης εμφάνισης βιολογικού και χωρολογικού φάσματος σε μορφή πίνακα ή/και σχήματος του συνόλου των φυτικών taxa που προέκυψε από την αναζήτηση του χρήστη. Το σύστημα υποστηρίζει επίσης την κατάταξη των φυτικών taxa σε κατηγορίες επικινδυνότητας και δίνει στατιστικά στοιχεία σύμφωνα με τις απαιτήσεις της έρευνας του χρήστη.

### Ecological database for the floristic diversity of Greece

Dimopoulos P., Patelodimou C., Trigas P., Chronopoulos G., Georgiadis Th.  
*Laboratory of Plant Ecology, Division of Plant Biology, Department of Biology, University of Patras, 265 00 Patras*

### Abstract

The developed database consists of the following files: plant taxa, phytogeographical regions, mountains, biotopes and habitats, syntaxa, biological forms, chorotypes, geological types, and covers distribution elements for the species on the mountains, the phytogeographical regions and the phytosociological syntaxa of Greece. Moreover, it covers the functions of inserting, updating and searching for the information using unlimited combinations of fields. It is capable of automatically designing the biological and chorological spectrum in the form of a table or/and a figure for the total number of the plant taxa resulting from the user query. The database also supports the classification of the plant taxa in the IUCN Red Data Book Categories and gives statistical data depending on the research needs of the user.

## Εισαγωγή

Η οικολογική βάση δεδομένων αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Οικολογίας Φυτών του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών για να καλύψει τις ανάγκες που παρουσιάζονται στο ερευνητικό έργο όσον αφορά την άμεση και γρήγορη εύρεση των οικολογικών πληροφοριών που συνδέονται με τα φυτικά taxa της Ελλάδας.

Το σύστημα χτίστηκε σε γραφικό περιβάλλον (κάτω από τα Microsoft Windows 3.1) και βασίζεται στο Σχεσιακό Σύστημα Διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων ORACLE. Είναι ικανό να αποθηκεύσει απεριόριστο αριθμό εγγραφών, και χαρακτηρίζεται από μεταφερσιμότητα και προσαρμοστικότητα σε οποιοδήποτε υπολογιστικό και λειτουργικό σύστημα.

## Μεθοδολογία - Λειτουργία του συστήματος

Η ανάπτυξη του συστήματος ακολούθησε τις φάσεις της ανάλυσης απαιτήσεων, του σχεδιασμού του συστήματος, της υλοποίησης και του ελέγχου του λογισμικού, και της εισαγωγής των δεδομένων. Έγινε προσπάθεια ώστε, τα επιμέρους πεδία να περιγράφουν όσο το δυνατό πληρέστερα την εξάπλωση των taxa, την οικολογία τους και το καθεστώς προστασίας τους από την ελληνική και την κοινοτική νομοθεσία. Η δημιουργία αρχείου για κάθε μια από τις παραμέτρους που παρουσιάζονται στη βάση δεδομένων κρίθηκε αναγκαία, τόσο για να διευκολύνει την εισαγωγή των δεδομένων, όσο και για την αποφυγή τυπογραφικών λαθών, τα οποία θα καθιστούσαν προβληματική την αναζήτηση. Ως κύρια πηγή για την εισαγωγή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η 'MOUNTAIN FLORA OF GREECE' (STRID 1986, STRID & TAN 1991).

Στη βάση δεδομένων περιλαμβάνονται τα εξής αρχεία: φυτικών taxa, φυτογεωγραφικών περιοχών, βουνών της Ελλάδας, syntaxa, βιολογικών τύπων, χωρολογικών τύπων, γεωλογικών τύπων, καθώς και βοηθητικά αρχεία με τις περιόδους ανθοφορίας και τις κατηγορίες επικινδυνότητας.

Το αρχείο των φυτικών taxa περιλαμβάνει τα εξής πεδία: κωδικό, οικογένεια, γένος, είδος, υποείδος, συνώνυμα, κωδικό Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, χωρολογικό τύπο, βιολογικό τύπο, υψόμετρο, γεωλογικό υπόστρωμα, χρωμοσωμικό αριθμό, περίοδο ανθοφορίας, και κατηγορία επικινδυνότητας σύμφωνα με UNEP, WCMC, Συνθήκη Βέρνης (Bern convention), Προεδρικό Διάταγμα 67/81 (Presidential Decree 67/81), CITES.

Το αρχείο των βουνών της Ελλάδας περιλαμβάνει κωδικό και ονομασία όρους, και κωδικό φυτογεωγραφικής περιοχής στην οποία ανήκει. Έτσι, όταν καταχωρηθεί μια εγγραφή από το αρχείο των βουνών, αυτόματα καταχωρείται και η φυτογεωγραφική περιοχή στην οποία ανήκει.

Το αρχείο των βιοτόπων έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να καλύπτει δύο επίπεδα πληροφοριών. Το πρώτο επίπεδο περιλαμβάνει κωδικό και ονομασία γενικού βιοτόπου και το δεύτερο επίπεδο κωδικό και ονομασία ειδικού βιοτόπου, καθώς και κωδικού γενικού βιοτόπου στον οποίο ανήκει. Μ' αυτό τον τρόπο έγινε μια προσπάθεια τυποποίησης των κατηγοριών βιοτόπων και ομαδοποίησής τους σε μεγάλες ομάδες, (πχ. βραχώδεις βιότοποι, λιβάδια, δάση κλπ.)

Τα αρχεία των syntaxa, βιολογικών, χωρολογικών και γεωλογικών τύπων περιλαμβάνουν κωδικό και ονομασία για κάθε εγγραφή.

Η πληροφορία της εξάπλωσης κάθε είδους σε βουνά δίνεται κατά φυτογεωγραφική περιοχή. Αρχικά επιλέγεται η φυτογεωγραφική περιοχή, εμφανίζονται τα όρη που ανήκουν σε αυτή και στη συνέχεια επιλέγονται εκείνα στα οποία εξαπλώνεται το εξεταζόμενο είδος. Το ίδιο ισχύει και για την πληροφορία εξάπλωσης του είδους στους βιοτόπους. Αρχικά επιλέγεται ο γενικός βιότοπος, εμφανίζονται οι ειδικότερες κατηγορίες του και στη συνέχεια επιλέγονται εκείνοι στους οποίους εξαπλώνεται το εξεταζόμενο είδος. Αντίστοιχα,

επιλέγονται τα syntaxa στα οποία εμφανίζεται το φυτό. Η πληροφορία της εξάπλωσης κάθε είδους σε φυτογεωγραφικές περιοχές μπορεί να εμφανιστεί στη συνέχεια περιληπτικά, με τη μοναδική εμφάνιση των περιοχών στις οποίες ανήκουν τα όρη όπου εξαπλώνεται το είδος.

Η σημαντικότερη λειτουργία του συστήματος είναι η δυνατότητα ανάκτησης των αποθηκευμένων πληροφοριών με συνδυασμούς των πεδίων φυτογεωγραφικών περιοχών, βουνών, γενικών και ειδικών βιοτόπων και syntaxa. Οι λογικοί τελεστές της άλγεβρας Boolean AND, OR και NOT μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να σχηματίσουν προτάσεις για την αναζήτηση των στοιχείων εξάπλωσης. Η χρήση των λογικών τελεστών γίνεται με έμμεσο τρόπο, π.χ. με το πάτημα ενός function key, έτσι ώστε το σύστημα να είναι φιλικό προς το χρήστη χωρίς να τον αναγκάζει να εισάγει σύνθετες προτάσεις. Ο συνδυασμός των ερωτήσεων επιτρέπεται σε κάθε πεδίο αναζήτησης χωριστά, αλλά και μεταξύ διαφορετικών πεδίων. Έτσι, οι δυνατότητες σχηματισμού ερωτήσεων προς τη βάση δεδομένων είναι απεριόριστες. Για παράδειγμα, ο χρήστης μπορεί να επιθυμεί την ανεύρεση των φυτικών taxa που εξαπλώνονται στα όρη Παρνασσός και Κυλλήνη, και σε βιότοπους όπως πχ. αβεστολιθικά βράχια, λιβάδια του ορο-μεσογειακού ορόφου βλάστησης, διάκενα κωνοφόρων δασών κλπ.

Το σύστημα εμφανίζει αρχικά το πλήθος των φυτικών taxa που ικανοποιούν τις συνθήκες αναζήτησης. Στη συνέχεια, ο χρήστης μπορεί να ζητήσει την ανάλυση του πλήθους αυτού σε αριθμό διαφορετικών οικογενειών, γενών, ειδών, υποειδών, βιολογικών και χωρολογικών τύπων, ώστε να χρησιμοποιήσει αυτά τα στοιχεία για λεπτομερέστερη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των οικολογικών παραμέτρων.

Το επόμενο βήμα είναι η εμφάνιση μιας αλφαβητικής κατά οικογένεια, γένος, είδος, κλπ. λίστας όλων των φυτικών taxa που ανευρέθησαν. Στην ίδια λίστα εμφανίζονται και όλα τα υπόλοιπα πεδία που χαρακτηρίζουν ένα είδος, έτσι ώστε να είναι δυνατή η αναζήτηση συγκεκριμένων πια στοιχείων μέσα από το αρχικό πλήθος των ανευρεθέντων φυτών. Ο χρήστης μπορεί για παράδειγμα να αναζητήσει μόνο τα φυτά μιας ή περισσότερων οικογενειών, ενός ή περισσότερων βιολογικών τύπων κλπ., έτσι ώστε να συγκεντρώσει διαφορετικά στατιστικά στοιχεία ανάλογα με την έρευνά του.

Μία ακόμη σημαντική λειτουργία που διαθέτει το σύστημα είναι η αυτόματη εμφάνιση του βιολογικού και χωρολογικού φάσματος του συνόλου των ανευρεθέντων φυτών, καθώς και η εμφάνιση της κατανομής των φυτών στις διαφορετικές οικογένειες. Για κάθε βιολογικό ή χωρολογικό τύπο και για κάθε οικογένεια εμφανίζεται το πλήθος των φυτών και το αντίστοιχο ποσοστό. Ο χρήστης μπορεί στη συνέχεια να ζητήσει τη δημιουργία της γραφικής αναπαράστασης του φάσματος σε ιστόγραμμα ή πίτα.

Το σύστημα διαθέτει τη δυνατότητα εκτύπωσης όλων των παραπάνω πληροφοριών, π.χ. αναλυτικά στοιχεία ενός είδους με τις περιοχές εξάπλωσής του, λίστες φυτικών taxa που απαντούν σε συγκεκριμένες περιοχές (όπως έχει προκύψει από την αναζήτηση που προηγήθηκε), χωρολογικό και βιολογικό φάσμα, κατανομή των ειδών σε οικογένειες κλπ.

## Αποτελέσματα - Συζήτηση

Μέχρι σήμερα έχουν καταχωρηθεί 2080 φυτικά taxa, που ανήκουν σε 76 οικογένειες και περιλαμβάνουν 397 γένη, 1568 είδη, 512 υποείδη, 25 κατηγορίες βιολογικών και 35 κατηγορίες χωρολογικών τύπων. Επίσης έχουν καταγραφεί 18000 εξαπλώσεις φυτών σε βουνά και 5000 εξαπλώσεις φυτών σε βιότοπους.

Στο χωρολογικό φάσμα της ορεινής χλωρίδας της Ελλάδας που αφορά την καταχωρηθείσα στη βάση δεδομένων ύλη από την 'Mountain Flora of Greece' (STRID 1986, STRID & TAN 1991), φαίνεται πως το μεγαλύτερο ποσοστό καταλαμβάνουν τα Ελληνικά ενδημικά taxa (23.33 %), ακολουθούν τα Βαλκανικά ενδημικά (16.69 %), τα Ανατολικο-Μεσογειακά (6.40 %) και αυτά της Ν.Α Ευρώπης (5.48 %). Οι υπόλοιπες κατηγορίες αντιπροσωπεύονται με ποσοστά μικρότερα του 4%.

Το αντίστοιχο βιολογικό φάσμα δείχνει πως την κυριαρχία έχουν τα Ημικρυπτόφυτα (57.28 %), ακολουθούν τα Χαμαίφυτα (16.3 %), τα Θερόφυτα (10.78 %), τα Γεώφυτα (10.15 %), ενώ τα Φανερόφυτα αποτελούν το 2.02 %. Τέλος, τα Υδρόφυτα απαντούν σε ποσοστό 0.1 %.

Για το σύνολο των taxa της ορεινής χλωρίδας της Ελλάδας που μελετήθηκαν ως προς τις κατηγορίες επικινδυνότητας και που αφορούν κυρίως ενδημικά είδη, υπολογίστηκαν τα εξής στοιχεία: 157 taxa βρίσκονται στον κατάλογο επικινδυνότητας της UNEP, από τα οποία 127 taxa (80.89 %) θεωρούνται σπάνια (Rare), 13 (8.28 %) απειλούμενα (Vulnerable), 10 (6.36 %) κινδυνεύοντα (Endangered), και 7 (4.47 %) απροσδιόριστα (Indeterminate).

Στον κατάλογο επικινδυνότητας του Προεδρικού Διατάγματος 67/81 ανήκουν 232 taxa, ενώ σύμφωνα με τον κατάλογο WCMC, από τα 359 συμπεριλαμβανόμενα taxa τα 165 (46 %) χαρακτηρίζονται ως σπάνια, τα 20 ως απειλούμενα, τα 10 ως κινδυνεύοντα, 1 είδος έχει εκλείψει (Extinct), τα 12 είναι απροσδιόριστου βαθμού τρωτότητας, 53 καταγράφονται με ερωτηματικό, και τα 98 χαρακτηρίζονται ως μη απειλούμενα.

Η ιδιαίτερη χρησιμότητα της εν λόγω βάσης οικολογικών δεδομένων που βρίσκεται σε πορεία περαιτέρω εξέλιξης και συμπλήρωσης του συνόλου της ορεινής χλωρίδας της Ελλάδας, σχετίζεται τόσο με την επιχειρούμενη σύνδεσή της με την Ελληνική Φυτοκοινωνιολογική Βάση Δεδομένων για τη βλάστηση, - το τμήμα της εν λόγω βάσης που αφορά την ορεινή και λοιπή χερσαία βλάστηση έχει αναπτυχθεί από το Εργαστήριο Οικολογίας Φυτών του Παν/μίου Πατρών, ενώ η υδρόβια, αλοφυτική και αμμοθινική βλάστηση έχει αναπτυχθεί από το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων/Υγροτόπων (EKBY), και το Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής του Α.Π.Θ. - όσο και με τη διατήρηση της χλωρίδας των βουνών της Ελλάδας μέσω της διατήρησης των οικοτόπων στους οποίους απαντούν. Μέσω της σύνδεσης της χλωριδικής και της φυτοκοινωνιολογικής βάσης δεδομένων, θα προκύψει ακόμη η διαγνωστική αξία των φυτικών taxa για τα διάφορα επίπεδα φυτοκοινωνιολογικών syntaxa και η αναγνώριση των ομάδων ειδών- δεικτών τόσο για τις υποβαθμισμένες όσο και για τις κλιμακικές δομές βλάστησης. Θα πρέπει ακόμη να τονιστεί η δυνατότητα σύνδεσης και συνεργασίας της συγκεκριμένης βάσης με Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, μέσω της απεικόνισης - χαρτογράφησης της εξάπλωσης των ορεινών taxa.

Η χρήση των βάσεων δεδομένων ως απαραίτητα εργαλεία στην προσπάθεια για ενεργητική - αποτελεσματική προστασία και συνετή διαχείριση των Ελληνικών φυσικών οικοσυστημάτων, αποτελεί μια πρόκληση που συνδυασμένη με την ανθρώπινη βούληση και τις δυνατότητες που παρέχει η Ελληνική και Διεθνής νομοθεσία, θα επιτρέψει την κληροδότησή τους στις επόμενες γενιές.

## Βιβλιογραφία

- ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE 1991. European Red List of Globally Threatened Animals and Plants (UNEP). United Nations, New York.
- STRID A. (ed.) 1986. Mountain Flora of Greece, 1. - Cambridge Univ. Press.
- STRID A. & Tan K. (eds.) 1991. Mountain Flora of Greece, 2. - Edinburgh Univ. Press
- WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE (WCMC) 1993. Conservation Status Listing of Plants. The WCMC Plants Database. Cambridge Univ. Press.
- MORGAN V., LEON CH. 1992. Datasheets of Flora species for revision of Appendix I of the Bern Convention Vol. 1. Nature and Environment No 60. Council of Europe Press, Strasbourg.

## ***Spiraea chamaedryfolia* L., ένα νέο είδος για την ελληνική χλωρίδα**

**ΑΡΑΜΠΑΤΖΗΣ Θ. , ΒΙΔΑΚΗΣ Κ.**

*Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής, Τμήμα Δασοπονίας, Τ.Ε.Ι. Καβάλας.  
Προάστιο, 661 00 Δράμα*

**Περίληψη** : Το *Spiraea chamaedryfolia* L. είναι ένα νέο είδος για την ελληνική χλωρίδα, το οποίο βρέθηκε στην Κεντρική Ροδόπη. Το είδος αυτό απαντιέται στις Ν.Α. Άλπεις, Καρπάθια και βουνά της Βαλκανικής χερσονήσου. Η τοποθεσία αυτή (Φρακτό Δράμας) φαίνεται να αποτελεί το νοτιότερο όριο εξάπλωσης αυτού του είδους. Ο Βιότοπος όπου βρέθηκε είναι μία ημισκιαζόμενη, σχετικά ψυχρή περιοχή, σε δάσος *Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, στις πλευρές του δασικού δρόμου που οδηγεί στο δασικό σύμπλεγμα Φρακτού Δράμας.

## ***Spiraea chamaedryfolia* L., a new species for the Greek flora**

**ARABATZIS TH. , VIDAKIS K.**

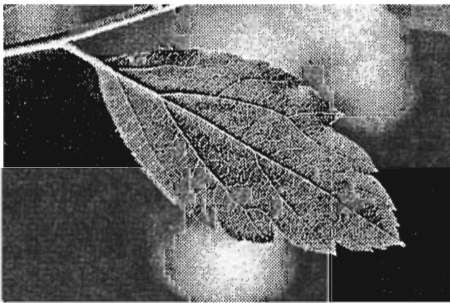
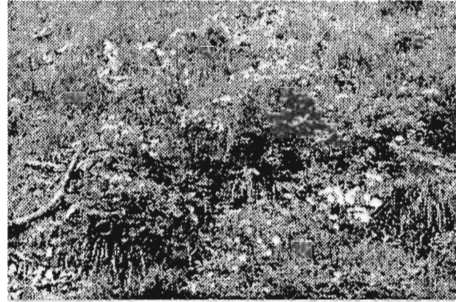
*Laboratory of Forest Botany, Department of Forestry, Technological Education Institute (T.E.I.) Kavala, Proastio, 661 00 Drama*

**Abstract** : *Spiraea chamaedryfolia* L. is a species, new to Greece, which has been found in the area of Central Rhodopi (Greece). This species is found in the S.E. Alps, the Carpathians and mountains of the Balkan peninsula. The Greek location (Frakto of Drama) seems to be the southern most limit of distribution of this species. The habitat where *Spiraea chamaedryfolia* L. was found, is a semi-shady, relatively cold place situated mainly on the sides of the forest road leading to Frakto forest of Drama in a *Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe wood.

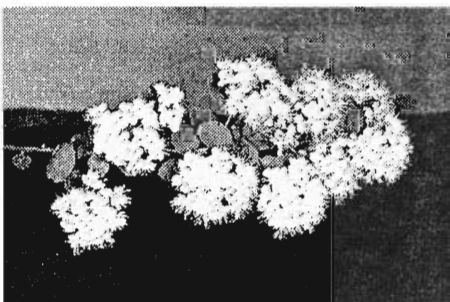
Το γένος *Spiraea* L., της οικογένειας *Rosaceae*, περιλαμβάνει περίπου 100 είδη στις εύκρατες περιοχές κυρίως του Β. ημισφαιρίου (Ασία, Ευρώπη, Β. Αμερική και Μεξικό). Για τον ελλαδικό χώρο αναφέρεται το απειλούμενο μ' εξαφάνιση είδος *S. crenata* L. (IUCN 1982).

Το *Spiraea chamaedryfolia* L. (Syn: *S. ulmifolia* Scop.) είναι ενδημικό των Ν.Α. Άλπεων, Καρπαθίων και βουνών της Βαλκανικής χερσονήσου που απαντιέται σε θαμνώνες και δάση, σε υψόμετρα από 1.000 μέχρι 1.750 m.

Πρόκειται για θάμνο πυκνόκλαδο, με ύψος μέχρι 2 m. Οι κλάδοι ευθείς, στην κορυφή κυρτοί προς τα κάτω. Οι κλαδίσκοι γυμνοί, στην αρχή κιτρινοκάστανοι, αργότερα ερυθροκάστανοι, ελαφρά γωνιώδεις. Οι οφθαλμοί μήκους 3-5 mm, ωοειδείς ή επιμήκως ωοειδείς, με 2, ισομήκη, οξύκоруφα, ελαφρά βλεφαριδωτά εξωτερικά λέπια.

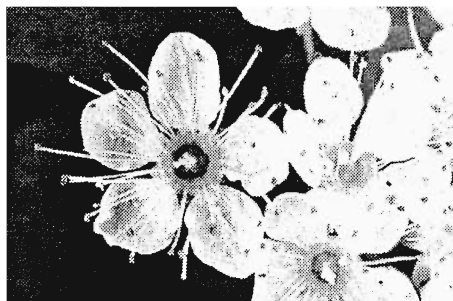


Τα φύλλα 4-7x2,5-4 cm, ωοειδή ή επιμήκως ωοειδή, πτερόνευρα, οξύκоруφα ή αμβλυκоруφα, με στρογγυλεμένη ή βραχέως σφηνοειδή βάση, λειόχειλα στη βάση, ακανόνιστα και διπλά πριονωτά στην κορυφή, γυμνά. Ο μίσχος 3-7 mm.



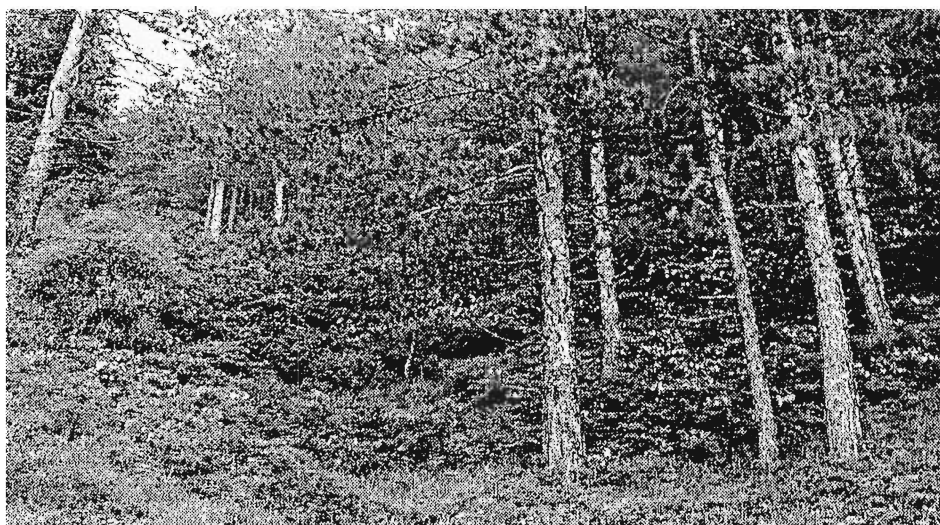
Οι ταξιανθίες κορυμβόμορφες, σ. 4 cm, με ποδίσκο 2-4 cm, πολυανθείς (6-20 άνθη), επάκριες, σε βραχυκλάδια. Τα σέπαλα μήκους 2 mm, τριγωνικά ωοειδή, εσωτερικά με μικρές τρίχες, εξωτερικά γυμνά, κυρτά προς τα κάτω μετά την ωρίμανση των καρπών. Τα πέταλα λευκά, 4-6 mm, κυκλικά ή ωοειδή. Οι στήμονες πολυάριθμοι, μακρύτεροι των πετάλων.

Καρπόφυλλα 5, ελεύθερα. Στύλος μήκους 3 mm, ευθύς. Ο ποδίσκος των ανθέων μήκους 1 cm, λεπτός. Άνθηση Μάιο - Ιούνιο.



Οι θύλακοι αδρακτοειδείς, κυρτοί, γυμνοί, γυαλιστεροί, με παραμένοντες στύλους στην κορυφή, ανοιχτοκάστανοι.

Το *Spiraea chamaedryfolia* L. Βρέθηκε τον Ιούνιο του 1993, στο Φρακτό Δράμας, 3-4 km νότια του Αυχένα, σε υψόμετρο περίπου 1.350 m, σ' έδαφος προερχόμενο από μονζονίτες. Ο βιότοπος είναι μία ημισκιαζόμενη, σχετικά ψυχρή περιοχή, σε δάσος *Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. Τα φυτά φύονται κυρίως σε πλαγιά δυτικά του δασικού δρόμου που οδηγεί στο Φρακτό από το Παρανέστι. Ο πληθυσμός χαρακτηρίζεται από αρκετά άτομα που συνιστούν τον υπόροφο με άλλα νεαρά άτομα *Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe. Η θέση αυτή φαίνεται να αποτελεί το νοτιότερο όριο εξάπλωσης του είδους.





## **Ευχαριστίες**

Οφείλουμε να εκφράσουμε τις θερμές ευχαριστίες μας στο Δασαρχείο Δράμας και στον κ. Ν. Μέντη, δασολόγο του Δασαρχείου, για τις διευκολύνσεις που μας παρείχαν, στον κ. Ε. Καργιώτη, επίκουρο καθηγητή Τ.Ε.Ι. Καβάλας, για τη συμβολή του στον προσδιορισμό του μητρικού πετρώματος και στην κ. Σ. Σταυρίδου για την απόδοση στα ελληνικά του λήμματος από Flora Republicae Bulgaricae.

## **Βιβλιογραφία**

- Dostal, J., 1968. *Spiraea* L. In Tutin & al. (eds.), Flora Europaea 2 : 4-6. Cambridge.
- Hayek, A., 1925. Prodrromus Florae Peninsulae Balkanicae 1 : 656. Berlin - Dahlem.
- IUCN Threatened Plants Committee Secretariat, 1982. The rare, threatened and endemic plants of Greece. Ann. Musei Goulandris 5: 69-105.
- Jordanov, D., 1973. Flora Republicae Bulgaricae V : 24,26. Sofia.
- Καββάδας, Δ. Σ., 1956. Εικονογραφημένον Βοτανικόν - Φυτολογικόν Λεξικόν VIII : 3746-3748. Αθήναι.
- Krüssmann, G., 1978. Handbuch der Laubgehölze III : 370. Berlin.
- Polunin, O., 1980. Flowers of Greece & the Balkans. pp. 268-270. Oxford.

## Καταγραφή νέων για τη χλωρίδα του Πάικου taxa

(1) ΑΡΑΜΠΑΤΖΗΣ Θ. , (2) ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Σ.

- (1) *Εργαστήριο Δασικής Βοτανικής, Τμήμα Δασοπονίας, Τ.Ε.Ι. Καβάλας,  
Προάστιο, 661 00 Δράμα*  
(2) *Δασαρχείο Γουμένισσας, 613 00 Γουμένισσα*

**Περίληψη :** Το όρος Πάικο στα Βόρεια της Κεντρικής Μακεδονίας, στα σύνορα των νομών Κιλκίς και Πέλλας, χαρακτηρίζεται από την πλούσια χλωρίδα του. Τα μέχρι σήμερα γνωστά είδη και υποείδη του ανέρχονταν σε 963. Ο αριθμός αυτός αυξάνεται με τα 46 νέα για τη χλωρίδα του taxa. Σημαντική θέση μεταξύ αυτών κατέχουν τα σπάνια για τον ελλαδικό χώρο *Ribes alpinum* L., x *Malosorbus florentina* (Zucc.) Browicz και τα ενδημικού χαρακτήρα *Satureja montana* ssp. *macedonica* (Form.) Baden, *Crocus sieberi* Gay ssp. *sublimis* (Herb.) Mathew.

## Record of new taxa for the flora of Paiko

(1) ARABATZIS TH. , (2) PAPADIMITRIOU S.

- (1) *Laboratory of Forest Botany, Department of Forestry,  
Technological Education Institute (T.E.I.) Kavala,  
Proastio, 661 00 Drama*  
(2) *District Forest Office of Goumenissa, 613 00 Goumenissa*

**Abstract :** Paiko is a mountain in the north of Central Macedonia, ont the borders of the districts Kilkis and Pella and is characterised by its rich flora. Its known taxa had been 963 until now, but this has been increased by the 46 new taxa for its flora. The most significant of them are the rare for Greece *Ribes alpinum* L., x *Malosorbus florentina* (Zucc.) Browicz and the endemic *Satureja montana* ssp. *macedonica* ( Form.) Baden, *Crocus sieberi* Gay ssp. *sublimis* (Herb.) Mathew.

Το όρος Πάικο βρίσκεται στα Βόρεια της Κεντρικής Μακεδονίας, με κατεύθυνση από Β. προς Ν., στο βόρειο τμήμα των ορίων των νομών Κιλκίς και Πέλλας και κοντά στα σύνορα με την πρώην Γιουγκοσλαβία. Οι ψηλότερες κορυφές του είναι η Γκόλα Τσοούκα (1.650 m) και το Καντάσι (1.607 m). Το Πάικο χαρακτηρίζεται από την πλούσια χλωρίδα του. Από τα 888 φυτικά είδη που μέχρι σήμερα ήταν γνωστά (χωρίς να προσμετρώνται σε αυτά 5 group και κατώτερες του είδους συστηματικές μονάδες), 778 βρέθηκαν από Ν. Αθανασιάδη και Ε. Δρόσο, 99 από τους προηγούμενους και άλλους και 11 από άλλους. Συνολικά τα taxa ανέρχονταν σε 963 (Ν. Αθανασιάδης και Ε. Δρόσος 1990).

Μετά από πολλές επισκέψεις στο όρος Πάικο, ιδιαίτερα στις ανατολικές πλαγιές του, έχουν καταγραφεί 46 νέα για τη χλωρίδα του taxa. Από αυτά σημαντική θέση έχουν τα σπάνια για τον ελλαδικό χώρο *Ribes alpinum* L., x *Malosorbus florentina* (Zucc.) Browicz και τα ενδημικού χαρακτήρα *Satureja montana* ssp. *macedonica* (Form.) Baden και *Crocus sieberi* Gay ssp. *sublimis* (Herb.) Mathew.

Στη συνέχεια ακολουθεί κατάλογος των φυτικών ειδών και υποειδών, η σύνταξη του οποίου έγινε κατά αλφαβητική σειρά οικογενειών, γενών και ειδών. Ο προσδιορισμός των taxa και η ονοματολογία έγινε με βάση τα συγγράμματα Davis 1965-1982, Greuter 1989, Καββάδας 1956-1964, Strid 1986-1991, Tutin et al. 1964-1980.

#### BORAGINACEAE

*Alkanna graeca* Boiss. & Spruner in Boiss. ssp. *graeca* : Στροφή Παλλάδη, σε διάκενα *Quercus* sp. (120m), 9-4-94.

*Cerintho minor* L. ssp. *auriculata* (Ten.) Domac : Γράντιστα, σε χέρσα (300m), 20-5-95.

*Heliotropium suaveolens* Bieb. ssp. *suaveolens* : Δ. Φανού, σε χέρσα (400m), 25-8-94.

#### CANNABACEAE

*Humulus lupulus* L. : Β.Δ. Γουμένισσας, σε χέρσα (250m), 18-6-94.

#### CARYOPHYLLACEAE

*Silene compacta* Fischer : Β.Δ. Πηγής, Τρύπια Πέτρα, σε διάκενα *Quercus* sp. (200m), 16-6-94.

#### CRUCIFERAE

*Bunias erucago* L. : Δύο Ποτάμια, σε διάκενα *Quercus* sp. (150m), 5-5-94.

*Hutchinsia petraea* (L.) R. Br. in Aiton : Πετρωτό, σε διάκενα *Carpinus orientalis* Miller και *Juniperus oxycedrus* L. (1000m), 24-3-94.

*Thlaspi perfoliatum* L. : Γέφυρα Παππά, κατά μήκος ρέματος με βλάστηση από *Salix alba* L., *Salix elaeagnos* Scop. (600m), 24-3-94.

#### GROSSULARIACEAE

*Ribes alpinum* L. : Παλαιοχώρι, σε διάκενα *Fagus sylvatica* L. (1150m), 6-5-94.

#### IRIDACEAE

*Crocus pulchellus* Herb. : Α. Πενταλόφου, σε διάκενα ή κάτω από δάσος *Quercus* sp. (420m), 15-10-94.

*Crocus sieberi* Gay ssp. *sublimis* (Herb.) Mathew : Παλαιοχώρι, σε διάκενα

- Fagus sylvatica* L. (1200m), 24-3-94.
- Romulea bulbocodium* (L.) Sebastiani & Mauri : Μαντρί Δουτσιρέλη, σε διάκενα *Quercus pubescens* Willd. και *Carpinus orientalis* Miller (180m), 18-3-95.
- LAMIACEAE**
- Satureja montana* L. ssp. *macedonica* (Form.) Baden: Στροφή Βαβάμν, σε διάκενα *Quercus* sp. (340m), 14-10-94. - Δ. Σκρα, σε διάκενα *Quercus* sp. (900m), 27-8-94.
- LEGUMINOSAE**
- Chamaecytisus polytrichus* (MB.) Rothm. : Γουμένισσα, Γήπεδο, σε υγρές θέσεις (200m), 5-5-94.
- Cytisus procumbens* (Willd.) Sprengel : Δ. Φανού, σε διάκενα *Quercus frainetto* Ten. (380m), 14-6-94.
- Lathyrus cicera* L.: Δύο Ποτάμια, σε διάκενα *Quercus* sp. (150m), 5-5-94.
- Lathyrus digitatus* (MB.) Fiori in Fiori & Paol. : Μαντρί Τσούπα, σε διάκενα *Quercus* sp. (200m), 9-4-94.
- Trigonella balansae* Boiss. & Reuter in Boiss. : Στροφή Παλλάδη, σε διάκενα *Quercus* sp. (120m), 7-5-94. - Δύο Ποτάμια, σε διάκενα *Quercus* sp. (150m), 5-5-94.
- Vicia pannonica* Crantz : Μαντρί Δουτσιρέλη, σε διάκενα ή κάτω από *Quercus pubescens* Willd. και *Carpinus orientalis* Miller (180m), 9-4-94.
- Vicia narbonensis* L.: Β. Γουμένισσας, σε χέρσα (250m), 20-5-95.
- ORCHIDACEAE**
- Limodorum abortivum* (L.) Swartz : Ν. Κάρνης, Ποτίστρα, σε διάκενα *Quercus* sp. (350m), 5-5-94.
- Neottia nidus-avis* (L.) L. C. M. Richard: Καντάτσι, κάτω από *Fagus sylvatica* L. (1500m), 17-6-94.
- Ophrys apifera* Hudson : Γράντιστα, σε χέρσα (300m), 20-5-95.
- Ophrys scolopax* Cav. ssp. *cornuta* (Steven) Camus : Γράντιστα, σε χέρσα (300m), 18-5-94. - 1km Α. Γρίβας, σε διάκενα *Quercus* sp. (300m), 20-5-95.
- Ophrys sphegodes* Miller ssp. *mammosa* (Desf.) Soó ex E. Nelson : Στροφή Παλλάδη, σε διάκενα *Platanus orientalis* L. (120m), 7-5-94.
- Orchis italica* Poiret in Lam. : Φυλάκιο Κυρίως Σκρα, σε γυμνές θέσεις (1050m), 9-5-94.
- Orchis papilionacea* L.: Γράντιστα, σε χέρσα (250m), 20-5-95.
- Orchis provincialis* Balbis : Α. Γρίβας, σε διάκενα *Quercus* sp. (300m), 20-5-95.
- Orchis purpurea* Hudson : Φυλάκιο Κυρίως Σκρα, σε γυμνές θέσεις (1050m), 9-5-94. - Γράντιστα, σε χέρσα (250m), 20-5-95.
- Orchis simia* Lam. : Φυλάκιο Κυρίως Σκρα, σε γυμνές θέσεις (1050m), 9-5-94.
- Platanthera bifolia* (L.) L. C. M. Richard : Παλαιοχώρι, σε διάκενα *Fagus sylvatica* L. (1200m), 23-5-94. - Εγγλέζικα Λιβαδίων, σε διάκενα *Fagus sylvatica* L. (1200m), 18-6-94.
- OROBANCHACEAE**
- Orobanche alba* Willd. : Δύο Ποτάμια, σε διάκενα *Quercus* sp. (150m), 5-5-94.
- PAPAVERACEAE**
- Papaver argemone* L. ssp. *argemone* : 3km Β. Πλαγιάς, σε χέρσα (150m), 7-5-94.
- POLYGONACEAE**
- Rumex tuberosus* L. : Στροφή Παλλάδη, σε διάκενα *Quercus* sp. (120m), 9-4-94.

#### PRIMULACEAE

*Lycimachia atropurpurea* L. : Γρίπα-Συμβολή Αξιούπολης-Σκρα, σε πρανή δασικού δρόμου (580m), 25-5-94.

#### RANUNCULACEAE

*Adonis annua* L. : Β. Γουμένισσας, σε χέρσα (220m), 6-5-94. - Στροφή Παλλάδη, σε διάκενα *Quercus* sp. (120m), 7-5-94.

#### ROSACEAE

x *Malosorbus florentina* (Zucc.) Browicz : Α. Σκρα, σε διάκενα *Quercus* sp. (450m), 14-6-94.

*Pyracantha coccinea* Roemer : Δύο Ποτάμια, σε διάκενα *Quercus* sp. (150m), 5-5-94.

*Rosa agrestis* Savi : Υδραγωγείο Θεοδωράκιου, σε υγρές θέσεις (780m), 18-6-94.

*Rosa gallica* L. : Φυλάκιο Κυρίως Σκρά, (1100m), 27-8-94.- Γράντιστα, σε χέρσα (300m), 20-5-95.

*Rosa horrida* Fischer : Γέφυρα Παππά, σε διάκενα *Castanea sativa* Miller (600m), 13-10-94.

#### SCROPHULARIACEAE

*Lathraea squamaria* L.: Γέφυρα Παππά, κατά μήκος ρέματος με βλάστηση από *Salix* sp. (600m), 24-3-94.

#### SOLANACEAE

*Hyoscyamus niger* L. : 4 km N. Φανού, σε διάκενα *Quercus* sp. (250m), 12-5-94.

#### VIOLACEAE

*Viola alba* Besser ssp. *scotophylla* (Jordan) Nyman : Μαντρί Δουτσιρέλη, σε διάκενα ή κάτω από *Quercus pubescens* Willd. και *Carpinus orientalis* Miller (180m), 9-4-94.

*Viola sieheana* W. Becker: Μαντρί Δουτσιρέλη, σε διάκενα ή κάτω από *Quercus pubescens* Willd. και *Carpinus orientalis* Miller (180m), 9-4-94.

#### ZYGOPHYLLACEAE

*Tribulus terrestris* L. : Δ. Φανού, σε χέρσα (400m), 25-8-94.

### Ευχαριστίες

Οφείλουμε να εκφράσουμε τις θερμές ευχαριστίες στον κ. Ι. Πολυχρονίδη, δήμαρχο και πρόεδρο του Δ.Σ. του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας δήμου Αξιούπολης, για την αμέριστη συμπαράσταση, στήριξη και ενθάρρυνση του έργου στο σύνολό του, καθώς και το Δασαρχείο Γουμένισσας, τον κ. Κ. Βιδάκη, έκτακτο καθηγητή εφαρμογών του Τ.Ε.Ι. Καβάλας και την κ. Α. Μουρατίδου, πτυχιούχο Τμήματος Δασοπονίας Δράμας, για την πολύτιμη βοήθειά τους στα διάφορα στάδια των εργασιών.

## Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης, Ν. και Γερασιμίδης, Α., 1978. *Ribes alpinum* L. Ένα νέο είδος της ελληνικής κλωρίδας και ένας νέος σταθμός ανευρέσεως του *Ribes multiflorum* Kit. Επιστ. Επετ. Γεωπ. και Δασολ. Σχ., Δασολογικό Τμήμα, ΚΔ (No 9) : 287 - 300.
- Αθανασιάδης, Ν. και Δρόσος, Ε., 1990. Η κλωρίδα και η βλάστηση του όρους Πάικου. Επιστ. Επετ. του Τμ. Δασολ. και Φυσ. Περιβ.Α.Π.Θ., ΛΓ : 38-148.
- Broussalis, P., 1978. Greek species of *Fritillaria* (*Liliaceae*). Ann. Musei Gouladris 4: 13-18.
- Browicz, K., 1983. x *Malosorbus florentina* (Zuccaqui) Browicz (*Rosaceae*) in Greece. Ann. Musei Gouladris 6 : 27-35.
- Davis, P. H., 1965-1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands 1-9. Edinburgh.
- Δρόσος, Ε. και Αθανασιάδης, Ν., 1989. Συμβολή στην έρευνα των βοσκοτόπων του όρους Πάικου κλωρίδα και βλάστηση. Επιστ. Επετ. Τμ. Δασολ. και Φυσ. Περιβ. Α.Π.Θ., ΛΒ : 280 - 320.
- Greuter, W., Burdet, H.M. & G. Long., 1989. Med-Checklist 4. Geneve.
- IUGN threatened Plants Committee secretariat, 1982. The rare, threatened and endemic plants of Greece. Ann. Musei Gouladris 5 : 69-105.
- Καββάδας, Δ., 1956-1964. Εικονογραφημένον Βοτανικόν - Φυτολογικόν Λεξικόν 1 - IX. Αθήναι.
- Mathew, B. F., 1983. The greek species of *Crocus* (*Iridaceae*), a taxonomic survey. Ann. Musei Gouladris 6 : 63-86.
- Strid, A., 1986-1991. Mountain Flora of Greece 1, 2. Cambridge.
- Tutin, T. G. et al., 1964 -1980. Flora Europaea 1-5. Cambridge.

## Χάρτης βλάστησης της Κρήτης

Κυπριωτάκης Ζ.<sup>1</sup>, Τζανουδάκης Δ.<sup>2</sup> και Τσιουρλής Γ.Μ.<sup>3</sup>

1. Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου, ΣΤΕΓ, Εσταυρομένος 71500 Ηράκλειο

2. Πανεπιστήμιο Πατρών, Βιολογικό Τμήμα, Παν/πολη 26110 Πάτρα

3. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Βιολογικό Τμήμα, Τ.Θ.1470 71110 Ηράκλειο

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Παρουσιάζουμε τους τύπους βλάστησης στην Κρήτη και την κατανομή τους σε χάρτη. Η Κρήτη διακρίνεται σε 4 ζώνες φυσικής, ή δυνητικής, βλάστησης με μια σχετική διάταξη καθ' ύψος: 1. Θερμομεσογειακή της ελιάς (*Olea europaea* var. *sylvestris*) και χαρουπιιάς (*Ceratonia siliqua*) όπου επικρατούν σήμερα σχεδόν αποκλειστικά τα φρύγανα, 2. Μεσογειακή της αριάς (*Quercus ilex*) με τα δάση *Quercus coccifera* και *Pinus brutia*, 3. Ορομεσογειακή των δασών *Cupressus sempervirens*, και 4. Υψομεσογειακή όπου φύονται ποώδη και νανώδη θαμνώδη είδη τα οποία τα χαρακτηριστικά είναι ενδημικά. Τα φρύγανα είναι ο επικρατέστερος τύπος φυσικής βλάστησης (κάλυψη 25% της Κρήτης) από την παραλιακή μέχρι την ορεινή ζώνη υψόμετρου. Τα μακί έχουν περιοριστεί δραματικά (8%). Τα δάση βρίσκονται πλέον μόνο στους ορεινούς όγκους (6-7%), μερικά απ' αυτά διατηρούνται σε καλή κατάσταση, όπως τα σπάνια, στη μεσογειακή λεκάνη, δάση πρίνου (*Q. coccifera*), τα μοναδικά σε τέτοια έκταση δάση κυπαρισσιού (*C. sempervirens*) και τα θερμόφιλα πευκοδάση (*P. brutia*).

## Vegetation map of Crete

Kypriotakis Z.<sup>1</sup>, Tzanoudakis D.<sup>2</sup> and Tsiourlis G.M.<sup>3</sup>

1. Technological Educational Institute, School of Agricultural Technology, Estayromenos 71500 Iraklion Crete

2. University of Patras, Department of Biology, 26110 Patras

3. University of Crete, Department of Biology, P.O.Box 1470 71110 Iraklion Crete

**ABSTRACT:** In this paper are presented the vegetation types of Crete and their distribution in a map. The island of Crete is divided in 4 natural or potential vegetation zones with a relative distribution in altitude: 1. Thermomediterranean of carob (*Ceratonia siliqua*) and wild olive (*Olea europaea* var. *sylvestris*) which is today dominated almost exclusively by phrygana (low vegetation with xeromorphic shrubs), 2. Mediterranean of evergreen oak (*Quercus ilex*) with forests of *Quercus coccifera* and *Pinus brutia*, 3. Oromediterranean with *Cupressus sempervirens* forests, and 4. Highmediterranean (subalpine) where are growing grasses and dwarf shrubs that characteristic species are endemic. The phrygana are the dominant type vegetation (25% coverage of Crete) from the littoral to the mountainous zone. The maquis (matorrals) were limited dramatically (8%). The forests are confined to mountains (6-7%), however some as the rare, in the mediterranean basin, forests of kermes oaks (*Q. coccifera*), the unique in this extension cypress forests (*C. sempervirens*) and the thermophilous pine forests (*P. brutia*) are well conserved.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων των συγγραφέων στη μελέτη της χασμοφυτικής χλωρίδας και την απογραφή των σημαντικών ειδών και τύπων οικοτόπων της Κρήτης, έχουν συλλεγεί σημαντικές πληροφορίες για τους βασικούς τύπους βλάστησης που απαντούν στην Κρήτη και οι οποίες δίνονται στην παρούσα πρόδρομη ανακοίνωση. Παρά το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί αρκετές εργασίες σχετικά με τη βλάστηση της Κρήτης (ZOHARY and ORSHAN, 1966, A. ΖΑΧΑΡΗΣ, 1977, Γ. ΜΑΥΡΟΜΜΑΤΗΣ, 1978, BARBERO et QUEZEL, 1980, ZAFFRAN, 1982) η εκ νέου διερεύνηση του θέματος κρίνεται απαραίτητη λόγω α) της δυναμικής της βλάστησης και β) της διαφορετικής μας προσέγγισης αφού από μας δίνεται έμφαση στις πραγματικές και όχι στις δυνητικές φυτικές διαπλάσεις.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η παρούσα χαρτογράφηση της βλάστησης της Κρήτης στηρίχτηκε στη σύγκριση και συμπλήρωση υπαρχόντων χαρτών από δυο βάσεις δεδομένων, την ανάλυση αεροφωτογραφιών (1990) και τη συλλογή στοιχείων με αμέτρητες επισκέψεις στο πεδίο τα τελευταία χρόνια.

Τα αβιοτικά γνωρίσματα της Κρήτης είναι αρκετά γνωστά ώστε δεν κρίνεται απαραίτητο να αναφερθούν εδώ αναλυτικά. Γενικά, μπορούμε να τονίσουμε ότι δεσπόζουν στην τοπογραφία οι τέσσερις ορεινοί όγκοι και κλιματικά διακρίνουμε οριζόντιες διακυμάνσεις, από δυτικά προς ανατολικά και βόρεια προς νότια (μεταβολή του μεσογειακού κλίματος από υγρό σε ξηρό και προς θερμότερο αντίστοιχα) και βέβαια μια κάθετη υψομετρικά.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην Κρήτη διακρίνονται 4 ζώνες, ή όροφοι, φυσικής ή δυνητικής βλάστησης που χαρακτηρίζονται από καθορισμένες φυτοκοινωνίες και μια σχετική διάταξη καθ' ύψος.

### 1. Θερμομεσογειακή ζώνη βλάστησης *Oleo-ceratonion*

Η ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται από μέση ετήσια θερμοκρασία πάνω από 16° C, μεγάλη περίοδο ξηρασίας που διαρκεί 4-6 μήνες και ετήσιο ύψος βροχής 300-550 mm. Το άνω υψομετρικό όριο της είναι συνήθως τα 400 μ. στη βόρεια πλευρά του νησιού και φτάνει τα 600 μ στη νότια. Διακρίνουμε δυο υποζώνες: Την κατώτερη-θερμότερη *Oleo ceratonietum* και την ανώτερη-ψυχρότερη *Oleo lentiscetum*. Στην πρώτη ζώνη στις μέρες μας επικρατούν σχεδόν αποκλειστικά τα φρύγανα, ως προϊόν υποβάθμισης της αρχικής μακκίας βλάστησης χαρουπιάς (*Ceratonia siliqua*) και αγριελιάς (*Olea europaea* var. *sylvestris*) ή ως κλιματική έκφραση του πιο ξηρού κλίματος της ανατολικής Κρήτης. Ακραία έκφραση αυτής της υποζώνης απαντά στο ανατολικότερο άκρο της Κρήτης όπου σε ελαφρά αμμώδη εδάφη εμφανίζει στεππικό χαρακτήρα. Η επόμενη υποζώνη χαρακτηρίζεται από την παρουσία υπολειμματικών στοιχείων της μακκίας βλάστησης. Διακρίνονται δυο τύποι μακί: Ο πρώτος, ξηρόθερμος, με κυρίαρχο το



*Pistacia lentiscus* (σχίνος), το *Quercus coccifera* (πρίνος) και το *Juniperus phoenicea* (θαμνοκυπάρισσο) στην Ανατ. Κρήτη και ο δεύτερος, υγρότερος, στη Δυτική, Κεντρική Κρήτη με κυρίαρχα τα *Arbutus unedo* και *Arbutus andrachne* (κουμαριές) και *Erica arborea* (δενδρώδες ρείκι). Στη θερμομεσογειακή ζώνη απαντούν επίσης αραιά δάση τραχείας πεύκης (*Pinus brutia*) που κατεβαίνουν μέχρι το επίπεδο της θάλασσας (περιοχές νότια των Λευκών Ορέων, των Αστερουσίων και των βουνών της Θρύπτης). Σ' αυτή τη ζώνη έχουν αναπτυχθεί και οι περισσότερες καλλιέργειες ελιάς και εσπεριδοειδών της νήσου.

## 2. Μεσογειακή ζώνη (*Quercion illicis*)

Η ζώνη αυτή οριοθετείται συνήθως υψομετρικά από 600 μέχρι 1000 μ. Κλιματολογικά χαρακτηρίζεται από μέση θερμοκρασία ανάμεσα σε 13 και 16<sup>o</sup> C και ετήσιες βροχοπτώσεις μεταξύ 600-1000 mm. Στην Κρήτη, τη θέση της αριάς (*Quercus ilex*), που στις περισσότερες περιοχές του ελληνικού χώρου είναι βασικό στοιχείο αυτής της ζώνης, παίρνουν ο πρίνος (*Q. coccifera*) και η τραχεία πεύκη (*P. brutia*).

## 3. Ορομεσογειακή ζώνη βλάστησης

Η ορομεσογειακή ζώνη βλάστησης απαντά από υψόμετρο 1000 μέχρι 1400 μ. (έως 1600) και χαρακτηρίζεται από ορεινό μεσογειακό κλίμα, με δριμύτερους χειμώνες και μικρής διάρκειας καλοκαιρινής ξηρασία (1-2 μήνες). Η ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται από τα δάση *Cupressus sempervirens* (κυπαρίσσι).

## 4. Υψομεσογειακή (Υπαλπική) ζώνη βλάστησης

Η υψομεσογειακή ζώνη καλύπτει τις κορυφές των υψηλών βουνών και αρχίζει από το ανώτερο όριο της δασικής βλάστησης (μεταξύ 1400 και 1600 μ.). Σ' αυτή τη ζώνη βλάστησης επικρατούν ποώδη και χαμηλά θαμνώδη είδη τα οποία τα χαρακτηριστικά είναι ενδημικά. Τα είδη που κυριαρχούν είναι τα *Astragalus angustifolia*, *Astracantha creticus*, *Berberis cretica*, *Prunus prostrata* καθώς και είδη των γενών *Festuca* και *Poa*.

Επίσης διακρίνουμε αζωνική βλάστηση όπως την τυπική αλοφυτική βλάστηση παραθαλάσσιας περιοχής (*Matthiola triscupidata*, *Elymus farctus*, κ.α.), τη βραχώδη βλάστηση (χαρακτηριστικά π.χ. *Staehelina petiolata*, *Centaurea argentea*, *Dianthus fruticosus* subsp. *creticus*) και την υδρόφιλη βλάστηση των λίγων υγροτόπων (π.χ. καλαμιές -*Phragmites australis*-) και ποταμών (χαρακτηριστικά τα πλατάνια -*Platanus orientalis*- και οι πικροδάφνες -*Nerium oleander*-).

Από την ανάλυση των δεδομένων και του χάρτη διαπιστώνουμε τα παρακάτω:

Τα **φρύγανα** είναι ο επικρατέστερος τύπος φυσικής βλάστησης που συναντάμε στην Κρήτη, καλύπτουν περίπου το 25% της επιφάνειάς της. Τα βρίσκουμε από το επίπεδο της θάλασσας, κοντά στις παραλίες, στα πεδινά ανάμεσα στις καλλιέργειες και στις πλαγιές των λόφων και των βουνών μέχρι και την ορεινή ζώνη (1500 μ.). Τα φυτικά είδη που συναντάμε συχνότερα στους κρητικούς φρυγανότοπους είναι: *Sarcopoterium spinosum* (αστοιβή), *Thymus capitatus* (θυμάρι), *Cistus* spp. (λαδανιές), *Euphorbia characias* (φλώμος), *Phlomis fruticosa* (ασφάκα, αγγάραθος), *Genista*

*acanthoclada* (αφάνα), *Erica manipuliflora* (ρείκι), *Euphorbia acanthothamnus* (γαλατσιίδα), *Satureja thymbra* (θρούμπα), *Salvia* spp. (φασκομηλιές) και τα ενδημικά είδη *Verbascum spinosum* (βερμπάσκο) και *Ebenus cretica* (αρχοντόξυλο). Όλα είναι ηλιόφιλα, μεσογειακά είδη κυρίως της ανατολικής Μεσογείου. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι φρυγάνων της Κρήτης είναι αυτοί που κυριαρχούν η αστοιβή και το θυμάρι. Οι εγκαταλλειμμένες καλλιέργειες ή οι καμένες εκτάσεις καλύπτονται σε λίγα χρόνια από τα *S. spinosum*, *C. creticus*, *G. acanthoclada* και *Salvia* spp. Χαρακτηριστικό παράδειγμα βλέπουμε στις αναβαθμίδες του Ν. Ρεθύμνης και του Ν. Χανίων.

Τα μακί της Κρήτης έχουν περιοριστεί δραματικά και καλύπτουν λιγότερο από το 8% της πεδινής και ημιορεινής επιφάνειας του νησιού. Όπως και στα μακί της υπόλοιπης χώρας, επικρατέστερα είδη στην Κρήτη είναι: *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*, *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Arbutus* spp., *Erica arborea*, *Juniperus* spp. (κέδροι), *Calycotome villosa* (ασπάλαθος) και *Laurus nobilis* (δάφνη). Όλα τους είναι χαρακτηριστικά μεσογειακά είδη ευρέως διαδεδομένα. Τα μακί με *Q. coccifera* (πρινώνες) βρίσκονται κυρίως στις παρυφές των αντίστοιχων δασών (στην Α. και Κ. Κρήτη), ως πρώτο στάδιο υποβάθμισης από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Σε πολλά δυτικά και κεντρικά σημεία του νησιού, οι κουμαριές (*Arbutus* spp.) και τα δενδρώδη ρείκια (*E. arborea*) συνθέτουν ένα τυπικό μακί, πυκνό, σχεδόν αδιαπέραστο, ύψους μέχρι 3 μ. Υπάρχουν και μακί, σχηματιζόμενα από άλλα είδη όπως το μοναδικό αμιγές μακί δάφνης (*Laurus nobilis*) στην Κρήτη, στο χωριό Τζιτζιφές (Ν. Χανίων). Στο δυτικό μέρος του νησιού και στα νησιά δορυφόρους (Γαύδος, Χρυσή) αναπτύσσονται δενδρώδη μακί με θαλασσόκεδρους (*Juniperus macrocarpa*) και θαμνοκυπάρισσους (*Juniperus phoenicea*) σε στερεό υπόστρωμα ή αμμοθίνες.

Σήμερα, τα δάση καλύπτουν περίπου το 6-7% της επιφάνειας της Κρήτης και περιορίζονται πλέον μόνο στους ορεινούς όγκους, ενώ τα δασικά εδάφη αντιπροσωπεύουν τη μισή έκταση του νησιού. Τα είδη που χαρακτηρίζουν τα δάση της Κρήτης είναι κυρίως: *Pinus brutia*, *Cupressus sempervirens* και *Quercus coccifera*. Συμμετέχουν ακόμη, σε περιορισμένους πληθυσμούς, τα *Acer sempervirens*, *Quercus ilex*, *Zelkova abelicea* (αμπελίτσα, ενδημικό), ο φοίνικας του Θεόφραστου (*Phoenix theophrastii*) και οι φυλλοβόλες βελανιδιές (*Quercus pubescens* και *Q. macrolepis*). Μερικά από τα δάση που διατηρούνται σε καλή κατάσταση είναι τα αυτοφυή αμιγή δάση κυπαρισσιού στα Λευκά Όρη, από τα μοναδικά του είδους στη Μεσόγειο, τα δάση πρίνου στις πλαγιές του Ψηλορείτη, τα πευκοδάση στις Ν. πλαγιές της Δίκτης και το αισθητικό φοινικόδασος στο Βάι. Ωστόσο, τα λίγα αυτοφυή δάση που παρατηρούνται σε φυσική αδιατάρακτη κατάσταση, βρίσκονται στις απότομες πλαγιές των βουνών σε γκρεμούς, σε μικρά νησάκια ή σε μερικές προφυλαγμένες τοποθεσίες στην υπαλπική ζώνη. Τα δάση αριάς είναι ελάχιστα στην Κρήτη, με το μεγαλύτερο στην περιοχή Κράση Πεδιάδας στο Ν. Ηρακλείου. Αντίθετα, τα δάση πρίνου παρουσιάζουν ένα ξεχωριστό ενδιαφέρον, διότι σε άλλες περιοχές σπανιότατα οι πρίνοι αναπτύσσονται σε δενδρώδη μορφή, όπως συμβαίνει στην Κρήτη. Τα δάση πρίνου αναπτύσσονται στην ημιορεινή και

ορεινή ζώνη, μεταξύ 300 και 1.000 μ., ή ακόμη υψηλότερα, μέχρι 1.300 μ., στους σταθμούς με τις ευνοϊκότερες οικολογικές συνθήκες (κυρίως στην Α. και Κ. Κρήτη). Τη τραχεία πεύκη (*P. brutia*) που αντικαθιστά στην ανατολική Μεσόγειο τη χαλέπιο πεύκη (*Pinus halepensis*), τη συναντάμε από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι 1.200 μ. Τα αμιγή δάση κυπαρισσιού βρίσκονται μεταξύ 1.000 και 1.300 μ., στις βόρειες πλαγιές των βουνών, ή μέχρι 1.500 μ. στις νότια εκτεθειμένες, ανάμεσα στα δάση πρίνου ή πεύκου και την υπαλπική χαμηλή αραιή βλάστηση. Ωστόσο, τα συναντάμε και στο επίπεδο της θάλασσας, σε περιορισμένες διαπλάσεις (πρόποδες των Λευκών Ορέων). Το σφενδάμι περιορίζεται σε υψόμετρο πάνω από 700 μ., σε ανάμιξη με το κυπαρίσσι ή τον πρίνο, στην ορεινή ζώνη. Μετά την εγκατάλειψη της συστηματικής εκμετάλευσής του έχει επανακάψει εντυπωσιακά στους Ν. Χανίων και Ρεθύμνης. Επίσης, συναντάμε, μεταξύ 1.000 και 1.300 μ., σε όλους τους ορεινούς όγκους (πλην των Αστερουσίων), την αμπελίτσα, παλαιοενδημικό είδος ασιατικής προέλευσης, σε μικρές συστάδες ή μεμονωμένα άτομα, σε θαμνώδη ή δενδρώδη μορφή. Φαίνεται ότι δασικές διαπλάσεις με *Z. abelicea* καταλάμβαναν την ενδιάμεση ζώνη μεταξύ των σκληρόφυλλων δασών δρυών και την υπαλπική βλάστηση, δηλαδή την κατεξοχήν ορεινή ζώνη (ZAFFRAN, 1982). Ακόμη ο φοίνικας φύεται σε αρκετές περιοχές της Κρήτης, σε συστάδες όπως στη Ν. πλευρά των Αστερουσίων, σε δασύλλιο όπως στο Κουρταλιώτικο φαράγγι και το μοναδικό δάσος στην Ευρώπη στην περιοχή Βάι. Η δομή των δασών της Κρήτης είναι απλουστευμένη σε σύγκριση με τα αντίστοιχα συνηθισμένα δάση της ηπειρωτικής Ελλάδας. Εμφανίζουν σχετικά μικρή φυτοκάλυψη (κάτω από το ήμισυ της επιφάνειας του εδάφους), με χαμηλό ύψος, σπάνια πάνω από τα 10-15 μ ύψος, εκτός από μερικά δάση κυπαρισσιού στα Λευκά Όρη, και με αραιές θαμνώδεις και ποώδεις στρώσεις.

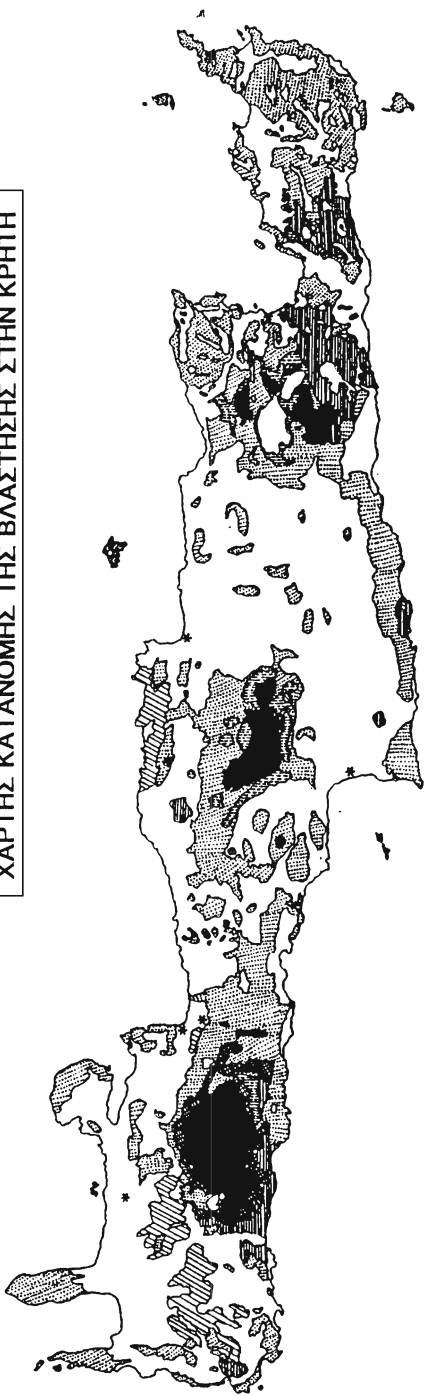
### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαρίστουμε την κ. Σπ. Κώτση-Τσιουρλή για τη σχεδίαση του χάρτη.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BARBERO M. et QUEZEL P., 1980. La végétation forestière de Crète. *Ecologia Mediterranea*, N° 5, 175-210.
- Μαυρομμάτης Γ., 1978. Χάρτης βλάστησης της Ελλάδας. Υπουργείο Γεωργίας - Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Αθήνας.
- ZAFFRAN J., 1982. Contribution à la flore et à la végétation de la Crète. Thèse de Doctorat, Université de Provence,
- ZΑΧΑΡΗΣ Α., 1977. Τα δάση της Κρήτης. Υπουργείο Γεωργίας - Γενική Διεύθυνση Δασών, 146 σελ.
- ZOHARY M. and ORSHAN G., 1966. An outline of the geobotany of Crete. *Israel J. Botany*, Vol. 14, supplement, 49 pp.

ΧΑΡΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΗΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ



ΥΠΟΜΝΗΜΑ - LEGEND

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▨ - ΦΡΥΓΑΝΑ - PHRYGANA</li> <li>▧ - ΜΑΚΙ - MAQUIS</li> <li>▩ - ΔΑΣΗ ΜΕ ΠΙΝΟΥΣ - FORESTS OF KERMES OAKS (QUERCUS COCCIFERA)</li> <li>▩ - ΠΕΥΚΟΔΑΣΗ - PINES FORESTS (PINUS BRUTIA)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▩ - ΔΑΣΗ ΚΥΠΑΡΙΣΙΟΥ - FORESTS OF CYPRESS (CYPRESSUS SEMPERVIRENS)</li> <li>■ - ΥΠΑΛΠΙΚΗ ΚΑΙ ΑΛΠΙΚΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗ SUBALPINE AND ALPINE VEGETATION</li> <li>▲ - ΦΟΙΝΙΚΕΣ - PALMS (PHOENIX THEOPHRASTII)</li> <li>□ - ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΜΕ ΔΙΑΣΠΑΡΤΑ ΦΡΥΓΑΝΑ CULTIVATED GROUND WITH PATCHES OF PHRYGANA</li> <li>☆ - ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ - WETLANDS</li> </ul> |
|--|--|

## Στάδια Ανάπτυξης των ανθικών καταβολών της τριανταφυλιάς

Δώρα Χειμωνίδου - Παυλίδου

*Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών, Λευκωσία, Κύπρος*

### Περίληψη

Οκτώ στάδια ανάπτυξης έχουν βρεθεί από την έκπτυξη του ανθοφόρου οφθαλμού έως το στάδιο του πλήρους σχηματισμού των ανθικών καταβολών. Στόχος της έρευνας αυτής ήταν να εξευρεθεί μια κλίμακα στα στάδια ανάπτυξης του τριανταφύλλου και μια συσχέτιση των εξωτερικών (μακροσκοπικών) σταδίων με τον εσωτερικό σχηματισμό των ανθικών καταβολών (μικροσκοπικά) ούτως ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν διάφορες δοκιμές σε εξειδικευμένα στάδια ανάπτυξης του τριανταφύλλου. Ελλειψη νερού κατά το σχηματισμό των καταβολών των φύλλων, προκαλεί καθυστέρηση στην συμπλήρωση του κύκλου του τριανταφύλλου έως στο στάδιο εκκοπής όμως δεν έχει καμιά αρνητική επίπτωση στην ποιότητα των παραγομένων τριανταφύλλων. Το στάδιο σχηματισμού των καταβολών των πετάλων και στημόνων αποδείχθηκε πολύ ευαίσθητο. Μείωση του νερού στα συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης, (σχηματισμός καταβολών των πετάλων έως τον σχηματισμό των καταβολών των στημόνων), μπορεί να προκαλέσει παραμορφώσεις στο τελικό στάδιο εκκοπής και μείωση της ολικής παραγωγής έως 70%. Μείωση του νερού μετά τον πλήρη σχηματισμό των στημόνων και καρποφύλλων δεν είχε καμιά αρνητική επίπτωση στον αριθμό ή την ποιότητα των τριανταφύλλων που έφτασαν στο τελικό στάδιο εκκοπής.

## Steps in the development of floral parts of the rose

Δώρα Χειμωνίδου - Παυλίδου

*Agricultural Research Institute, Nicosia, Cyprus*

### Abstract

Eight stages of rose development were defined from initiation of the axillary bud to stage of full complement of the floral parts. The aim was to provide a "base-line" of bud development and to correlate external (visible) development with internal (meristematic) development so that different treatments could be imposed at specific developmental stages. Water stress applied at the stage of leaf primordium formation resulted in a delay in the rose production cycle but did not have any negative effect on the quality of the flower shoot or the flower bud. The stage of petal and stamen initiation were very sensitive to water stress. Water stress imposed from the stage of the initiation of petal primordia until stamen formation, resulted in malformed flower buds at the marketable stage and reduced the total productivity up to 70%. Water stress applied after stamen formation and after carpel formation, did not have any negative effect on the number of the flowering shoots that reached the marketable stage, or on the quality of the flowers produced.

## Εισαγωγή

Παρόλο που το τριαντάφυλλο είναι παγκοσμίως ένα από τα σημαντικότερα κομμένα λουλούδια, ή έρευνα πάνω σε θέματα φυσιολογίας τριανταφυλιάς είναι λιγοστή και μόνο τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στον σχηματισμό και την ανάπτυξη των ανθοφόρων οφθαλμών κατά μήκος του βλαστού (Lieth and Pasian, 1991; Kool et al., 1991; Zieslin, 1992; Kool and van de Pol, 1993; Marcelis-van Acker, 1993, 1994). Οι μορφολογικές παρατηρήσεις της διάταξης των οφθαλμών επί του βλαστού καθώς και ανατομικές μελέτες της δομής των πλευρικών οφθαλμών ίσως βοηθήσουν στην κατανόηση της δημιουργίας του τριανταφύλλου (Zieslin 1992).

Στόχος της έρευνας αυτής ήταν η μελέτη των σταδίων ανάπτυξης του οφθαλμού και η συσχέτιση των εξωτερικών σταδίων ανάπτυξης (μακροσκοπικά) με τις ανθικές καταβολές (μικροσκοπικά) ούτως ώστε να μπορέσουν να εφαρμοστούν διάφορες δοκιμές έλλειψης νερού σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης με στόχο την εξεύρεση κρίσιμων σταδίων ανάπτυξης του τριανταφύλλου.

## Μέθοδοι και Υλικά

Για τις μακροσκοπικές και μικροσκοπικές παρατηρήσεις χρησιμοποιήθηκαν 48 οφθαλμοί, ένας από κάθε τριανταφυλιά ποικιλίας "Madelon". Κύριο κριτήριο για την εκλογή των οφθαλμών ήταν η διάμετρος του βλαστού (περίπου η ίδια για όλα τα δείγματα) και η θέση του οφθαλμού (πρώτος μετά την εκκοπή του τριανταφύλλου). Μακροσκοπικά στοιχεία των διαφόρων σταδίων ανάπτυξης βασίστηκαν στην επιμήκυνση των βλαστών και στην εμφάνιση των φύλλων (τρίφυλλα και πεντάφυλλα). Ελαμβάνονταν καθημερινές παρατηρήσεις των σταδίων ανάπτυξης μακροσκοπικά καθώς και εσωτερικά μετά από ανατομικές παρατηρήσεις στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (Scanning Electron Microscope).

Μετά από τη συσχέτιση εξωτερικών σταδίων ανάπτυξης και εσωτερικών ανθικών καταβολών, εφαρμόστηκαν 6 δοκιμές έλλειψης νερού για τρεις περιόδους Χειμώνα, Ανοιξης και Καλοκαιριού. Σε όλες τις περιπτώσεις η διακοπή της άρδευσης διαρκούσε 5-6 μέρες και οι ενδείξεις των τενσιομέτρων έφταναν τα -95 κΡα. Στην περίπτωση του μάρτυρα όπως και μετά από κάθε δοκιμή, η εδαφική υγρασία επαναφερόταν στα -25 κΡα όπου διατηρόταν σταθερή έως το τελικό στάδιο εκκοπής του τριανταφύλλου.

Δοκιμή 1: Έλλειψη νερού από το στάδιο 1 έως το στάδιο 2.

Δοκιμή 2: Έλλειψη νερού από το στάδιο 2 έως το στάδιο 4.

Δοκιμή 3: Έλλειψη νερού από το στάδιο 4 έως το στάδιο 6.

Δοκιμή 4: Έλλειψη νερού από το στάδιο 6 έως το στάδιο 8.

Δοκιμή 5: Έλλειψη νερού μετά το στάδιο 8 για 5-6 μέρες.

Δοκιμή 6 (μάρτυρας): Άρδευση καθ'όλα τα στάδια ανάπτυξης έως το τελικό στάδιο εκκοπής.

## Αποτελέσματα

### α) Συσχετισμός μεταξύ εξωτερικών (μακροσκοπικών) και εσωτερικών (μικροσκοπικών) σταδίων

Οκτώ στάδια ανάπτυξης έχουν βρεθεί από την έκπτυξη του ανθοφόρου οφθαλμού έως το στάδιο του πλήρους σχηματισμού των ανθικών καταβολών.

**Στάδιο 1.** Έκπτυξη οφθαλμού χωρίς επιμήκυνση. Εσωτερικά αντιστοιχεί στον σχηματισμό των καταβολών του πρώτου τριφύλλου.

**Στάδιο 2.** Επιμήκυνση του βλαστού έως 20 χιλιοστά, αλλά πριν την εμφάνιση του πρώτου τριφύλλου, εσωτερικά αντιστοιχεί στον πλήρη σχηματισμό των καταβολών των

πεντάφυλλων.

**Στάδιο 3.** Εμφάνιση του πρώτου τριφύλλου με μέγεθος 20 χιλιοστά. Εσωτερικά σχηματισμός της πρώτης σειράς των καταβολών των πετάλων.

**Στάδιο 4.** Εμφάνιση του δεύτερου τριφύλλου με μέγεθος 20 χιλιοστά. Εσωτερικά σχηματισμός της δεύτερης σειράς των καταβολών των πετάλων.

**Στάδιο 5.** Εμφάνιση του πρώτου πεντάφυλλου με μέγεθος 20 χιλιοστών. Εσωτερικά εμφάνιση των καταβολών των σημόνων στο κέντρο της ανθοδόχης.

**Στάδιο 6.** Εμφάνιση του δεύτερου πεντάφυλλου με επιμήκυνση 20 χιλιοστών. Εσωτερικά πλήρης σχηματισμός των σημόνων.

**Στάδιο 7.** Εξωτερικά πλήρης σχηματισμός των φύλλων και εμφάνιση του μπουμπουκιού του τριανταφύλλου. Εσωτερικά οι στήμονες είναι διατεταγμένοι στην περιφέρεια και οι καταβολές των καρποφύλλων εμφανίζονται στο εσωτερικό της ανθοδόχης.

**Στάδιο 8.** Το μπουμπούκι του τριανταφύλλου έχει διάμετρο 5-7 χιλιοστά. Εσωτερικά είναι πλήρως σχηματισμένα τα καρπόφυλλα στο εσωτερικό της ανθοδόχης.

## **β) Επίδραση της έλλειψης νερού στην ποσοπική και ποιοτική παραγωγή κατά τις διάφορες εποχές.**

Αποτελέσματα έδειξαν ότι ένα ψηλό ποσοστό (33%) από τους βλαστούς που εξετάστηκαν σε όλες τις δοκιμές δεν έφτασαν το τελικό στάδιο εκκοπής κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω τυφλών οφθαλμών και παραμορφώσεων στο στάδιο εμφάνισης του μπουμπουκιού (εσωτερικά οι στήμονες ήσαν πιεσμένοι και μη καλά αναπτυγμένοι στο κέντρο της ανθοδόχης). Το ποσοστό αυτό μειώθηκε κατά την Άνοιξη (20%) και το Καλοκαίρι (10%).

Έλλειψη νερού κατά τη δοκιμή 1, δεν είχε αρνητική επίδραση στον αριθμό ή την ποιότητα των τριανταφύλλων που έφτασαν το τελικό στάδιο εκκοπής. Κατά τη δοκιμή 2, παρουσιάστηκε μείωση του ποσοστού των τριανταφύλλων που έφτασαν το τελικό στάδιο εκκοπής μόνο κατά τον Χειμώνα. Το ποσοστό αυτό ήταν χαμηλότερο (31.6%) συγκρινόμενο με τις δοκιμές 1, 4, 5 και 6 των οποίων τα ποσοστά έφταναν από 54.8% έως 66.7%. Κατά τη δοκιμή 3, παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη μείωση σε όλες τις εποχές. Κατά το Χειμώνα το ποσοστό των βλαστών που έφτασαν στο τελικό στάδιο εκκοπής ήταν μόνο 30% ενώ κατά την άνοιξη και καλοκαίρι 32,3% και 49% αντίστοιχα συγκρινόμενο με τις δοκιμές 1, 4, 5 και 6 όπου τα ποσοστά ήταν 79-100%. Οι δοκιμές 4, 5 και 6, δεν είχαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα ποσοστά των βλαστών που έφταναν το τελικό στάδιο εκκοπής.

## **Συζήτηση**

Τα στάδια ανάπτυξης τα οποία βρέθηκαν στην μελέτη αυτή, έχουν ομοιότητες με τα στάδια ανάπτυξης τα οποία αναφέρουν οι Horridge και Cockshull (1974). Η δημιουργία των ανθικών καταβολών άρχισε αμέσως μετά την επιμήκυνση του οφθαλμού. Όταν ο βλαστός έφτασε τα 20 χιλιοστά (στάδιο 2), παρατηρήσεις στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έδειξαν ότι οι καταβολές των φύλλων ήσαν πλήρως σχηματισμένες και ότι μετά την αφαίρεση των φύλλων το ακραίο μερίστωμα παρουσίαζε κυματοειδές. Αυτό το στάδιο αντιστοιχεί στο στάδιο 1 της κλίμακας των Horridge και Cockshull (1974). Το στάδιο 3 όπου σχηματίζονται οι καταβολές των πετάλων έχει θεωρηθεί το μεταβατικό στάδιο από το βλαστικό στο ανθικό μερίστωμα. Σε όλες τις περιπτώσεις το μήκος του βλαστού στο στάδιο αυτό δεν ξεπερνούσε τα 35 χιλιοστά. Σε πειράματα του Horridge και Cockshull (1974) στις ποικιλίες 'Baccara', 'Pink Sensation', 'Super Star' και 'Sonia' σε διάφορες θερμοκρασίες, αναφέρεται ότι βλαστικά μεριστώματα δεν παρατηρήθηκαν σε βλαστούς μεγαλύτερους από 50 χιλιοστά εκτός από τις δοκιμές στις πολύ χαμηλές

θερμοκρασίες για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Επιπλέον η Marcellis-van Acker (1994), αναφέρει ότι 10 μέρες μετά από την εκπτυξη του ακραίου οφθαλμού της ποικιλίας 'Sweet Promise' και όταν το μήκος του βλαστού έφτασε τα 50 χιλιοστά περίπου, είχαν ήδη σχηματιστεί οι καταβολές των φύλλων και οι ανθικές καταβολές.

Κατά τον Χειμώνα παρατηρήθηκε ένα ψηλό ποσοστό τυφλών οφθαλμών (περίπου 30%) σε όλες τις δοκιμές. Ο Hubbelle (1934 a, b) είχε αναφέρει ότι οι τυφλοί οφθαλμοί σχηματίζονται όταν δεν σχηματιστούν όλες οι ανθικές καταβολές και συγκεκριμένα οφείλονται στην αποτυχία σχηματισμού των καταβολών των καρποφύλλων. Έχει αποδειχθεί ότι πολλοί παράγοντες όπως χαμηλές θερμοκρασίες, χαμηλός φωτισμός κλπ, ευθύνονται για την δημιουργία αυξημένου αριθμού τυφλών οφθαλμών (Moe και Kristoffersen, 1969; Moe, 1971a; Mor και Halevy, 1984; Moe, 1988). Στην δοκιμή 3, όπου υπήρξε έλλειψη νερού κατά το σχηματισμό των καταβολών των στημόνων, παρατηρήθηκε ψηλό ποσοστό παραμορφώσεων στο στάδιο 8 ανεξάρτητα εποχής όπου οι στημόνες δεν αναπτύχθηκαν κανονικά αλλά βρίσκονται συμπιεσμένοι στην ανθοδόχη. Πιθανόν η έλλειψη νερού στο συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης να παρεμποδίζει την δράση του γόνου SUP ο οποίος δρα στον κύκλο όπου αναπτύσσονται οι καταβολές των στημόνων (Jack et al., 1993).

Ευχαρίστεις στους Δρα Lynda Bonner - Reading University, Αγγλίας - για την βοήθεια της στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και τον κο Σωτήρη Χριστοφόρου - Ινστιτούτο Γεωργικών Ερευνών - για την βοήθεια του στο Θερμοκήπιο και τις εργαστηριακές μετρήσεις.

#### **Βιβλιογραφία**

- Horridge J.S. and Cockshull K.E., 1974. Flower initiation and development in the glasshouse rose. *Scientia Hort.* 2:273-284.
- Hubbell, D.S., 1934a. Causes of "blind" wood in roses. *Plant Physiol.* 9:261-281.
- Hubbell, D.S., 1934b. A morphological study of blind and flowering rose shoots, with special reference to flower bud differentiation. *J. Agric. Res.* 48:91-95.
- Jack, T., Sieburth, L.E. and Meyerowitz, E.M., 1993. Genes that control flower development in Arabidopsis. *Dev. Biol.* 4:51-63.
- Kool, M.T.N., van de Pol, P.A. and Berentzen, W.T.J., 1991. Formation and early development of bottom breaks in 'Motrea' roses. *Scientia Hort.* 48:293-298.
- Kool, M.T.N. and van de Pol, P.A., 1993. Controlling the plant development of *Rosa Hybrida* 'Motrea'. *Scientia Hort.* 53:239-248.
- Lieth, J.H. and Pasian, C.C., 1991. A simulation model for the growth and development of flowering rose shoots. *Scientia Hort.* 46:109-128.
- Marcellis-van Acker, C.A.M., 1993. Morphological study of the formation and development of basal shoots in roses. *Scientia Hort.* 54:143-152.
- Marcellis-van Acker, C.A.M., 1994. Ontogeny of axillary buds and shoots in roses: Leaf initiation and pith development. *Scientia Hort.* 57:111-122.
- Moe, R., 1971a. Factors affecting flower abortion and malformation in roses *Physiol. Plant.* 24:291-300.
- Moe, R., 1988. Growth and Flowering in Roses. *Acta-Hort.* 218:121-129.
- Moe, R. and Kristoffersen, T., 1969. The effects of temperature and light on growth and flowering of *Rosa* "Bacara" in greenhouses. *Acta Hort.* 14:157-167.
- Mor, Y. and Halevy, A.H., 1984. Dual effect of light on flowering and sprouting of rose shoots. *Physiol. Plant.* 61:119-124.
- Zieslin, N., 1992. Regulation of flower formation in rose plants: a reappraisal. *Scientia Hort.* 49:305-310.



## **Ανάπτυξη των κυττάρων του δεσμικού κολεού και λειτουργική επικοινωνία τους με τα κύτταρα του μεσόφυλλου στο καλαμπόκι**

**Μποζαμπαλίδης AM<sup>1</sup>, Μακρής A<sup>2</sup>, Evert RF<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, ΑΠΘ*

<sup>2</sup>*Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων, Κρήτη*

<sup>3</sup>*Department of Botany, University of Wisconsin, Madison, WI 53706-1381, USA*

**Περίληψη** Κατά την ανάπτυξη των ηθμαγγειωδών δεσμίδων στα φύλλα του καλαμποκιού, στα κύτταρα του δεσμικού κολεού αυξάνει ο όγκος των χυμοτοπίων και τα προπλαστίδια μετατρέπονται σε χλωροπλάστες που περιέχουν επιμήκη θυλακοειδή (χωρίς grana) και πολλούς αμυλόκοκκους. Οι χλωροπλάστες των κυττάρων του δεσμικού κολεού και του μεσόφυλλου σχηματίζουν προς το κοινό τοίχωμα στις θέσεις των πρωτογενών βοθριακών πεδίων προβολές του περιφερειακού τους δικτύου, οι οποίες διευκολύνουν τη μεταφορά διαφόρων μεταβολιτών.

## **Development of the bundle sheath cells and their functional communication with the mesophyll cells in maize**

**Bosabalidis AM<sup>1</sup>, Makris A<sup>2</sup>, Evert RF<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Botany, School of Biology, Aristotle University, Thessaloniki 54006, Greece*

<sup>2</sup>*Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Chania 73100, Crete, Greece*

<sup>3</sup>*Department of Botany, University of Wisconsin, Madison, WI 53706-1381, USA*

**Abstract** During vascular bundle development in maize leaves, in the bundle sheath cells the vacuome increases and the proplastids turn into chloroplasts with elongated thylakoids and many starch grains. The chloroplasts of both the bundle sheath cells and the mesophyll cells form towards the primary pit-fields of their common walls projections of their peripheral reticulum, facilitating the transportation of metabolites.

## Εισαγωγή

Το καλαμπόκι είναι ένα μονοκότυλο φυτό (C4), στα φύλλα του οποίου οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες φέρονται παράλληλα μεταξύ τους κατά μήκος του μεγάλου άξονα. Κάθε ηθμαγγειώδης δεσμίδα αποτελείται από αυτά καθευατά τα αγωγά στοιχεία (πρωτογενές ξύλωμα και φλοιώμα) και από μία περιφερειακή μονόστρωμη στοιβάδα κυττάρων, το **δεσμικό κολεό**. Τα κύτταρα του δεσμικού κολεού έχουν χλωροπλάστες με επιμήκη θυλακοειδή, τα οποία όμως δε σχηματίζουν grana, όπως στους χλωροπλάστες των κυττάρων του μεσόφυλλου. Η διαφορετική αυτή μορφολογία των χλωροπλαστών σχετίζεται με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης των C4-φυτών (Hatch et al. 1975). Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η υπομικροσκοπική πορεία της ανάπτυξης των κυττάρων του δεσμικού κολεού και η λειτουργική επικοινωνία τους με τα κύτταρα του μεσόφυλλου.

## Υλικά και μέθοδοι

Χρησιμοποιήθηκαν νεαρά φυτά καλαμποκιού (*Zea mays* L. cv W273) ηλικίας δύο εβδομάδων (τρία πρώτα φύλλα). Τα φυτά αναπτύχθηκαν σε θάλαμο Conviron E8VH με 16 ώρες φωτοπερίοδο (φωτισμός  $350 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), 23/16°C θερμοκρασίες ημέρας/νύκτας και 60% σχετική υγρασία. Τα φυτά ποτιζόταν καθημερινά με θρεπτικό διάλυμα Hoagland, μισής δυναμικότητας. Μικρά κομματάκια από τη βάση, τη μέση και την κορυφή των φύλλων τοποθετήθηκαν για 5 ώρες σε στερεωτικό διάλυμα 5% γλουταρικής αλδεύδης σε 50 mM ρυθμιστικό διάλυμα κακωδυλικού Na (pH 7.0). Μετά από μερικές εκπλύσεις σε καθαρό ρυθμιστικό διάλυμα, τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε διάλυμα 2% τετροξειδίου του οσμίου, όπου παρέμειναν για 8 ώρες στους 5°C. Ακολούθησε αφυδάτωση των δειγμάτων με ακετόνη (προοδευτικά αυξανόμενη συγκέντρωση) και τελική έγκλεισή τους σε εποξειδική ρητίνη Spurr. Ημίλεπτες τομές (1-2  $\mu\text{m}$ ) υπέστησαν χρώση με 1% κυανού της τολουιδίνης σε διάλυμα βόρακα και παρατηρήθηκαν σε φωτομικροσκόπιο Zeiss Ultraphot II. Υπέρλεπτες τομές κόπηκαν σε υπερμικροτόμο Porter-Blum MT-2, υπέστησαν συμβατική χρώση με οξικό ουρανύλιο και κιτρικό μόλυβδο και παρατηρήθηκαν σε ηλεκτρ. μικροσκόπιο JEM 1200-EX.

## Αποτελέσματα - Συζήτηση

Για να μελετηθεί η ανάπτυξη των κυττάρων του δεσμικού κολεού (ΔΚ), χρησιμοποιήθηκαν εμβρυακά και διαφοροποιημένα φύλλα καλαμποκιού. Σ'εγκάρσια τομή μιας προκαμβιακής δεσμίδας εμβρυακού φύλλου, τα περιφερειακά της κύτταρα (πρόδρομα κύτταρα του ΔΚ) φαίνονται να αποτελούνται από ένα ογκώδη πυρήνα, από άφθονα ριβοσωμάτια και από λιγοστά μοτοχόνδρια, στοιχεία του ΕΔ και προπλαστίδια (Εικ. 1).

Σ'ένα πιο προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης της ηθμαγγειώδους δεσμίδας, όταν έχουν διαφοροποιηθεί τα στοιχεία του πρωτοξυλώματος,

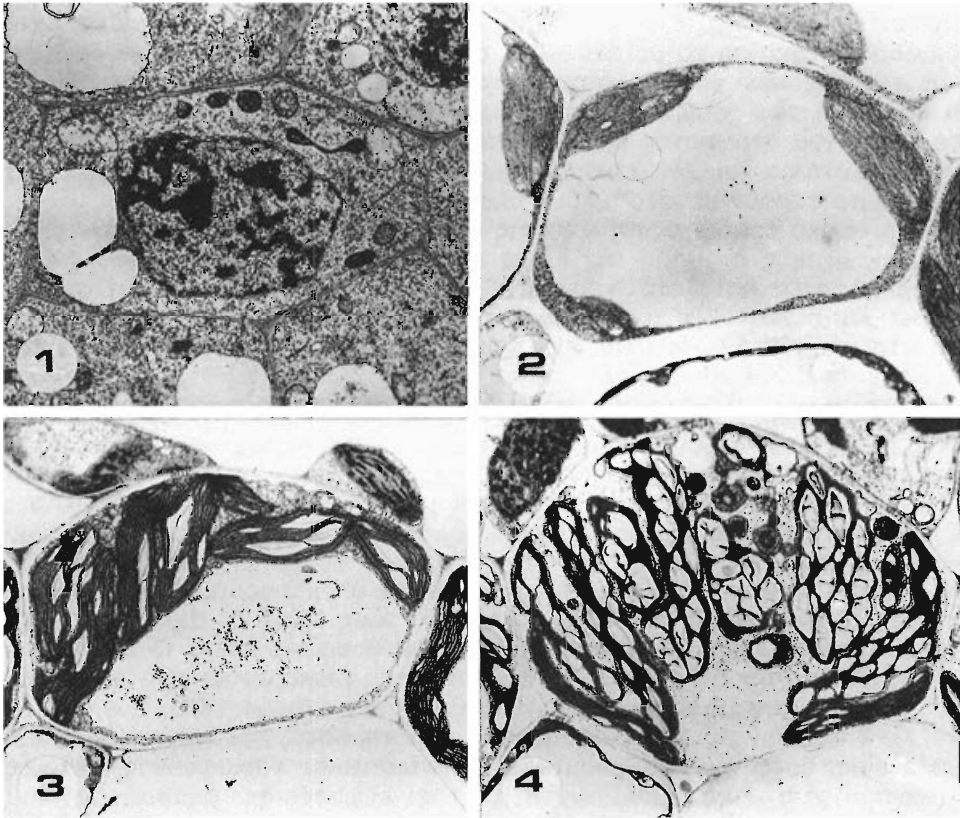
τα κύτταρα του ΔΚ δεν περιέχουν πια προπλαστίδια, αλλά χλωροπλάστες, στους οποίους τα θυλακοειδή φέρονται παράλληλα μεταξύ τους, χωρίς να σχηματίζουν grana (Εικ. 2). Όταν στις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες έχει διαφοροποιηθεί και το μεταξύλωμα, τότε στα κύτταρα του ΔΚ ο αριθμός και ο όγκος των χλωροπλαστών έχουν αυξηθεί σημαντικά (Εικ. 3). Τα θυλακοειδή των χλωροπλαστών είναι πιο διακριτά και σ' ενδιάμεσες περιοχές του στρώματος εμφανίζονται αρκετοί αμυλόκοκκοι. Στα σημεία που τα κύτταρα του ΔΚ επικοινωνούν με τα κύτταρα του μεσοφύλλου, τα τοιχώματα φέρουν μεγάλο αριθμό πλασμοδεσμών.

Στο τελικό στάδιο ανάπτυξης της ηθμαγγειώδους δεσμίδας όταν είναι πλέον εμφανής ο τύπος της Kranz ανατομίας, στα κύτταρα του ΔΚ οι χλωροπλάστες καταλαμβάνουν ένα μεγάλο μέρος του ενδοκυτταρικού χώρου και οι διατομές τους είναι αντικλινώς προσανατολισμένες (Εικ. 4). Το στρώμα των χλωροπλαστών έχει έντονη ηλεκτρονική πυκνότητα και περιέχει πολυάριθμους αμυλόκοκκους.

Κατά τη μελέτη των διαδοχικών σταδίων ανάπτυξης των ηθμαγγειωδών δεσμίδων στα φύλλα του καλαμποκιού, καταγράφηκαν ορισμένες υπομικροσκοπικές παρατηρήσεις που συνδυάζονται με μια λειτουργική αλληλεξάρτηση των κυττάρων του ΔΚ με τα κύτταρα του μεσόφυλλου. Έτσι, παρατηρήθηκε μια στενή προσέγγιση των χλωροπλαστών τόσο των κυττάρων του μεσόφυλλου, όσο και του ΔΚ σε ορισμένα κοινά σημεία του τοιχώματος. Άλλοτε πάλι, δεν προσκολλώταν ολόκληροι οι χλωροπλάστες στο τοίχωμα, αλλά το περιφερειακό τους δίκτυο σχημάτιζε μια χαρακτηριστική προβολή προς τα πρωτογενή βοθηρικά πεδία. Οι παραπάνω παρατηρήσεις υποδηλώνουν μια συμπλαστική επικοινωνία των κυττάρων του μεσόφυλλου με εκείνα του ΔΚ (βλ. επίσης Olesen 1975, Evert et al. 1977). Υπάρχουν όμως και ορισμένες παρατηρήσεις που συνηγορούν και υπέρ μιας, έστω και περιορισμένης, αποπλαστικής επικοινωνίας. Τέτοιες παρατηρήσεις είναι μια σύντηξη της εξωτερικής μεμβράνης του περιβλήματος των χλωροπλαστών με το πλασμαλήμμα και ένα έντονα αναστομούμενο σύστημα τοιχωματικών προβολών που αυξάνει την επιφάνεια του πλασμαλήμματος.

## **Βιβλιογραφία**

- Evert RF, Eschrich W, Heyser W. 1977. *Planta* 136, 77-89.
- Hatch MD, Kagawa T, Craig S. 1975. *Austr. J. Plant Physiol.* 2, 111-128.
- Olesen P. 1975. *Planta* 123, 199-202.



**Εικόνες 1-4.** Διαδοχικά στάδια ανάπτυξης των κυττάρων του δεσμικού κολεού (ΔΚ) σε υπέρλεπτες τομές φύλλων καλαμποκιού.

**Εικ. 1.** Μεριστωματικό κύτταρο ΔΚ (προκαμβιακή δεσμίδα), στο οποίο οι χλωροπλάστες βρίσκονται ακόμη στο στάδιο των προπλαστιδίων. X 6.500.

**Εικ. 2.** Ενα επόμενο αναπτυξιακό στάδιο (αδιαφοροποίητο μεταξύλωμα ηθμαγγειώδους δεσμίδας), στο οποίο τα κύτταρα του ΔΚ φέρουν ένα μεγάλο χυμοτόπιο και λιγοστούς χλωροπλάστες με επιμήκη θυλακοειδή χωρίς grana. X 5.000.

**Εικ. 3.** Κύτταρο ΔΚ (διαφοροποιημένο μεταξύλωμα ηθμαγγειώδους δεσμίδας) με περισσότερους χλωροπλάστες που περιέχουν αρκετούς αμυλόκοκκους. X 3.000.

**Εικ. 4.** Πλήρως σχηματισμένο κύτταρο ΔΚ (ανατομία Kranz), στο οποίο οι χλωροπλάστες είναι αντικλινώς προσανατολισμένοι και περιέχουν πολλούς αμυλόκοκκους. X 3.000.

**Επίδραση του ψευδαργύρου, χαλκού και καδμίου στη λεπτή  
δομή των κυττάρων του *Ceramium ciliatum* (Rhodophyceae,  
Ceramiales)**

**ΔΙΑΝΝΕΛΙΔΟΥ Β.-Ε. και ΔΕΛΗΒΟΠΟΥΛΟΣ Σ.**

**Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., 540 06  
Θεσ/νίκη**

**The effects of zinc, copper and cadmium on the fine structure  
of *Ceramium ciliatum* (Rhodophyceae, Ceramiales)**

**B.- E. Diannelidis and S.G. Delivopoulos**

**University of Thessaloniki, School of Biology, Department of  
Botany, Gr-540 06 Thessaloniki, Greece**

**Περίληψη**

Μελετήθηκε η επίδραση του ψευδαργύρου, χαλκού και καδμίου στη λεπτή δομή των βλαστητικών και αναπαραγωγικών κυττάρων του *Ceramium ciliatum* σε συνθήκες καλλιέργειας στο εργαστήριο. Σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρήθηκαν αλλοιώσεις στα πλαστίδια των βλαστητικών κυττάρων, ενώ το κυτταρικό τοίχωμα και η βλέννη είναι έντονα οσμιόφιλα. Τα αναπαραγωγικά κύτταρα παραμένουν αναλλοίωτα.

**Abstract**

The effects of zinc, copper and cadmium on the fine structure of vegetative and reproductive cells of *Ceramium ciliatum* were examined under laboratory culture conditions. In all cases, the main effects were ultrastructural changes in plastids and the heavily staining of the cell wall and mucilage at the vegetative cells, while spores remained unmodified.

Είναι γνωστό ότι τα φύκη, γενικά, είναι κύριοι πρωτογενείς παραγωγοί και ότι τα ροδοφύκη ειδικότερα παράγουν ως συστατικά των κυτταρικών τοιχωμάτων τους φυκοκολλοειδή με άμεση ή έμμεση χρήση στη διατροφή του ανθρώπου, καθώς επίσης και σε πολλές βιομηχανικές ή/και φαρμακευτικές εφαρμογές. Τα θαλάσσια μακροφύκη αποταμιεύουν υψηλές συγκεντρώσεις μετάλλων τα οποία επηρεάζουν τον κυτταρικό μεταβολισμό, το μέγεθος και τη μορφολογία τους. Θεωρείται ακόμα ότι το κυτταρικό τοίχωμα λειτουργεί ως μηχανισμός αποτοξίνωσης. Στο πλαίσιο αυτό μελετήθηκε η πρόκληση των δομικών αλλαγών σε κύτταρα ενός ροδοφύκου ως συνέπεια της επίδρασης διαφόρων βαρέων μετάλλων.

Θαλλοί με αναπαραγωγικά όργανα του ροδοφύκου *Ceramium ciliatum* καλλιεργήθηκαν για έξη μέρες στο εργαστήριο σε διάφορες συγκεντρώσεις  $ZnCl_2$  (3.250  $\mu g l^{-1}$ , 6.500  $\mu g l^{-1}$ , 13.000  $\mu g l^{-1}$ ),  $CuCl_2$  (675  $\mu g l^{-1}$ , 1.350  $\mu g l^{-1}$ , 2.700  $\mu g l^{-1}$ ) και  $CdCl_2$  (1000  $\mu g l^{-1}$ , 2000  $\mu g l^{-1}$ , 10.000  $\mu g l^{-1}$ ) και στερεώθηκαν ακολούθως για παρατήρηση με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (Pellegrini et al 1991).

Μετά από καλλιέργεια έξη ημερών παρατηρήθηκαν δομικές αλλοιώσεις στα κύτταρα του φλοιού (βλαστητικά κύτταρα) στις υψηλότερες συγκεντρώσεις και των τριών μετάλλων. Σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε γενικά μία διόγκωση των πλαστιδίων, αποδιοργάνωση των θυλακοειδών και αύξηση των πλαστοσφαιριδίων (εικ.2-4). Η αποδιοργάνωση και τελικά καταστροφή των πλαστιδίων είναι κοινό φαινόμενο σε μεγάλες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων.

Η επίδραση  $CuCl_2$  έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του ενδοπλασματικού δικτύου, το οποίο παράγει ηλεκτρονικά πυκνά κοκκία που παρατηρούνται και στο κυτταρικό τοίχωμα (εικ. 3).

Στην περίπτωση καθενός από τα τρία μέταλλα δηλαδή  $ZnCl_2$ ,  $CuCl_2$ ,  $CdCl_2$  το κυτταρικό τοίχωμα είναι έντονα οσμιόφιλο, καθώς επίσης και η βλέννη των μεσοκυτταρικών χώρων (εικ.2-4). Τα κυτταρικά τοιχώματα των ροδοφυκών συνίστανται από ουδέτερους και όξινους πολυσακχαρίτες, ενώ τα άμορφα πολυσακχαριδικά βλεννώδη υλικά είναι θειωμένη γαλακτάνη, δηλαδή άγαρ ή καρραγενάνη (Diannelidis and Kristen 1988). Στα ροδοφύκη η αποταμίευση των μετάλλων θεωρείται ότι γίνεται με το μηχανισμό της ιοντοανταλλαγής μεταξύ των ανιονικών θέσεων στις διάφορες λειτουργικές ομάδες των πολυσακχαριτών των κυτταρικών τοιχωμάτων όπως υδροξυ- αμινο- καρβοξυλικές και κυρίως τις θειικές ομάδες των αλάτων της γαλακτάνης (Hurlburt et al 1976, Veroy et al 1980, Burdin and Bird 1994). Ετσι, είναι πιθανόν ότι η έντονη χρώση του κυτταρικού τοιχώματος και της βλέννης στο

*Ceramium ciliatum* δείχνει τις θέσεις προσρόφησης (δέσμευσης) των μετάλλων.

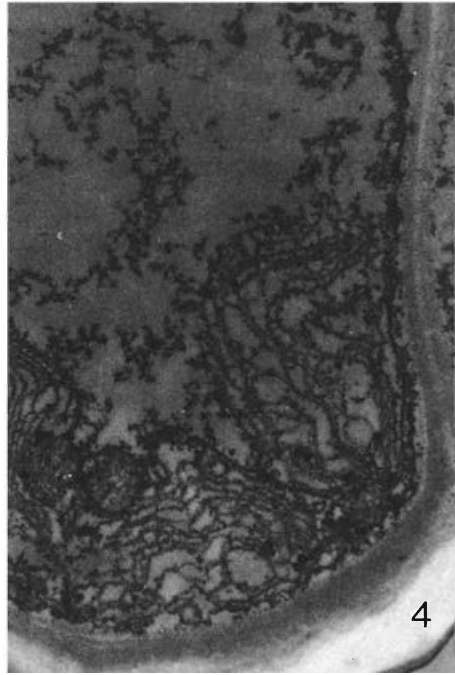
**Σημ.** Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από την Ακαδημία Αθηνών και την ΓΓΕΤ (Grant 89ΕΔ248 και 1053/ΠΕΝΕΔ95).

### Βιβλιογραφία

- Burdin, K. S. & Bird, K.T. (1994). Heavy metal accumulation by carrageenan and agar producing algae. *Bot. Mar.*, **37**, 467-470.
- Diannelidis, B.E. & Kristen, U. (1988). Comparative histochemical studies of reproductive and gametophytic tissue of marine red algae by means of fluorescent and light microscopy. *Bot. Mar.*, **31**, 167-170.
- Hurlburt, A.J.P., Tanaka, Y. & Skoryna, S. (1976). Carrageenan and the binding of lead. *Bot. Mar.*, **19**, 59-60.
- Pellegrini, L., Pellegrini, M., Delivopoulos, S.G. & Berail, G. (1991). The effects of cadmium on the fine structure of the brown alga *Cystoseira barbata* forma *repens* Zinova et Kalugina. *Br. Phycol. J.*, **26**, 1-8.
- Veroy, R. L., Montano, N., de Guzman, M. L. B., Laserna, C. & Cajipe J.B. (1980). Studies on the binding of heavy metals to algal polysaccharides from Philippine seaweeds I. Carrageenan and the binding of lead and cadmium *Bot. Mar.*, **23**, 59-62.

### Εικόνες

- Εικ. 1 Μάρτυρας. Κύτταρα φλοιού του *Ceramium ciliatum* X9.000
- Εικ. 2 Επίδραση  $ZnCl_2$  ( $6.500 \mu g l^{-1}$ ) για έξη μέρες. Διογκωμένα πλαστίδια και έντονη χρώση του κυτταρικού τοιχώματος και της βλέννης X3.500.
- Εικ. 3 Επίδραση  $CuCl_2$  ( $675 \mu g l^{-1}$ ) για έξη μέρες αυξάνει το ενδοπλασματικό δίκτυο που παράγει ηλεκτρονικά πυκνά κοκκία X7.500.
- Εικ. 4 Επίδραση  $CdCl_2$  ( $10.000 \mu g l^{-1}$ ) για έξη μέρες. Πλαστίδια κατεστραμμένα, έντονη χρώση τοιχώματος και βλέννης X3.600.





## **Εντοπισμός της δραστηριότητας της ΑΤΡάσης στα ακρορρίζια του σιταριού (*Triticum aestivum* L.)**

**Λαζάρου Δ.Σ., Ελευθερίου Ε.Π.**

*Εργαστήριο Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 540 06 Θεσσαλονίκη*

### **Περίληψη**

Με κυτοχημικές μεθόδους έγινε εντοπισμός της δραστηριότητας της ΑΤΡάσης στα νεαρά ακρορρίζια σιταριού (*Triticum aestivum* L.). Οι παρατηρήσεις έδειξαν έντονη δραστηριότητα ΑΤΡάσης στην πλασματική μεμβράνη του ώριμου φλοιώματος (ηθμοστοιχεία πρωτοφλοιώματος, σύνδρομα κύτταρα, ηθμοστοιχεία μεταφλοιώματος) και του ώριμου ξυλώματος (πρωτοξυλικά αγγεία). Επίσης, έντονη δραστηριότητα ΑΤΡάσης εντοπίστηκε και στα διαφοροποιούμενα κύτταρα του φλοιώματος, στον πυρηνίσκο των συνδρόμων κυττάρων, στα επιδερμικά και υποεπιδερμικά κύτταρα, καθώς και στις πλασμοδέσμες όλων των παραπάνω κυτταρικών τύπων. Ασθενέστερη δράση ΑΤΡάσης εμφανίζεται στα κύτταρα της ενδοδερμίδας και του περικυκλίου, ενώ απουσιάζει από το φλοιό. Ο ρόλος της ΑΤΡάσης ποικίλλει, ανάλογα και με τον κυτταρικό τύπο στον οποίο εμφανίζεται κάθε φορά, συνήθως όμως σχετίζεται με διαδικασίες πρόσληψης και μεταφοράς θρεπτικών αλάτων και ιόντων.

## **Localization of ATPase activity in wheat roots (*Triticum aestivum* L.)**

**Lazarou D.S., Eleftheriou E.P.**

*Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, GR-540 06 Thessaloniki, Greece*

### **Abstract**

A cytochemical study has been made of the distribution of adenosine triphosphatase (ATPase) in young roots of wheat (*Triticum aestivum* L.). ATPase activity was localised at the plasma membrane of mature phloem (protophloem sieve elements, companion cells, metaphloem sieve elements) and of mature xylem (protoxylem elements). Also, the differentiating phloem cells, the nucleoli of companion cells, the epidermal and subepidermal cells and the plasmodesmata interconnecting these cell types exhibited high ATPase activity. There was, however, less deposition of reaction product in endodermis and pericycle, while it was absent in the cortex. ATPase is known to play a key role in plant growth and cellular metabolism, although it is mainly involved in processes such as nutrient and ion uptake.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ΑΤΡάση (τριφωσφατάση της αδενοσίνης) είναι γενικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγραφεί ένα εύρος ενζυμικών δραστηριοτήτων που καταλύουν την υδρόλυση του ATP και σχετίζονται με διάφορες φυσιολογικές λειτουργίες. Στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε κυτοχημικός εντοπισμός της δραστηριότητας της ΑΤΡάσης στα νεαρά ακρορρίζια του σιταριού.

## ΥΛΙΚΑ - ΜΕΘΟΔΟΙ

Σπέρματα του σιταριού *Triticum aestivum* L. cv. Vergina προβλαστώνονται για δύο ημέρες σε θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας 25°C. Τα νεαρά ακρορρίζια αποκόπηκαν και ακολούθησε κυτοχημικός εντοπισμός της δραστηριότητας της ΑΤΡάσης, χρησιμοποιώντας το μόλυβδο ως μέσο δέσμευσης και το ATP ως υπόστρωμα. Ως μάρτυρες χρησιμοποιήθηκαν δείγματα χωρίς ATP και χωρίς  $Pb(NO_3)_2$ . Υπέρλεπτες τομές όλων των δειγμάτων μελετήθηκαν με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, οι περισσότερες χωρίς επιπρόσθετη χρώση.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Έντονη δραστηριότητα ΑΤΡάσης παρατηρήθηκε στα κύτταρα του φλοιώματος (Εικ. 1), κυρίως στην πλασματική μεμβράνη των ώριμων ηθμοστοιχείων πρωτοφλοιώματος και των συνδρόμων κυττάρων, καθώς και των διαφοροποιούμενων ηθμοστοιχείων πρωτοφλοιώματος και μεταφλοιώματος. Δραστηριότητα εντοπίστηκε ακόμη και σε δείγματα χωρίς ATP. Η δραστηριότητα αυτή στα ώριμα κύτταρα ίσως σχετίζεται με τη μεταφορά θρεπτικών ουσιών σε μεγάλες αποστάσεις, κυρίως στην κίνηση των σακχάρων ή/και ιόντων μέσα και έξω από τα ηθμώδη κύτταρα, καθώς και τη διατήρηση της μεμβρανικής ακεραιότητας και ημιπερατότητας. Ο ρόλος της ΑΤΡάσης σ'αυτά τα κύτταρα θα μπορούσε επίσης να είναι η φωσφορυλίωση των σακχάρων, ενισχύοντας τη μεταφορά των τελευταίων μέσω του φλοιώματος. Αντίθετα, στα νεαρά ηθμοστοιχεία, η δραστηριότητα της ΑΤΡάσης πιθανόν σχετίζεται με τον έντονο μεταβολισμό αυτών των κυττάρων. Στα σύνδρομα κύτταρα, η δραστηριότητα της ΑΤΡάσης στην πλασματική μεμβράνη και τον πυρηνίσκο ίσως σχετίζεται με την πρωτεϊνική σύνθεση και το μεταβολισμό, που παρουσιάζουν σε έντονο βαθμό τα κύτταρα αυτά με την πληθώρα των ριβοσωμάτων και την παρουσία πυρήνα. Είναι μάλιστα πιθανό τα σύνδρομα κύτταρα να δημιουργούν την κινητήρια δύναμη πρωτονίων, μέσω της ΑΤΡάσης της πλασματικής τους μεμβράνης (DeWitt and Sussman 1995), που οδηγεί στην πρόσληψη και συγκέντρωση διαλυμάτων στο κυτόπλασμα (Katz et al. 1988).

Ισχυρή δραστηριότητα ΑΤΡάσης εντοπίστηκε και στην πλασματική μεμβράνη των κυττάρων του πρωτοξυλώματος σε πλήρες μέσο (Εικ. 2), η οποία όμως εμφανίζεται ασθενής σε

μέσο χωρίς ATP. Ίσως η δράση αυτή σχετίζεται με την εισροή θρεπτικών στα αναπτυσσόμενα κύτταρα ή/και τη μεταφορά κατιόντων μέσω των μεμβρανών, ενώ είναι γνωστό ότι συνδέεται με τη σύνθεση και απόθεση υλικού στο κυτταρικό τοίχωμα, μέσω μιας συνθετάσης της κυτταρίνης που σχετίζεται με τη μεμβράνη (Cronshaw, 1980). Αντίστοιχο πρότυπο παρατηρείται και στα παρεγχυματικά κύτταρα του κεντρικού κυλίνδρου.

Μέτρια δραστηριότητα ATPάσης παρατηρείται στην πλασματική μεμβράνη του περικυκλίου σε θέσεις γειτονικές προς τα ηθμοστοιχεία πρωτοφλοιώματος και τα σύνδρομα κύτταρα, η δραστηριότητα όμως ελαττώνεται σημαντικά στην πλασματική μεμβράνη που γειτονεύει με τα κύτταρα της ενδοδερμίδας (Εικ. 3), ενώ έντονη είναι η δραστηριότητα και στα επιδερμικά και υποεπιδερμικά κύτταρα (Εικ. 4), πράγμα που πιστεύεται ότι σχετίζεται με την πρόσληψη νερού και θρεπτικών αλάτων στο συμπλάστη (Wang et al. 1995).

Τέλος, η έντονη δραστηριότητα της ATPάσης στις πλασμοδέσμες όλων των παραπάνω τύπων κυττάρων φανερώνει τη φυσιολογική σημασία των θέσεων αυτών στην ενδοκυτταρική επικοινωνία (Belitser et al. 1982).

Σε ακρορρίζια που στο μέσο εκκόλαψης δεν υπήρχε ATP παρουσιάστηκε κάποια μικρή δραστηριότητα ATPάσης, η οποία πιστεύεται ότι οφείλεται στην παρουσία ενδογενούς ATP ή ανόργανου φωσφόρου.

#### **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

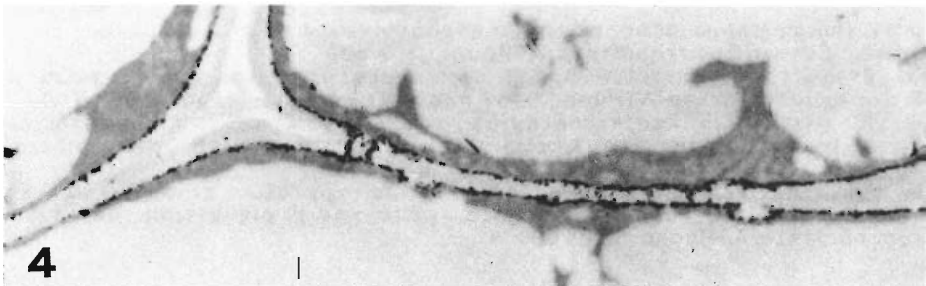
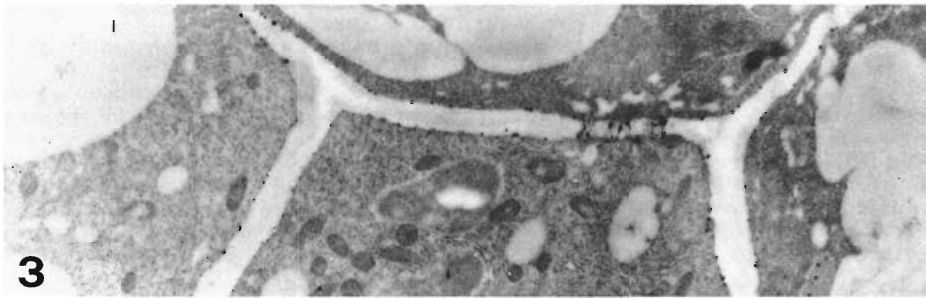
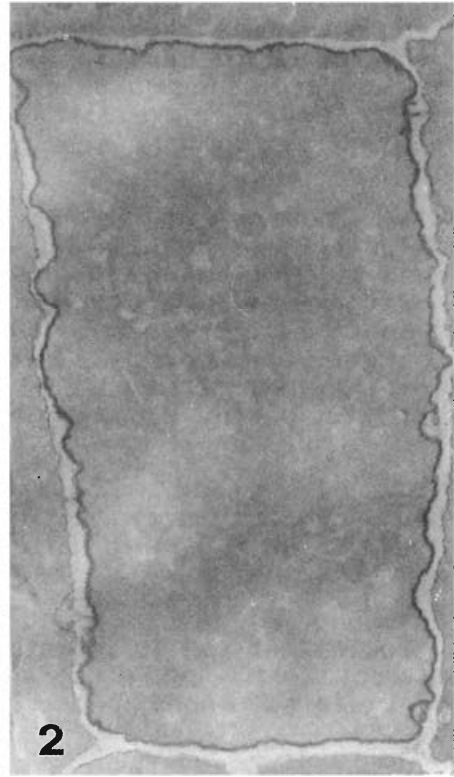
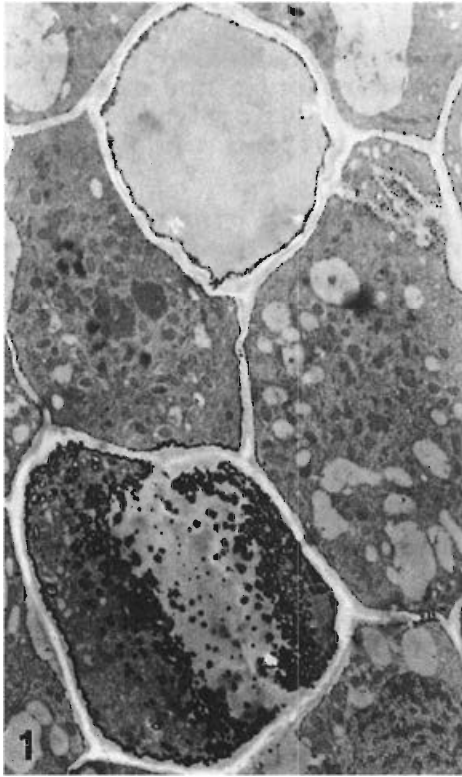
- Belitser NV, Zaalishvili GV, Sytnianskaja NP (1982)  $Ca^{2+}$ -binding sites and  $Ca^{2+}$ -ATPase activity in barley root tip cells. *Protoplasma* 111, 63-78
- Cronshaw J (1980) ATPases in mature and differentiating phloem and xylem. *J. Histochem. Cytochem.* 28, 375-377
- DeWitt ND and Sussman MR (1995) Immunocytological localization of an epitope-tagged plasma membrane proton pump ( $H^+$ -ATPase) in phloem companion cells. *Plant Cell* 7, 2053-2067
- Katz DB, Sussman MR, Mierzwa RJ, Evert RF (1988) Cytochemical localization of ATPase activity in oat roots localizes a plasma membrane-associated soluble phosphatase, not the proton pump. *Plant Physiol.* 86, 841-847
- Wang XL, McCully ME, Canny MJ (1995) Branch roots of *Zea*: V. Structural features that may influence water and nutrient transport. *Bot. Acta* 108, 209-219

Εικ. 1. Πόλος φλοιώματος, με ώριμο ηθμοστοιχείο πρωτοφλοιώματος, χωρίς χρώση. Έντονη δραστηριότητα ATPάσης. X 3 800

Εικ. 2. Κύτταρα πρωτοξυλώματος σε πλήρες μέσο και χωρίς χρώση με έντονη δραστηριότητα ATPάσης στην πλασματική του μεμβράνη. X 6 700

Εικ. 3. Περικύκλιο και ενδοδερμίδα ακριβώς έξω από το ηθμοστοιχείο πρωτοφλοιώματος της Εικ. 1, χωρίς χρώση και με ασθενή δραστηριότητα ATPάσης. X 11 000

Εικ. 4. Εσωτερικό περικυκλίνες τοίχωμα μεταξύ επιδερμικού και υποεπιδερμικού κυττάρου, σε πλήρες μέσο και χωρίς χρώση, με ισχυρή δραστηριότητα ATPάσης. X 10 000



## Χαρακτηρισμός κυανοβακτηρίων που απομονώθηκαν από τη λίμνη της Καστοριάς

Βαρδάκα Ε, Μουστάκα-Γούνη Μ, Κουκ ΚΜ και Λαναράς Θ.

Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τ.Θ. 109, 540 06 Θεσσαλονίκη

**Περίληψη.** Μελετήθηκε η επίδραση της θερμοκρασίας και της φωτοσυνθετικά δραστηρικής ακτινοβολίας (PAR) στη φωτοσύνθεση των κυανοβακτηριακών στελεχών *Limnothrix* και *Anabaena*. Τα στελέχη αυτά απομονώθηκαν από δύο τοξικούς κυανοβακτηριακούς ανθούς που συλλέχθηκαν από τη λίμνη της Καστοριάς. Η φωτοσύνθεση του *Limnothrix* ( $4.9 \mu\text{mol O}_2 \text{s}^{-1} \text{g}_{\text{chl}}^{-1}$ ) και της *Anabaena* ( $4.8 \mu\text{mol O}_2 \text{s}^{-1} \text{g}_{\text{chl}}^{-1}$ ) ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία και την PAR, δεν εμφανίζει σημαντική διαφορά. Η φωτοσύνθεση του *Limnothrix* ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία αυξάνεται με τη αύξηση της PAR και παίρνει μέγιστη τιμή ( $6.129 \mu\text{mol O}_2 \text{s}^{-1} \text{g}_{\text{chl}}^{-1}$ ) σε PAR 500-600  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , ενώ στην *Anabaena* παίρνει μέγιστη τιμή ( $8.49 \mu\text{mol O}_2 \text{s}^{-1} \text{g}_{\text{chl}}^{-1}$ ) σε PAR 1755  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Η φωτοσύνθεση του *Limnothrix* ανεξάρτητα της PAR αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και παίρνει μέγιστη τιμή ( $9.79 \mu\text{mol O}_2 \text{s}^{-1} \text{g}_{\text{chl}}^{-1}$ ) στους  $32^\circ\text{C}$ . Η φωτοσύνθεση της *Anabaena* σε σχέση με τη θερμοκρασία αυξάνεται σημαντικά από τους  $12\text{-}35^\circ\text{C}$ .

## Characterisation of blue-green algae isolated from lake Kastoria

Vardaka E, Moustaka-Gouni M, Cook CM and Lanaras T.

Department of Botany, Aristotle University, P.O. Box 109, GR-540 06, Thessaloniki

**Abstract.** The effect of temperature and photosynthetically active radiation (PAR) on the photosynthesis of strains of *Limnothrix* and *Anabaena*, were examined. *Limnothrix* and *Anabaena* strains, were isolated from two toxic water bloom samples which were collected from Lake Kastoria. Photosynthesis, independent of temperature and PAR, was nearly the same in the two strains,  $4.9 \mu\text{mol O}_2 \text{s}^{-1} \text{g}_{\text{chl}}^{-1}$  for *Limnothrix* and  $4.8 \mu\text{mol O}_2 \text{s}^{-1} \text{g}_{\text{chl}}^{-1}$  for *Anabaena*. Photosynthesis, independent of temperature, increased with increasing PAR, with an optimum at 500-700  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , for *Limnothrix* and 1755  $\mu\text{mol photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$  for *Anabaena*. The optimum temperature for photosynthesis, independent of PAR, was  $32^\circ\text{C}$  for *Limnothrix*. The photosynthesis of *Anabaena* increased significantly from 12 to  $35^\circ\text{C}$ .

**Εισαγωγή.** Η μαζική αύξηση των κυανοβακτηρίων (άνθιση του νερού) στα υδάτινα οικοσυστήματα εκδηλώνει τον εύτροφο χαρακτήρα τους. Στον κυανοβακτηριακό ανθό μπορεί να συμμετέχουν αρκετά είδη κυανοβακτηρίων, συχνά όμως επικρατεί ένα είδος. Τα κυανοβακτήρια που συνήθως επικρατούν είναι τοξικά (δηλαδή έχουν την ικανότητα να συνθέτουν τοξίνες) και θεωρούνται υπεύθυνα για δηλητηριάσεις σε πολλές περιοχές του κόσμου (Carmichael 1994). Σε λίμνες της Βόρειας Ελλάδας έχει αναφερθεί η ύπαρξη τοξικών κυανοβακτηρίων που ανήκουν στα γένη *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Anabaenopsis* και *Anabaena* (Lanaras *et al.* 1989).

Η μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας και της φωτεινής έντασης στη φωτοσύνθεση των κυανοβακτηρίων που συμμετέχουν στο σχηματισμό κυανοβακτηριακού ανθού, βοηθά στην κατανόηση της δυναμικής των κυανοβακτηριακών πληθυσμών στη φύση. Επιπρόσθετα η μελέτη αυτή μπορεί να συνεισφέρει στη λήψη κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων για την αντιμετώπιση των δυσμενών επιπτώσεων που προκύπτουν εξαιτίας της παρουσίας τοξικών κυανοβακτηρίων στα υδάτινα οικοσυστήματα (Sivonen 1990, Yagi *et al.* 1994).

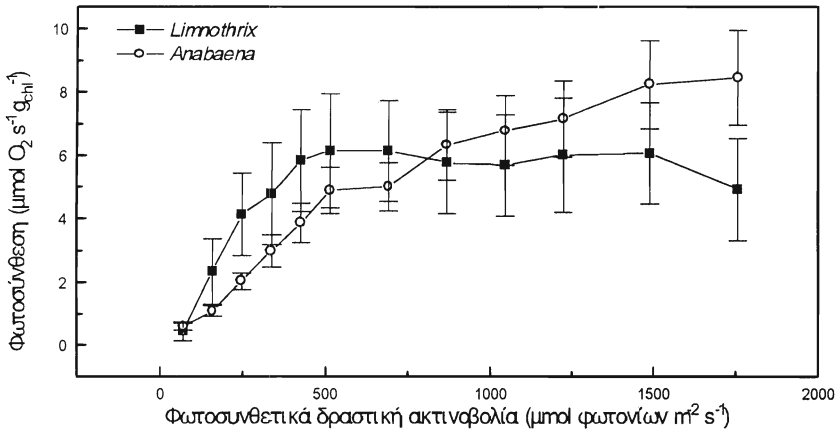
Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η επίδραση της θερμοκρασίας και της φωτοσυνθετικά δραστικής ακτινοβολίας (PAR) στη φωτοσύνθεση των κυανοβακτηριακών στελεχών *Limnothrix* και *Anabaena*. Τα στελέχη αυτά απομονώθηκαν από δύο τοξικούς κυανοβακτηριακούς ανθούς που συλλέχθηκαν από τη λίμνη της Καστοριάς.

**Υλικά και Μέθοδοι.** Επιφανειακά δείγματα νερού με υψηλή βιομάζα φυτοπλαγκτού συλλέχθηκαν τον Ιούλιο και τον Οκτώβριο του 1995 από τη ΒΔ όχθη της λίμνης Καστοριάς κατά τη διάρκεια μαζικής αύξησης κυανοβακτηρίων. Η εκτίμηση της τοξικότητας έγινε: α. με ενδοπεριτοναϊκή χορήγηση σε ποντίκια λυοφιλυμένων δειγμάτων κυανοβακτηριακών ανθών και β. με υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης. Η στήλη που χρησιμοποιήθηκε ήταν Regis Pinkerton GFF ISRP. Δύο νηματοειδή κυανοβακτηριακά στελέχη ένα του γένους *Limnothrix* και ένα του γένους *Anabaena* απομονώθηκαν από τα δείγματα που συλλέχθηκαν το μήνα Ιούλιο και Οκτώβριο, αντίστοιχα. Το θρεπτικό μέσο που χρησιμοποιήθηκε για την καλλιέργεια των κυανοβακτηριακών στελεχών ήταν το BG11 (Rippka *et al.* 1988). Η ταυτοποίησή τους έγινε με οπτικό μικροσκόπιο, σύμφωνα τους Anagnostidis and Komarek (1988) και Komarek and Anagnostidis (1989). Η φωτοσύνθεση ( $\mu\text{mol O}_2 \text{ s}^{-1} \text{ g}_{\text{chl.}^{-1}}$ ) μετρήθηκε στους 12-35°C, και σε φωτεινές εντάσεις από 0-2000  $\mu\text{mol φωτονίων m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , με ηλεκτρόδιο οξυγόνου (DW1 Hansatech Instruments Ltd., King's Lynn, U.K.) σύμφωνα με τον Walker (1990). Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης *a* προσδιορίστηκε μετά από εκχύλιση με διμεθυλοσουλφοξείδιο (DMSO), σύμφωνα με τους Barnes *et al.* (1992).

**Αποτελέσματα-Συζήτηση.** Ο έλεγχος τοξικότητας: α. με βιοανάλυση σε ποντίκια και με υγρή χρωματογραφία υψηλής πίεσης (HPLC) έδειξε ότι τα δείγματα των κυανοβακτηριακών ανθών ήταν τοξικά και β. με HPLC έδειξε ότι τα δύο κυανοβακτηριακά στελέχη *Limnothrix* και *Anabaena* ήταν επίσης τοξικά.

Η φωτοσύνθεση του *Limnothrix* ( $4.9 \mu\text{mol O}_2 \text{ s}^{-1} \text{ g}_{\text{chl.}^{-1}}$ ) και της *Anabaena* ( $4.8 \mu\text{mol O}_2 \text{ s}^{-1} \text{ g}_{\text{chl.}^{-1}}$ ) ανεξάρτητα από την επίδραση της θερμοκρασίας και της

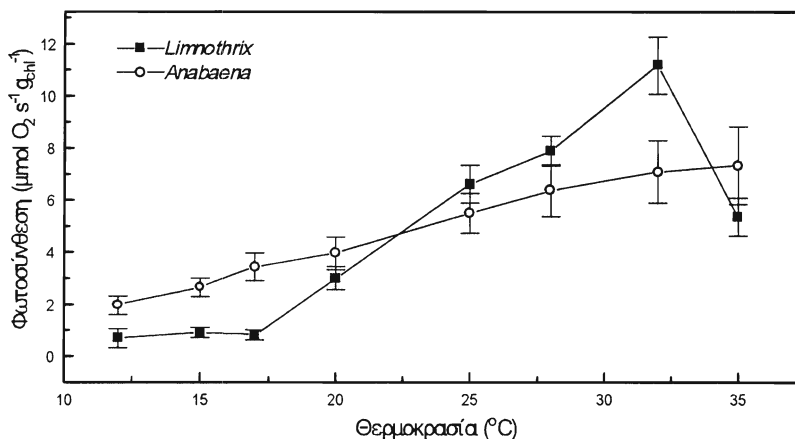
φωτοσυνθετικά δραστηκή ακτινοβολίας (PAR), δεν εμφανίζει σημαντική διαφορά.



Σχήμα 1. Μεταβολή της φωτοσύνθεσης ( $\mu\text{mol O}_2 \text{s}^{-1} \text{g}_{\text{chl}}^{-1}$ ) σε σχέση με τη φωτοσυνθετικά δραστηκή ακτινοβολία ( $\mu\text{mol φωτονίων m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) στα στελέχη *Limnothrix* και *Anabaena*. Κάθε σημείο αντιπροσωπεύει το μέσο όρο των μετρήσεων που έγιναν σε 8 διαφορετικές θερμοκρασίες (12-35°C).

Η φωτοσύνθεση του *Limnothrix* ανεξάρτητα από την επίδραση της θερμοκρασίας αυξάνεται με την αύξηση της PAR, παίρνει τη μέγιστη τιμή  $6.12 \pm 1.78$  σε PAR 500-600  $\mu\text{mol φωτονίων m}^{-2} \text{s}^{-1}$  και στη συνέχεια μειώνεται. Αντίθετα, η φωτοσύνθεση της *Anabaena* σε σχέση με το PAR παίρνει τη μέγιστη τιμή  $8.4 \pm 1.5$  σε PAR 1755  $\mu\text{mol φωτονίων m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Παρατηρήθηκε ότι σε PAR μικρότερη από 750  $\mu\text{mol φωτονίων m}^{-2} \text{s}^{-1}$  το *Limnothrix* εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές φωτοσύνθεσης σε σχέση με την *Anabaena*, ενώ σε PAR μεγαλύτερη από 750  $\mu\text{mol φωτονίων m}^{-2} \text{s}^{-1}$  παρατηρείται το αντίστροφο (Σχήμα 1).

Η φωτοσύνθεση του *Limnothrix* ανεξάρτητα από την επίδραση της PAR αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, παίρνει τη μέγιστη τιμή  $9.77 \pm 1.0$  στους 32°C και στη συνέχεια μειώνεται σημαντικά. Η φωτοσύνθεση της *Anabaena* σε σχέση με τη θερμοκρασία ακολουθεί διαφορετικό πρότυπο μεταβολής. Παρατηρήθηκε συνεχής αύξηση της φωτοσύνθεσης από τους 12-35°C (Σχήμα 2). Σε θερμοκρασίες κάτω από 22°C η *Anabaena* εμφανίζει μεγαλύτερες τιμές φωτοσύνθεσης σε σχέση με το *Limnothrix*, ενώ σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 22°C παρατηρείται το αντίστροφο. Παρατηρήσεις σε πληθυσμούς του κυανοφύκου *Anabaena flos-aquae* στη λίμνη Βόλβη, έδειξαν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού πάνω από 25°C συσχετίζεται με τη ελάττωση της βιομάζας τους (Μουστάκα 1988).



Σχήμα 2. Μεταβολή της φωτοσύνθεσης ( $\mu\text{mol O}_2 \text{ s}^{-1} \text{ g}_{\text{chl}}^{-1}$ ) σε σχέση με τη θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ ) στα στελέχη *Limnithrix* και *Anabaena*. Κάθε σημείο αντιπροσωπεύει το μέσο όρο των μετρήσεων που έγιναν σε 12 διαφορετικές φωτεινές εντάσεις ( $0\text{-}2000 \mu\text{mol}$  φωτονίων  $\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).

Τα δύο κυανοβακτηριακά στελέχη παρουσιάζουν διαφορετικά πρότυπα μεταβολής της φωτοσύνθεσης σε σχέση με την PAR και τη θερμοκρασία. Δεδομένου ότι η θερμοκρασία και η PAR επηρεάζουν την παραγωγή τοξινών (Sivonen, 1990), πιθανός συσχετισμός του προτύπου μεταβολής της φωτοσύνθεσης και της παραγωγής τοξινών θα μπορούσε να συμβάλει στην καλύτερη κατανόηση της αλληλεπίδρασης των παραπάνω φυσιολογικών διαδικασιών.

#### Βιβλιογραφία

- Μουστάκα Μ. 1988. *Διδακτορική διατριβή*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Anagnostidis, K. and Komarek J. 1988. *Arch. Hydrobiol. Suppl. 80, Algological Studies* 50-53, 327-472.
- Barnes, J.D., Balaguer, L., Manrique, E., Elvira, S. and Davison, W. 1992. *Envir. exp. Bot.* 32, 85-100.
- Carmichael, W.W. 1994. *Sci. Amer.* 270, 64-72.
- Komarek J. and Anagnostidis K. 1989. *Arch. Hydrobiol. Suppl. 82, Algological Studies* 56, 247-345.
- Lanaras, T., Tsitsamis, S., Chlichlia, C. and Cook C.M. 1989. *J. Appl. Phycol.* 1, 67-73.
- Yagi O., Ohkubo N., Tomioka N. and Okada M. 1994. *Environ. Technol.* 15, 389-394.
- Rippka, R. 1988. *Methods Enzymol.* 167, 3-27.
- Sivonen, K. 1990. *Appl. Environ. Microbiol.* 56, 2658-2666.
- Walker D.A. 1990. *The use of the oxygen electrode and fluorescence probes in simple measurements of photosynthesis*. Oxygraphics Ltd., Sheffield.



## **Εποχιακές μεταβολές του αζώτου και οι σχέσεις της συγκέντρωσής του με τους υδατάνθρακες στα φύλλα των φυτών *Dittrichia viscosa* και *Thymelaea tartonraira***

**Μελετίου - Χρήστου ΜΣ, Μπανίλας Γ, Διαμαντόγλου Σ**

*Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθήνας, Πανεπιστημιούπολη, 15781 Αθήνα*

**Περίληψη** Τα φυτά *Dittrichia viscosa* και *Thymelaea tartonraira* αναπτύσσονται κάτω από παρόμοιες περιβαλλοντικές συνθήκες αλλά παρουσιάζουν διαφορετικές αυξητικές δραστηριότητες. Μελετήθηκαν οι ετήσιες διακυμάνσεις του ολικού αζώτου στα φύλλα, τον βλαστό και τη ρίζα των δύο παραπάνω φυτικών ειδών. Επίσης διερευνήθηκαν, οι σχέσεις της διακύμανσης του αζώτου με τη διακύμανση των υδατανθράκων κατά τις περιόδους αύξησης των φύλλων, έναντι των περιόδων αργού ρυθμού αύξησης. Γενικά υπάρχουν διαφορές στη συσχέτιση κατά τις διάφορες εποχές του χρόνου και ανάμεσα στα είδη, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και τις αυξητικές δραστηριότητες του κάθε φυτικού είδους.

## **Seasonal changes of nitrogen content and the relations of foliar nitrogen with foliar carbohydrates of *Dittrichia viscosa* and *Thymelaea tartonraira***

**Meletiου - Christou M, Banilas G, Diamantoglou S**

*Section of Botany, Department of Biology, University of Athens, Panepistimiopolis, 15781 Athens, Greece*

**Abstract** *Dittrichia viscosa* and *Thymelaea tartonraira* grow under similar environmental conditions but exhibit different growth activities. The annual fluctuations of total nitrogen were studied, in the leaves, the stem and the roots of the above mentioned two species. The relationships between foliar nitrogen and carbohydrates, during growth periods versus low growth periods, were also investigated. In general, the relationships changed during the year and were different between the two species in response to environmental conditions and the growth activities of each plant species.

## Εισαγωγή

Τα φυτά *Dittrichia viscosa* και *Thymelaea tartonraira* αναπτύσσονται σε περιοχές με Μεσογειακό κλίμα. Το αείφυλλο φυτό *T. tartonraira* ανήκει στα φρύγανα, αλλά δεν παρουσιάζει εποχιακό διμορφισμό. Το ημικρυπτόφυτο *D. viscosa* κρατάει τα φύλλα του το καλοκαίρι, τα ρίχνει το χειμώνα και η έναρξη της άνθισής του συμπίπτει με την περίοδο της καλοκαιρινής ξηρασίας. Φαίνεται λοιπόν πως και τα δύο φυτά έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής απέναντι στην καταπόνηση από την καλοκαιρινή ξηρασία. Σε μία προηγούμενη εργασία (5) αναφέρεται γενικά μία συσσώρευση υδατανθράκων, στα βλαστητικά όργανα των δύο προαναφερθέντων φυτών, κατά την κύρια αυξητική περίοδο, την άνοιξη. Το άμυλο συσσωρεύεται στα φύλλα όταν το διαθέσιμο άζωτο είναι αρκετό για να καλύψει ένα μεγάλο φωτοσυνθετικό τάχος, εφ' όσον οι κλιματικές συνθήκες του ευνοούν, αλλά δεν επαρκεί για να υποστηρίξει έναν έντονο ρυθμό αύξησης (2). Στις βελόνες του φυτού *Picea rubens*, η συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων του αζώτου και των υδατανθράκων αλλάζει κατά την διάρκεια του έτους ανάλογα με την αυξητική δραστηριότητα του φυτού και την καταπόνηση από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως το ψύχος ή η έλλειψη αζώτου (1). Δεδομένου ότι: (α) η *D. viscosa* και η *T. tartonraira* θεωρούνται ανθεκτικά απέναντι στην καλοκαιρινή ξηρασία φυτικά είδη και (β) αναπτύσσονται σε φτωχά σε θρεπτικά στοιχεία εδάφη· σ' αυτή την εργασία μελετήθηκαν οι ετήσιες διακυμάνσεις του ολικού αζώτου στα φύλλα, το βλαστό και τη ρίζα τους. Επίσης διερευνήθηκαν, στα φύλλα, οι σχέσεις της διακύμανσης του αζώτου με τη διακύμανση των υδατανθράκων κατά τις περιόδους αύξησης έναντι των περιόδων αργού ρυθμού αύξησης. Υποθέτουμε ότι υπάρχουν διαφορές στη συσχέτιση κατά τις διάφορες εποχές του χρόνου και ανάμεσα στα δύο είδη, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και τις αυξητικές δραστηριότητες του κάθε φυτικού είδους.

## Υλικά και μέθοδοι

Φυτικό υλικό: Χρησιμοποιήθηκαν φύλλα, βλαστοί και ρίζες των φυτών *Dittrichia viscosa* (L.) W. Greuter ή *Inula viscosa* (L.) Aiton και *Thymelaea tartonraira* (L.) All. Η συλλογή και η επεξεργασία του φυτικού υλικού έγινε όπως περιγράφεται από τους Μελετίου-Χρήστου και Διαμαντόγλου (5). Τα κλιματικά δεδομένα αναφέρονται από τους Meletiou-Christou και συν. (6).

Μέθοδοι: Ο προσδιορισμός του ολικού αζώτου έγινε με τη μέθοδο Kjeldhal (4).

Στατιστική επεξεργασία: Έγινε ανάλυση διπλής διασποράς (2-way ANOVA), και όπου ήταν απαραίτητο, έλεγχος πολλαπλών συγκρίσεων (multiple range tests) με τη μέθοδο Duncan. Η συσχέτιση της συγκέντρωσης του ολικού αζώτου με την συγκέντρωση των υδατανθράκων (άμυλο, διαλυτά σάκχαρα) καθώς επίσης και οι συσχετίσεις των συγκεντρώσεων αζώτου μεταξύ βλαστού και ρίζας για κάθε φυτικό είδος, έγινε με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης (Linear regression). Όλες οι αναλύσεις έγιναν σε επίπεδο σημαντικότητας 95% ( $p < 0.05$ ). Χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές συγκέντρωσης των διαλυτών σακχάρων και αμύλου που αναφέρονται από τους Μελετίου-Χρήστου και Διαμαντόγλου (5).

## Αποτελέσματα - συζήτηση

Η συγκέντρωση του αζώτου ελαττώνεται κατά την περίοδο ανάπτυξης των νεαρών φύλλων του φυτού *D. viscosa* (Εικ. 1) και από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο υπάρχει αρνητική συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων αζώτου - αμύλου

και αζώτου - σακχάρων (Πιν.1). Μία παρόμοια σχέση έχει αναφερθεί σαν "αποτέλεσμα αραιώσης" (dilution effect) σε αναπτυσσόμενα φύλλα θάμνων που φύονται σε Μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα (3). Κατά τους επόμενους μήνες από τον Ιούνιο μέχρι και τον Αύγουστο (περίοδος καλοκαιρινής ξηρασίας) δεν παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές στη συγκέντρωση του αζώτου και δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων αζώτου - αμύλου και αζώτου - σακχάρων (Πιν. 1). Το ίδιο φαινόμενο έχει παρατηρηθεί στις βελόνες του φυτού *Picea rubens* κατά την περίοδο προσαρμογής στις χειμερινές χαμηλές θερμοκρασίες (1). Την εποχή που αρχίζει η άνθιση και στη συνέχεια η γήρανση των φύλλων (από Αύγουστο μέχρι Νοέμβριο) οι συσχετίσεις μεταξύ της συγκέντρωσης του αζώτου των φύλλων με το άμυλο και με τα σάκχαρα είναι αρνητικές (Πιν. 1). Σύμφωνα με την υπόθεσή μας στα φύλλα του φυτού *T. tartonraira* η επίσηια διακύμανση του αζώτου και οι συσχετίσεις μεταξύ των συγκεντρώσεων αζώτου - αμύλου και αζώτου - σακχάρων είναι διαφορετικές απ' όπι στο φυτό *D. viscosa* (Εικ. 1 και Πιν. 1). Στη *T. tartonraira* η συγκέντρωση του αζώτου αυξάνει από τον Μάρτιο μέχρι τον Ιούνιο και υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ αζώτου - αμύλου και αζώτου - σακχάρων (Πιν. 1). Σύμφωνα με τον Charin (2) αυτή η σχέση παρατηρείται όταν το διαθέσιμο άζωτο είναι αρκετό για να υποστηρίξει μια έντονη φωτοσύνθεση αλλά δεν επαρκεί για μια ταχεία αύξηση. Οπότε οι υδατάνθρακες, που δεν απορροφούνται γρήγορα από τα αναπτυσσόμενα όργανα, συσσωρεύονται στα όργανα παραγωγής τους. Κατά την περίοδο της καλοκαιρινής ξηρασίας, όπως και στα φύλλα της *D. viscosa*, η συγκέντρωση του αζώτου δεν παρουσιάζει αξιόλογες μεταβολές και δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων αζώτου - αμύλου και αζώτου - σακχάρων (Πιν.1). Κατά τους επόμενους μήνες, από τον Αύγουστο μέχρι τον Οκτώβριο, η συγκέντρωση του αζώτου στα φύλλα της *T. tartonraira* ελαττώνεται. Το ίδιο συμβαίνει και στο βλαστό, ενώ στη ρίζα δεν μεταβάλλεται σημαντικά (Εικ. 1). Υποθέτουμε λοιπόν πως αυτή η ελάττωση ή είναι "αποτέλεσμα αραιώσης" λόγω της αύξησης των ολικών λιπών κατά την ίδια περίοδο (5), ή οφείλεται σε διαρροή αζώτου μετά από την καταπόνηση της καλοκαιρινής ξηρασίας. Με την έναρξη των φθινοπωρινών βροχοπτώσεων παρατηρείται μια στατιστικά σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του αζώτου στα φύλλα και μία μικρότερη αύξηση στο βλαστό (Εικ. 1). Κατά την ίδια χρονική περίοδο δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων αζώτου - αμύλου και αζώτου - σακχάρων. Κατά τους χειμερινούς μήνες η συγκέντρωση του αζώτου στη ρίζα παρουσιάζει μικρές τιμές, ενώ στα υπέργεια όργανα (φύλλα - βλαστός) διατηρείται σε σχετικά υψηλά επίπεδα (Εικ. 1). Από το Νοέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο οι διακυμάνσεις του αζώτου είναι διαφορετικές, ανάμεσα στο βλαστό και τη ρίζα, στα δύο φυτικά είδη που μελετήθηκαν (Εικ. 1 και 2). Φαίνεται πως, το χειμώνα στην *D. viscosa*, ένα μέρος του αζώτου συσσωρεύεται στη ρίζα, ενώ στη *T. tartonraira* το άζωτο συσσωρεύεται στο βλαστό και τα φύλλα. Αυτή η παρατήρηση ενισχύεται ακόμη περισσότερο, αν λάβουμε υπ' όψη ότι: στην *D. viscosa* το ξηρό βάρος της ρίζας αποτελεί περίπου το 50% του ξηρού βάρους ολόκληρου του φυτού, κατά την εποχή που έχει ολοκληρωθεί η αύξηση, ενώ στη *T. tartonraira* μόνο το 11% περίπου (Διαμαντόγλου και Μελετίου-Χρήστου, αδημοσίευτα δεδομένα). Από τα αποτελέσματά μας μπορούμε να συμπεράνουμε ότι, σύμφωνα με την υπόθεση

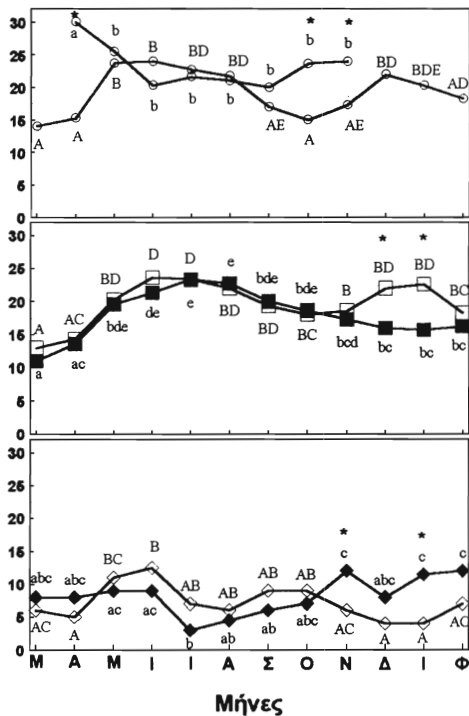
που κάναμε, οι σχέσεις των ετησίων διακυμάνσεων του αζώτου με τις διακυμάνσεις των υδατανθράκων επηρεάζονται από τις αυξητικές δραστηριότητες των φυτών. Γενικά κατά τις περιόδους της αύξησης των νέων φύλλων και της άνθισης υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των συγκεντρώσεων του αζώτου και των υδατανθράκων στα φωτοσυνθετικά όργανα. Αντίθετα όταν η αύξηση είναι αργή ή σταματά, λόγω της καλοκαιρινής ξηρασίας ή του ψύχους του χειμώνα, δεν υπάρχει συσχέτιση.

Πίνακας 1. Οι συσχετίσεις μεταξύ του ολικού αζώτου ( $\text{mg g}^{-1}$ ) και των υδατανθράκων (%) των φύλλων κατά τις διάφορες περιόδους του έτους. Οι συσχετίσεις με  $p < 0.05$  σημειώνονται με αστερίσκο.

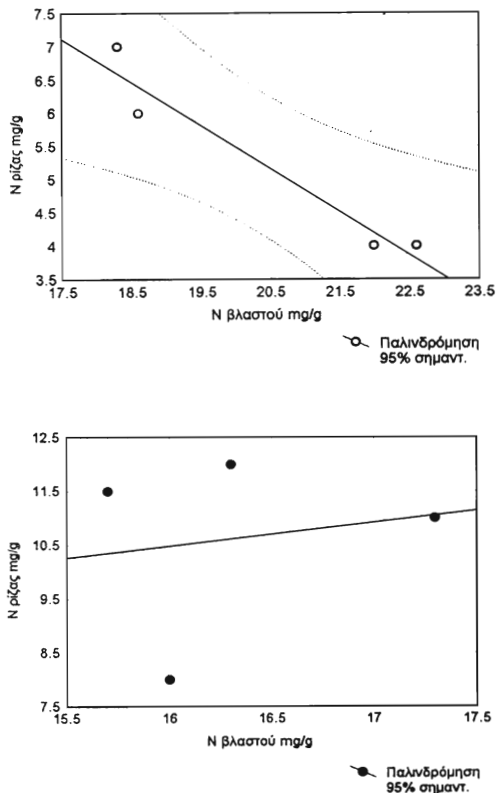
Φυτικό είδος	Χρονική περίοδος	Εξίσωση	R <sup>2</sup>	p
	Μάρτιος-Ιούνιος	άμυλο=6.1112-0.1175 N σάκχαρα=5.7639-0.0794 N	0.65 0.74	0.008* 0.003*
<i>D. viscosa</i>	Ιούνιος-Αύγουστος	άμυλο=4.1611-0.0357 N σάκχαρα=2.5667+0.15714 N	0.01 0.02	0.805 0.743
	Αύγουστος-Νοέμβριος	άμυλο=5.8332-0.1688 N σάκχαρα=23.196-0.8201N	0.34 0.58	0.046* 0.004*
	Μάρτιος-Ιούνιος	άμυλο=0.949006+0.14897 N σάκχαρα=0.48176+0.17844 N	0.91 0.82	0.000* 0.000*
	Ιούνιος-Αύγουστος	άμυλο=-0.5726+0.20806 N σάκχαρα=13.433-0.3093 N	0.42 0.38	0.060 0.076
<i>T. tartonraira</i>	Αύγουστος-Οκτώβριος	άμυλο=2.4624+0.04626 N σάκχαρα=0.29521+0.30648 N	0.19 0.63	0.277 0.010*
	Οκτώβριος-Δεκέμβριος	άμυλο=2.7669+0.02862 N σάκχαρα=4.9474-0.0621 N	0.06 0.22	0.551 0.192
	Δεκέμβριος-Φεβρουάριος	άμυλο=1.4828+0.09371 N σάκχαρα=-2.307+0.25695 N	0.29 0.71	0.130 0.004*

### Βιβλιογραφία

1. Amundson RG, Kohut RJ, Laurence JA (1995) Tree Physiol. 15, 167-174
2. Chapin III FS (1991) BioScience 41, 29-36
3. Field C, Mooney HA (1983) Oecologia 56, 348-355
4. Kjeldahl J (1883) Z. Analyt. Chem. 22, 366-370
5. Μελετίου-Χρήστου ΜΣ, Διαμαντόγλου Σ (1994) Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Επιστημονικού Συνεδρίου ΕΒΕ, 327-332
6. Meletiou - Christou MS, Rhizopoulou S, Diamantoglou S (1994) Env. Exp. Bot. 34, 129-140



Εικ. 1. Η διακύμανση της συγκέντρωσης του ολικού αζώτου στα φύλλα (κύκλοι), το βλαστό (τετράγωνα) και τη ρίζα (ρόμβοι) των φυτών *D. viscosa* (μαύρα σύμβολα) και *T. tartonraira* (άσπρα σύμβολα) κατά τη διάρκεια ενός έτους. Το τυπικό σφάλμα κυμαίνεται από 0.0 έως 1.2 mg·g<sup>-1</sup> για n=3. Σε κάθε φυτικό μέρος, τιμές που συμβολίζονται με το ίδιο γράμμα (κεφαλαία για τη *T. tartonraira* και μικρά για την *D. viscosa*) δε διαφέρουν σημαντικά (p>0.05). Οι αστερισκοί δηλώνουν σημαντική διαφορά (p<0.05), για τον συγκεκριμένο μήνα, ανάμεσα στα δύο είδη.



Εικ. 2. Οι συσχετίσεις μεταξύ της συγκέντρωσης του ολικού αζώτου mg·g<sup>-1</sup> στο βλαστό και τη ρίζα κατά την περίοδο από το Νοέμβριο μέχρι το Φεβρουάριο για κάθε φυτικό είδος. Για την *D. viscosa* (μαύροι κύκλοι) η εξίσωση συσχέτισης είναι  $N_{\text{ρίζας}} = 3.4352 + 0.44041 N_{\text{βλαστού}}$ ,  $R^2 = 0.03$ ,  $p = 0.83$ . Για τη *T. tartonraira* (άσπροι κύκλοι)  $N_{\text{ρίζας}} = 18.486 - 0.6496 N_{\text{βλαστού}}$ ,  $R^2 = 0.94$ ,  $p = 0.03$

## **Επίδραση του Cd στη δομή και λειτουργία της φωτοσυνθετικής συσκευής του σιταριού (*Triticum aestivum*)**

**Μουστάκας Μ., Ουζουνίδου Γ., Ελευθερίου Ε.Π.**

*Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 540 06 Θεσσαλονίκη*

**Περίληψη:** Μελετήθηκαν οι επιπτώσεις αυξανόμενων συγκεντρώσεων Cd σε νεαρά φυτά, με ιδιαίτερη έμφαση στις μεταβολές της αύξησης, της περιεκτικότητας των θρεπτικών στοιχείων, της δομής των πλαστιδίων και της φωτοσύνθεσης των φυτών. Εντονα συμπτώματα τοξικότητας εκδηλώθηκαν υπο την επίδραση 1mM Cd. Η αναστολή της επιμήκυνσης και της βιομάζας της ρίζας και του υπέργειου τμήματος ήταν ανάλογη με τη συγκέντρωση Cd στο διάλυμα. Η πρόσληψη και μεταφορά Cd στο βλαστό-φύλλα αυξήθηκε με την αύξηση Cd στο διάλυμα, ενώ αντίθετα παρατηρήθηκε σοβαρή απώλεια θρεπτικών Fe, Mg, Ca και K. Η μείωση της φωτοσύνθεσης και η αναστολή της αύξησης των φυτών θεωρούνται ως έμμεσες επιπτώσεις του Cd κυρίως στη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων. Παράλληλα, παρατηρήθηκε μεταβολή στη δομή των πλαστιδίων όπως αλλαγή σχήματος και διάστολή των μεμβρανών των θυλακοειδών. Οι δομικές αλλαγές δηλώνουν την πρόωρη γήρανση των φυτών υπό τη δράση Cd.

### **Physiological and ultrastructural effects of cadmium on wheat (*Triticum aestivum*) leaves**

**Moustakas M., Ouzounidou G., Eleftheriou E.P.**

*Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 540 06 Thessaloniki*

**Abstract:** The effects of a 7-day exposure of 3-day old wheat plants to increasing Cd concentrations are described, with special attention being given to chloroplast ultrastructural changes, chlorophyll fluorescence responses, chlorophyll and nutrient concentration changes as well as growth changes of the whole plant. The plants treated with 1mM Cd showed symptoms of heavy metal toxicity. The root, shoot-leaf length and the root, shoot-leaf biomass progressively decreased with increasing Cd in nutrient solution and in 1mM of Cd an almost complete inhibition of growth was found. Shoot-leaf Cd accumulation increased under Cd-treatments, while a Fe, Mg, Ca and K decline in the above ground parts was observed. The growth reduction and the inhibition of chlorophyll content and photosynthesis observed in the upper plant parts seemed principally due to indirect Cd effects on the content of essential nutrients. Cadmium treatment was shown to damage the structure of chloroplasts, as manifested by the disturbed shape and the dilation of the thylakoid membranes. These ultrastructural changes suggest that Cd probably induced premature senescence.

## Εισαγωγή

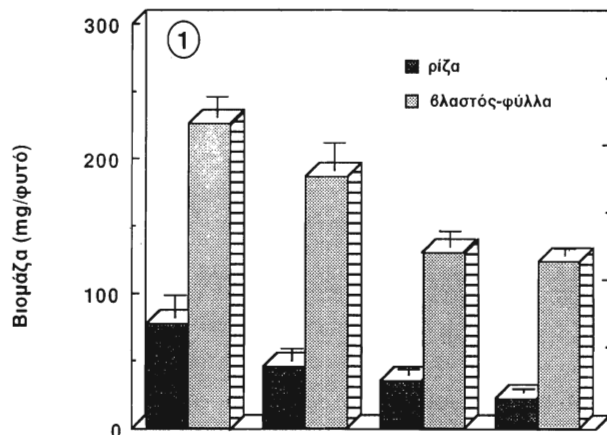
Μεταξύ των περιβαλλοντικών ρυπαντών, το κάδμιο (Cd) θεωρείται ιδιαίτερα επικίνδυνο και τοξικό για τα φυτά, τα ζώα και τον άνθρωπο. Οι επιπτώσεις της περίσσειας Cd στο θρεπτικό μέσο των φυτών επιφέρουν αναστολή της αύξησης, μείωση της συγκέντρωσης των θρεπτικών στοιχείων και της φωτοσύνθεσης, μεταβολή της ενζυμικής δραστηριότητας και αλλοίωση της δομής και λειτουργίας των χλωροπλαστών (1, 2, 3, 5, 6, 7, 11). Η παρούσα εργασία εστιάζεται στη μελέτη των επιπτώσεων διαφόρων συγκεντρώσεων Cd στην αύξηση, στη συγκέντρωση των θρεπτικών στοιχείων στη ρίζα και το βλαστό, στη συγκέντρωση των φωτοσυνθετικών χρωστικών, στη φωτοσύνθεση και στη δομή των χλωροπλαστών, με σκοπό την κατανόηση της τοξικής δράσης του Cd σε φυτά σιταριού (*Triticum aestivum* cv Dio).

## Αποτελέσματα

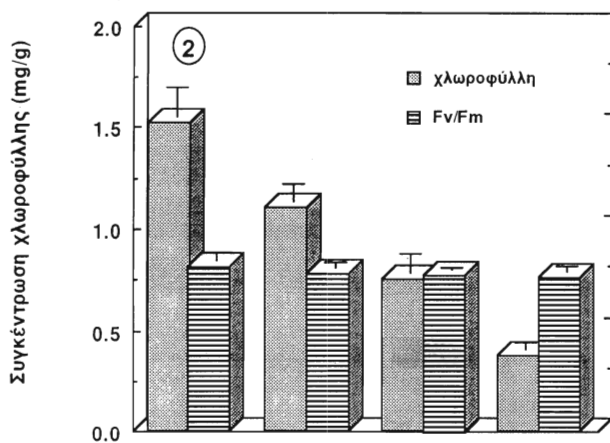
Με την αύξηση της συγκέντρωσης του Cd στο θρεπτικό μέσο μειώθηκε σταδιακά η βιομάζα της ρίζας και του υπέργειου τμήματος (Εικ. 1). Η συγκέντρωση Cd στο βλαστό-φύλλα αυξήθηκε με την αύξηση του μετάλλου στο θρεπτικό μέσο (Πιν. 1) και σε 1mM Cd ήταν 40 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με το μάρτυρα. Παράλληλα, σημαντική μείωση παρατηρήθηκε στην περιεκτικότητα των μακροστοιχείων K, Fe, Ca και Mg στα φύλλα (Πιν. 1). Μεγάλη ήταν η μείωση της χλωροφύλλης σε 1mM Cd, η οποία συνοδεύθηκε από ελαφρά μείωση της φωτοσυνθετικής απόδοσης Fv/Fm (Εικ. 2). Μείωση υπέστησαν επίσης οι παράμετροι του φθορισμού της χλωροφύλλης Fo, Fv, Fm (Εικ. 3). Διαφοροποίηση στο σχήμα και την εσωτερική μορφολογία εμφάνισαν οι χλωροπλάστες των φυτών υπό την επίδραση 1mM Cd.

**Πιν. 1:** Συγκέντρωση μετάλλων στο υπέργειο τμήμα αρτιβλάστων 10 ημερών του *Triticum aestivum* cv Dio, μετά από έκθεση 7 ημερών σε διάφορες συγκεντρώσεις Cd (Μέσος όρος  $\pm$  se τριών επαναλήψεων).

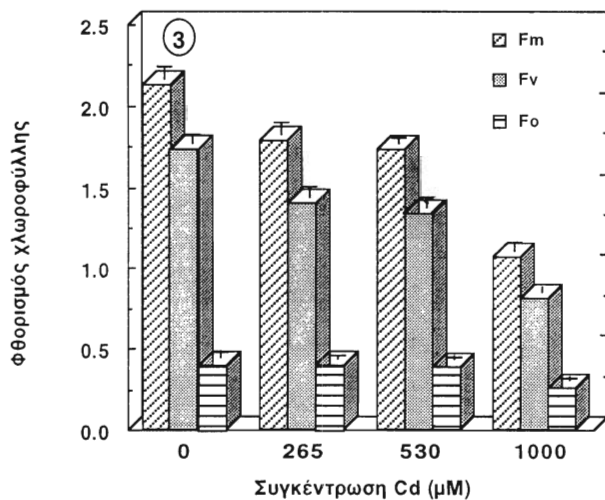
Συγκέντρωση μετάλλων στο βλαστό-φύλλα ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )					
Συγκέντρωση Cd	Cd	Fe	Mg	Ca	K
0 $\mu\text{M}$	2.7 $\pm$ 0.8	250 $\pm$ 38	149 $\pm$ 13	450 $\pm$ 17	5860 $\pm$ 210
265 $\mu\text{M}$	48 $\pm$ 9	64 $\pm$ 10	121 $\pm$ 9	426 $\pm$ 8	5570 $\pm$ 90
530 $\mu\text{M}$	73 $\pm$ 12	55 $\pm$ 5	120 $\pm$ 5	240 $\pm$ 20	5103 $\pm$ 65
1 mM	107 $\pm$ 15	37 $\pm$ 4	100 $\pm$ 2	97 $\pm$ 9	2760 $\pm$ 30



**Εικ. 1.** Μεταβολή της βιομάζας (mg/φυτό) του υπέργειου τμήματος και της ρίζας του *Triticum aestivum*, έπειτα από έκθεση 7 ημερών σε διάφορες συγκεντρώσεις Cd. Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± se (n=30).

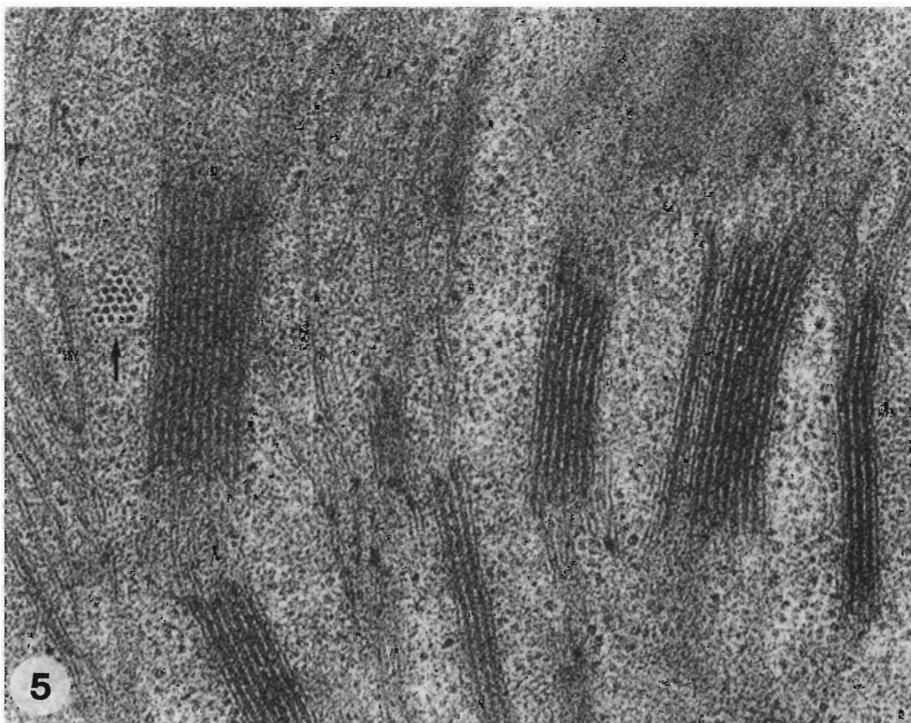
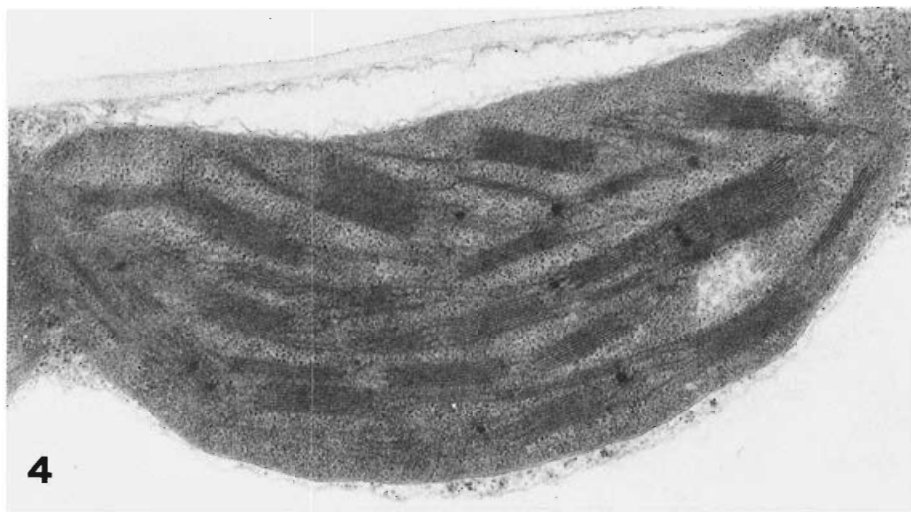


**Εικ. 2.** Μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης (mg/g) και της φωτοσυνθετικής απόδοσης Fv/Fm του *Triticum aestivum*, έπειτα από έκθεση 7 ημερών σε διάφορες συγκεντρώσεις Cd. Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± se).

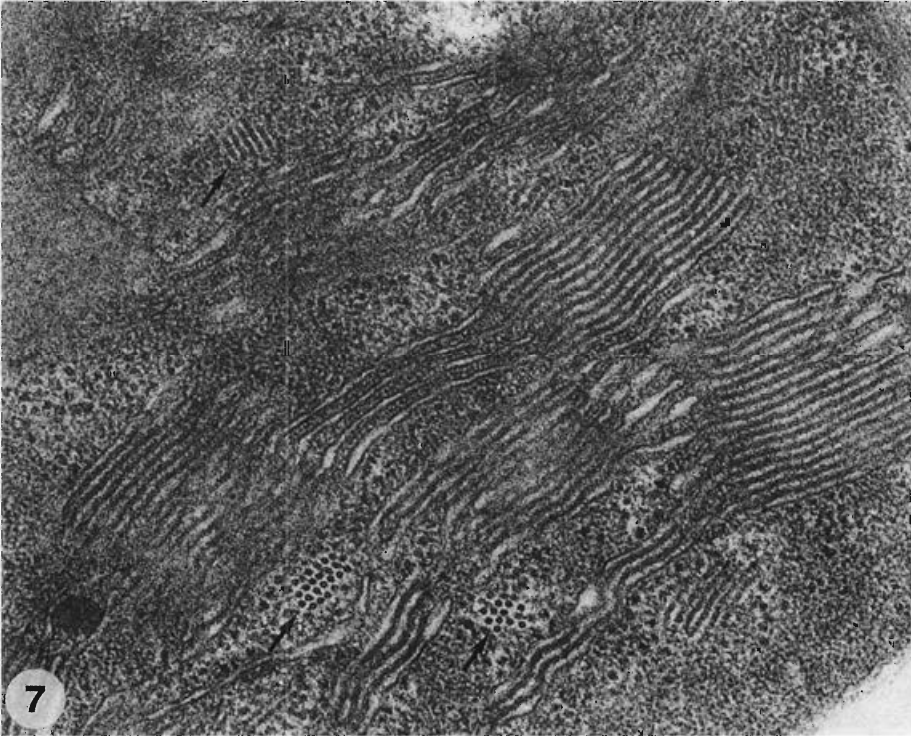
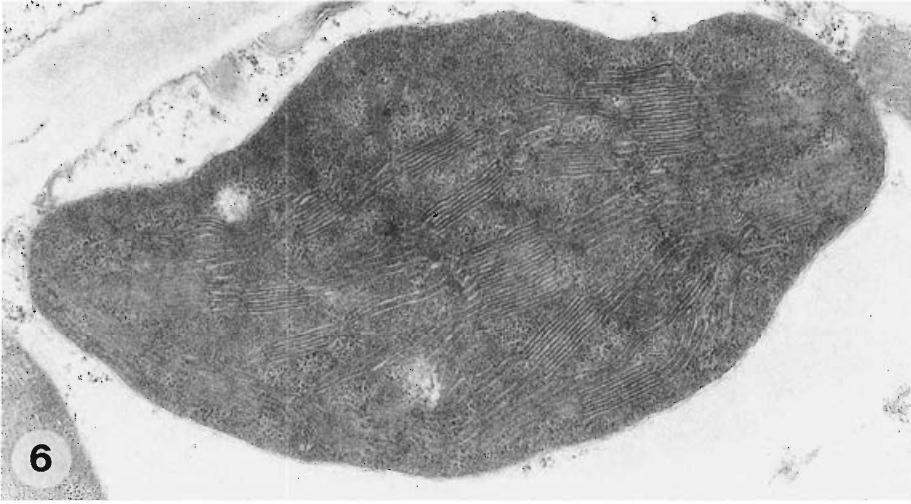


**Εικ. 3.** Μεταβολή διαφόρων φωτοσυνθετικών παραμέτρων (F<sub>o</sub>, F<sub>v</sub>, F<sub>m</sub>) του *Triticum aestivum*, έπειτα από έκθεση 7 ημερών σε διάφορες συγκεντρώσεις Cd. Οι τιμές είναι ο μέσος όρος ± se (n=5).





**Εικ. 4,5.** Χλωροπλάστες μεσοφύλλου μάρτυρα με τυπικό νεφροειδές σχήμα, grana διευθετημένα σε τάξη αποτελούμενα από επίπεδα θυλακοειδή με στενούς ενδοθυλακοειδείς χώρους. Το βέλος δείχνει συνάθροιση σωληνοειδών δομών. Εικ. 4: X23.200, Εικ. 5: X73.800.



**Εικ. 6,7.** Χλωροπλάστες φυτών που αναπτύχθηκαν σε 1 mM Cd για 7 ημέρες, με διαταραγμένο σχήμα, θυλακοειδή με κυματοειδή εμφάνιση και διευρυμένους ενδοθυλακοειδείς χώρους. Τα βέλη δείχνουν συναθροίσεις σωληνοειδών δομών. Εικ. 6: X23.200, Εικ. 7: X73.800.

Ενώ στο μάρτυρα οι χλωροπλάστες παρουσιάζουν το τυπικό νεφροειδές σχήμα με τα grana διευθετημένα σε τάξη (Εικ. 4) και με κανονικούς ενδοθυλακοειδείς χώρους (Εικ. 5), στα φυτά που αναπτύχθηκαν παρουσία Cd οι χλωροπλάστες εμφανίζουν σοβαρά διαταραγμένο σχήμα (Εικ. 6) και φέρουν θυλακοειδή με κυματοειδή εμφάνιση και διογκωμένους ενδοθυλακοειδείς χώρους (Εικ. 7).

### **Συζήτηση**

Η υψηλή συγκέντρωση Cd στους φυτικούς ιστούς συνοδεύθηκε από έλλειψη απαραίτητων μακροστοιχείων με ορατά συμπτώματα τοξικότητας (καχεξία, χλώρωση). Ο ανταγωνισμός στην πρόσληψη μακροστοιχείων και η αντικατάσταση ιόντων, όπως το Ca, από ιόντα Cd στις θέσεις σύνδεσης με τις μεμβράνες προκαλούν τη μείωση της πρόσληψης των μακροστοιχείων (14). Η απώλεια του Fe και Mg από τα φύλλα έχει αρνητικές επιπτώσεις στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης με συνέπεια η μείωση της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας να μπορεί να θεωρηθεί ως έμμεσο αποτέλεσμα της απώλειας των φωτοσυνθετικών χρωστικών και μακροστοιχείων.

Η μεταφορά ηλεκτρονίων στις αρχικές αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης ελάχιστα επηρεάζεται από την παρουσία Cd, αφού ο λόγος Fv/Fm παραμένει σχεδόν αμετάβλητος. Η ελαφρά πτώση του λόγου δηλώνει επίσης τη μείωση της χρησιμοποίησης της ενέργειας για φωτοχημικές αντιδράσεις.

Η μείωση του μεταβλητού φθορισμού Fv υποδηλώνει την αρνητική επίπτωση από την επίδραση του Cd στην οξειδωτική θέση του PSII, καθώς και στη δομή των θυλακοειδών ή ακόμη και αλλοίωση στα κέντρα αντίδρασης του PSII (9).

Η υπομικροσκοπική εικόνα των χλωροπλάστων μετά από επίδραση 1mM Cd φανερώνει την εκδήλωση πρόωρης γήρανσης παρουσία Cd. Οι αλλοιώσεις των πλαστιδίων διαφέρουν από αυτές που προκαλούνται από άλλα βαρέα μέταλλα, όπως Ni, Co και Cu (10, 12). Δεν παρατηρήθηκε συσσώρευση αμύλου στα πλαστίδια, γεγονός που πιθανόν οφείλεται είτε στην έλλειψη επιπτώσεων του Cd στη μετακίνηση των προϊόντων της φωτοσύνθεσης μέσω ηθμοσωλήνων είτε στις εντονότερες επιπτώσεις του Cd στη φωτοσύνθεση από αυτές της μεταφοράς των προϊόντων της.

Το Cd σε αντίθεση με άλλα μέταλλα, π.χ. το Al (4, 8) το Cu (10) ή το Cr (13), προκαλεί μεγαλύτερες αλλοιώσεις στη λεπτή δομή των υπέργειων τμημάτων από ό,τι στις ρίζες. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί είτε από την ικανότητα των ριζών να συγκρατούν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις Cd σε μη τοξική μορφή είτε από την μεγαλύτερη κινητικότητα του Cd μέσα στο φυτό (1).

### **Βιβλιογραφία**

1. Barcelo J, Vazquez MD, Poschenrieder Ch (1988). *New Phytol* 108: 37-49
2. Baszynski T, Wajda L, Krol M, Wolinska D, Krupa Z, Tukendorf A (1980). *Physiol Plant* 48: 365-370
3. Costa G, Morell JL (1994). *Plant Physiol Biochem* 32: 561-570
4. Eleftheriou EP, Moustakas M, Fragiskos N (1993). *J Exp Bot* 44: 427-436
5. Greger, M, Brammer E, Lindberg S, Larsson G, Idestam-Almquist J (1991). *J Exp Bot* 239: 729-737

6. Karataglis S, Moustakas M, Symeonidis L. (1991). *Biol Plant* 33: 3-9
7. Krupa Z, Oquist G, Huner NPA (1993). *Physiol Plant* 88: 626-630
8. Moustakas M, Ouzounidou G, Eleftheriou EP, Lannoye R (1996). *Plant Physiol Biochem* 34: In press
9. Ouzounidou G (1993). *Photosynthetica* 29: 455-462
10. Ouzounidou G, Eleftheriou EP, Karataglis S (1992). *Can J Bot* 70: 947-957
11. Rascio N, Dalla Vecchia D, Ferretti, M, Merlo L, Ghisi R (1993). *Arch Environ Contam Toxicol* 25: 244-249
12. Rauser WE, Samarakoon AB (1980). *Plant Physiol* 65: 578-583.
13. Vazquez MD, Poschenrieder Ch, Barcelo J (1987). *Ann Bot* 59: 427-438
14. Verbost PM, Flik G, Lock RA, Wendelaar Bonga SE (1988). *J Membr Biol* 102: 97-104

## **Ο ρόλος του Ca στην ανάκαμψη της αύξησης και φωτοσύνθεσης του σιταριού έναντι της τοξικότητας του Ni**

**Ουζουνίδου Γ., Μουστάκας Μ., Συμεωνίδης Λ., Καράταγλης Σ.**  
*Τομέας Βοτανικής, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 540 06 Θεσσαλονίκη*

**Περίληψη:** Μελετήθηκαν οι επιπτώσεις της περίσσειας Ni σε φυτά *Triticum aestivum* cv Yecora 10 ημερών, καθώς και ο ρόλος του Ca τόσο στην απόλυση της τοξικότητας του μετάλλου όσο και στην ανάκαμψη της αύξησης των φυτών. Η περίσσεια Ni προκάλεσε αναστολή της πρόσληψης και μεταφοράς των θρεπτικών στοιχείων (Ca, Mg, Fe, K, Na). Η απόλυση των τοξικών φαινομένων με την προσθήκη περίσσειας Ca, πιθανόν οφείλεται στη μείωση της πρόσληψης Ni από τη ρίζα και την περιορισμένη μεταφορά στα φύλλα, λόγω ανταγωνιστικών δράσεων των ιόντων Ni και Ca. Η επίδραση του Ni στη φωτοσύνθεση των φυτών είναι άμεση και έμμεση. Η ελάττωση του  $t_{1/2}$ , δείχνει την μείωση του μεγέθους των αντεννών ή/και τη μείωση των πλαστοκυανών. Η μείωση της χλωροφύλλης συνοδεύτηκε από συρρίκνωση του αριθμού ενεργών μορίων χλωροφύλλης, που μετέχουν στη μεταφορά των ηλεκτρονίων στα κέντρα αντίδρασης του PSII (Fv/Fo). Παράλληλα μειώθηκε και η μέγιστη απόδοση φωτονίων για φωτοχημικές αντιδράσεις (FPO). Παρατηρήθηκε ανάκαμψη των φυτών κατά την τοποθέτησή τους σε διάλυμα Hoagland+5000μM Ca, η οποία ακολούθησε διαφορετικό μοντέλο όσον αφορά τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά. Η παρουσία Ca στους μάρτυρες αύξησε τους ρυθμούς αύξησης και τις φυσιολογικές λειτουργίες τους. Η συγκέντρωση Ni στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε 1mM Ni+5000μM Ca ήταν μικρότερη σε σχέση με αυτά που καλλιεργήθηκαν σε 1mM Ni. Αύξηση των θρεπτικών στοιχείων κατά την ανάκαμψη παρατηρήθηκε σε όλα τα φυτά.

## **Calcium requirement for recovery of growth and photosynthesis in Ni-stressed wheat**

**Ouzounidou G., Moustakas M., Symeonidis L., Karataglis S.**  
*Department of Botany, School of Biology, Aristotle University of Thessaloniki, 540 06 Thessaloniki*

**Abstract:** The effect of excess Ni on wheat plants as well as the role of Ca for amelioration of toxicity and recovery of growth and photosynthesis in Ni-stressed wheat was evaluated. Growth, nutrient status (Ca, Mg, Fe, K, Na), and photosynthesis showed a distinct decrease strictly related to the period of treatment. Calcium ameliorates to a certain extent toxic symptoms of Ni, due to antagonistic action between Ni and Ca. The decrease of  $t_{1/2}$  with increasing duration of Ni exposure indicates negative changes in the effective antenna size of PSII, or the diminished pool of plastoquinone, while the reduced Fv/Fo ratio shows a decrease in the proportion of active chlorophyll associated with the reaction centers of PSII. The maximum quantum yield for energy trapping was also suppressed. Plant transfer to Hoagland solution+5000μM Ca caused recovery to plant morphology and physiology. Increasing Ca to control plants increased their rates of growth and physiology. Ni concentration in plants exposed to 1mM Ni+5000μM Ca was lower than in plants exposed to 1mM Ni. In all treatments a certain increase of plant nutrients was observed during recovery.

## Εισαγωγή

Συμπτώματα τοξικότητας του Ni στα φυτά εμφανίζονται σε συγκέντρωση  $1\mu\text{g ml}^{-1}$  στο θρεπτικό μέσο. Τα συμπτώματα αυτά αφορούν στην αναστολή της αύξησης-ανάπτυξης, καθώς και σε τροποποίηση του μεταβολισμού [1]. Οι φωτοσυνθετικές αντιδράσεις, η μη κυκλική μεταφορά ηλεκτρονίων και η αφομοίωση του  $\text{CO}_2$  είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στο Ni [2]. Είναι γνωστό ότι η έλλειψη ιόντων Ca επιτείνει την τοξικότητα των μετάλλων καθώς και ότι η περίσσεια ιόντων Ca μειώνει τα τοξικά συμπτώματα δρώντας ανταγωνιστικά με τα μέταλλα [3, 4, 5].

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη του μηχανισμού δράσης της περίσσειας ιόντων Ni σε φυτά *Triticum aestivum* cv Yecora, καθώς και ο ρόλος των ιόντων Ca τόσο στην απάλυνση της τοξικότητας του μετάλλου όσο και στην ανάκαμψη της αύξησης των φυτών.

## Υλικά-Μέθοδοι

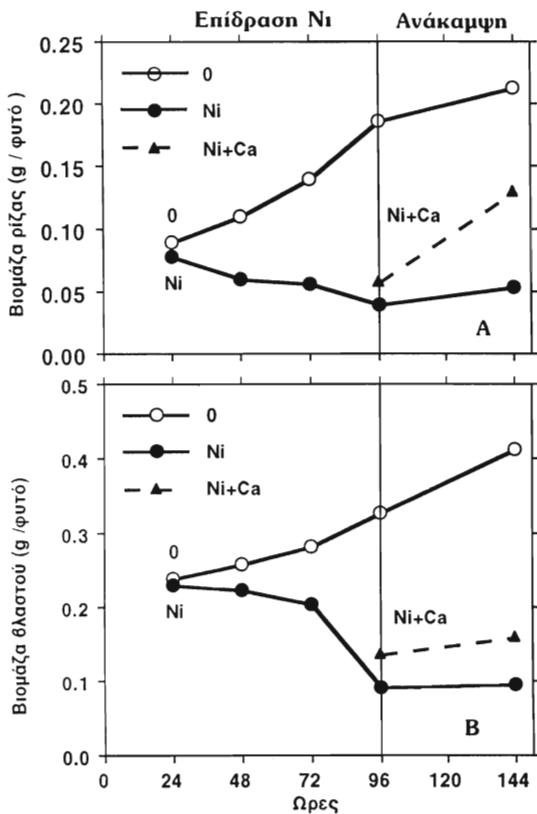
Σε φυτά *Triticum aestivum* L. cv Yecora ηλικίας 10 ημερών, που αναπτύχθηκαν σε θρεπτικό διάλυμα Hoagland, προστέθηκε  $1\text{mM}$  Ni ( $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ή  $1\text{mM}$  Ni+ $5000\mu\text{M}$  Ca ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) για 4 ημέρες ή παρέμειναν σε διάλυμα Hoagland για άλλες 4 ημέρες (μάρτυρας). Κατόπιν τα φυτά των τριών περιπτώσεων (μάρτυρας, Ni, Ni+Ca), τοποθετήθηκαν για 2 ημέρες σε διάλυμα Hoagland+ $5000\mu\text{M}$  Ca.

## Αποτελέσματα

### Επίδραση Ni

1) Τα φυτά που αναπτύχθηκαν για 96h σε  $1\text{mM}$  Ni παρουσίασαν μεγαλύτερη μείωση στη βιομάζα του υπέργειου τμήματος και της ρίζας (Εικ. 1A, 1B) καθώς και στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης (α+β) των φύλλων (Εικ. 2A), σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε  $1\text{mM}$  Ni+ $5000\mu\text{M}$  Ca και αυτά σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες. Η μάζα του ριζικού συστήματος μειώθηκε περισσότερο από τη μάζα του υπέργειου τμήματος. Ο λόγος chl a/b παρέμεινε σταθερός.

**Εικ. 1:** Μεταβολή της βιομάζας (g/φυτό) της ρίζας (A) και του υπέργειου τμήματος (B) αρτιβλάστων *Triticum aestivum* 10 ημερών, έπειτα από επίδραση  $1\text{mM}$  Ni ή  $1\text{mM}$  Ni+ $5000\mu\text{M}$  Ca και ανάκαμψης σε διάλυμα Hoagland+Ca, σε σχέση με το χρόνο έκθεσης. Οι τιμές είναι ο μέσος όρος 30 μετρήσεων.



2) Τα φυτά που αναπτύχθηκαν για 96h σε 1mM Ni παρουσίασαν μεγαλύτερη συσσώρευση Ni και μεγαλύτερη μείωση θρεπτικών στοιχείων (Na, Fe, Ca, K, Mg) σε σύγκριση με τα φυτά που αναπτύχθηκαν σε 1mM Ni+5000μM Ca και αυτά σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες. Η ρίζα συγκέντρωσε μεγαλύτερες ποσότητες Ni σε σύγκριση με τα υπέργεια τμήματα (Πιν. 1).

3α) Σχεδόν σταθερός ήταν ο αρχικός φθορισμός (Fo) στις 3 περιπτώσεις διαλυμάτων (μάρτυρας, Ni, Ni+Ca). Σημαντική όμως ήταν η μείωση του  $t_{1/2}$  παρουσία 1mM Ni, σε σχέση με 1mM Ni+5000μM Ca (Εικ. 2B).

3β) Μετά απο 96h επίδρασης 1mM Ni η μέγιστη απόδοση φωτονίων στις αρχικές αντιδράσεις (ΦΡο), καθώς και ο λόγος του μεταβλητού φθορισμού προς τον αρχικό (Fv/Fo) των φυτών μειώθηκε περισσότερο σε σύγκριση με την επίδραση 1mM Ni+5000μM Ca (Εικ. 3,4).

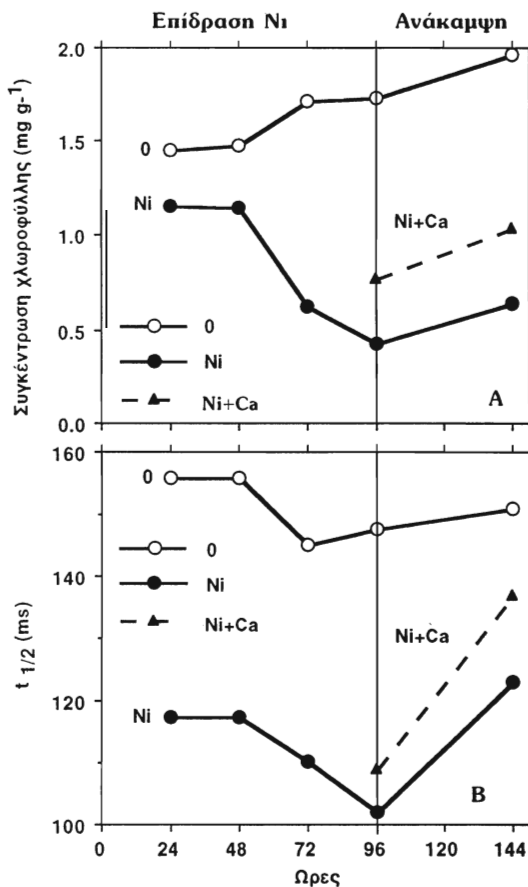
### Ανάκαμψη σε διάλυμα Hoagland+Ca (48 ώρες)

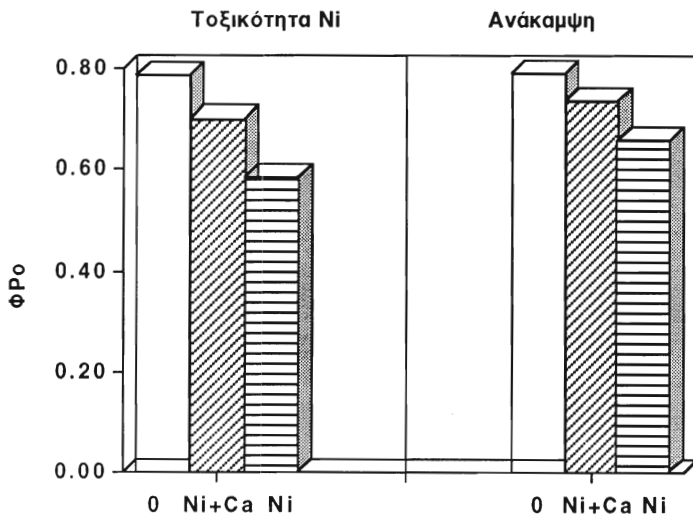
1) Η παρουσία 5000μM Ca προκάλεσε αύξηση στη βιομάζα των φυτών του μάρτυρα. Μικρότερο ρυθμό ανάκαμψης εμφάνισαν τα φυτά που εκτέθηκαν σε 1mM Ni σε σχέση με αυτά σε 1mM Ni+5000μM Ca σε όλους τους μορφολογικούς δείκτες (Εικ. 1).

2) Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης καθώς και οι παράμετροι του φθορισμού  $t_{1/2}$ , ΦΡο, και Fv/Fo ανέκαμψαν πιο γρήγορα στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε 1mM Ni από ότι σε 1mM Ni+5000μM Ca, όμως οι τιμές τους δεν υπερέβησαν τις τιμές των φυτών με Ni+Ca (Εικ. 2, 3,4).

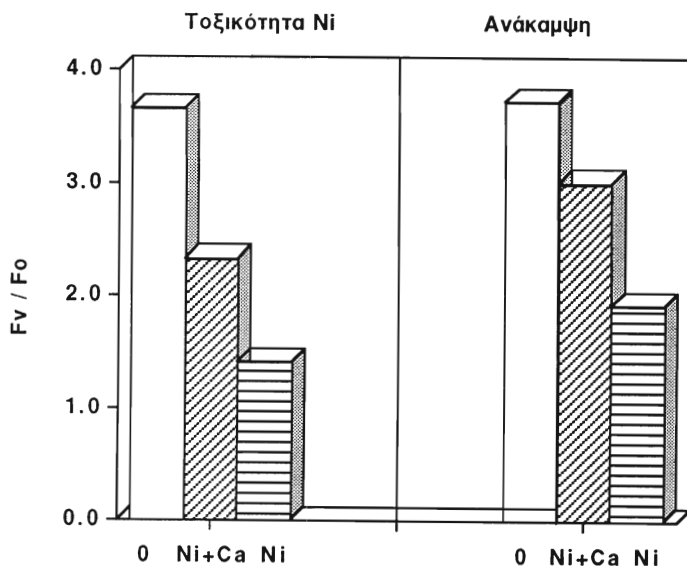
3) Η συγκέντρωση Ni στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε 1mM Ni μειώθηκε κατά 25% ενώ των φυτών με 1mM Ni+5000μM Ca μειώθηκε κατά 50% (Πιν. 1). Παράλληλα, παρατηρήθηκε αύξηση των συγκεντρώσεων Ca, Fe, K, Mg, Na στη ρίζα και τα φύλλα τόσο στο μάρτυρα όσο και στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε 1mM Ni και 1mM Ni+5000μM Ca (Πιν. 1).

**Εικ. 2:** Μεταβολή της συγκέντρωσης χλωροφύλλης (mg/g) (A) και του χρόνου  $t_{1/2}$  (ms) (B) αριβλάστων *Triticum aestivum* 10 ημερών, έπειτα απο επίδραση 1mM Ni ή 1mM Ni+5000μM Ca και ανάκαμψης σε διάλυμα Hoagland+Ca, σε σχέση με το χρόνο έκθεσης. Οι μετρήσεις έγιναν στο δεύτερο φύλλο, n=5.





**Εικ. 3:** Μεταβολή της απόδοσης φωτονίων για φωτοχημικές αντιδράσεις ( $F_v/F_o$ ) στο δεύτερο φύλλο αρτιβλάστων *Triticum aestivum* 10 ημερών, κατά τις περιόδους: Α) επίδρασης 1mM Ni ή 1mM Ni+5000 $\mu$ M Ca για 96 ώρες και Β) ανάκαμψης σε διάλυμα Hoagland+Ca για 48 ώρες. Οι τιμές είναι ο μέσος όρος πέντε μετρήσεων.



**Εικ. 4:** Μεταβολή του μεταβλητού φθορισμού  $F_v/F_o$  στο δεύτερο φύλλο αρτιβλάστων *Triticum aestivum* 10 ημερών, κατά τις περιόδους: Α) επίδρασης 1mM Ni ή 1mM Ni+5000 $\mu$ M Ca για 96 ώρες και Β) ανάκαμψης σε διάλυμα Hoagland+Ca για 48 ώρες. Οι τιμές είναι ο μέσος όρος πέντε μετρήσεων.



**Πιν. 1:** Συγκέντρωση μετάλλων (μg/g) στη ρίζα και τα φύλλα ορπιβλάστων *Triticum aestivum* 10 ημερών, κατά τις περιόδους: α) επιδράσης 1mM Ni ή 1mM Ni+5000μM Ca για 96 ώρες και β) ανάκαμψης σε διάλυμα Hoagland+Ca για 48 ώρες. Οι τιμές είναι ο μέσος όρος τριών μετρήσεων ± se.

		Συγκέντρωση μετάλλου (μg g <sup>-1</sup> )											
Επίδραση		Ni		Ca		Mg		Fe		K		Na	
		96h	Ανάκαμψη	96h	Ανάκαμψη	96h	Ανάκαμψη	96h	Ανάκαμψη	96h	Ανάκαμψη	96h	Ανάκαμψη
<b>0</b>	leaf	16±2	17±3	2005±130	4516±220	2000±68	2020±65	390±21	480±30	8122±620	8259±710	144±8	156±7
	root	15±2	20±4	1806±118	4229±310	2050±80	2400±89	970±32	1040±52	7455±580	8132±470	191±17	241±20
<b>Ni (1mM)</b>	leaf	421±96	302±86	907±72	1347±68	440±50	670±48	89±9	131±13	2544±207	3149±97	102±14	111±16
	root	482±117	380±120	488±56	1261±70	520±46	800±65	157±14	223±17	2966±189	3152±215	105±8	117±19
<b>Ni+Ca (1mM+5000μM)</b>	leaf	343±76	117±28	1804±93	2415±105	680±72	1320±86	197±5	242±19	4833±316	5373±360	105±13	121±6
	root	351±104	170±17	1543±98	2150±100	910±100	1460±75	690±29	917±30	3090±289	4541±350	129±11	136±9

## Συζήτηση-Συμπεράσματα

Η περίσσεια Ni προκάλεσε αναστολή της πρόσληψης και μεταφοράς των θρεπτικών στοιχείων (Ca, Mg, Fe, K, Na). Ειδικότερα το Ca και Mg παρουσίασαν μεγάλη μείωση σε 1mM Ni, με αποτέλεσμα η έλλειψή τους να συμβάλει στη μεταβολή της μοριακής δομής των μεμβρανών και της διαπερατότητάς τους, γεγονός που προκαλεί αύξηση της πρόσληψης Ni [3, 6]. Πιθανόν το Ni και το Ca να ανταγωνίζονται για τις ίδιες θέσεις δεύσμευσης στα σύμπλοκα της πηκτίνης στο κυτταρικό τοίχωμα και στις αντλίες Ca του πλασμαλλήμματος. Μεταβολές στη διαπερατότητα των μεμβρανών προκαλεί και η έλλειψη K [7]. Η δραστική μείωση της βιομάζας των φυτών πιθανόν οφείλεται εν μέρει στη σημαντική απώλεια κυρίως του Ca από τους ιστούς, και εν μέρει στις έμμεσες επιπτώσεις του Ni στις βιοχημικές και φυσιολογικές διαδικασίες [5].

Η απάλυνση των τοξικών φαινομένων με την προσθήκη περίσσειας Ca, πιθανόν οφείλεται στη μείωση της πρόσληψης Ni από τη ρίζα και την περιορισμένη μεταφορά στα φύλλα, λόγω ανταγωνιστικών δράσεων των ιόντων Ni και Ca. Η μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης αποδίδεται στην αναστολή της βιοσύνθεσής της από το Ni [8]. Η επίδραση του Ni στη φωτοσύνθεση των φυτών είναι άμεση και έμμεση. Έμμεση λόγω καταστροφής των φωτοσυνθετικών χρωστικών και άμεση λόγω επιπτώσεων στα κέντρα αντίδρασης του PSII. Η ελάττωση του  $t_{1/2}$ , δείχνει την μείωση του μεγέθους των αντεννών ή/και τη μείωση των πλαστοκυανών. Η μείωση της χλωροφύλλης συνοδεύτηκε από συρρίκνωση του αριθμού ενεργών μορίων χλωροφύλλης, που μετέχουν στη μεταφορά των ηλεκτρονίων στα κέντρα αντίδρασης του PSII (Fv/Fo). Παράλληλα μειώθηκε και η μέγιστη απόδοση φωτονίων για φωτοχημικές αντιδράσεις (FPO) [2].

Η απομάκρυνση του Ni από τα φυτά και η τοποθέτησή τους σε διάλυμα Hoagland+5000μM Ca επέφερε ανάκαμψη, η οποία ακολούθησε διαφορετικό μοντέλο όσον αφορά τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά. Η παρουσία Ca στους μάρτυρες αύξησε τους ρυθμούς αύξησης και τις φυσιολογικές λειτουργίες τους. Μεγαλύτερη ανάκαμψη στην βιομάζα του ριζικού συστήματος και του υπέργειου τμήματος εμφάνισαν τα φυτά που καταπονήθηκαν με 1mM Ni+5000μM Ca σε σχέση με αυτά του 1mM Ni. Αντίθετα, η φωτοσύνθεση και η περιεκτικότητα της χλωροφύλλης των φυτών με Ni ανέκαμψαν περισσότερο από αυτών με Ni+Ca. Η συγκέντρωση Ni στα φυτά που καλλιεργήθηκαν σε 1mM Ni+5000μM Ca μειώθηκε περισσότερο σε σχέση με αυτών που καλλιεργήθηκαν σε 1mM Ni. Αύξηση των θρεπτικών στοιχείων κατά την ανάκαμψη παρατηρήθηκε σε όλα τα φυτά. Η μεγαλύτερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα στα καταπονημένα από Ni φυτά φαίνεται ότι δεν πρόλαβε να εκφραστεί σε "άριστη" αύξηση των φυτών μέσα σε 48 ώρες.

## Βιβλιογραφία

1. Dalton D. A., Russell S. A. and H. J. Evans. 1988. *Biofactors* 1: 11-16.
2. Krupa Z., Siedlecka A., Maksymiec W. and T. Baszynski. 1993. *J. Plant Physiol.* 142: 664-668.
3. Rengel Z. 1992. *New Phytol.* 121: 499-513.
4. Moustakas M. and G. Ouzounidou. 1994. *Plant Physiol. Biochem.* 32: 527-532.
5. Gabrielli R., Gori P. and A. Scala. 1995. *Plant Sci.* 104: 225-230.
6. Brady D. J., Edwards D. G., Asher C. J. and F. P. C. Blamey. 1993. *New Phytol.* 123: 531-538.
7. Noble A. D. and M. E. Sumner. 1989. *S. Afr. Plant Soil* 6: 113-119.
8. Sheoran I. S., Singal H. R. and R. Singh. 1990. *Photosynth. Res.* 23: 345-351.

**Περί της οικολογίας και της φυσιολογίας της *Jankaea heldreichii* (Boiss.) Boiss, τοπικού ενδημίτη του Ολύμπου  
Το προστατευτικό δυναμικό των φύλλων και του  
τριχώματος έναντι της UV-B ακτινοβολίας σε υψομετρικά  
διακριτούς σταθμούς**

Λιάκουρα Β.<sup>1</sup>, Βολιώτης Δ.<sup>2</sup>, Καραμπουρνιώτης Γ.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Εργαστήριο Φυσιολογίας Φυτών και

<sup>2</sup>Εργαστήριο Συστηματικής Βοτανικής, Τμήμα Γεωργικής  
Βιολογίας & Βιοτεχνολογίας, Γεωπονικό Παν/μιο Αθηνών.

**Περίληψη** Μελετήθηκαν το προστατευτικό δυναμικό των φύλλων έναντι της UV-B ακτινοβολίας καθώς και η οικολογία του τοπικού ενδημίτη *Jankaea heldreichii* (Boiss.) Boiss. της τροπικής οικογένειας GESNERIACEAE, σε δύο υψομετρικούς σταθμούς του Ολύμπου (600 και 2100m υ. τ. θ.). Ο πρώτος σταθμός εντοπίζεται σε τυπικό βιότοπο της Μακκίας Μεσογειακής ζώνης βλάστησης *Quercetalia ilicis*, ενώ ο δεύτερος στη ζώνη των ψυχροβίων κωνοφόρων του ρόμπολου *Pinetum heldreichii*. Τα φύλλα των φυτών που προέρχονταν από το ανώτερο υψόμετρο παρουσίασαν, 30% μεγαλύτερη πυκνότητα τριχώματος και διπλάσιο περίπου πάχος εφυμενίδας σε σύγκριση με τα αντίστοιχα του χαμηλότερου υψόμετρου. Επιπροσθέτως, η συγκέντρωση των ουσιών που απορροφούν στην περιοχή της UV-B ακτινοβολίας στα αποτριχωμένα φύλλα των φυτών του ανώτερου υψόμετρου ήταν διπλάσια εκείνης των φυτών του χαμηλού υψόμετρου. Φαίνεται λοιπόν ότι το χασμόφυτο αυτό κατορθώνει και διαβιώνει στο περιβάλλον των διαφορετικών υψομέτρων μέσω κατάλληλων ανατομικών και φυσιολογικών προσαρμογών.

**On the ecology and physiology of the *Jankaea heldreichii*  
a local endemic plant of Mount Olympus, Central Greece.  
Leaf and trichome UV-B protective potential at two  
altitudes.**

Liakoura V.,<sup>1</sup> Voliotis D.,<sup>2</sup> & Karabourniotis G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Plant Physiology and,

<sup>2</sup>Laboratory of Systematic Botany, Department of Agricultural  
Biology and Biotechnology, Agricultural University of Athens.

**Abstract** The ecology as well as the UV-B protective potential of the leaves of the local endemic plant *Jankaea heldreichii* (Boiss.) Boiss. (GESNERIACEAE) at two altitudes on Mount Olympus, were studied. Study site I (600 m a.s.l.) is located within the Mediterranean vegetation zone *Quercetalia ilicis*, whereas the study site II (2100 m a.s.l.) within the cold acclimated conifers zone *Pinion heldreichii*. Leaves collected at the higher elevation exhibited a 30% higher trichome density on both surfaces and an adaxial cuticle with a thickness twice as those at the lower elevation. UV-B absorbing compounds concentration in the de-haired laminae was two-fold higher in a leaf area basis and 40% higher in a DW basis in the plants of the higher altitude. Thus, anatomical and physiological adaptations can probably be responsible for the broad altitudinal proliferation of this hasmophyte.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η προστασία των φυτικών ιστών έναντι της φυσικής UV-B ακτινοβολίας παρέχεται από ουσίες, κυρίως φλαβονοειδή, που απορροφούν στην ίδια περιοχή μηκών κύματος (Middleton & Teramura, 1993, Tevini et al., 1991). Οι ουσίες αυτές εντοπίζονται είτε στην εφυμενίδα (Wollenweber & Dietz, 1980, Tomas-Barberan & Wollenweber, 1990), είτε στα χυμοτόπια των επιδερμικών κυττάρων (Caldwell et al, 1983, Day et al, 1993, Middleton & Teramura, 1993, Tevini, 1994), είτε στις μη αδενώδεις τρίχες (Karabourniotis et al, 1992, Skaltsa et al, 1994). Το τρίχωμα, επομένως, συνιστά ένα πρόσθετο φίλτρο υπεριώδους-B ακτινοβολίας, τα χαρακτηριστικά του οποίου είναι δυνατόν να μεταβάλλονται όταν, εκτός των άλλων, μεταβάλλεται και η ένταση της φυσικής UV-B ακτινοβολίας, όπως π.χ. σε συνθήκες φυσικής σκίασης και διαφορετικής τοποθέτησης των φύλλων στην κόμη του δέντρου ( Liakoura et al, 1995). Εξάλλου η ύπαρξη πυκνού τριχώματος στα φύλλα έχει συνδεθεί με ξηροθερμικά περιβάλλοντα ή μεγαλύτερα υψόμετρα (Ehleringer, 1984, Levin, 1973, Johnson, 1975, Jones, 1992), δηλαδή περιοχές με επιβαρυνμένες δόσεις φυσικής UV-B ακτινοβολίας (Caldwell et al, 1989, Jones, 1992).

Με βάση λοιπόν τα δεδομένα αυτά, επιλέξαμε ένα φυτό με ευρεία υψομετρική εξάπλωση και πυκνό τρίχωμα στα φύλλα του με σκοπό να εξετάσουμε το προστατευτικό δυναμικό των φύλλων και του τριχώματος έναντι της UV-B ακτινοβολίας σε υψομετρικά διακριτές θέσεις. Η *Jankeea heldreichii* (Boiss.) Boiss, που πληρεί τις προϋποθέσεις αυτές, είναι τοπικά παλαιοενδημίτης του Τριτογενούς, φυόμενος σε σχισμές υγρών σχετικά βράχων με βόρεια έκθεση, κατά προτίμηση σε χαράδρες στα δάση οξυάς του Ολύμπου (Strid, 1980). Είναι είδος ευρύχωρο καθ' ύψος από τα 400 έως τα 2400 m υ.τ.θ.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η δειγματοληψία έγινε κατά το διάστημα 3, 4 και 5 Ιουνίου 1995. Την περίοδο αυτή τα φυτά από το χαμηλό υψόμετρο, αντίθετα με τα αντίστοιχα από το υψηλό, είχαν ανθίσει.

Η εκχύλιση των ουσιών που απορροφούν στην περιοχή της UV-B έγινε σύμφωνα με τον Day, (1993). Στη συνέχεια ελήφθησαν τα φάσματα απορρόφησης σε φασματοφωτόμετρο Shimadzu UV 160 A. Για την ανίχνευση της απορρόφησης νερού από το τρίχωμα χρησιμοποιήθηκε ο φθορίζων αποπλαστικός δείκτης Calcofluor. Οι παρατηρήσεις έγιναν σε μικροσκόπιο φθορισμού Zeiss AxioLab εφοδιασμένο με τα φίλτρα wb 450-490, FT 510 και LP 520. Για τη διέγερση του φθορισμού των φαινολικών συστατικών των τριχών χρησιμοποιήθηκε διάλυμα 1% 2-αμινοαιθυλο διφαινυλο βορικού (Karabourniotis and Fasseas, 1996). Προηγουμένως τα φύλλα είχαν εμβαπτιστεί για 30 sec σε χλωροφόρμιο. Οι παρατηρήσεις έγιναν στο ίδιο μικροσκόπιο, με τα φίλτρα G 365, FT 395, LP 420.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 1. Οικολογικά χαρακτηριστικά

**Υψομετρική θέση I (ca. 600 m υ.τ.θ.):** Υπάγεται στη Μεσογειακή Ζώνη βλάστησης *Quercetalia ilicis*, που συγκροτεί το *Andrachno-Quercetum*

*ilicis* της Αιγαίας Υποζώνης, με μίξη εκτός της αριάς-*Quercus ilex* και της αγριοκουμαριάς-*Arbutus andrachne* και πολλών άλλων αειθαλών και φυλλοβόλων ξυλωδών ειδών, όπως τα: *Quercus coccifera*-πουρνάρι, *Phillyrea latifolia*-φιλλύκι, *Juniperus oxycedrus*-κέδρος, *Cotinus coggygia*-χρυσόξυλο, *Fraxinus ornus*-φράξος, *Acer monspessulanum*-σφεντάμι, *Cercis siliquastrum*-κουτσουπιά, *Pistacia terebinthus*-κοκορεβυθιά, *Alnus glutinosa*-σκληθρα, *Ostrya carpinifolia*-οστριά, *Crataegus laciniata*-μουρτζιά, τρικουκιά, *Coronilla emerus* ssp. *emeroides*-αγριοπήγανος, *Ficus carica*-αγριοσυκιά, *Lonicera etrusca*-αγιόκλημα, *Hedera helix* ssp. *helix*-κισσός, καθώς και το μαυρόπευκο-*Pinus nigra* ssp. *pallasiana* κ.α. (βλ. επίσης Horvat et al. 1974, Voliotis, 1976).

Στον παραπάνω βιότοπο του Ενιπέα βρίσκουμε για πρώτη φορά την *Jankaia heldreichii* σε χάσματα ασβεστολιθικών βράχων εκατέρωθεν της ατραπού Ε4. Σε αυτή την κατάξερη βραχώδη απότομη έξαρση της ατραπού - όπου παρατηρήσαμε και ένα μικρό άνοιγμα μιας καταβόθρας που λόγω της καρσικότητας του ασβεστολίθου επιτρέπει το νερό της βροχής να κατεισδύει - συμφύονται πολλά χασμόφυτα και βραχόφιλα ποώδη αγγειόφυτα, όπως τα: *Asplenium ruta-muraria*, *Ceterach officinarum*, *Sedum dasyphyllum*, *S. ochroleucum*, *S. sartorianum*, *Saxifraga scardica*, *S. tridactylites*, *Aethionema saxatile*, *Allyssoides utriculata*, *Aubrieta thessala*, *Erysimum olympicum* (Ενδημίτης Ολύμπου και Οσσας), *Cardamine graeca*, *Matthiola fruticulosa* ssp. *valesiaca*, *Thlaspi goesingense*, *Achillea holosericea* (Κ- και Ν-Βαλκανικός Ενδημίτης), *Centaurea incompleta* (Ενδημίτης Ολύμπου), *C. pindicola* (ΝΔ-Βαλκανικός Ενδημίτης), *Staezelina uniflosculosa*-μαλούσα, *Inula verbascifolia*, *Euphorbia deflexa* (Ελληνικός Ενδημίτης), *Campanula glomerata*, *C. versicolor*, *Trachelium jacquinii*, *Dianthus haematocalyx* ssp. *haematocalyx*, *Minuartia verna*, *Satureja juliana* (*Micromeria j.*), *S. suaveolens* (*Acinos s.*), *Sideritis scardica*-τσάι του βουνού (Κεντρο-Βαλκανικός Ενδημίτης), *Teucrium chamaedrys* ssp. *olympicum* (Ελληνικός Ενδημίτης), *Thymus leucotrichus* (Ενδημίτης Κ. και Ν. Ελλάδας), *Th. sibthorpii*, *Galium lucidum*, *G. purpureum*, *Anthyllis vulmeraria*, *Securigera varia* (*Coronilla v.*), *Lathyrus laxiflorus*, *Hypericum perforatum*, *Orlaya kochii* (*O. daucoides*), *Onosma echioides*, *Papaver albiflorum*, *Cyclamen hederifolium*, *Thalictrum minus* s.l., *Aegilops neglecta*, *Dactylis glomerata*, *Koeleria splendens*, *Poa molinieri*, *Vulpia ciliata*, *Allium heldreichii* (Κεντρο-Ελληνικός Ενδημίτης: Ν. Πίνδος, Βέρμιο, Ολυμπος, Τέμπη, Οσσα, Γκίώνα), *Ruscus aculeatus*, *Anacamptis pyramidalis*, *Ophrys oestriifera* ssp. *oestriifera* (*O. cornuta*) κ.α.

**Υψομετρική θέση II (ca.2100 m u.t.θ.):** Βρίσκεται πλησίον του καταφυγίου Α' (Σπήλιος Αγαπητός), στη ζώνη των ψυχροβίων κωνοφόρων με χαρακτηριστικό αντιπρόσωπο το *Pinus heldreichii*-ρόμπολο, που συγκροτεί στο υψόμετρο αυτό αραιό πευκοδάσος από μεγάλα γηραιά δέντρα (*Pinion heldreichii*). Χαμηλότερα η *Pinus heldreichii* συμμίγνυται με την *P. nigra*, την οποία βαθμιαίως και αντικαθιστά, ούτως ώστε από τα 1400 (1700) m u.t.θ. να δημιουργεί σχεδόν αμιγές δάσος. Από τα 2000 m ο δάσος αυτό αρχίζει να αραιώνει, ενώ από τα 2500 m τα ρόμπολα αποκτούν μια έρπουσα, στρεβλή, θαμνόμορφη εμφάνιση μέχρι τα 2750 m,

όπου τα υψηλότερα δασοόρια των Βαλκανίων και της Ευρώπης γενικότερα. Η ζώνη του *Pinion heldreichii* είναι συνήθως ξηρή και άνυδρη χωρίς πηγές και επιφανειακές υδρορροές, αλλά με πετρώδεις κοίτες και βραχώδεις ασβεστολιθικές εμφανίσεις. Μεταξύ των αραιών πευκοσυστάδων φύονται μερικοί θάμνοι ή θαμνίσκοι, όπως οι: *Cotoneaster integerrimus* σε βραχότοπους, *Rhamnus fallax*, *Buxus sempervirens*, *Juniperus communis* ssp. *alpina*, *Daphne laureola*, *D. mezereum*, *D. oleoides*, *Vaccinium myrtillus*, *Chamaecytisus polytrichus*, *Arctostaphylos uva-ursi* κ.α.

Στην ποώδη υποβλάστηση της ως άνω Ζώνης μετέχουν, μεταξύ άλλων, βραχύφιλα αγγειόφυτα των ακρωρειών και των βραχότοπων, όπως τα: *Achillea holosericea* (N- και ΝΔ-Βαλκανικός Ενδημίτης), *Centaurea pindicola* (ΝΔ-Βαλκανικός Ενδημίτης), *Saxifraga rotundifolia*, *Sedum magellense*, *Silene chromodonta* (Κ-Βαλκανικός Ενδημίτης), *Euphorbia heldreichii* (Κ-Βαλκανικός Ενδημίτης), *Chenopodium bonus-henricus* (κάτω από βράχους), *Doronicum columnae* (μεταξύ ογκολίθων), κ.α., ακόμη φυτά πετρωδών τόπων και σταθεροποιηθέντων λιθώνων, όπως τα: *Alyssum corymbosum* (Δ- και Ν-Βαλκανικός Ενδημίτης), *Alyssoides utriculata*, *Cardamine carnosa* (Βαλκανικός Ενδημίτης), *Iberis sempervirens*, *Globularia meridionalis*, *Asyneuma limonifolium*, *Achillea ambrosiaca* (Ενδημίτης του Ολύμπου), *Hieracium pannosum*, *Leontodon crispus*, *Minuartia verna*, *Paronychia rechingeri* (Ενδημίτης του Ολύμπου), *Asperula muscosa* (Ενδημίτης του Ολύμπου), *Silene multicaulis*, *S. saxifraga*, *Scrophularia heterophylla*, *Bromus lacmonicus* (Βαλκανικός Ενδημίτης), *Poa molinieri*, *Sesleria robusta* (Βαλκανικός Ενδημίτης), κ.α., καθώς επίσης και χασμόφυτα επί ασβεστολιθικών βράχων, όπως τα: *Jankaea heldreichii* (Παλαιοενδημίτης του Ολύμπου), *Aethionema saxatile*, *Arabis bryoides* (Ν-Βαλκανικός Ενδημίτης), *Draba athoa* (Βαλκανικός Ενδημίτης), *Kernera saxatilis*, *Campanula oreadum* (Ενδημίτης του Ολύμπου), *Edraianthus graminifolius* (Βαλκανιο-Απεννινικός Υπενδημίτης), *Cerastium theophrasti* (Ενδημίτης του Ολύμπου), *Potentilla deorum* (Ενδημίτης του Ολύμπου), *Viola delphinantha* (Ν-Βαλκανικός Παλαιοενδημίτης), *Saxifraga scardica* (Κ- και Ν-Βαλκανικός Ενδημίτης), *S. sempervivum* (Βαλκάνιο-Ανατολικός Υπενδημίτης), *Sedum dasyphyllum*, *Jovibarba heuffelii* (Α-Καρπάθιο-Βαλκανικός Υπενδημίτης), *Asperula aristata*, *Asplenium trichomanes*, *A. ruta-muraria*, *Ceterach officinarum*, *Cystopteris fragilis*, *Cheilanthes maderensis* (*Ch. fragrans*) κ.α.

## 2. Φυσιολογικά χαρακτηριστικά

Το φυτό εναποθέτει στα ώριμα φύλλα του ένα σημαντικό ποσοστό του ξ.β. του (περί το 20%) σε τρίχωμα, ισοβαρώς κατανεμημένο στις δύο επιφάνειες. Το χρώμα και η υφή του τριχώματος καθώς και η ανατομία των επί μέρους τριχών κάθε επιφάνειας είναι διαφορετικά. Πειράματα με τον αποπ्लाσμικό δείκτη *Calcofluor white* και παρατηρήσεις σε μικροσκόπιο φθορισμού έδειξαν ότι οι τρίχες της προσαξονικής επιφάνειας, αντίθετα με τις τρίχες της αποαξονικής επιφάνειας, μπορούν και προσλαμβάνουν το νερό των κατακρημνισμάτων και της δρόσου.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.** Το προστατευτικό δυναμικό έναντι της UV-B ακτινοβολίας, καθώς και ορισμένα ανατομικά χαρακτηριστικά αποτριχωμένων φύλλων της *Jankaea heldreichii* στους δύο υψομετρικούς σταθμούς. Η παράμετρος  $A_{300} \text{ cm}^{-2}$  υποδηλώνει την απορρόφηση στα 300 nm εκχυλίσματος όγκου 1 ml που προέρχονται από 1  $\text{cm}^2$  επιφάνειας. Παρουσιάζονται οι μέσοι όροι  $\pm$  SD (n=17). Τα διαφορετικά γράμματα δηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$ ).

ΥΨΟΜΕΤΡΟ	$A_{300} \cdot \text{mg}^{-1}$	$A_{300} \cdot \text{cm}^{-2}$	ΠΑΧΟΣ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑΣ, μm	ΠΑΧΟΣ ΕΦΥΜΕΝΙΔΑΣ, μm
2100 m	0,80 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	9,71 $\pm$ 1,78 <sup>a</sup>	21,5 $\pm$ 4,0 <sup>a</sup>	12,7 $\pm$ 4,2 <sup>a</sup>
600 m	0,52 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>	4,30 $\pm$ 1,30 <sup>b</sup>	20,8 $\pm$ 1,4 <sup>a</sup>	5,2 $\pm$ 0,7 <sup>b</sup>

Παρ'όλον ότι στο σύντομο χρονικό διάστημα του πειράματος δε φάνηκε είσοδος νερού στο μεσόφυλλο, ενδεχομένως η συγκράτηση νερού από το τριχώμα της άνω επιφάνειας συμβάλλει αποφασιστικά στη διατήρηση της υδατικής οικονομίας του χασμοφύτου αυτού. Εμβάπτιση των φύλλων σε χλωροφόρμιο και εξέταση του εκχυλίσματος σε σπεκτροφωτόμετρο δεν έδειξε την ύπαρξη επιεφυμενιδικών συστατικών, τα οποία να απορροφούν στην UV-B περιοχή.

Τα φύλλα των φυτών που προέρχονταν από το ανώτερο υψόμετρο παρουσίασαν, 30% υψηλότερη πυκνότητα τριχώματος και διπλάσιο περίπου πάχος εφυμενίδας σε σύγκριση με τα αντίστοιχα από το χαμηλότερο υψόμετρο (Πίνακες 1, 2). Επιπροσθέτως, η συγκέντρωση των ουσιών που απορροφούν στην περιοχή της UV-B ακτινοβολίας στα αποτριχωμένα φύλλα των φυτών του ανώτερου υψομέτρου ήταν διπλάσια εκείνης των φυτών από το κατώτερο υψόμετρο (Πίνακας 1). Δεν εμφανίστηκαν διαφορές στο πάχος των φύλλων και της επιδερμίδας (Πίνακας 1). Το προστατευτικό δυναμικό του τριχώματος (εκφράζεται ως  $A_{300} \cdot \text{cm}^{-2}$  ή  $A_{300} \cdot \text{mg}^{-1}$ , βλ. Πίνακα 2) εμφανίζεται μειωμένο στα φύλλα των φυτών που προέρχονται από το ανώτερο υψόμετρο.

Το αυξημένο πάχος εφυμενίδας στα φυτά από το ανώτερο υψόμετρο πιθανότατα συνδέεται με τον προστατευτικό ρόλο της έναντι του ψύχους (Martin and Juniper, 1970, Juniper and Jeffrey, 1983), δεδομένου ότι δεν εντοπίστηκαν σ'αυτήν ουσίες που απορροφούν στην περιοχή UV-B. Η ελάττωση του προστατευτικού δυναμικού του τριχώματος έναντι της UV-B στα φύλλα των φυτών από το ανώτερο υψόμετρο οφείλεται πιθανότατα στην ύπαρξη σημαντικώς αυξημένων κατακρημνισμάτων στην περιοχή αυτή (Jones, 1992), και επομένως την εντονότερη έκπλυση των συστατικών των τριχών. Η υπόθεση αυτή ενισχύεται από τα δεδομένα ότι α) Εάν το δυναμικό εκφραστεί σε ξ.β. τριχών η ελάττωση είναι περισσότερο έντονη, β) οι τρίχες της προσαξονικής επιφάνειας, όπου η ελάττωση είναι σημαντική, προσροφούν νερό.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι η *Jankaea heldreichii* κατορθώνει να διαβιώνει στα περιβάλλοντα τόσο διαφορετικών υψομέτρων (σε υψομετρική διαφορά μέχρι 2000m) μέσω κατάλληλων ανατομικών και φυσιολογικών προσαρμογών.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.** Το προστατευτικό δυναμικό και η πυκνότητα του τριχώματος της προσαξονικής ή της αποαξονικής επιφάνειας των φύλλων της *Janakaea heldreichii* από τους δύο υψομετρικούς σταθμούς. Λεπτομέρειες στον Πίνακα 1.

ΥΨΟΜΕΤΡΟ	A.mg <sup>-1</sup> τριχών	A.cm <sup>-2</sup>	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΧΩΜΑΤΟΣ, mg.cm <sup>-2</sup>
<i>Προσαξονική επιφάνεια</i>			
2100 m	0,78±0,34 <sup>a</sup>	0,79±0,30 <sup>a</sup>	1,021±0,220 <sup>a</sup>
600 m	1,33±0,41 <sup>b</sup>	1,10±0,60 <sup>b</sup>	0,707±0,185 <sup>b</sup>
<i>Αποαξονική επιφάνεια</i>			
2100m	0,72±0,14 <sup>a</sup>	0,99±0,19 <sup>a</sup>	1,446±0,317 <sup>a</sup>
600m	1,02±0,28 <sup>b</sup>	1,19±0,49 <sup>b</sup>	1,198±0,218 <sup>b</sup>

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Caldwell, M.M. 1981. *In*: Physiological Plant Ecology I (Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B., Ziegler, H., eds) Springer, Berlin. pp.170-196
- Caldwell, M.M., Robberecht, R., and Flint, S.D. 1983. *Physiol. Plant.* **58**: 445.
- Day, T.A. 1993. *Oecologia* **95**: 542-550.
- Day, T.A., Martin, G., and Vogelmann, T.C. 1993. *Plant, Cell and Environm.* **16**: 735- 741.
- Ehleringer, J. R. 1984. *In*: Biology and Chemistry of Plant Trichomes (Rodríguez, E., Healey, P.L., Mehta, I., eds) Planum Press, New York pp.113-132.
- Horvat, I., Glavac, V. & Ellenberg, H. 1974. *Vegetation Sudosteuropas (Geobotanica Selecta 4)* - Stuttgart. Gustav Fisher Verlag, S. 768.
- Johnson, H.B. 1975. *Bot. Rev.* **41**: 233-258.
- Jones, H.J. 1992. *Plants and microclimate.* Cambridge University Press
- Juniper, B.E., and Jeffree, C.E. 1983. *Plant surfaces.* Butler and Tanner, London
- Karabourniotis, G., Papadopoulos, K., Papamarkou, M., and Manetas, Y. 1992. *Physiol. Plant.* **86**: 414-418.
- Karabourniotis, G., and Fasseas, C. 1996. *Can. J. Bot.* **74**: in press
- Levin, D.A. 1973. *Quart. Rev. Biol.* **48**: 3-15.
- Martin, J.T., Juniper, B.E. 1970. *The cuticles of plants.* Edward Arnold, Edinburg.
- Middleton, E.M., Teramura, A.H. 1993. *Plant Physiol.* **103**: 741-752.
- Skaltsa, H., Verekokidou, E., Harvala, C., Karabourniotis, G., and Manetas, Y. 1994. *Phytochemistry*
- Strid, A. 1980. *Physis* **5**: 42-56.
- Tevini, M., Braun, J., and Fieser, G. 1991. *Photochem. Phytobiol.* **53**: 329-333.
- Tevini, M. 1994. *Progr. Bot.* **55**: 174-190.
- Voliotis, D. 1976. *Bot. Jahrb. Syst.* **97**: 120-154.



## Επιπτώσεις της αυξημένης UV-B ακτινοβολίας στο φυτό *Nerium oleander* L., κατά τη διάρκεια δύο ετών με διαφορετικά κλιματικά χαρακτηριστικά.

<sup>1</sup>Δρίλιας Π., <sup>2</sup>Καραμπουρνιώτης Γ., <sup>1</sup>Λεβίζου Ε., <sup>1</sup>Νικολόπουλος Δ.,  
<sup>1</sup>Πετροπούλου Γ. και <sup>1</sup>Μανέτας Ι.

<sup>1</sup> Εργαστήριο Φυσιολογίας Φυτών, Τομέας Βιολογίας Φυτών, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών.

<sup>2</sup> Εργαστήριο Φυσιολογίας Φυτών, Τμήμα Γεωργικής Βιολογίας-Βιοτεχνολογίας, Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Φυτά του αείφυλλου, σκληρόφυλλου Μεσογειακού θάμνου *Nerium oleander* L. αναπτύχθηκαν σε συνθήκες αγρού, κάτω από φυσική ή φυσική και επί πλέον υπεριώδη-B (UV-B) ακτινοβολία (αντιστοιχούσα σε 15% μείωση του στρώματος του στρατοσφαιρικού όζοντος στην περιοχή της Πάτρας, 38.2° Β, 29.4° Α). Τα φυτά δέχονταν είτε τη φυσική μόνο βροχόπτωση είτε και επί πλέον πόσιμα στη διάρκεια της ξηρής, θερινής περιόδου. Διεξήχθησαν δύο ανεξάρτητα πειράματα, ένα κατά το 1994 και το δεύτερο κατά το 1995. Κατά τη διάρκεια των τεσσάρων θερινών μηνών (Ιούνιο έως και Σεπτέμβριο), το 1994 η φυσική βροχόπτωση κυμάνθηκε στις μέσες, για την περιοχή, τιμές (42.5 mm), ενώ το 1995 ήταν εξαιρετικά υγρό (155.7 mm βροχής). Το επιπρόσθετο πόσιμα, και για τα δύο έτη, ισοδυναμούσε με 70.4 mm βροχής. Τα πειράματα ξεκίνησαν αρχές Μαρτίου και ολοκληρώθηκαν το Νοέμβριο (1994) ή το Δεκέμβριο (1995) με τη συγκομιδή των φυτών.

Το 1994, στα φυτά που δέχθηκαν τη φυσική μόνο βροχόπτωση το καλοκαίρι (42.5 mm), η αυξημένη UV-B ακτινοβολία προκάλεσε σημαντική μείωση (25%) στην υπέργεια βιομάζα, ενώ δεν είχε καμία επίδραση στα φυτά που έλαβαν επί πλέον πόσιμα (42.5+70.4=112.9mm). Κατά το υγρό 1995, η αυξημένη UV-B ακτινοβολία επέφερε μία μικρή (5%), μη σημαντική μείωση στην ίδια παράμετρο, στα φυτά που δέχθηκαν φυσική βροχόπτωση (155.7 mm), και ελαφρά (16%), μη σημαντική επίσης, αύξηση στα ποτιζόμενα φυτά (155.7+70.4=226.1 mm).

Καμμία επίδραση της αυξημένης UV-B ακτινοβολίας δεν παρατηρήθηκε στη φωτοχημική ικανότητα του PS II (όπως διαπιστώθηκε με μετρήσεις του *in vivo* φθορισμού της χλωροφύλλης), στο ποσό των φωτοσυνθετικών χρωστικών και των ουσιών που απορροφούν στη UV-B περιοχή του φάσματος, στο σχετικό περιεχόμενο σε νερό, στην ειδική μάζα και στο πάχος του φύλλου. Ωστόσο, η επί πλέον UV-B ακτινοβολία προκάλεσε σημαντική αύξηση του πάχους και του βάρους της εφυμενίδας (ανά μονάδα επιφανείας). Αυτή η αύξηση ήταν ανεξάρτητη της διαθεσιμότητας του νερού και παρατηρήθηκε και στις δύο επιφάνειες του φύλλου.

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι η κατεύθυνση των επιδράσεων της UV-B ακτινοβολίας εξαρτάται από το ύψος των θερινών βροχοπτώσεων. Η παρατηρηθείσα αύξηση του πάχους της εφυμενίδας ίσως να αντισταθμίζει τις βλαβερές συνέπειες της αυξημένης UV-B ακτινοβολίας, μειώνοντας τη UV-B

ακτινοβολία που εισέρχεται στο μεσόφυλλο ή και την εφυμενιδική διαπνοή στη διάρκεια ενός ξηρού θέρους.

## **Effects of enhanced UV-B radiation on the Mediterranean evergreen sclerophyll *Nerium oleander* L. during two years with different climatic characteristics.**

<sup>1</sup>Drilias P., <sup>2</sup>Karabourniotis G., <sup>1</sup>Levizou E., <sup>1</sup>Nikolopoulos D., <sup>1</sup>Petropoulou Y. and <sup>1</sup>Manetas Y.

<sup>1</sup>Laboratory of Plant Physiology, Department of Biology, University of Patras.

<sup>2</sup>Laboratory of Plant Physiology, Department of Agricultural Biology and Biotechnology, Agricultural University of Athens.

Seedlings of the evergreen sclerophyll Mediterranean shrub *Nerium oleander* L. were grown in the field under ambient or ambient plus supplemental UV-B radiation (simulating a 15% ozone depletion over Patras, 38.2° N, 29.4° E), and received natural precipitation or additional irrigation during the summer dry period. Two separated experiments, one during 1994 and the second during 1995 were performed. Natural precipitation during the four summer months in 1994 was very near to the mean for the area (i.e 42.5 mm) but the summer of 1995 was exceptionally wet, giving 155.7mm of rain. Additional irrigation during both experimental periods was 70.4 mm. Experiments started at early March and terminated by harvesting the plants on November (1994) or December (1995). During 1994, supplemental UV-B radiation reduced considerably (c.a. 25%) the above ground biomass under natural summer precipitation (42.5 mm) but had no effect in the plants receiving additional irrigation (42.5+70.4=112.9 mm). During the wet 1995, UV-B radiation caused a slight, (5%) non-significant reduction on the same parameter under natural summer precipitation (155.7 mm), and a slight, (16%) non-significant increase under ample water availability (226.1 mm). No effects of UV-B radiation were observed on PSII photochemical efficiency (assessed from in vivo Chl fluorescence measurement), photosynthetic pigments, UV-B absorbing compounds, leaf relative water content, leaf specific mass and leaf thickness. However, a considerable increase in cuticle thickness and cuticle mass (on a unit area basis) was induced by supplemental UV-B radiation. This increase was independent of water availability and occurred on both leaf surfaces. We may conclude that the direction of UV-B radiation effects on growth of *N. oleander* depend on the extent of summer precipitation. The increase in cuticle thickness may have a counteracting function against UV-B radiation damage, through attenuation of UV-B radiation and/or reduction of cuticular transpiration during the dry summer.

## **Πρότυπα στην κατανομή πόρων σε Μεσογειακά φυτά : Η περίπτωση του φυτού *Arbutus andrachne* L.**

**Αριανούτσου Μ. και Καζάνης Δ.**

Τομέας Οικολογίας και Ταξινόμησης, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών

**Περίληψη** Η φωτιά είναι ένας σημαντικός παράγοντας που διαμορφώνει τη δυναμική της Μεσογειακής βλάστησης, προκαλώντας ταλάντωση των οικολογικών συνθηκών. Ένα από τα αποτελέσματα της ταλάντωσης αυτής είναι η μεταβολή της φαινολογικής συμπεριφοράς των ξυλωδών ειδών κατά τα πρώτα μεταπυρρικά στάδια. Η φαινολογία και η κατανομή των πόρων μελετήθηκαν σε δύο πληθυσμούς *Arbutus andrachne* L., εκ των οποίων ο ένας βρίσκεται σε ώριμο πευκοδάσος και ο άλλος σε ενδιάμεσο στάδιο της μεταπυρρικής διαδοχής. Σύμφωνα με τα δεδομένα δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες διαφορές στο χρόνο και στο πρότυπο εκδήλωσης της κάθε φαινολογικής φάσης, κάτι που συμφωνεί και με την μέχρι σήμερα υπάρχουσα βιβλιογραφία. Καταγράφηκε, όμως, μια τάση ενίσχυσης των αναπαραγωγικών δομών στην καμένη περιοχή.

## **Resource allocation patterns of Mediterranean plants: the case of *Arbutus andrachne* L.**

**Arianoutsou M. and Kazanis D.**

Section of Ecology and Systematics, Faculty of Biology, University of Athens

**Abstract** Fire is an important ecological factor in the Mediterranean ecosystems inducing fluctuations in the ecological conditions. These fluctuations induce, consequentially, shifts in vegetation dynamics. This can be seen in the modification of phenological behaviour of the woody plants during the first post-fire years. The evaluation of the phenological phases as well as the resource allocation were studied in two populations of *Arbutus andrachne* L., in a mature and a 13-year-old post Aleppo fire pine forest. According to the obtained results, no significant modifications were observed, something that has been also reported in the literature, when the comparison is performed between intermediate and old post-fire successional stages. However, a slight enhancement of the reproductive organs in the burned stand was observed.

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ** Οι πόροι που είναι απαραίτητοι για την επιβίωση και την ανάπτυξη των φυτών είναι το φως, το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία που βρίσκονται διαθέσιμα για τα φυτά στην ατμόσφαιρα και το έδαφος. Η διαθεσιμότητα των πόρων αυτών ποικίλει τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο. Οι μεταβολές που παρατηρούνται στην πορεία του χρόνου είναι περισσότερο ή λιγότερο προβλέψιμες και επαναλαμβανόμενες, με αποτέλεσμα τα φυτά να έχουν προσαρμόσει τις λειτουργίες τους στις μεταβολές αυτές, δίνοντας το συγκεκριμένο φαινολογικό πρότυπο που τα χαρακτηρίζει (Fitter 1986, Mooney and Kummerow 1979).

Ειδικότερα για τα Μεσογειακά Οικοσυστήματα, όπου η φωτιά είναι ένα συχνό φαινόμενο και ένας σημαντικός παράγοντας διαμόρφωσης της δυναμικής της βλάστησης (Naveh 1975, Trabaud et al. 1980, Arianoutsou and Margaris 1981), τα φυτά καλούνται να αντιμετωπίσουν και μη προβλέψιμες μεταβολές στην διαθεσιμότητα των πόρων.

Αν και υπάρχει πληθώρα δεδομένων για την φαινολογία των φυτών των Μεσογειακών οικοσυστημάτων (Cody and Mooney 1978, Arianoutsou and Diamantopoulos 1985, Pereira et al. 1987, Arianoutsou and Mardiris 1987) υπάρχει σημαντικό κενό στη μελέτη των αλλαγών που επιφέρει ο παράγοντας φωτιά στη φαινολογία και την κατανομή πόρων (resource allocation) στα φυτά αυτά (Arianoutsou 1979, Arianoutsou 1984, Trabaud et al. 1985).

Τα δεδομένα που παρουσιάζονται στα πλαίσια της παρούσης εργασίας είναι μέρος ενός ευρύτερου συνόλου πληροφοριών που συγκεντρώνονται στα πλαίσια των ερευνητικών προγραμμάτων MODMED (EV5V-CT94-0489) και PROMETHEUS (EV5V-CT94-0482) και αφορούν την δυναμική της βλάστησης των μεσογειακών οικοσυστημάτων και τη σχέση τους με την φωτιά.

**ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ** Το φυτό *Arbutus andrachne* L. (αγριοκουμαριά ή γλιστροκουμαριά) είναι είδος της οικογένειας των Ericaceae, με ανατολικομεσογειακή εξάπλωση. Είναι αείφυλλος σκληρόφυλλος θάμνος (Christodoulakis and Mitrakos 1987), που απαντάται τόσο σε αείφυλλους Μεσογειακούς θαμνώνες (σε πολλές περιπτώσεις είναι ο επικρατέστερος θάμνος) όσο και στον υπόροφο των Μεσογειακών πευκοδάσων. Ανθίζει νωρίς την άνοιξη ενώ οι καρποί φτάνουν σε στάδιο ωρίμανσης τον επόμενο Νοέμβριο. Οι ανθοταξίες και οι καρποταξίες είναι πάντα επάκριες. Η διασπορά των σπερμάτων είναι ορνιθόχωρη, ενώ, σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα υπάρχοντα δεδομένα, το είδος αυτό είναι υποχρεωτικά αναβλαστητικό (obligate resprouter).

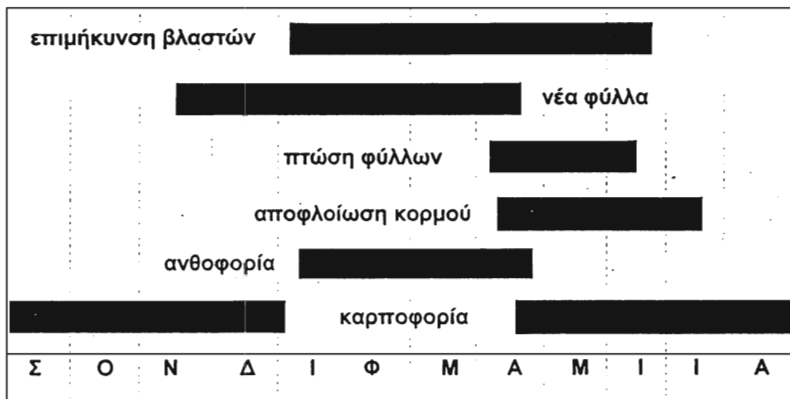
Σε δύο πληθυσμούς *Arbutus andrachne* στον Άγιο Μερκούριο Πάρνηθας Αττικής. Ο κάθε πληθυσμός βρίσκεται σε βιοκοινότητες διαφορετικού μετασυρικού σταδίου και πιο συγκεκριμένα 13 ετών μετά την φωτιά και ώριμο (ηλικίας μεγαλύτερης των 60 ετών) πευκοδάσος *Pinus halepensis*. Εκτός από την γλιστροκουμαριά στην πρώτη περιοχή επικρατούν τα είδη *Quercus coccifera*, *Calicotome villosa*, *Hypericum empetrifolium* και *Cistus creticus*. Στον υπόροφο του πευκοδάσους επικρατούν τα *Arbutus unedo*, *Quercus coccifera*, *Q. ilex*, *Genista acanthoclada* και *Cistus creticus*. Το μητρικό πέτρωμα είναι ασβεστόλιθος και το υψόμετρο 500 και 450 μέτρα αντίστοιχα.

Από κάθε πληθυσμό επιλέχθηκαν τυχαία 10 άτομα *Arbutus andrachne*. Σε κάθε φυτό δακτυλιώθηκαν 5 νέοι βλαστοί, δηλαδή βλαστοί της αμέσως προηγούμενης αυξητικής περιόδου. Σε τακτά χρονικά διαστήματα καταγραφόταν η επιμήκυνση του

βλαστού καθώς και ο αριθμός των φύλλων, των αναπααραγωγικών οφθαλμών, των ανθέων και των καρπών ανά βλαστό. Επιπλέον, σημειώνεται η φαινολογική φάση του φυτού. Για την εκτίμηση του τρόπου κατανομής της ξηρής βιομάζας στους νέους βλαστούς συλλέχθηκαν τυχαία 20 καρποφόροι βλαστοί από κάθε πληθυσμό κατά τη περίοδο της πλήρους ωρίμανσης των καρπών (Νοέμβριος).

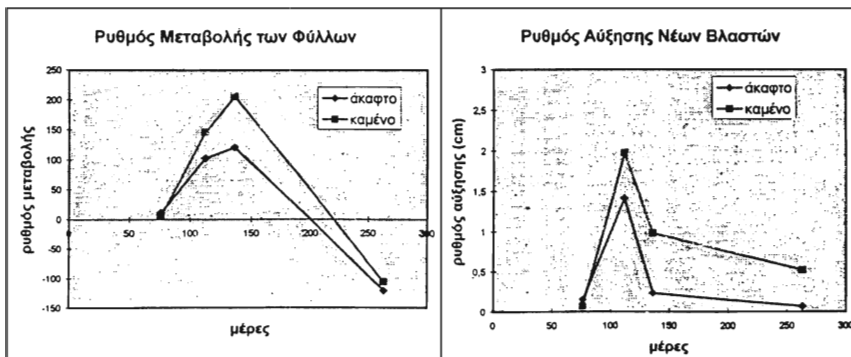
**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ** Στο **Διάγραμμα 1** δίνονται οι φαινολογικές φάσεις στην ανάπτυξη της *Arbutus andrachne* στην πορεία του χρόνου. Δεν παρατηρήθηκε καμία αξιοσημείωτη διαφορά στο χρόνο εκδήλωσης της κάθε φαινολογικής φάσης για τους δύο υπό μελέτη πληθυσμούς, τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο και υπό τις συγκεκριμένες μετεωρολογικές συνθήκες.

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.**



Στο **Διάγραμμα 2** δίνεται το τάχος επιμήκυνσης των νέων βλαστών καθώς και ο ρυθμός μεταβολής του αριθμού των φύλλων των νέων βλαστών. Τα πρότυπα είναι παρόμοια και για τους δύο πληθυσμούς, ενώ σε κάθε περίπτωση οι απόλυτες τιμές είναι μεγαλύτερες για τα άτομα της καμένης περιοχής.

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.**



Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1 το ποσοστό της επιτυχημένης καρπόδεσης παρουσιάζεται ελαφρά αυξημένο στα άτομα της καμένης περιοχής.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.**

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΠΙΤΥΧΗΜΕΝΗ ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ	ΑΠΟΤΥΧΗΜΕΝΗ ΚΑΡΠΟΔΕΣΗ
ΚΑΜΕΝΗ	16%	84%
ΩΡΙΜΗ	14%	86%

Τέλος, τα πρότυπα της κατανομής της ξηρής βιομάζας στους νέους βλαστούς (Πίνακας 2) είναι παρόμοια για τους δύο πληθυσμούς, με μία ενίσχυση των αναπαραγωγικών δομών στα άτομα της καμένης περιοχής.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2.**

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΒΛΑΣΤΟΙ	ΦΥΛΛΑ	ΚΑΡΠΟΙ
ΚΑΜΕΝΗ	37%	34%	29%
ΩΡΙΜΗ	41%	35%	24%

Οι αείφυλλοι σκληρόφυλλοι θάμνοι παρουσιάζουν δύο γενικότερα πρότυπα στην κινητική της αύξησης των βλαστών τους (Montenegro 1987). Η μία ομάδα ειδών παρουσιάζει σύντομη περίοδο αύξησης (6 βδομάδων) μέσα στην άνοιξη, ενώ η δεύτερη ομάδα ειδών παρουσιάζει αυξητική περίοδο που ξεπερνά τις 12 βδομάδες. Η *Arbutus andrachne* φαίνεται να ανήκει στη δεύτερη κατηγορία ειδών, όπου ανήκει και το είδος *Arbutus unedo* (Pereira 1987). Η μερική φυλλόπτωση κατά τους τελευταίους μήνες της άνοιξης και το καλοκαίρι παρατηρείται σε όλα τα αείφυλλα σκληρόφυλλα (Arianooutsou 1989). Τα φύλλα που νεκρώνονται δεν είναι αυτά της τρέχουσας αυξητικής περιόδου, αλλά της αμέσως προηγούμενης.

Γενικότερα, τα δεδομένα μας βρίσκονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα του Trabaud (1984), ο οποίος μελέτησε συγκριτικά πληθυσμούς αειφύλλων σκληροφύλλων των Μεσογειακών διαπλάσεων της Νότιας Γαλλίας και διεπίστωσε την ελαχιστοποίηση των διαφορών στη φαινολογία και την κατανομή των πόρων στους φυτικούς πληθυσμούς ενδιάμεσων σταδίων της μεταφυρικής διαδοχής, σε σχέση με τις αλλαγές που παρατηρούνται τα πρώτα χρόνια μετά τη φωτιά.

Τα φυτά είναι προσαρμοσμένα στο να αλλάζουν τους μεταβολικούς τους ρυθμούς (και κατ'επέκταση τη φαινολογία τους) μετά τη φωτιά, έτσι ώστε να μπορέσουν να φτάσουν το ταχύτερο δυνατό σε τέτοια κατάσταση που θα μπορούν να επιβιώσουν και μιάς δεύτερης διαταραχής. Φαίνεται ότι στα ενδιάμεσα μεταφυρικά στάδια τα φυτά έχουν ήδη ξεπεράσει το κατώφλι αυτό, με αποτέλεσμα οι μεταβολικοί τους ρυθμοί και η διαβίωσή τους στο πεδίο να μην διαφέρει από την κατάσταση στην ώριμη βιοκοινότητα.

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ** Η παρούσα ερευνητική εργασία έτυχε οικονομικής υποστήριξης από δύο ερευνητικά προγράμματα, το MODMED (EV5V-CT94-0489) και το PROMETHEUS (EV5V-CT94-0482).

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Αριανούτσου Μ. (1979).** Βιολογική δραστηριότητα μετά από φωτιά σε φρυγανικό οικοσύστημα, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη
- Arianoutsou M. (1984).** Post-fire successional recovery of a phryganic ecosystem, *Acta Oecologica (Oecologia Plantarum)* 59(9): 387-394
- Arianoutsou M. (1989).** Timing of litter production in a maquis ecosystem of North-eastern Greece, *Acta Oecologica (Oecologia Plantarum)* 10(4):371-378
- Arianoutsou M. and J. Diamantopoulos (1985).** Comparative phenology of five dominant plant species in maquis and phrygana ecosystems in Greece, *Phyton* 25 (1):77-85
- Arianoutsou M. and T.A. Mardiris (1987).** Observations on the phenology of two dominant plants of the Greek maquis, in *Plant Response to Stress*, J.D.Tenhumem et al. (eds.), NATO ASI Series, pp.515-520
- Arianoutsou M. and N.S. Margaris (1981).** Producers and the fire cycle in a phryganic ecosystem., in *Components of Productivity of Mediterranean-climate Regions: Basic and Applied Aspects*, N.S. Margaris and H.A. Mooney eds., Dr. W. Junk Publishers, pp. 181-190
- Christodoulakis N.S. and K.A. Mitrakos (1987).** Structural analysis of sclerophylly in eleven phanerophytes in Greece, in *Plant Response to Stress*, J.D.Tenhumem et al. (eds.), NATO ASI Series, pp.547-552
- Cody M.I. and H.A. Mooney (1978).** Convergence versus non-convergence in mediterranean-climate ecosystems, *Annual Revue of Ecology and Systematics* 9:265-321
- Fitter A.H. (1986).** Acquisition and utilization of resources, in *Plant Ecology*, M.J. Crawley (eds.), Blackwell Scientific Publications, pp. 375-403
- Montenegro G. (1987).** Quantification of mediterranean plant phenology and growth, in *Plant Response to Stress*, J.D.Tenhumem et al. (eds.), NATO ASI Series, pp.469-488
- Mooney H.A. and J. Kummerow (1979).** Phenological development of plants in mediterranean-climate regions, in *Ecosystems of the world: Mediterranean Type Shrublands*, Elsevier Publications, pp.303-307
- Naveh Z. (1975).** The evolutionary significance of fire, *Vegetatio* 29(3):199-208
- Pereira J.S., G. Beyschlag, O.L. Lange, W. Beyschlag and J.D. Tenhunen (1987).** Comparative phenology of four mediterranean shrub species growing in Portugal, in *Plant Response to Stress*, J.D.Tenhumem et al. (eds.), NATO ASI Series, pp.503-514
- Trabaud L. and J. Lepart (1980).** Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire, *Vegetatio* 46:105-116
- Trabaud L. and B. de Chanterac (1985).** The influence of fire on the phenological behaviour of Mediterranean plant species in Bas-Languedoc, *Vegetatio* 60:119-130

## **Η χρήση των προϊόντων της βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων για την πειραματική καλλιέργεια φυτών καλαμποκιού (*Zea mays*) και ηλίανθου (*Helianthus annuus*).**

**Χριστοδουλάκης ΝΣ<sup>(1)</sup>, Μάργαρης ΝΣ<sup>(2)</sup>**

*(1) Τομέας Βοτανικής, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη 15781, Αθήνα, (2) Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Καραντώνη 17, Μυτιλήνη 81100*

**Περίληψη:** Πρόκειται για μια προσπάθεια αξιολόγησης της δράσης των προϊόντων βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων στην ανάπτυξη δύο καλλιεργούμενων φυτών. Η χρήση της ιλύος (λάσπης) ως εδαφοβελτιωτικού προώθησε την ανάπτυξη των φυτών περισσότερο από το παραδοσιακό λίπασμα που χρησιμοποιούν οι καλλιεργητές. Η χρήση του καθαρού νερού που απομένει από τη βιολογική επεξεργασία προκαλεί μικρή ανάσχεση στην ανάπτυξη κάπν που δεν παρατηρείται αν το νερό αυτό υποστεί χλωρίωση και, κατά συνέπεια, απομάκρυνση όλων των μικροβιακών του φορτίων.

## **The use of sludge and water from a sewage treatment plant for the experimental growth of corn (*Zea mays*) and sunflower (*Helianthus annuus*).**

**Christodoulakis NS<sup>(1)</sup>, Margaris NS<sup>(2)</sup>**

*(1) Section of Botany, Department of Biology, University of Athens, Athens 15781, Greece, (2) Department of Environment, University of Aegean, Karantoni 17, Mytilini 81100, Greece.*

**Abstract:** An effort to evaluate the effect of sludge and water from a sewage treatment plant in the island of Kos, Greece, on the growth of two crop plants. The use of sludge as fertilizer strongly promoted plant growth compared to the traditionally used commercial fertilizer. The use of water from the plant slightly inhibits plant growth compared to the well water used by the local farmers, an effect that disappears after chlorination resulting in the removal of the microbial load.



Οι Εγκαταστάσεις Βιολογικής Επεξεργασίας των Λυμάτων (EBEL) στο νησί της Κω σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν από την κοινοπραξία Kruger AS (Denmark) - Αντ. Ζαχαρόπουλος ΑΤΕ και χρησιμοποιήθηκαν ως πυρήνας για ένα πρόγραμμα ανάπτυξης του περιβάλλοντος που προτάθηκε από το Τμήμα Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου του Αιγαίου, χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ENVIREG) και το Υπουργείο Γεωργίας και πραγματοποιήθηκε με τη συνεργασία του Τμήματος Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αιγαίου, του Τομέα Βοτανικής του Πανεπιστημίου Αθηνών, της Διεύθυνσης Εγγείων Βελτιώσεων του Υπουργείου Γεωργίας και της Δημοτικής Αρχής της Κω. Μετά την ολοκλήρωσή του, το πρόγραμμα αυτό τιμήθηκε με χρυσό μετάλλιο σε διεθνή διαγωνισμό που έγινε στη Μάλτα το 1993, υπό την αιγίδα του Συμβουλίου της Ευρώπης και άλλων διεθνών οργανισμών.

Παράλληλα όμως με τη χρήση τους κατά την προσπάθεια αποκατάστασης του περιβάλλοντος, τα προϊόντα της EBEL χρησιμοποιήθηκαν και σε πειραματική καλλιέργεια, προκειμένου να μελετηθεί η επίδρασή τους στην ανάπτυξη των φυτών. Η χρήση των προϊόντων αυτών ενώ αρχικά γινόταν χωρίς περιορισμούς σε παγκόσμια κλίμακα, αργότερα αντιμετωπίστηκε με σκεπτικισμό και σήμερα γίνεται κάτω από αυστηρές προδιαγραφές και όχι σε καλλιεργούμενα φυτά. Αυτή η μεταστροφή οφείλεται στο γεγονός ότι στη λάσπη υπάρχουν βαρέα μέταλλα και τοξικά στοιχεία (κάδμιο, μόλυβδος κ.ά.) τα οποία σε μακροχρόνια χρήση της, συσσωρεύονται στο έδαφος και μετακινούνται προς τα φυτά όπου και ανιχνεύονται σε υπερβολικά υψηλές συγκεντρώσεις.

Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίστηκε επειδή τα λύματα προέρχονται από πόλεις όπου οι δραστηριότητες δεν είναι αποκλειστικά οικιακές. Αντίθετα, στη χώρα μας λειτουργούν EBEL σε περιοχές που δεν υπάρχει καμία δυνατότητα επιβάρυνσης των λυμάτων με βιομηχανικά ή χημικά απόβλητα. Κάτι τέτοιο συμβαίνει σε τουριστικές περιοχές όπως ακριβώς είναι και η πόλη της Κω. Ακριβώς για να μελετηθούν τέτοιες περιπτώσεις και να ενθαρρυνθεί η χρήση της ιλύος όταν δεν βλάπτει την ποιότητα του εδάφους και της γεωργικής παραγωγής, η Οδηγία του Συμβουλίου της Ευρώπης η σχετική με την προστασία του περιβάλλοντος και ιδίως του εδάφους κατά τη χρησιμοποίηση της ιλύος του καθαρισμού λυμάτων στη γεωργία, αφήνει κάποιες δυνατότητες κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις (EEK, 1, 181/6- Οδηγία 86/278/ΕΟΚ).

Η προτροπή λοιπόν του Συμβουλίου της Ευρώπης αλλά και οι εξαιρετικά χαμηλότερες των ορίων τιμές που δίνουν οι μετρήσεις για τα τοξικά και βαρέα μέταλλα στην ιλύ και το νερό των εγκαταστάσεων στην Κω ήταν η αφορμή να μελετήσουμε την επίδραση που έχουν τα προϊόντα αυτά στην ανάπτυξη καλλιεργούμενων φυτών.

**Υλικά και Μέθοδοι:** Χρησιμοποιήθηκαν γλάστρες διαμέτρου 35 cm που περιείχαν 10 λίτρα υποστρώματος, σε ομάδες των 10. Το λίπασμα του εμπορίου που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Complesal της Hoecht (N:P:K/12:16:12 και 0,2 Mg) που προστέθηκε στην ποσότητα που υποδεικνύει ο κατασκευαστής για τον τύπο αυτό των φυτών και για το είδος του εδάφους. Το πότισμα των φυτών

**Πίνακας 1:** Οι διαστάσεις των φύλλων του καλαμποκιού και η επιφάνεια των φύλλων του ηλιάνθου ( $\chi_{\text{mean}} \pm \text{SEM}$  για το 95%).

πειραματική ομάδα			μήκος και πλάτος σε cm	
σκέτο χώμα		+ νερό βρύσης	52±4	4.3±0.9
χώμα + Complesal	10 : 1	+ νερό βρύσης	65±5	4.8±0.6
<b>χώμα + ιλύς</b>	<b>2 : 1</b>	<b>+ νερό βρύσης</b>	<b>82±7</b>	<b>6.4±0.9</b>
χώμα + ιλύς	10 : 1	+ νερό βρύσης	59±4	6.0±0.7
σκέτο χώμα		+ νερό ΕΒΕΛ	57±6	4.1±0.7
χώμα + Complesal	10 : 1	+ νερό ΕΒΕΛ	63±9	5.0±0.6
χώμα + ιλύς	2 : 1	+ νερό ΕΒΕΛ	71± 7	6.1±0.8
χώμα + ιλύς	10 : 1	+ νερό ΕΒΕΛ	68±8	5.8±0.8

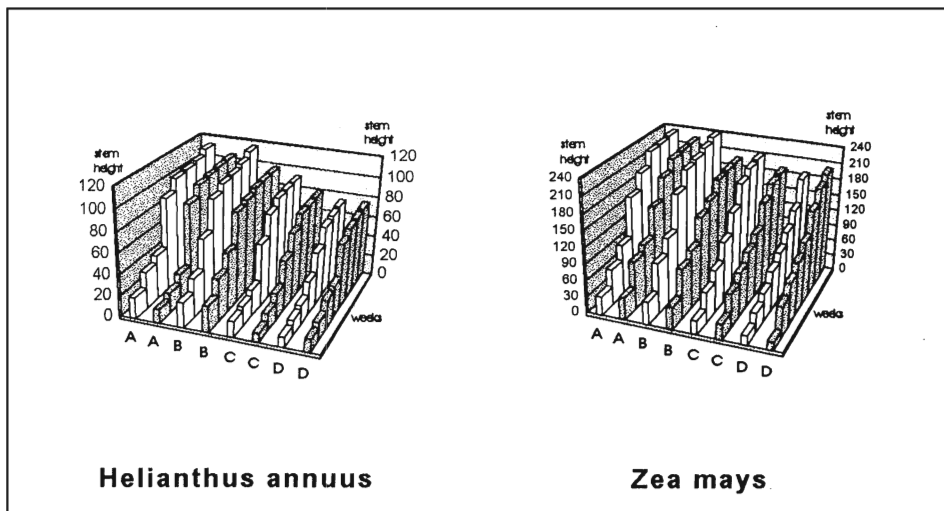
  

			επιφάνεια φύλλων ηλιάνθου σε cm <sup>2</sup>	
σκέτο χώμα		+ νερό βρύσης	104.9 ± 23	
χώμα + Complesal	10 : 1	+ νερό βρύσης	185.4 ± 62	
<b>χώμα + ιλύς</b>	<b>2 : 1</b>	<b>+ νερό βρύσης</b>	<b>265.2 ± 51</b>	
χώμα + ιλύς	10 : 1	+ νερό βρύσης	228.0 ± 52	
σκέτο χώμα		+ νερό ΕΒΕΛ	132.1 ± 44	
χώμα + Complesal	10 : 1	+ νερό ΕΒΕΛ	136.4 ± 60	
χώμα + ιλύς	2 : 1	+ νερό ΕΒΕΛ	255.7 ± 71	
χώμα + ιλύς	10 : 1	+ νερό ΕΒΕΛ	172.0 ± 46	

**Πίνακας 2:** Το ύψος των φυτών του καλαμποκιού και του ηλιάνθου κάτω από τις διαφορετικές συνθήκες του πειράματος.

**Λευκές στήλες** = νερό δικτύου, **Γκρι στήλες** = νερό των εγκαταστάσεων.

**A** = χώμα+ιλύς 10 : 1, **B** = χώμα+ιλύς 2 : 1, **C** = χώμα + Complesal, **D** = σκέτο χώμα



γινόταν με συγκεκριμένη ποσότητα νερού ώστε να μη ξεπλένεται το χώμα μέσα από τις γλάστρες. Ίδια ομαδοποίηση έγινε τόσο για τα φυτά του καλαμποκιού όσο και για αυτά του ηλιάνθου. Οι ομάδες των φυτών φαίνονται παρακάτω:

<b>ομάδα 1:</b> μόνον χώμα		
<b>ομάδα 2:</b> χώμα και λίπασμα	2:1	
<b>ομάδα 3:</b> χώμα και εδαφοβελτιωτικό	2:1	<b>πότισμα με νερό δικτύου</b>
<b>ομάδα 4:</b> χώμα και εδαφοβελτιωτικό	10:1	
<b>ομάδα 5:</b> μόνον χώμα		
<b>ομάδα 6:</b> χώμα και λίπασμα	2:1	
<b>ομάδα 7:</b> χώμα και εδαφοβελτιωτικό	2:1	<b>πότισμα με νερό ΕΒΕΛ</b>
<b>ομάδα 8:</b> χώμα και εδαφοβελτιωτικό	10:1	(πριν από τη χλωρίωση)

Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας έγιναν μετρήσεις του ύψους κάθε φυτού και των διαστάσεων συγκεκριμένων φύλλων του, ανά εβδομάδα. Μετά το τέλος του πειράματος μετρήθηκε το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος, της ρίζας, του καρπού (καλαμπόκι) ή του άνθους (ηλιάνθος) και των σπερμάτων.

**Αποτελέσματα και συζήτηση:** Από τις μετρήσεις που έγιναν και παρουσιάζονται στους Πίνακες 1 και 2 φαίνεται ότι η ιλύς προωθεί την ανάπτυξη των φυτών σημαντικά περισσότερο απ' ό,τι το λίπασμα του εμπορίου. Το ύψος των φυτών αυξήθηκε στο καλαμπόκι κατά 77% στις καλλιέργειες που περιείχαν ιλύ:χώμα 1:2 σε σχέση με το 25% αύξηση που παρατηρήθηκε στα φυτά που είχαν λίπασμα. Η επιφάνεια των φύλλων του ηλιάνθου αυξήθηκε περισσότερο από 150% με τη χρήση λάσπης σε σχέση με το 75% αύξησης που παρατηρήθηκε στις γλάστρες με το λίπασμα.

Το πότισμα με νερό των ΕΒΕΛ, πριν από τη χλωρίωσή του, προκάλεσε μικρή ανάσχεση στην ανάπτυξη των φυτών. Η εξήγηση που δόθηκε ήταν ότι οι μικρο-οργανισμοί του νερού ανταγωνίζονταν τα φυτά στην πρόσληψη κάποιων στοιχείων από το υπόστρωμα. Η άποψη αυτή ενισχύθηκε όταν σε νέο πείραμα που έγινε διαπιστώθηκε ότι η ανάσχεση της ανάπτυξης έπαψε να παρατηρείται όταν το νερό των ΕΒΕΛ χρησιμοποιείτο για πότισμα μετά από τη χλωρίωσή του.

### **Βιβλιογραφία:**

- Hirsch P.R., Jones M.J., McGrath S.P., Giller K.E., 1993. Heavy metal from past applications of sewage sludge decrease the genetic diversity of *Rhizobium leguminosarum* biovar *trifolii* populations. *Soil Biol. Biochem.* 25(11) 1485-90.
- Hue N.V., Ranjith S.A., 1994. Sewage sludges in Hawaii: Chemical composition and reactions with soils and plants. *Water Air Soil Pollut.* 72(1-4) 265-83.
- Klessa D.A., Desira-Buttigies A., 1992. The adhesion to leaf surfaces of heavy metals from sewage sludge applied to grassland. *Soil Use Manag* 8(3) 115-121.
- Smith S.R., 1994. Effect of soil pH on availability to crops of metals in sewage sludge-treated soils. Cadmium uptake by crops and implications for human dietary intake. *Environ. Pollut.* 86(1) 5-13.
- Taghavi S.M., Vora A.B., 1994. Effect of industrial effluent on germination and growth development of guar seed (var. PNB). *J. Environ. Biol.* 15(3) 209-12.
- Wild S.R., Jones K.C., 1992. Organic chemicals entering agricultural soils in sewage sludges: Screening for their potential to transfer to crop plants and livestock. *Sci. Total Environm.* 119(1-3) 85-119.

## **Μπορεί η χρήση των προϊόντων της βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων για την πειραματική καλλιέργεια φυτών να είναι ασφαλής για το περιβάλλον;**

**Τσάκου Α<sup>(1)</sup>, Χριστοδουλάκης ΝΣ<sup>(1)</sup>, Γιούργα Χ<sup>(2)</sup>**

(1) *Τομέας Βοτανικής, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Πανεπιστημιούπολη 15781, Αθήνα.* (2) *Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Καραντώνη 17, Μυτιλήνη 81100*

**Περίληψη:** Η χρήση της ιλύος (λάσπης) και του νερού των εγκαταστάσεων βιολογικής επεξεργασίας των λυμάτων (ΕΒΕΛ) για βελτίωση του εδάφους και άρδευση, αντίστοιχα, έχει δεχθεί σοβαρή κριτική και η θέση της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας απέναντι σε τέτοιες προσπάθειες τείνει να γίνει αρνητική. Γιατί όμως συμβαίνει κάτι τέτοιο; Η σύγκρισή δεδομένων από διάφορες πόλεις της Ελλάδος με αυτά πόλεων του εξωτερικού που παρουσιάζεται σ' αυτή την εργασία δίνει την απάντηση στο παραπάνω ερώτημα και ταυτόχρονα αποτελεί σοβαρό επιχείρημα για την παραπέρα διερεύνηση των δυνατοτήτων αξιοποίησης των προϊόντων των ΕΒΕΛ.

## **Is it environmentally safe to use sludge and water from sewage treatment plants for the experimental growth of crop plants?**

**Tsakou A<sup>(1)</sup>, Christodoulakis NS<sup>(1)</sup>, Giourga C<sup>(2)</sup>**

(1) *Section of Botany, Department of Biology, University of Athens, Athens 15781, Greece,* (2) *Department of Environment, University of Aegean, Karantoni 17, Mytilini 81100, Greece.*

**Abstract:** The amendment of soil with sludge and the use of water from sewage treatment plants (STP) for irrigation of crop plants was primarily accepted with enthusiasm but latter became a matter of controversy. Currently the attitude of the international scientific community towards these uses, tends to be negative. Why did this change occur? The comparison of data from STP in Greek towns to those from abroad will give an answer to this question and, simultaneously, will offer a strong argument for further investigation on the use of STP products in Greece.

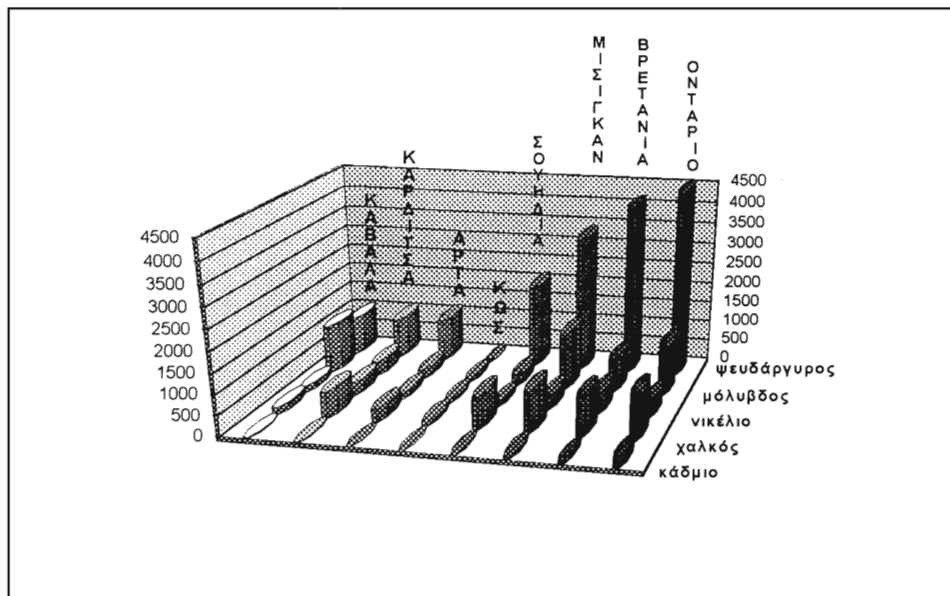
Οι εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, μετά την επεξεργασία των λυμάτων που δέχονται, παράγουν σημαντικές ποσότητες καθαρού νερού και μια ποσότητα ιλύος (λάσπης) που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό (λίπασμα). Η ιδέα για τη χρήση των προϊόντων αυτών συνάντησε αρχικά πολλούς υποστηρικτές αφού και τους υδατικούς πόρους μπορούσε να προστατευτεί και το έδαφος να βελτιώσει με μηδενικό σχεδόν κόστος.

Η αρχική όμως αυτή εφορία, μετά από πολλά έτη ή και δεκαετίες (λχ στο Σίδνεϋ της Αυστραλίας) χρήσης της λάσπης αποδείχτηκε ότι κρύβει σημαντικούς κινδύνους για το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Αυτό οφείλεται στα βαρέα ή/ και τοξικά μέταλλα που υπάρχουν στα λύματα και καθιζάνουν κατά τη βιολογική επεξεργασία για να συσσωρευτούν κυρίως στην ιλύ που παράγεται. Η χρήση της ιλύος για τη βελτίωση του εδάφους μεταφέρει τα βαρέα αυτά μέταλλα στο χώμα. Στη συνέχεια αυτά μετακινούνται προς τα φυτά κι έτσι αρχίζει η γνωστή διαδικασία της βιοσυσσώρευσης στους οργανισμούς που βρίσκονται στα ανώτερα επίπεδα της οικολογικής πυραμίδας. Οι μετρήσεις που έγιναν για τον έλεγχο της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στους ιστούς των ζωικών και φυτικών οργανισμών σε πολλές περιοχές, μετά την παρατεταμένη χρήση της ιλύος και του νερού των εγκαταστάσεων βιολογικής επεξεργασίας λυμάτων (EBEL), έδωσαν τιμές σημαντικά υψηλότερες από τις φυσιολογικές. Αποτέλεσμα ήταν να αναθεωρηθούν διεθνώς οι απόψεις για τη χρήση αυτών των προϊόντων και να οδηγηθεί το Συμβούλιο της Ευρώπης στην έκδοση συγκεκριμένης οδηγίας για τέτοιες περιπτώσεις (86/278/ΕΟΚ/ 12 Ιουνίου 1986).

Από την οδηγία αυτή γίνεται σαφές ότι οι γνώσεις μας για τα αποτελέσματα της χρήσης των προϊόντων των EBEL δεν είναι επαρκείς και χρειάζονται συμπλήρωση. Και ενώ αντικειμενικά προσπαθεί να ενθαρρύνει τη σωστή χρησιμοποίησή τους τελικά απαγορεύει τη χρήση αυτών των προϊόντων αυτών σε πολλές περιπτώσεις ενώ σε άλλες συνιστά να γίνεται με αυστηρό έλεγχο και κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις.

Όλοι αυτοί οι περιορισμοί σκοπό έχουν να αποτρέψουν τη μεταφορά των βαρέων ή/και τοξικών μετάλλων στο έδαφος αλλά και τη βιοσυσσώρευση που ακολουθεί. Αυτό είναι σωστό αν λάβει κανείς υπ' όψη του ότι ακόμα και στις περιπτώσεις που ασκείται αυστηρός έλεγχος είναι αδύνατη η αποτροπή απόρριψης τοξικών υλικών ή δηλητηρίων στην αποχέτευση ειδικά σε πόλεις που έχουν αυξημένη βιομηχανική δραστηριότητα. Τι γίνεται όμως στη χώρα μας όπου οι περισσότερες EBEL εξυπηρετούν πόλεις στις οποίες η οικονομία στηρίζεται αποκλειστικά από την αγροτική παραγωγή ή τον τουρισμό; Ποια είναι η ποιότητα του νερού και της ιλύος που παράγονται απ' αυτές τις εγκαταστάσεις; Είναι δυνατόν το νερό αυτό να οδηγείται σε αποδέκτες και να καταλήγει στη θάλασσα σε μια χώρα που η έλλειψη νερού το καλοκαίρι είναι πολλές φορές δραματική; Αξίζει να θάβεται η ιλύς στις χωματερές όταν οι αγρότες δυσκολεύονται να αγοράσουν τα λιπάσματα που χρειάζονται;

**Πίνακας 1:** Οι τιμές των μετρήσεων σε mg/kg για πέντε από τα κυριότερα βαρέα ή/και τοξικά μέταλλα που συγκεντρώνονται στη ιλύ των ΕΒΕΛ. Γίνεται σύγκριση των τιμών μεταξύ των ελληνικών πόλεων και περιοχών του εξωτερικού (\*)



(\*) Freedman B (1989) Environmental Ecology, Academic Press

**Πίνακας 2:** Η συγκέντρωση βαρέων ή/και τοξικών μετάλλων στο περιβάλλον.

σε mg/Kg	ασβεστό-λιθος	χώμα	γλυκά νερά	χερσαία φυτά	Όρια Ε.Ε. στην ιλύ	Όρια Ε.Ε. στο έδαφος
<b>Cd</b>	0,028	0,35	0,0001	0,1-2,4	20-40	1-3
<b>Cu</b>	5,5	30	0,003	5-15	1000-1750	5-140
<b>Ni</b>	7	50	0,0005	1-5	300-400	30-75
<b>Pb</b>	5,7	35	0,003	1-13	750-1200	50-300
<b>Zn</b>	20	90	0,015	20-400	2500-4000	150-300
					↑	↑
					οδηγία 86/278/ΕΟΚ -ΕΕΕΚ Ι, 181/6	

Αφορμή για τη διερεύνηση των παραπάνω ερωτημάτων έδωσε η εξαιρετική επιτυχία που είχε η αποκατάσταση του περιβάλλοντος και οι πειραματικές καλλιέργειες που έγιναν με τη χρήση των προϊόντων ΕΒΕΛ στη νήσο Κω όπου λειτουργούν οι πρότυπες εγκαταστάσεις που κατασκεύασε η κοινοπραξία τεχνικών εταιρειών KRUGER AS- Α. Ζαχαρόπουλος ΑΤΕ. Η προσπάθεια αυτή μά-

λιστα τιμήθηκε με χρυσό μετάλλιο σε παγκόσμιο διαγωνισμό που οργανώθηκε από το Συμβούλιο της Ευρώπης στη Μάλτα ενώ οι πειραματικές καλλιέργειες καλαμποκιού και ηλιάνθου έδωσαν εκπληκτικά αποτελέσματα. Αποδείχθηκε ότι η ιλύς των εγκαταστάσεων προωθεί την ανάπτυξη των φυτών πολύ περισσότερο από τα παραδοσιακά λιπάσματα.

Για να ελέγξουμε με λεπτομέρεια την επίδραση της ιλύος στην ανάπτυξη των φυτών αλλά και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από τη μακροχρόνια χρήση της αποφασίσαμε να μελετήσουμε την ανάπτυξη μιας σειράς καλλιεργούμενων φυτικών ειδών κάτω από διάφορες συνθήκες καλλιέργειας και πάντα με τη χρήση των προϊόντων των ΕΒΕΛ. Ιδιαίτερη σημασία για την προσπάθεια αυτή έχει η αξιολόγηση των προϊόντων των ΕΒΕΛ στην Ελλάδα όσον αφορά τις προδιαγραφές και ειδικά τη συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων. Στην προκαταρκτική αυτή φάση ιδιαίτερα βοήθησε η κοινοπραξία KRUGER AS - Α. Ζαχαρόπουλος ΑΤΕ η οποία και υποστηρίζει οικονομικά την όλη προσπάθεια.

**Υλικά και μέθοδοι:** Ιλύς από ΕΒΕΛ που κατασκεύασε, σε διάφορες πόλεις της Ελλάδος, η κοινοπραξία KRUGER AS - Α. Ζαχαρόπουλος ΑΤΕ συγκεντρώθηκε ώστε να μετρηθεί, με ατομική απορρόφηση, η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων. Οι πόλεις που επιλέχθηκαν είναι η **Καβάλα** (βιομηχανική πόλη αλλά με αστικά μόνο λύματα στο δίκτυο αποχέτευσης), η **Καρδίτσα** (γεωργικές δραστηριότητες), η **Άρτα** (μάλλον γεωργικές δραστηριότητες) και η **Κως** (δραστηριότητες σχετικές με την εξυπηρέτηση των τουριστών)

**Αποτελέσματα και συζήτηση:** Από τις μετρήσεις που έγιναν και παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 φαίνεται ότι η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων στην ιλύ των ΕΒΕΛ από τις πόλεις που επιλέχθηκαν είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτή που αναφέρεται βιβλιογραφικά για τις ΕΒΕΛ περιοχών όπως το Μίσιγκαν, το Οντάριο ή χωρών όπως η Αγγλία. Ακόμα και από ΕΒΕΛ της Σουηδίας, όπου η ευαισθησία σε θέματα περιβάλλοντος είναι αυξημένη και οι νόμοι είναι εξαιρετικά αυστηροί, οι τιμές των βαρέων μετάλλων στις ελληνικές πόλεις είναι σημαντικά χαμηλότερες.

Αν αυτές οι τιμές συγκριθούν με τα όρια που δίνονται στην οδηγία του Συμβουλίου της Ευρώπης αλλά και με τις τιμές που διαπιστώνονται σε εδάφη και οργανισμούς που δε έχουν σχέση με περιβάλλοντα όπου γίνεται χρήση αυτών των προϊόντων (Πίνακας 2) τότε θα διαπιστώσουμε ότι βρισκόμαστε μπροστά σε μία πρόκληση που αξίζει να μελετηθεί και να αξιοποιηθεί.

### **Βιβλιογραφία:**

- 1) Margaris NS, Christodoulakis NS, Giourga CH (1995). Waste management and water use in the island of Kos, Greece. *Insula* 3 (2): 36-39
- 2) Margaris NS, Christodoulakis NS (1996). Growth of corn (*Zea mays*) and sunflower (*Helianthus annuus*) plants is affected by water and sludge from a sewage treatment plant. *Bull. of Environ. Contam. and Toxicol.* In press

## Ταχεία μέθοδος αριστοποίησης διαφόρων θρεπτικών και περιβαλλοντικών συνθηκών σε στερεές ζυμώσεις χαρουπάλευρου

**Λαμπράκη Μ, Μαράκης Σ**

*Τομέας Βοτανικής, Βιολογικό Τμήμα Παν/μίου Αθηνών, 157 84 Αθήνα, Ελλάδα*

**Περίληψη** Η ταχεία αριστοποίηση επτά συνθηκών καλλιέργειας (μεταβλητών: F1=συγκέντρωση σακχάρων του υποστρώματος, F2=προσθήκη αλάτων, F3=θερμοκρασία επώασης, F4=παροχή αέρα, F5=ηλικία εμβολίου, F6=ιμέγεθος εμβολίου, F7=αρχική υγρασία του υποστρώματος), ως προς τη διάσπαση των χαρουποταννινών από το στέλεχος του *Aspergillus carbonarius* (Asca2), κάτω από συνθήκες στερεών ζυμώσεων, επετεύχθηκε με τη χρησιμοποίηση στατιστικού μοντέλλου. Γενικά, διάσπαση των ταννινών έλαβε χώρα όταν οι τιμές της υγρασίας, της θερμοκρασίας και της παροχής αέρα κυμαίνονταν σε επίπεδα χαμηλότερα από 70%, 40°C και 2.4 l/h, αντίστοιχα. Άλλες απαιτήσεις για τη διάσπαση των χαρουποταννινών ήταν: μέγεθος εμβολίου 10<sup>7</sup> σπόρια / g ξηρού βάρους μέσου, μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων του υποστρώματος κατά το ήμισυ της αρχικής και ναποφυγή της προσθήκης αλάτων.

## A quick method for the simultaneous optimization of several nutritional and environmental conditions in carob solid state fermentation

**Lambraki M, Marakis S**

*Institute of General Botany, Biology Department of Athens University, 157 84 Athens, Greece*

**Abstract** The simultaneous optimization of seven culture conditions (variables: F1=sugar concentration of the substrate, F2=mineral addition, F3=incubation temperature, F4=aeration flow, F5=inoculum age, F6=inoculum size, F7=initial humidity of the substrate), for carob tannin degradation by *Aspergillus carbonarius* (Asca2), was undertaken using experimental matrices, in a solid state fermentation system. In general, carob tannin degradation occurred when the values of humidity, temperature and aeration flow were lower than 70%, 40°C and 2.4 l/h, respectively. Other requirements for tannin degradation were: inoculum size of 10<sup>7</sup> spores / g of initial dry weight of substrate; extraction of almost 50% of the initial sugar concentration of the substrate; no mineral addition.



## Εισαγωγή

Η οικονομική σημασία των μυκήτων ως πηγών τροφής και ενεργά βιολογικών μεταβολιτών, έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον για τη μελέτη της φυσιολογίας τους.

Εξάλλου οι στερεές ζυμώσεις (Σ.Ζ) σαφώς υπερτερούν των υγρών καλλιιεργειών (1): το κόστος διεξαγωγής τους είναι μικρότερο και η απόδοση του προϊόντος πολλαπλάσια, συγκρινόμενη με αυτή των υγρών καλλιιεργειών. Η μελέτη λοιπόν, των μυκήτων κάτω από συνθήκες Σ.Ζ παρουσιάζει μεγάλο οικονομικό και ερευνητικό ενδιαφέρον.

Παρόλα αυτά, είναι γενικά παραδεκτό ότι κάθε σύστημα μικροβίου-υποστρώματος είναι μοναδικό και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, τόσο οι φυσικοχημικές ιδιότητες και η φύση του υποστρώματος, όσο και οι απαιτήσεις αύξησης και η φυσιολογία του μικροοργανισμού. Οι μέχρι σήμερα μελέτες υποδεικνύουν σημαντικό αριθμό μεταβλητών "κλειδιά", οι οποίες θα πρέπει να εξετάζονται σε κάθε στερεά ζύμωση (5). Η αριστοποίηση των μεταβλητών αυτών με τις καλσιικές μεθόδους, σημαίνει τις περισσότερες φορές χάσιμο χρόνου και ενέργειας.

Η παρούσα εργασία, ασχολείται με την αριστοποίηση 7 μεταβλητών (θρεπτικών και περιβαλλοντικών συνθηκών αύξησης), ως προς την παράμετρο "διασπαση ταννινών", χρησιμοποιώντας το στατιστικό μοντέλλο *De Meo* (2), το οποίο επιτρέπει την ταυτόχρονη, και για το λόγο αυτό ταχεία, μελέτη τους, με τη διεξαγωγή μόνο μιας σειράς πειραμάτων. Το μοντέλλο αυτό δίνει τη δυνατότητα στον πειραματιστή να εξετάσει  $n$  μεταβλητές εκτελώντας μόνο  $n+1$  πειράματα! Η μέθοδος επιτρέπει τον ταυτόχρονο υπολογισμό της δράσης των μεταβλητών αυτών σε διάφορες παραμέτρους, μελετώντας το σύνολο των συδυασμών των διαφόρων μεταβλητών ( $\chi$ ), οι οποίες εξετάζονται σε δύο επίπεδα με κωδικούς (-) και (+).

**Υλικά και μέθοδοι:** Μικροοργανισμός: Χρησιμοποιήθηκε το στέλεχος *Aspergillus carbonarius* (Asca2), το οποίο απομονώθηκε από ευρωτιασμένα ξυλοκέρατα (αδημοσίευτα αποτελέσματα). Υποστρώματα: Χαρουπάλευρο αναμεμιγμένο με *sugar cane bagasse* σε αναλογία 5:1, αντίστοιχα. Η αρχική υγρασία ρυθμίστηκε σε 2 διαφορετικά επίπεδα με την προσθήκη απεσταγμένου νερού. Η ψυχρή εκχύλιση των σακχάρων του υποστρώματος για 20 min, υπό ανάδευση, κατέληξε στην παρασκευή υποστρώματος με συγκέντρωση σακχάρων 48% επί των αρχικών. Ως πηγή αζώτου χρησιμοποιήθηκε μίγμα  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  και ουρίας (4:1 w/w). Τα υποστρώματα εμβολιάστηκαν με  $10^7$  ή  $10^8$  σπόρια/g αρχικού ξηρού βάρους υποστρώματος (IDW). Οι τιμές των μεταβλητών και οι συνδυασμοί τους για την παρασκευή των 8 θρεπτικών μέσων (πειραμάτων) φαίνονται στον πίνακα 1. Διαδικασία ζύμωσης: Το σύστημα ζύμωσης και η διαδικασία που ακολουθήθηκε, πριν, κατά και μετά τη ζύμωση, περιγράφονται από τους Saucedo-Castaneda *et al.* (6) και Lambraki *et al.* (3), αντίστοιχα. Οι ζυμώσεις είχαν διάρκεια 50h. Αναλυτικές μέθοδοι: Ο προσδιορισμός των ολικών ταννινών έγινε με τη μέθοδο των Swain & Hillis (7).

## **Διαθεσιμότητα νερού: Ένας κρίσιμος παράγοντας στη Στερεά Ζύμωση χαρουπιάλευρου από τον *Aspergillus carbonarius***

**Λαμπράκη Μ, Μαρακής Σ**

*Τομέας Βοτανικής, Βιολογικό Τμήμα Παν/μίου Αθηνών, 157 84 Αθήνα, Ελλάδα*

**Περίληψη** Σε μια Στερεά Ζύμωση, η ποσότητα του διαθέσιμου νερού για την αύξηση των μικροοργανισμών καθορίζεται από την τιμή της "ενεργότητας του ύδατος" ( $A_w$ ). Στην περίπτωση της Στερεάς Ζύμωσης χαρουπιού η  $A_w$  βρέθηκε ότι είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες για την αύξηση του στελέχους *Aspergillus carbonarius* (Asca2) και γενικότερα για την έκβαση της ζύμωσης. Καθώς το αλεσμένο χαρούπι δεν έχει υψηλή ικανότητα προσρόφησης και κατακράτησης του νερού (1.0 - 1.1g νερού/g στερεών, δηλ. ποσοστό υγρασίας 50-52%), κρίθηκε αναγκαία η χρησιμοποίηση ενός ανενεργού, για την αύξηση του μικροοργανισμού, υλικού, με το οποίο επιτεύχθηκε τιμή  $A_w$  μεγαλύτερη από 0.95. Αυξανόμενης  $A_w$ , ευνοήθηκαν η μυκηλιακή αύξηση, ο χρόνος εκβλάστησης των σπορίων και η διάσπαση των ταννινών του υποστρώματος, παράμετροι οι οποίες έλαβαν τις άριστες τιμές τους σε επίπεδο αρχικής υγρασίας του υποστρώματος 68% ( $A_w = 0.98$ ).

## **Water availability: A critical factor in Solid State Fermentation of carob substrates by *Aspergillus carbonarius***

**Lambraki M, Marakis S**

*Institute of General Botany, Biology Department of Athens University, 157 84 Athens, Greece*

**Abstract** Water activity ( $A_w$ ), an indicator of the water availability, was shown to be a critical factor in Solid State Fermentation (SSF) of carob substrates by a strain of *Aspergillus carbonarius* (Asca2). The retention capacity of carob substrates was found to be fairly poor and did not exceed 1.0 to 1.1 g water / g of solids (50 to 52% moisture content). The concept of water availability thus, became very important. In order to increase the humidity of the substrates, sugar cane bagasse was employed as a high water retention capacity support. This way,  $A_w$  values higher than 0.95 were succeeded. Mycelial growth, spore germination time and tannin degradation of the substrates were strongly and beneficially affected by increasing  $A_w$ ; in fact, they took their optimum values under a moisture level of 68% ( $A_w = 0.98$ ).

## Εισαγωγή

Η μεταβλητή η οποία κυρίως διαφοροποιεί μια υγρή καλλιέργεια από μια στερεά ζύμωση (Σ.Ζ) είναι το ποσοστό της υγρασίας του υποστρώματος. Οσον αφορά τις Σ.Ζ, το ποσοστό αυτό αποτελεί καθοριστικό παράγοντα τόσο για τη μικροβιακή αύξηση όσο και για την παραγωγή ενζύμων και άλλων μεταβολιτών, καθόσον προκαλεί διόγκωση του στερεού υποστρώματος και διευκολύνει τη χρησιμοποίηση των συστατικών του από τους μικροοργανισμούς (2).

Η ενεργότητα του ύδατος ( $A_w$ ) χρησιμοποιείται για να περιγράψει την ισορροπία μεταξύ ενός ετερογενούς συστήματος και μιας υδατικής φάσης, η οποία περιβάλλει το ετερογενές αυτό σύστημα υπό μορφή ατμών και θεωρείται ως φάση αδρανούς αερίου (1). Η παράμετρος αυτή χρησιμοποιείται ευρέως για την πρόβλεψη της φυσιολογίας των μικροοργανισμών. Όμως, παρά τη σπουδαιότητά της, η επίδρασή της στην αύξηση των μυκήτων σε στερεά υποστρώματα, έχει ελάχιστα μελετηθεί (6,7).

Σε προηγούμενη μελέτη (αδημοσίευτα αποτελέσματα) απομονώσαμε ένα στέλεχος του *Aspergillus carbonarius* (Asca2), με υψηλή ταννινολυτική ικανότητα, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί σε Σ.Ζ χαρουπάλευρου. Η υψηλή περιεκτικότητα του υποστρώματος αυτού σε ταννίνες (4-13%) (5) και η χαμηλή σε πρωτεΐνες (3-5%) (4) καθιστά δύσκολη έως και αδύνατη την αύξηση των μικροοργανισμών. Συνεπώς, η ικανότητα του μικροοργανισμού να διασπά τις ταννίνες, αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιτυχή έκβαση της στερεάς ζύμωσης υποστρωμάτων χαρουπιού. Το είδος των χαρουποταννινών και η διάσπασή τους κάτω από διάφορες συνθήκες θερμοκρασίας και οξυγόνωσης της στερεάς καλλιέργειας έχουν μελετηθεί πρόσφατα (5,3).

Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιείται το στέλεχος του *A. carbonarius* (Asca2), με σκοπό τη μελέτη της επίδρασης της ενεργότητας του ύδατος ( $A_w$ ) και συνεπώς του διαθέσιμου, για ζύμωση, νερού, στην έκβαση (αύξηση του μύκητα και κατανάλωση των θρεπτικών συστατικών του υποστρώματος) της στερεάς ζύμωσης χαρουπάλευρου.

**Υλικά και μέθοδοι:** Μικροοργανισμός: Χρησιμοποιήθηκε το στέλεχος *Aspergillus carbonarius* (Asca2), το οποίο απομονώθηκε από ευρωτιασμένα ξυλοκέρατα (αδημοσίευτα αποτελέσματα). Υποστρώματα: Χαρουπάλευρο αναμειγμένο με *sugar cane bagasse* σε αναλογία 5:1 αντίστοιχα. Η αρχική υγρασία ρυθμίστηκε σε 6 διαφορετικά επίπεδα: 58, 60, 62, 65, 68 και 73% επί αρχικού ξηρού βάρους υποστρώματος (IDW), με την προσθήκη απεσταγμένου νερού. Τα υποστρώματα εμβολιάστηκαν με 10<sup>7</sup> σπόρια/g IDW. Διαδικασία ζύμωσης: Το σύστημα ζύμωσης και η διαδικασία που ακολουθήθηκε, πριν, κατά και μετά τη ζύμωση, περιγράφονται από τους Saucedo-Castaneda *et al.* (8) και Lambraki *et al.* (3), αντίστοιχα. Η παροχή αέρα ρυθμίστηκε στα 1.8 l/h και η θερμοκρασία ζύμωσης στους 30°C. Οι ζυμώσεις είχαν διάρκεια 55h. Αναλυτικές μέθοδοι: Ο προσδιορισμός των ολικών ταννινών έγινε με τη μέθοδο των Swain & Hillis (9). Μέτρηση της ενεργότητας του ύδατος ( $A_w$ ): Πραγματοποιήθηκε με τη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται από τον Oriol *et al.* (7).

## Αποτελέσματα - Συζήτηση

Ρόλος bagasse στην αύξηση της υγρασίας του υποστρώματος. Η ποσότητα του νερού που μπορεί να απορροφήσει το χαρουπάλευρο βρέθηκε ότι δεν ξεπερνά το 1.0 - 1.1 g H<sub>2</sub>O / g ξηρού βάρους του, δηλαδή ποσοστό υγρασίας 50-52%. Επιπλέον, με την προσθήκη νερού και εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητάς του σε σάκχαρα και πηκτίνες, μετατράπηκε σε συμπαγή μάζα, η οποία εμπόδιζε την κυκλοφορία του αέρα. Η χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και η μη πορώδης δομή του υποστρώματος είχαν ως αποτέλεσμα να μην αναπτύσσεται ο μύκητας, παρά τη σχετικά πλούσια σύσταση του χαρουπιού σε θρεπτικά συστατικά. Το διπλό αυτό πρόβλημα λύθηκε με τη χρησιμοποίηση ενός ανενεργού, για την αύξηση των μικροοργανισμών, υλικού, της *sugar cane bagasse* (υπόλειμμα κατεργασίας ζαχαροκαλάμου), το οποίο αναμίχθηκε με το χαρουπάλευρο σε αναλογία 1:5 (20% *bagasse* επί ξηρού βάρους χαρουπάλευρου). Η αναλογία αυτή αποδείχθηκε η καταλληλότερη για την αύξηση του μύκητα (πίν.1).

**Πίνακας 1.** Επίδραση της αναλογίας *bagasse* - χαρουπάλευρου στις παραμέτρους αύξησης του *A. carbonarius*, σε στερεά ζύμωση 55 ωρών στους 30°C.

Αναλογία <i>bagasse</i> - χαρουπάλευρου (%w/w)	Αρχική Υγρασία (%)	Χρόνος εκβλάστησης (h)	Αρχικό pH	Παραγωγή CO <sub>2</sub> (ml/g IDW)
0	51	-	5.30	-
5	53	30	5.26	7.60
10	56	20	5.20	44.60
20	68	10	5.15	55.40
100	73	15	5.90	1.20

Όπως φαίνεται από τον πίνακα αυτό, ο μικροοργανισμός δεν μπόρεσε ν' αναπτυχθεί στο χαρουπάλευρο, καθώς η μέγιστη υγρασία που επιτεύχθηκε, δεν ξεπέρασε το 51%. Η ελάχιστη αύξηση του μικροοργανισμού, η οποία παρατηρήθηκε σε υπόστρωμα με 100% *bagasse*, πρέπει να οφείλεται στις εφεδρικές ουσίες του σπορίου ή στα υπολείμματα των σακχάρων της *bagasse*.

Αύξηση του *A. carbonarius* σε υποστρώματα με διαφορετική Aw. Η επίδραση διαφόρων τιμών Aw στις παραμέτρους αύξησης του *A. carbonarius*, κάτω από συνθήκες στερεών ζυμώσεων, φαίνεται στον πίνακα 2. Οι μέγιστες τιμές των παραμέτρων αύξησης, καθώς και της διάσπασης των ταννινών του υποστρώματος παρατηρήθηκαν σε επίπεδο υγρασίας 68%, δηλαδή Aw=0.980. Σε χαμηλότερα επίπεδα υγρασίας (60-65%), αύξηση του μικροοργανισμού παρατηρήθηκε μόνο στην επιφάνεια και όχι στο εσωτερικό του στερεού υποστρώματος, ενώ στο μέσο με αρχική υγρασία 58%, τα σπόρια εκβλάστησαν έπειτα από 35 ώρες ζύμωσης!

**Πίνακας 2.** Επίδραση διαφόρων τιμών Aw στις παραμέτρους αύξησης του *A. carbonarius*, καλλιεργηθέντος σε στερεά υποστρώματα χαρουπιού για 50h, στους 30°C

Αρχική Υγρασία (%)	Αρχική Aw	Χρόνος εκβλάστησης (h)	Τελικό pH	Παραγωγή CO <sub>2</sub> (%)	Τάχος παραγωγής CO <sub>2</sub> (h <sup>-1</sup> )	Διάσπαση ταννινών (%)
58	0.952	35	4.33	2.5	0.036	2
60	0.959	27	3.92	4.3	0.040	27
62	0.964	23	3.27	4.8	0.061	67
65	0.972	18	2.73	3.1	0.060	63
68	0.980	5	2.29	7.1	0.449	95
73	0.999	10	2.61	4.9	0.180	46

Η σχέση μεταξύ Aw και διάσπασης ταννινών του υποστρώματος ορίζεται από μια εξίσωση 5ου βαθμού με  $R^2=1$ :

$$y = 0.9196 + 1.952e-2x - 1.777e-3x^2 + 6.241e-5x^3 - 9.22e-7x^4 + 4.830e-9x^5$$

Συνεπώς, η διάσπαση των ταννινών εξαρτάται άμεσα από την Aw. Μια ανάλογη εξίσωση προκύπτει και από τη συσχέτιση της υγρασίας με το χρόνο εκβλάστησης των σπορίων, ο οποίος μειώνεται αυξανόμενης της υγρασίας (και της Aw), μέχρι ένα κρίσιμο επίπεδο, πέρα από το οποίο, ο χρόνος εκβλάστησης αρχίζει ξανά να επιμηκύνεται:

$$y = 24.386 + 15.651x - 1.785x^2 + 9.008e-2x^3 - 2.1453e-3x^4 + 1.9596e-5x^5$$

**Συμπέρασμα:** Η διαθεσιμότητα του νερού, η οποία εκφράζεται από την Aw, βρέθηκε ότι είναι παράγοντας "κλειδί" για την έκβαση μιας στερεάς ζύμωσης. Συνεπώς, η τιμή της Aw θα πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά και να αριστοποιείται κάθε φορά που ένα υπόστρωμα χρησιμοποιείται εκ νέου για στερεά ζύμωση.

**Acknowledgments:** This work was financially supported by NATO-SFS-GR-CAROB programme.

**Βιβλιογραφία:** 1. Gervais P, Bensoussan M (1994). Solid State Fermentations of the genus *Aspergillus*. In: JE Smith ed, *Aspergillus*, Plenum Press, New York. 2. Hoe Kim J, Hosobuchi M, Kishimoto M, Seki T, Yoshida t, Taguchi H, Ryu DDY (1985) *Biotechnol Bioeng* 27: 1445-1450. 3. Lambraki M, Marakis S, Roussos S (1994) *Micol Neotrp Apl* 7: 23-34. 4. Marakis S, Kalaitzakis J, Mitrakos K (1987) Proc IInd Int Carob Symp, Spain, Valencia, 29 Sept-1 Oct, 195-208. 5. Marakis S, Lambraki M, Diamantoglou S (1993) *Chimica Chronica, New Series* 22: 213-224. 6. Narahara H, Koyama Y, Yoshida T, Pichangkura S, Ueda R, Taguchi H (1982) *J Ferment Technol* 69: 311-319. 7. Oriol E, Raimbault M, Roussos S, Viniegra-Gonzales G (1988) *Appl Microbiol Biotechnol* 27: 498-503. 8. Saucedo-Castaneda G, Trejo M, Lonsane BK, Navarro JM, Roussos S, Dufour D, Raimbault M (1993) *Process Biochem* 29: 13-24. 9. Swain T, Hillis WE (1959) *J Sci Food Agric* 10: 63-68.

# Σχέση μεταξύ σχετικής στυφάδας των ταννινών του καρπού 15 ελληνικών χαρουποποικιλιών και της μυκητιακής ευαισθησίας

Μαράκης Σ<sup>1</sup>, Μαράκης Γ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Τομέας Βοτανικής, Βιολογικό Τμήμα Παν/μίου Αθηνών, 157 84 Αθήνα, Ελλάδα

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, University of Reading, Whiteknights, PO Box 226, RG6 2AP, U.K.

**Περίληψη** Η σχετική στυφάδα (σ.σ) των ταννινών 15 ελληνικών χαρουποποικιλιών φαίνεται ότι εξαρτάται από το προφίλ των επί μέρους ταννινών και το βαθμό πολυμερισμού τους. Ταννίνες με υψηλό βαθμό πολυμερισμού παρουσίασαν τη χαμηλότερη σ.σ. Τα χαρακτηριστικά αυτά των ταννινών επηρεάζονται από την ποικιλία των ξυλοκεράτων. Η ευαισθησία (μυκηλιακή αύξηση) 59 ειδών νηματοειδών μυκήτων, επηρεάστηκε από το βαθμό (ένταση) της σ.σ των ταννινών. Η χαμηλότερη μυκητιακή ευαισθησία (μεγάλη αντοχή, συνεπώς πλούσια μυκηλιακή αύξηση) παρατηρήθηκε στις ταννίνες με χαμηλή σ.σ, καθώς και στις ταννίνες οι οποίες δεν περιείχαν επικατεχίνη.

## Relation between the relative astrigency of the tannins of 15 greek carob varieties and the fungal responsibility

Marakis S<sup>1</sup>, Marakis G<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of General Botany, Biology Department of Athens University, 157 84 Athens, Greece

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, University of Reading, Whiteknights, PO Box 226, RG6 2AP, U.K.

**Abstract** The relative astrigency (r.a) of the tannins of 15 greek carob varieties appears to be dependent on the tannin profile and tannin polymerization. Highly polymerized tannins presented the lower r.a. These characteristics of the carob tannins are depending on the carob bean variety. The fungal responsibility (mycelial growth) of 59 fungal species was influenced by intensity of tannin r.a. The lower fungal stress was observed in media containing tannins with low r.a, or carob tannins without epicatechin, where rich mycelial growth was observed.

## Εισαγωγή

Ο όρος "ταννίνη" είναι δύσκολο να ορισθεί και έχει προκαλέσει σύγχυση στην επιστημονική βιβλιογραφία. Εν πάσει περιπτώσει, οι Swain και Bate-Smith (1962) όρισαν ως ταννίνες: "υδατοδιαλυτές φαινολικές ενώσεις, MB = 500 - 3000, οι οποίες έχουν την ιδιότητα να καταβυθίζουν πρωτεΐνες". Απαντούν στο φυτικό βασίλειο και διακρίνονται σε υδρολυόμενες και συμπυκνωμένες. Οι πρώτες διασπώνται εύκολα από ένζυμα ή αραιά διαλύματα οξέων προς σάκχαρο και φαινοκαρβοξυλικό οξύ, ενώ οι δεύτερες ανθίστανται στην ενζυμική δραστηριότητα και είναι πολυμερή των φλαβονολών-3, φλαβανοδιολών-3,4 και των γαλλικών εστέρων τους (10,11). Οι ταννίνες σχηματίζουν σύμπλοκα με πολυμερείς οργανικές ενώσεις, όπως είναι οι πρωτεΐνες και οι πολυσακχαρίτες. Στην ιδιότητά τους αυτή οφείλεται η στυφή γεύση ταννινούχων φυτικών υλικών των οποίων μειώνει τη θρεπτική αξία και αποστρέφει τα ζώα να καταναλώνουν ταννινούχες τροφές (13). Από βιολογική άποψη λοιπόν, η στυφάδα των ταννινών προστατεύει τα φυτά από τα φυτοφάγα ζώα και τη μικροβιακή προσβολή (8). Η σχετική στυφάδα (σ.σ) αποτελεί δείκτη της λειτουργικής αποτελεσματικότητας και της μοριακής πολυπλοκότητας των ταννινών και ορίζεται ως "η αναλογία του ποσού του ταννικού οξέος προς το ποσό της ταννίνης η οποία προκαλεί τον ίδιο βαθμό καταβύθισης πρωτεΐνης" (1).

Τα ξυλοκέρατα, καρπός της *Ceratonia siliqua* L., είναι πλούσια σε ταννίνες (6-13%), κυρίως συμπυκνωμένες (10,14). Ο Marakis και συνεργ. (10) παρατήρησαν διαφορές στο προφίλ των ταννινών 9 κρητικών ποικιλιών ξυλοκεράτων, τα οποία, όπως έδειξαν γευσιογνωστικές δοκιμές από ομάδα 300 ατόμων, παρουσίαζαν διαφορετική στυφάδα (αδημοσίευτα δεδομένα). Τα ξυλοκέρατα και το φλοιό των δένδρων των κρητικών ποικιλιών u-5 και g-4 έτρωγαν οι ποντικοί, ενώ αποστρέφονταν άλλες παρακειμένες ποικιλίες χαρουπιών.

Κατόπιν αυτών, θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθεί πιθανή σχέση μεταξύ: σχετικής στυφάδας, σύστασης (προφίλ) ταννινών 15 ελληνικών ποικιλιών ξυλοκεράτων και ευαισθησίας διαφόρων μυκητιακών ειδών.

**Υλικά και μέθοδοι:** Παρασκευή υδατικού εκχυλίσματος χαρουποταννινών: Εγινε με αυτόκαυστο σύμφωνα με τη διαδικασία, η οποία περιγράφεται από το Marakis (9). Χρησιμοποιήθηκαν ξυλοκέρατα 15 ελληνικών ποικιλιών. Οι ποικιλίες αυτές [9 κρητικές (4 ημερες: g-1, g-2, g-3, g-4 και 5 άγριες: u-1, u-2, u-3, u-4, u-5) και 6 από τη νήσο Λευκάδα (3 ημερες: H-1, H-2, H-3 και 3 άγριες: A-1, A-2, A-3)] έχουν περιγραφεί από το Marakis και συνεργ. (6,10) και Γαϊτή και συνεργ. (2). Δειγματοληψία αίματος - Προσδιορισμός σχετικής στυφάδας (σ.σ): Εγιναν σύμφωνα με τις διαδικασίες, οι οποίες περιγράφονται από το Bate-Smith (1). Μικροοργανισμοί: Χρησιμοποιήθηκαν 59 μυκητιακά είδη, τα οποία είχαν απομονωθεί από τους Charpentie & Marakis (3) και Marakis & Diamantoglou (8). Καλλιέργεια μυκήτων: Τα 59 μυκητιακά είδη καλλιεργήθηκαν για 96-120 ώρες σε θρεπτικά μέσα τα οποία περιελάμβαναν (g/l): Λυσοφιλωμένες ταννίνες (ως μόνη πηγή άνθρακα), μιας από τις 15 χαρουποποικιλίες = 20,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 5$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4 = 1$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 0.5$ ,  $\text{KCl} = 0.5$ ,  $\text{ZnSO}_4 = 0.01$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 0.005$ , βιοτίνη = 0.04, θειαμίνη = 1, υδροχλωριούχο πυριδοξίνη = 0.5 και νικοτινικό οξύ = 0.5. Το pH ρυθμίστηκε στο 5.5. Τα θρεπτικά μέσα αποστειρώθηκαν με αυτόκαυστο (15 min, 121°C). Η καλλιέργεια των μυκήτων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα

με τη διαδικασία η οποία περιγράφεται από τους Marakis & Diamantoglou (8). Η μυκητιακή ευαισθησία έναντι της σ.σ των 15 ελληνικών χαρουποποικιλιών εκτιμήθηκε με βάση τη μυκηλιακή αύξηση (ξηρό βάρος μυκηλίου) και το συντελεστή μετατροπής της ταννίνης του υποστρώματος σε μυκηλιακή μάζα [ $y_b$  = μάζα ξηρού μυκηλίου (mg) / μείωση ταννινών υποστρώματος (mg)]. Προσδιορισμός ταννινών: Οι ταννίνες στα διηθήματα των καλλιεργειών και στο μυκήλιο (προσκολλημένες) προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τις διαδικασίες, οι οποίες αναφέρονται από το Marakis (5), χρησιμοποιώντας ως standards κατεχίνη (για φλαβανόλες) και ταννικό οξύ (για υδρολυόμενες ταννίνες). Προσδιορισμός Μοριακής μάζας (M): έγινε σύμφωνα με τη διαδικασία η οποία περιγράφεται από την Tamir και συνεργ. (14). Το κλάσμα των ταννινών το οποίο καταβυθίζεται από Tween-80 (TPT κλάσμα) παρασκευάστηκε σύμφωνα με τους Marakis & Diamantoglou (7).

### **Αποτελέσματα - Συζήτηση**

Ο προσδιορισμός της σ.σ με τη μέθοδο της καταβύθισης των πρωτεϊνών του αίματος (αιμανάλυση) είναι ακριβής και αποτελεί ένα χρήσιμο μέσο ανάλυσης των ταννινών. Με τη διαδικασία αυτή έχουμε μία ένδειξη του πιθανού ρόλου των ταννινών ως αποθητικών συστατικών των τροφών και ως αναστολέων των πεπτικών ενζύμων αφενός και της μοριακής πολυπλοκότητας των ταννινών που περιέχονται σ' ένα φυτικό εκχύλισμα αφετέρου. Ο Marakis και συνεργ. (10) διαπίστωσαν μια σχέση μεταξύ σ.σ και μυκηλιακής αύξησης 37 ειδών νηματοειδών μυκήτων. Η αύξηση των ειδών αυτών και 22 άλλων ακόμη, μελετήθηκε σε υποστρώματα με μόνη πηγή άνθρακα τις ταννίνες 15 ελληνικών χαρουποποικιλιών.

Από τη μελέτη αυτή συνάγονται τα ακόλουθα: 1) Η σ.σ γενικά ήταν υψηλότερη στις άγριες (ανεμβολιαστές) παρά στις ήμερες (εμβολιασμένες) χαρουποποικιλίες. Οι ποικιλίες u-5, g-4 και H-1 παρουσίασαν 4-6 φορές χαμηλότερη σ.σ συγκρινόμενες με τις άλλες χαρουποποικιλίες, οι οποίες εξετάστηκαν. Αυτό θα πρέπει να οφείλεται στον υψηλό βαθμό πολυμερισμού των ταννινών των ποικιλιών αυτών, όπως συμβαίνει και στις ταννίνες των σταφυλών (4). Πράγματι, οι M των ποικιλιών αυτών ήταν υψηλότερες (u-5= 3400 και H-1 = 3650) συγκρινόμενες με αυτές (M=2100-3000) των άλλων ελληνικών ποικιλιών. Το TPT κλάσμα των ταννινών, το οποίο αποτελείται από χαμηλού βαθμού πολυμερισμένες ταννίνες (π.χ. κατεχίνη-3-γαλλική), είναι πολύ στυφό. Οι ποικιλίες u-5 (από τις άγριες) και H-1 (από τις ήμερες), οι οποίες περιέχουν τα χαμηλότερα ποσοστά (6.3 - 9.9% επί των ολικών) TPT ταννινών ήταν λιγότερο στυφές σε σχέση με τις άλλες ποικιλίες. Γι' αυτό ίσως, τα άγρια ξυλοκέρατα είναι στυφότερα των ήμερων ξυλοκεράτων.

2) Περιορισμένος αριθμός μυκητιακών ειδών παρουσίασε αύξηση στις ταννίνες με υψηλή σ.σ. Αντίθετα, θρεπτικά υποστρώματα, τα οποία περιείχαν, ως μόνη πηγή άνθρακα ταννίνες των ποικιλιών u-5, g-4 και H-1, υποστήριξαν την αύξηση σχεδόν όλων των μυκητιακών ειδών, τα οποία εξετάστηκαν. Στα υποστρώματα αυτά, επίσης παρατηρήθηκε η υψηλότερη μυκηλιακή μάζα. Αυτό θα πρέπει να σχετίζεται με την ένταση (βαθμό) της σ.σ. Στη χαμηλή στυφάδα, στην απουσία επικατεχίνης και στη χαμηλή περιεκτικότητα λιγνίνης των ξυλοκεράτων των ποικιλιών u-5, g-4 και H-1, ίσως οφείλεται η προτίμηση των



ποντικών προς τις ποικιλίες αυτές. Ο Marakis και συνεργ. (10) ανακοίνωσε ότι υψηλής ταννινολυτικής ικανότητας μυκητιακά στελέχη παρουσίασαν πολύ χαμηλότερη μυκηλιακή αύξηση σε υποστρώματα, τα οποία περιείχαν επικατεχίνη, ως μόνη πηγή άνθρακα, παρά στα υποστρώματα τα οποία περιείχαν κατεχίνη.

**Συμπέρασμα:** Από τα προαναφερθέντα συνάγεται ότι η ευαισθησία των μυκήτων έναντι των ταννινών επηρεάζεται από τη σ.σ των τελευταίων, η οποία φαίνεται ότι εξαρτάται από το προφίλ των μονομερών και το βαθμό πολυμερισμού τους, που με τη σειρά τους εξαρτώνται από την ποικιλία των ξυλοκεράτων.

**Acknowledgments:** This work was financially supported by NATO-SFS-GR-CAROB programme.

#### **Βιβλιογραφία:**

1. Bate-Smith EC (1973). *Phytochemistry* 12: 907-912.
2. Γαϊτης Φ, Μαράκης Σ, Διαμαντόγλου Σ (1994). Πρακτικά 5ου Επιστημονικού Συνεδρίου της Ελληνικής Βοτανικής Εταιρίας. Βόλος,
3. Charpentie MJ et Marakis S (1980). *Crypt Mycologie* 1: 165-174.
4. Harvalia A et Bena-Tzourou I (1982). *Hellenica Oenologica Chronica* 2: 13.
5. Marakis S (1985). *Crypt Mycologie* 6: 293-308.
6. Marakis S, Kalaitzakis S, Mitrakos K (1987). Proc. II<sup>nd</sup> Int. Carob Symp. (Spain, Valencia, 29 Sept 1- Oct.): 195-208.
7. Marakis S, Diamantoglou S (1990a). *Crypt Mycologie* 11(3): 189-201.
8. Marakis S, Diamantoglou S (1990b). *Crypt Mycologie* 11(4): 243-254.
9. Marakis S (1992). *Biotechnol Lett* 14(11): 1075-1080.
10. Marakis S, Lambraki M, Diamantoglou S (1993). *Chimica Chronica, New Series* 22: 213-224.
11. Strumeyer DH, Malin MJ (1975). *Agric Fd Chem* 23(5): 909-914.
12. Swain T, Bate-Smith EC (1962). *Comp Biochem* 3: 755-809
13. Tamir M, Alumot E (1970). *J Nutrition* 100(5): 573-580.
14. Tamir M, Nachtomi E, Alumot E (1971). *Phytochemistry* 10: 2769-2774.



## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

Αποστολάκος Π.	50, 54
Αραμπατζής Θ.	292, 296
Αριανούτσου Μ.	353
Αρτελάρη Π.	278
Βαρδάκα Ε.	323
Βιδάκης Κ.	292
Βολιώτης Δ.	345
Brown R.M., Jr.	33
Γαλάτης Β.	41, 50, 54
Γερασιμίδης Α.Μ.	126
Γεωργιάδης Θ.	68, 273, 278, 284, 288
Γεωργίου Κ.	190, 213, 219, 224, 228, 232, 236, 240
Γεωργίου Ο.	278
Γιούργα Χ.	362
Chettri M.K.	59
Δαρδιώτη Α.	261, 265
Δεληβόπουλος Σ.	315
Δεληπέτρου Π.	74, 232, 236
Δελλά Α.	186, 207
Δημητρέλλος Γ.	68
Δημόπουλος Π.	68, 288
Διαμαντόγλου Σ.	327
Διαννελίδου Β.	315
Δρίλιας Π.	351
Δρόσος Ε.	256
Ελευθερίου Ε.Π.	180, 319, 332
Evert R.F.	311
Ζαφειροπούλου Α.	236

Θάνος Κ.Α.	133
Θεοδωρόπουλος Κ.	89
Ιατρού Γ.Ρ.	120, 186, 207, 278
Ιωαννίδου Ε.	232, 240
Ιωάννου Μ.	141
Ιωάννου Ν.	141, 145
Καβρουλάκης Ν.	154
Καδής Κ.Χ.	190, 213, 219, 224, 228, 232
Καζάνης Δ.	353
Καμάρη Γ.	104
Καραμπουρνιώτης Γ.	345, 351
Καπαρή-Ησαΐα Θ.	145
Καραγιαννακίδου Β.	251, 256
Καράταγλης Σ.	339
Καρυοφύλλης Δ.	41
Κατινάκης Π.	150, 154
Κατσαρός Χ.	37, 41
Κενούτης Χ.	154
Κοκκάλου Ε.	116
Κοκκίνη Σ.	112, 116, 261, 265, 269
Κουκ Κ.	323
Krüger G.H.J.	166
Κυπριωτάκης Ζ.	301
Κυριακού Α.	141, 145
Κυριάκου Κ.	200
Κωνσταντίνου Μ.	79, 84, 256
Κωσταντή Ο.	154
Λαζάρου Δ.	319
Λαμπράκη Μ.	366, 370
Λαναράς Θ.	265, 323
Λεβίζου Ε.	351

Λιάκουρα Β.	345
Μακρής Α.	311
Manandhar G.	37, 50, 54
Μανέτας Ι.	351
Μαράκης Γ.	374
Μαράκης Σ.	366, 370, 374
Μάργαρης Ν.	358
Μελετίου-Χρήστου Μ.-Σ.	327
Μηνάς Ι.Γ.	137
Μουστάκα-Γούνη Μ.	323
Μουστάκας Μ.	332, 339
Μπαζός Ι.	232
Μπαμπαλώνας Δ.	79, 84, 256
Μπανίλας Γ.	327
Μποζαμπαλίδης Α.Μ.	46, 311
Νικολόπουλος Δ.	351
Οικονομίδου Ε.	63, 74
Okuda K.	33
Ορφανός Γ.	213, 219
Ουζουνίδου Γ.	332, 339
Πανίτσα Μ.	68, 105
Πάνου-Φιλοθέου Ε.	46
Παντέλας Β.	194, 200, 219
Παπαδημητρίου Σ.	296
Παπαδοπούλου Κ.	150, 154
Παπαχριστοφόρου Τ.	219
Παρασκευά Δ.	224
Πατελοδήμου Κ.	288
Πετροπούλου Γ.	351
Πολυβίου Α.	273
Ρούσσης Α.	150, 154

Σαββίδης Θ.	59
Σκορδίλης Α.	133
Strasser R. J.	158, 166
Συμεωνίδης Λ.	84, 339
Τζανουδάκης Δ.	105, 244, 278, 301
Τηνιακού Α.	278
Τρίγκας Π.	120, 288
Τσακίρη Ε.	256
Τσάκου Α.	362
Τσέκος Ι.	33, 172
Τσιμίλλη-Μιχαήλ Μ.	158, 166
Τσιουρλής Γ.	74, 301
Τσιτσώνη Θ.	251
Φαρκωνής Μ.	99
Φλεμετάκης Ε.	154
Χανλίδου Ε.	116, 269
Χατζηκυριάκου Γ.	213, 219
Χειμωνίδου-Παυλίδου Δ.	307
Χοχλιούρος Σ.	284
Χριστοδουλάκης Ν.	358, 362
Χριστοδούλου Χ.Σ.	208, 219
Χρονόπουλος Γ.	288

**ΚΥΚΛΑΜΙΝΟ**

**ΕΘΝΙΚΟ ΦΥΤΟ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ**

# *Cyclamen cyprium* Kotschy Κυκλάμινο το κύπριο

## ΑΠΟΦΑΣΗ

Οι σύλλογοι που συμμετείχαν στο 6ο Επιστημονικό Συνέδριο Βοτανικής αποφάσισαν ομόφωνα να ανακηρύξουν το κυπριακό κυκλάμινο ως το **Εθνικό Φυτό της Κύπρου**.

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΦΥΤΟΥ

Το κυπριακό κυκλάμινο (*Cyclamen cyprium* Kotschy) είναι ένα από τα ενδημικά φυτά της Κύπρου. Είναι πολυετής, κονδυλώδης πόα με απλά, καρδιόσχημα, μάλλον σαρκώδη φύλλα που χαρακτηρίζονται από το πορφυρό χρώμα της κάτω επιφάνειάς τους. Τα άνθη είναι ακτινόμορφα, μονήρη, σε μακρύ μίσχο, με πέντε πέταλα λευκά ή ανοικτά ρόδινα που φέρουν στη βάση τους χαρακτηριστική ακανόνιστη ζώνη σχήματος Μ βαθυκόκκινου χρώματος.

Το κυπριακό κυκλάμινο εντοπίζεται σε σκιερές θέσεις, σε βράχους και σε απότομες πλαγιές και όχθες ρυακιών, συνήθως στη σκιά δένδρων ή θάμνων. Αναπτύσσεται τόσο σε ασβεστολιθικά όσο και σε πυριγενή πετρώματα, σε υψόμετρο από 50 ως 1100 μέτρα. Ανθίζει κατά την περίοδο Σεπτεμβρίου-Ιανουαρίου. Απαντά σε ολόκληρο σχεδόν το νησί, από τον Ακάμα και την οροσειρά του Τροόδους έως τον Πενταδάκτυλο και τοπικά παρουσιάζεται άφθονο.



Φωτο: Χαράλαμπος Χριστοδούλου



*Cyclamen cypricum* Kotschy