

Μεταβολή της φυτοποικιλότητας των ψευδαλπικών λιβαδιών του Τυμφρηστού κατά την υψομετρική διαβάθμιση

Μ.Σ. Βραχνάκης¹, Α. Παπαγεωργίου², Ε. Μίγδου²,
Κ. Ιώβη³ και Μ.Μ. Μπερδελή¹

¹Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας (286), Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη

²Τμήμα Δασοπονίας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λαμίας, 361 00 Καρπενήσι

³Διεύθυνση Δασών Ιωαννίνων, Αβέρωφ 6, 452 21 Ιωάννινα

Περίληψη

Τα λιβάδια ως φυσικά οικοσυστήματα αποτελούν πολύτιμες δεξαμενές συντήρησης της βιοποικιλότητας, της οποίας η μελέτη, προστασία και ανάδειξη της αποτελεί μονόδρομο για τις σύγχρονες ανθρώπινες κοινωνίες. Ειδικότερα, τα ψευδαλπικά μεσογειακά ποολίβαδα πιστεύεται ότι υποστηρίζουν αυξημένη φυτοποικιλότητα. Η παρούσα ερευνητική εργασία καταγράφει και διερευνά τη μεταβολή της φυτοποικιλότητας κατά την υψομετρική διαβάθμιση στο όρος Τυμφρηστός νομού Ευρυτανίας. Επιλέχθηκαν 11 αντιπροσωπευτικές επιφάνειες καλυμμένες με πώδη βλάστηση ισαπέχουσες κατά 100 μ. Η πρώτη εντοπίστηκε στα 1200 μ. και η τελευταία στα 2200 μ. Στα λιβάδια αυτά καταγράφηκε η σύνθεση και η κάλυψη του εδάφους καθώς και μία σειρά δεικτών φυτοποικιλότητας και πλούτου ειδών. Έγιναν συνολικά 13.750 καταγραφές φυτικών ειδών. Βρέθηκε ότι το ποσοστό συμμετοχής του γυμνού εδάφους στην κάλυψη και η τιμή του δείκτη κυριαρχίας των φυτικών ειδών αυξάνονταν γραμμικά με την αύξηση του υψομέτρου, ενώ ο πλούτος ειδών, ο δυνητικά μέγιστος αριθμός φυτικών ειδών, ο δείκτης φυτοποικιλότητας των Shannon – Weaver και η ομοιομορφία κατανομής των ατόμων στα φυτικά είδη μειωνόταν γραμμικά με την αύξηση του υψομέτρου.

Λέξεις κλειδιά: Δείκτης ισοκατανομής, Δείκτης Shannon – Weaver, Πλούτος ειδών.

Εισαγωγή

Τα ορεινά οικοσυστήματα συγκεντρώνουν πλήθος χαρακτηριστικών και αποδίδουν σημαντικές ωφέλειες που τα καθιστούν πολύτιμα και σημαντικά τμήματα της βιόσφαιρας. Μεταξύ άλλων, χαρακτηρίζονται ως πλούσιες περιοχές όσον αφορά τον αριθμό των ειδών που διαβιούν σ' αυτά, αποτελούν σύνθετα γεωλογικά, βιολογικά και υδρολογικά συστήματα και αντανakλούν ταχύτατα τις απότομες κλιματικές αλλαγές αλλά και τις αλόγιστες επεμβάσεις του ανθρώπου. Ειδικότερα, σε σχέση με τα πεδινά συστήματα παρουσιάζουν σημαντικά μεγαλύτερη γ-ποικιλότητα η οποία αποδίδεται στη μεγαλύτερη α-ποικιλότητα που αυτά έχουν, στο μεγαλύτερο πλούτο των ειδών και στο μεγαλύτερο αριθμό προσαρμοστικών μηχανισμών που τα φυτικά (αλλά και ζωικά) είδη έχουν (Zingari and Dubost 1996). Για την πλήρη κατανόηση του λειτουργικού τους ρόλου η έρευνα της φυτοποικιλότητας των ορεινών συστημάτων κρίνεται απαραίτητη.

Η σύγχρονη έρευνα της φυτοποικιλότητας εστιάζεται κυρίως στην επίδραση κάποιου μεμονομένου παράγοντα ή ενός συνόλου παραγόντων. Συνήθως οι παράγοντες αυτοί έχουν το χαρακτήρα διαταραχών (βόσκηση, πυρκαγιά, λίπανση, κτλ.). Η επίδραση

φυσιογραφικών χαρακτηριστικών (όπως το υψόμετρο) ενός τόπου στη φέρουσα φυτοποικιλότητα δεν έχει επαρκώς μελετηθεί, παρόλο που είχε επισημανθεί εδώ και πολύ καιρό ο κρίσιμος ρόλος του υψομέτρου στη διαμόρφωση της φυτοποικιλότητας (Whittaker and Niering 1975). Μόλις από το 1991 και μετά άρχισαν να διεξάγονται σχετικές έρευνες (Montalvo et al. 1991, 1993, Ιώβη 2001, Papanastasis et al. 2002), οι οποίες οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η φυτοποικιλότητα μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου. Παρόλα αυτά περισσότερη έρευνα χρειάζεται πάνω στο ζήτημα αυτό.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της σχέσης της υψομετρικής διαβάθμισης με τη φυτοποικιλότητα των βοσκόμενων ψευδαλπικών λιβαδιών του όρους Τυμφρηστού νομού Ευρυτανίας. Με τη διεκπαιρέωση της έρευνας ελέγχθησαν δύο υποθέσεις. Πρώτον, ότι η φυτοποικιλότητα μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου και δεύτερον ότι η κατανομή στο χώρο των ψευδαλπικών λιβαδικών φυτοκοινοτήτων είναι ετερογενής. Πιστεύουμε ότι τα αποτελέσματα της εργασίας θα συμβάλλουν στην πληρέστερη κατανόηση της σχέσης φυτοποικιλότητας και υψομέτρου, και θα αποτελέσουν πολύτιμο βοήθημα για τη διαχείριση των ψευδαλπικών περιοχών της χώρας μας.

Μέθοδοι και υλικά

Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκε το δίκτυο βοσκόμενων ψευδαλπικών ποολίβαδων που βρίσκονται ΒΑ του δήμου Καρπενησίου, πλησίον του οδικού άξονα Καρπενησίου – Χιονοδρομικού Κέντρου (11 χλμ). Τα ποολίβαδα αυτά βρίσκονται στην υψομετρική διαβάθμιση 1200 – 2200 μ., μεταξύ των ρεμάτων του Κακορέματος και του Κλαρωτού που διέρχεται πλησίον της πόλεως του Καρπενησίου. Συνολικά επιλέχτηκαν 11 ποολίβαδα. Το πρώτο ποολίβαδο (Σ₁) βρισκόταν στα 1200 μέτρα και τα υπόλοιπα απείχαν υψομετρικά μεταξύ τους 100 μ. Ελήφθη μέριμνα ώστε τα ποολίβαδα να έχουν την ίδια έκθεση (Δυτική). Η περιοχή έρευνας εντάσσεται στην ευρύτερη περιοχή του ορεινού συμπλέγματος Τυμφρηστού. Η ευρύτερη περιοχή υφίσταται την επίδραση της βόσκησης κατά τους θερινούς μήνες, ενώ κατά τη διάρκεια του χειμώνα υφίσταται τις επιδράσεις από τις δραστηριότητες του χιονοδρομικού κέντρου.

Σύμφωνα με το Μαυρομμάτη (1980) η περιοχή ανήκει στον ασθενή μεσογειακό βιοκλιματικό όροφο με αριθμό βιολογικά ξηρών ημερών κατά τη χειμερινή περίοδο 40-75, δριμύ χειμώνα και μέση θερμοκρασία ψυχρότερου κάτω από 0 °C και στον υπο-μεσογειακό βιοκλιματικό όροφο με αριθμό βιολογικά ξηρών ημερών κατά τη θερινή περίοδο από 0-40 ημέρες, ήπιο χειμώνα και μέση θερμοκρασία ψυχρότερου μήνα 0 °C.

Τα πετρώματα που απαντούν στην περιοχή έρευνας είναι κυρίως συμπαγείς ασβεστόλιθοι και τα εδάφη σε γενικές γραμμές είναι βαθιά, αργιλοπηλώδη μέχρι πηλώδη, έχουν ελαφρώς όξινη μέχρι όξινη αντίδραση, είναι καλώς εφοδιασμένα με βάσεις και είναι μέτριας μέχρι κατώτερης παραγωγικότητας (Μαυρομμάτης 1980).

Η καταγραφή της φυτοποικιλότητας στα 11 ποολίβαδα μετρήθηκε εφάπαξ κατά το δεύτερο 15μερο του Ιουνίου του έτους 2001, δηλ. κατά το χρονικό διάστημα που αναμένεται η λιβαδική παραγωγή να προσεγγίσει το μέγιστο στα ψευδαλπικά ποολίβαδα. Σε κάθε ένα από αυτά τα λιβάδια εφαρμόστηκαν 5 τυχαίες αντιπροσωπευτικές τομές των 50 μ. η κάθε μία. Με τη βοήθεια μεταλλικής βελόνας, μήκους 80 εκ., καταγράφονταν σε ειδικά διαμορφωμένα φύλλα περιγραφής τα φυτικά είδη και ο αριθμός ατόμων κατά είδος τα οποία «κτύπαγε» η άκρη της βελόνας. Η καταγραφή των ειδών γίνονταν κάθε 20 εκ. Έτσι σε κάθε ποολίβαδο σημειώθηκαν $50 \times 5 \times 5 = 1250$ καταγραφές φυτικών ειδών.

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν το ποσοστό (%) συμμετοχής των επιμέρους φυτικών ειδών στη σύνθεση και την κάλυψη των 11 ποολίβαδων. Ακολούθησε ανάλυση της διακύμανσης (one-way ANOVA) των τιμών των ποσοστών κάλυψης του γυμνού εδάφους αφού πριν μετασχηματίστηκαν γωνιακά (Sokal and Rohlf 1995). Στις περιπτώσεις που η

διακύμανση των τιμών κάλυψης του γυμνού εδάφους οφείλονταν στατιστικώς σημαντικά στο υψόμετρο (για $P < 0,05$), ακολουθούσε σύγκριση των μέσων όρων με το τεστ των πολλαπλών ευρών του Duncan.

Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι κάτωθι δείκτες φυτοποικιλότητας: α) ο αριθμός φυτικών ειδών (πλούτος ειδών), β) ο δείκτης ποσοτικής έκφρασης φυτοποικιλότητας Shannon – Weaver (1949), και γ) ο δείκτης ισοκατανομής ή ομοιομορφίας κατανομής των ατόμων.

Ακολούθησε ανάλυση της διακύμανσης (one-way ANOVA) των τιμών των δεικτών φυτοποικιλότητας. Στις περιπτώσεις που η διακύμανση των τιμών οφείλονταν στατιστικώς σημαντικά στο υψόμετρο (για $P < 0,05$), ακολουθούσε σύγκριση των μέσων όρων με το τεστ των πολλαπλών ευρών του Duncan.

Αποτελέσματα και συζήτηση

A) Κάλυψη γυμνού εδάφους (%)

Όπως προκύπτει από την ανάλυση διακύμανσης το υψόμετρο επιδρά στατιστικώς σημαντικά ($P < 0,000$) στις τιμές της κάλυψης του γυμνού εδάφους. Από τη σύγκριση των μέσων όρων προκύπτει ότι η κάλυψη του γυμνού εδάφους αυξάνεται με την αύξηση του υψομέτρου (Πίνακας 1). Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς με την αύξηση του υψομέτρου οι συνθήκες του εδάφους γίνονται σταδιακά ακραίες (μείωση βάθους εδάφους, απομάκρυνση του εδαφικού ορίζοντα, φαινόμενα διάβρωσης, κ.ά.). Πάντως πρέπει να επισημανθεί η υψηλή διακύμανση που παρουσιάζουν οι τιμές κάλυψης του γυμνού εδάφους με την αύξηση του υψομέτρου, γεγονός που πιθανόν σχετίζεται με το επιμέρους ιστορικό χρήσης των 11 λιβαδιών (βοσκοφόρτωση), καθώς έχει βρεθεί ότι το ποσοστό κάλυψης του γυμνού εδάφους σχετίζεται θετικά με την ένταση βόσκησης (Παπαναστάσης και Νοϊτσάκης 1992).

B) Πλούτος ειδών

Ο αριθμός των φυτικών ειδών που αντιστοιχεί σε μία τυχαία διατομή μήκους 250 μ. μειώνεται γραμμικά με την αύξηση του υψομέτρου (Εικόνα 1). Συγκεκριμένα, η μέγιστη τιμή παρατηρείται στα 1200 μ. ($n=23,6$) και η ελάχιστη στα 2100 μ. ($n=8,4$). Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν και οι Montalvo et al. (1993) σε υψομετρική διαβάθμιση από 600 – 1700 μ. στην κεντρική Ισπανία. Επίσης βρέθηκε ότι, όσον αφορά τον κύκλο ζωής των φυτικών ειδών, η συμμετοχή των ετησίων ειδών στη σύνθεση των λιβαδιών μειώνονταν με την αύξηση του υψομέτρου (τα σχετικά αποτελέσματα δεν παρουσιάζονται εδώ). Αυτή η μείωση των ετησίων προφανώς σχετίζεται με τις κλιματικές συνθήκες, καθώς σε μεγαλύτερα υψόμετρα το κλίμα γίνεται ψυχρότερο και υγρότερο και τα ετήσια είδη είναι κυρίως προσαρμοσμένα σε πιο ξηροθερμικές συνθήκες, ιδίως στη Μεσογειακή ζώνη (Shmida and Burgess 1988).

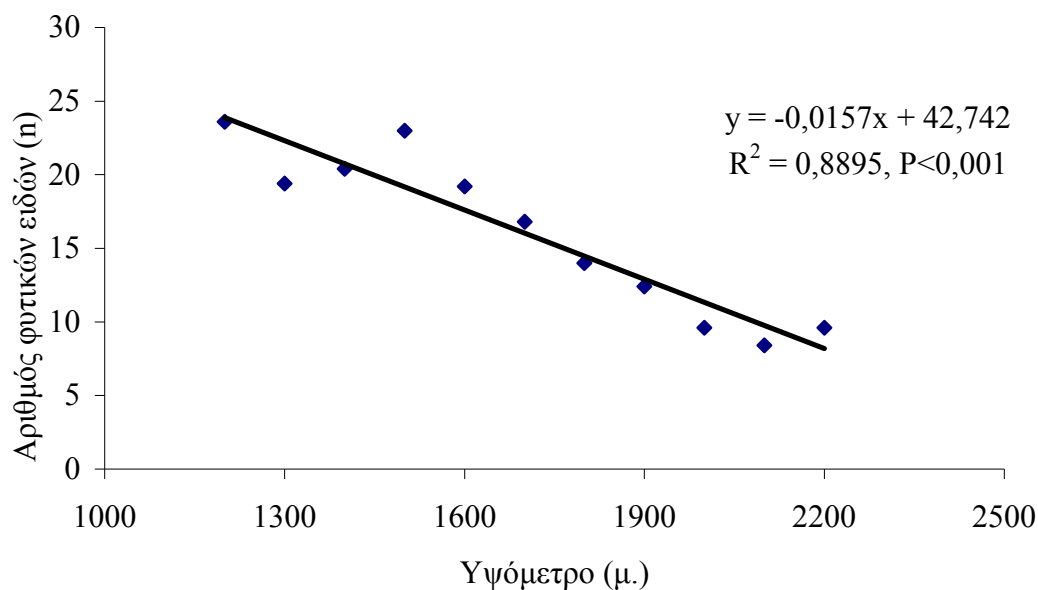
Γ) Δείκτης Shannon - Weaver

Μεταξύ των δεικτών ποικιλότητας που ελέγχθησαν, ο δείκτης των Shannon – Weaver παρουσίασε τη μεγαλύτερη ευαισθησία. Ο δείκτης αυτός μειωνόταν στατιστικώς σημαντικά ($P < 0,001$) με την αύξηση του υψομέτρου, ακολουθούσε δηλ. την ίδια τάση με τον αριθμό ειδών (Εικόνα 2). Η μέγιστη τιμή του δείκτη εμφανιζόταν στα 1200 μ. και η ελάχιστη στα 2200 μ. Αντίστοιχα αποτελέσματα αναφέρουν και οι Montalvo et al. (1991, 1993).

Πίνακας 1. Μεταβολή των τιμών κάλυψης (%) του γυμνού εδάφους κατά την αύξηση του υψομέτρου (Συντελεστής συσχέτισης Pearson $r=0,843$, $P=0,001$ $n=5$).

Υψόμετρο (μ.)	Κάλυψη γυμνού εδάφους (%)
1200	14,44 β
1300	8,66 α
1400	18,92 β
1500	13,66 α
1600	24,67 γ,δ
1700	16,37 β
1800	26,38 γ,δ
1900	29,87 δ
2000	23,95 γ
2100	27,82 γ,δ
2200	30,06 δ

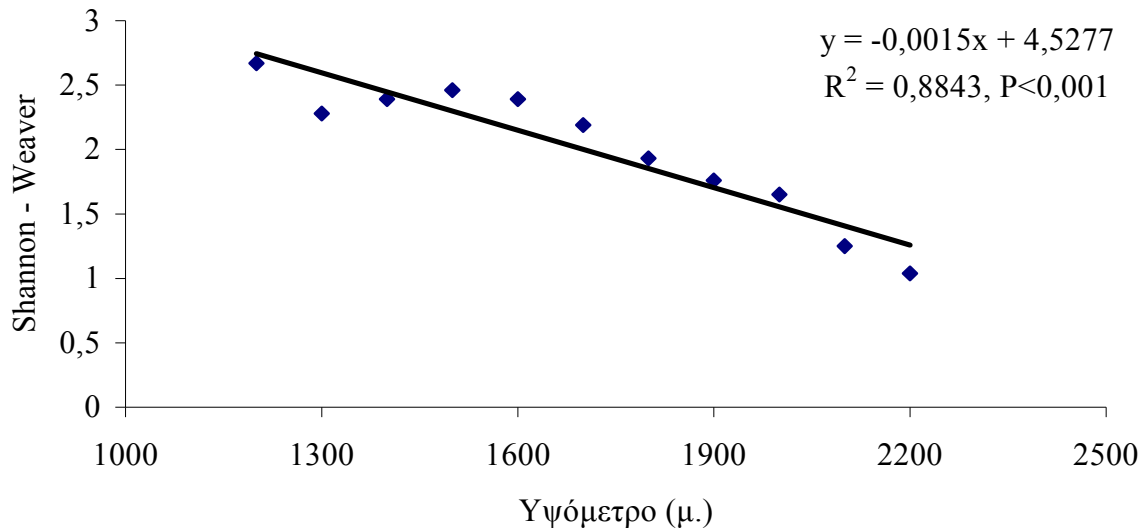
*Οι μέσοι όροι κάλυψης (%) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν μεταξύ τους στατιστικώς σημαντικά ($\alpha=0,05$).



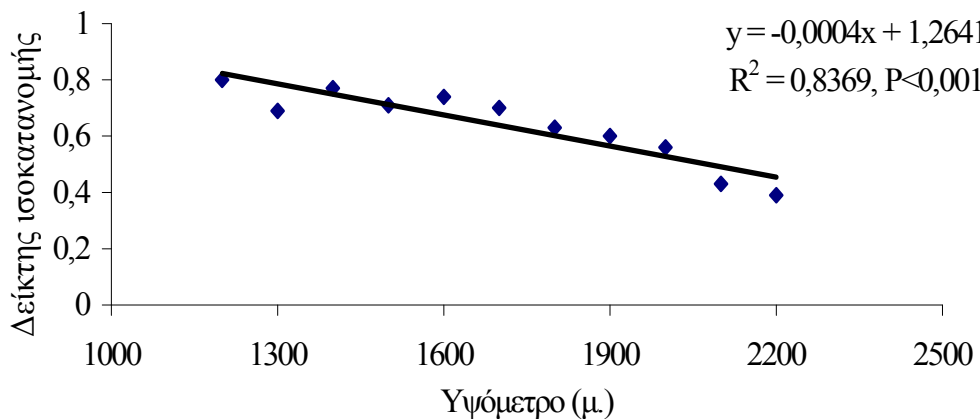
Εικόνα 1. Γραμμική μεταβολή του αριθμού των φυτικών ειδών σε σχέση με το υψόμετρο.

Δ) Δείκτης ισοκατανομής

Όπως προκύπτει η τιμή του δείκτη ισοκατανομής ελαττώνεται σημαντικά ($P<0,001$) με την αύξηση του υψομέτρου (Εικόνα 3). Η μέγιστη τιμή παρατηρείται στα 1200 μ. (0,80) και η ελάχιστη στα 2200 μ. (0,39).



Εικόνα 2. Γραμμική μεταβολή του δείκτη ποικιλότητας των Shannon - Weaver σε σχέση με το υψόμετρο.



Εικόνα 3. Γραμμική μεταβολή του δείκτη ισοκατανομής σε σχέση με το υψόμετρο.

Συμπεράσματα

- Το ποσοστό κάλυψης του γυμνού εδάφους αυξάνει γραμμικά με την αύξηση του υψομέτρου.
- Ο αριθμός των φυτικών ειδών μειώνεται γραμμικά με την αύξηση του υψομέτρου. Ο μεγαλύτερος αριθμός ειδών καταγράφηκε στο υψόμετρο των 1200 μ., και ο μικρότερος στο υψόμετρο των 2200 μ.
- Ο δείκτης φυτοποικιλότητας των Shannon – Weaver μειώνεται γραμμικά με την αύξηση του υψομέτρου. Επίσης, η ισοκατανομή των ατόμων μέσα στα είδη ελαττώνεται στατιστικώς σημαντικά με την αύξηση του υψομέτρου, με τη μέγιστη τιμή της να εμφανίζεται στα 1200 μ. και την ελάχιστη στα 2200 μ.

Βιβλιογραφία

- Ιώβη, Κ. 2001. Συμβολή στη Μελέτη της Χλωρίδας και της Ποικιλότητάς της στους Λιβαδικούς Οικοτόπους των Περίων Ορέων. Μεταπτυχιακή Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Μαυρομμάτης, Γ. 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδας. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλάστησης, βιοκλιματικοί χάρτες. Ι.Δ.Ε.Α. Αθήναι.
- Montalvo, J., M.A. Casado, C. Levassor and F.D. Pineda. 1991. Adaptation of ecological systems: compositional patterns of species and morphological and functional traits. *Journal of Vegetation Science*, 2:655-666.
- Montalvo, J., M.A. Casado, C. Levassor and F.D. Pineda. 1993. Species diversity patterns in Mediterranean grasslands. *Journal of Vegetation Science*, 4:213-222.
- Παπαναστάσης, Β. Π. και Β.Ι. Νοϊτσάκης. 1992. Λιβαδική Οικολογία. Γιαχούδη – Γιαπούλη Ο.Ε. Θεσσαλονίκη.
- Papanastasis, V.P., S. Kyriakakis and G. Kazakis. 2002. Plant diversity in relation to overgrazing and burning in mountain Mediterranean ecosystems. (Υποβλήθηκε για δημοσίευση στο *Journal of Mediterranean Ecology*).
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. of Illinois Press, Urbana.
- Shmida, A. and T.L. Burgess. 1988. Plant growth-form strategies and vegetation types in arid environments. In: During, H.J., Werger M.J.A. and Willems H.J. (eds). *Diversity and Patterns in Plant Communities*. SPB Academic Publishing, The Hague. pp. 211-241.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf (eds). 1995. *Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. 3rd edition. Freeman and Co, U.S.A.
- Whittaker, R.H. and W.A. Niering. 1975. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona. V. Biomass, production and diversity along the elevational gradient. *Ecology*, 46:429-452.
- Zingari, P.C. and M. Dubost. 1996. European Mountain Biodiversity and Sustainable Development. *ICALPE Series for Sustainable Mountain Development*, 4: 1-16.

Plant diversity changes of the subalpine rangelands of Tymfristos Mountain along the altitudinal gradient

**M.S. Vrahnakis¹, A. Papageorgiou², E. Migdou²,
K. Iovi³ and M.M. Berdeli¹**

¹Laboratory of Rangeland Ecology (286), Aristotle University of Thessaloniki,
541 24 Thessaloniki, Greece

²School of Forestry, Technological Educational Institute of Lamia, 361 00 Karpenissi
³Forestry Directorate, Averof 6, 452 21 Ioannina, Greece

Summary

Rangelands are natural ecosystems representing valuable reserves for biodiversity. The study, preservation and promotion of biodiversity are essential for the modern world. Especially, the subalpine Mediterranean rangelands are believed to sustain an enhanced level of plant diversity. The present study assesses and investigates the plant diversity changes along the altitudinal gradient of Tymfristos Mountain of central Greece. Eleven (11) representative rangelands were chosen in every 100 m, starting from 1200 m above sea level. Plant composition, cover percentages, plant richness and a series of plant diversity indexes were measured and assessed. A total of 13,750 point-contacts were recorded. It was found that, bare-ground cover was linearly increased, while plant richness, diversity index of Shannon – Weaver and equitability were linearly decreased as the altitude increased.

Key words: Equitability, Index of Shannon – Weaver, Plant species richness.