Ανταγωνισμός κυρίαρχων φυτικών ειδών ορεινού ποολίβαδου για εδαφικούς πόρους

Ο. Βούλγαρη*, Α. Μαμώλος, Γ. Ντόγας
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Γεωπονίας, Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Τμήμα Γεωπονίας, Εργαστήριο Οικολογίας και Προστασίας Περιβάλλοντος, 54124 Θεσσαλονίκη
*Email: olgavoulgari@yahoo.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διαπιστωθεί αν τα κυρίαρχα φυτικά είδη ενός ορεινού ποολίβαδου ανταποκρίνονται διαφορετικά στη διαθεσιμότητα των εδαφικών πόρων, γεγονός που ευνοεί και τη συνύπαρξή τους. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ένα ποολίβαδο στον Πολυπόταμο του Ν. Φλώρινας, στο οποίο εφαρμόστηκε μακροχρόνιο πείραμα λίπανσης με άζωτο (N) ή/και φώσφορο (P). Από τα κυριότερα φυτικά είδη που συγκομίστηκαν στις δειγματοληψίες βλάστησης κατά τα έτη 2009 - 2011, τη μεγαλύτερη αφθονία παρουσίασαν τα αγρωστώδη *Agrostis capillaris* και *Phleum pratense* και το πλατύφυλλο *Galium lucidum*. Τα τρία παραπάνω είδη ανταποκρίθηκαν διαφορετικά στις προσθήκες N και P. Συγκεκριμένα το είδος *Agrostis* είχε παρόμοιες μέσες αφθονίες στα τρία έτη του πειραματισμού και επηρεάσθηκε αρνητικά από αμφότερα τα θρεπτικά στοιχεία ιδιαίτερα στα δύο περισσότερο υγρά έτη 2009 και 2010. Τα άλλα δύο είδη είχαν τις μεγαλύτερες παραγωγικότητες το 2009 και τις μικρότερες το 2011. Τα είδη *Phleum* και *Galium* ανταποκρίθηκαν θετικά στην προσθήκη P ιδιαίτερα όταν προστέθηκε ταυτόχρονα N. Αυτές οι ανταποκρίσεις εκδηλώθηκαν εντονότερα στα δύο περισσότερο υγρά έτη 2009 και 2010. Φάνηκε ότι οι διαφορετικές απαιτήσεις ως προς τη διαθεσιμότητα των εδαφικών πόρων που είχαν τα κυρίαρχα είδη, και ιδιαίτερα τα δύο αγρωστώδη *Agrostis* και *Phleum*, ευνόησαν τη συνύπαρξή τους στο ποολίβαδο.

Λέξεις κλειδιά: άζωτο, φώσφορος, *Agrostis capillaris*, *Phleum pratense*, *Galium lucidum*

Εισαγωγή

Σε μια φυτοκοινότητα, η προσθήκη θρεπτικών στοιχείων υπό μορφή λιπασμάτων δεν επηρεάζει με τον ίδιο τρόπο την παραγωγή φυτομάζας κάθε είδους (Chapin and Shaver 1985). Κάποια είδη (ή και κάποιες λειτουργικές ομάδες) δέχονται έντονο ανταγωνισμό από τα είδη τα οποία ευνοούνται περισσότερο από την προσθήκη θρεπτικών (Hautier et al. 2009) και μειώνονται σε αφθονία. Η διαφορετική ανταπόκριση των ειδών στην προσθήκη πόρων μπορεί να επηρεάσει τις ανταγωνιστικές αλληλεπιδράσεις και να μεταβάλει τη σχετική τους αφθονία, επηρεάζοντας κατά συνέπεια τη σύνθεση ειδών (Patrick et al. 2008) και κατ' επέκταση την ποικιλότητά τους (DiTommaso and Aarssen 1989).

Μακροχρόνια πειράματα λίπανσης έδειξαν ότι διαφορετικά είδη κυριαρχούν κάτω από συνθήκες περιορισμού N (μετά την προσθήκη P) και διαφορετικά όταν περιοριστικό στοιχείο καθίσταται ο P (μετά την προσθήκη N) (Hejcman et al. 2007). Αυτό το αποτέλεσμα κάτω από συνθήκες έλλειψης N ή P, πιθανώς συσχετίζεται με την πρόσληψη και την αποτελεσματικότερη χρήση των θρεπτικών στοιχείων (Berendse et al. 1992). Τα γνωρίσματα αυτά διαφέρουν ανάμεσα στα είδη και καθορίζονται από την πρόσληψη των δύο στοιχείων.

Σκοπός της έρευνας ήταν να διαπιστωθεί αν τα κυρίαρχα φυτικά είδη ενός ορεινού ποολίβαδου ανταποκρίνονται διαφορετικά στη διαθεσιμότητα των εδαφικών πόρων, γεγονός που ευνοεί και τη συνύπαρξή τους.

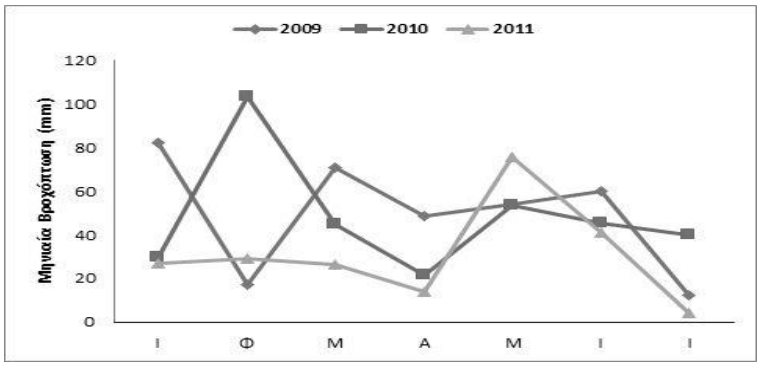
Μέθοδοι και υλικά

Το πείραμα έγινε σε ορεινό ποολίβαδο του οικισμού Πολυπόταμος, 30 χλμ. νοτιοδυτικά της Φλώρινας (υψόμετρο 1.340 μ., ΓΠ 40°48΄ και ΓΜ 21°23), το οποίο βρίσκεται σε ένα μεγάλο διάκενο δάσους οξιάς. Το ποολίβαδο έχει υποστεί ελάχιστες διαταραχές από τον άνθρωπο και ελάχιστα έχει βοσκηθεί από οικόσιτα ή κοπαδιάρικα ζώα τα τελευταία 30 τουλάχιστον έτη. Το κλίμα είναι ηπειρωτικό και τα βροχομετρικά στοιχεία της περιοχής για τους μήνες αύξησης των φυτών για τη χρονική περίοδο που έγινε το πείραμα παρουσιάζονται στην εικόνα 1.

Το πείραμα ήταν συνέχεια ενός πειράματος που άρχισε τον Απρίλιο του 2004, όταν εγκαταστάθηκαν τέσσερις ομάδες με τρία πειραματικά τεμάχια διαστάσεων 4,5 × 4,5 μ. σε κάθε ομάδα (Καρανίκα 2007). Εντός κάθε πειραματικού τεμαχίου οριοθετήθηκαν τέσσερα μη επικαλυπτόμενα και τυχαιοποιημένα υποτεμάχια διαστάσεων 1,5 × 1,5 μ., στα οποία εφαρμόσθηκαν τυχαιοποιημένα, τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης που προήλθαν από τον συνδυασμό δύο επιπέδων N (0 και 15 g N ανά m^2 ετησίως υπό μορφή νιτρικής αμμωνίας) με δύο επίπεδα P (0 και 10 g P ανά m^2 ετησίως με τη μορφή απλού υπερφωσφορικού), καθώς οι Mamolos et al. (2005) βρήκαν ότι στη θέση που έγινε ο πειραματισμός το N και ο P είναι περιοριστικά στοιχεία για την αύξηση των φυτών. Τα θρεπτικά στοιχεία εφαρμόζονταν στα τέλη Απριλίου εκάστου έτους μέχρι και το 2007 και τον Νοέμβριο από 2008 έως 2011.

Τα κυριότερα και αφθονότερα φυτικά είδη που συγκομίστηκαν στις δειγματοληψίες βλάστησης κατά τη διάρκεια του πειραματισμού ήταν τα αγρωστώδη *Agrostis capillaris, Phleum pratense* και *Poa pratensis,* οι πλατύφυλλες πόες *Galium lucidum* και *Potentilla* sp.*,* και το ψυχανθές *Dorycnium herbaceum*.

Κατά τα έτη 2009, 2010 και 2011 η υπέργεια φυτομάζα συγκομίστηκε στα τέλη Ιουνίου, όταν αυτή μεγιστοποιούνταν. Κατά τη δειγματοληψία συγκομιζόταν δειγματοληπτική επιφάνεια 0,50 x 0,50 μ. από το κέντρο του πειραματικού υποτεμαχίου. Στη συνέχεια γινόταν διαχωρισμός των κυρίαρχων φυτικών ειδών [αγρωστώδη *Agrostis capillaris* (εφεξής *Agrostis*) και *Phleum pratense* (εφεξής *Phleum*) και πλατύφυλλο *Galium lucidum* (εφεξής *Galium*)] και τα επί μέρους δείγματα της υπέργειας φυτομάζας ξηραίνονταν στους 75ºC για 48 ώρες και ζυγίζονταν.



Εικόνα 1. Μέση μηνιαία βροχόπτωση (μέσοι όροι των δύο πλησιέστερων μετεωρολογικών σταθμών Καστοριάς και Φλώρινας) μηνών Ιανουαρίου έως Ιουλίου των ετών 2009–2011 στο ποολίβαδο του Πολυποτάμου (Δεδομένα από Meteo).

Έγινε στατιστική επεξεργασία της αφθονίας και της σχετικής αφθονίας (ποσοστό συμμετοχής του είδους ή της λειτουργικής ομάδας στο σύνολο της φυτοκοινότητας) τιμών των ειδών για κάθε ένα από τα κυρίαρχα είδη ξεχωριστά και για τα έτη πειραματισμού. Η σύγκριση των μέσων όρων έγινε με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ) σε επίπεδο

σημαντικότητας p≤0,05. Σε όλες τις περιπτώσεις της σχετικής αφθονίας, η στατιστική επεξεργασία έγινε μετά τη μετατροπή των δεδομένων σε τόξο ημιτόνου της τετραγωνικής ρίζας (Steel and Torrie 1960), προκειμένου τα δεδομένα να ακολουθούν κανονική κατανομή. Χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των τεμαχίων με υποτεμάχια με δώδεκα επαναλήψεις. Ως κύρια τεμάχια χρησιμοποιήθηκαν τα έτη και ως υποτεμάχια η λίπανση με τους συνδυασμούς των δύο επιπέδων N και P.

Αποτελέσματα

Επιδράσεις στην παραγωγικότητα

Και στα τρία κυρίαρχα είδη της φυτοκοινότητας η υπέργεια φυτομάζα επηρεάσθηκε σημαντικά από τη χωρική ανομοιομορφία του εδάφους[1]. Ο P και η αλληλεπίδραση N × P επηρέασαν σημαντικά την υπέργεια φυτομάζα του *Agrostis*. Η προσθήκη του P μείωσε την υπέργεια φυτομάζα σημαντικά στα μη λιπασμένα με N και οριακώς μη σημαντικά στα λιπασμένα με N πειραματικά τεμάχια. Η επίδραση του N ήταν αρνητική και στατιστικώς σημαντική στα λιπασμένα με P πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 1 και Εικόνα 2).

Πίνακας 1. Σημαντικότητες από Ανάλυση Παραλλακτικότητας για τις επιδράσεις των Ετών του N και του P στην (α) παραγωγικότητα (ξηρό βάρος υπέργειας φυτομάζας ανά m^2) και (β) σχετική αφθονία των κυρίαρχων ειδών *Agrostis capillaris*, *Phleum pratense* και *Galium lucidum* στο ποολίβαδο του Πολυποτάμου.

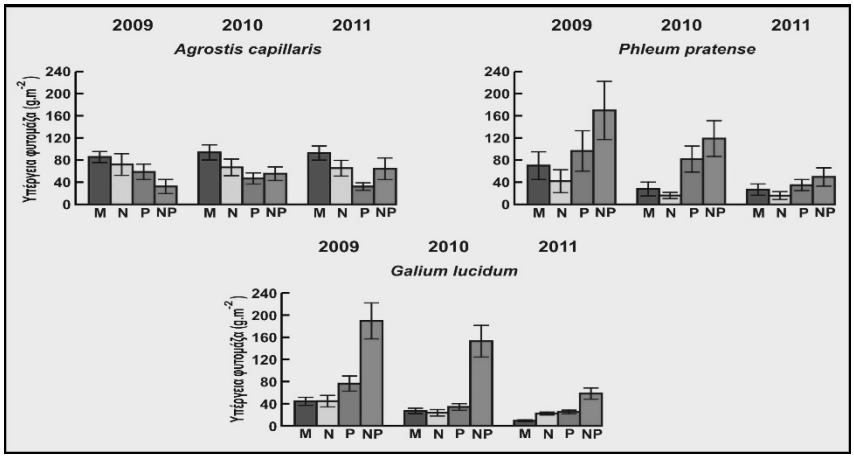
Πηγή Παραλλακτικότητας	**ΒΕ**	***Agrostis***	***Phleum***	***Galium***
(α) Παραγωγικότητα				
Ομάδες	11	*	***	*
Έτη	2		**	***
N	1			***
P	1	***	***	***
Έτη × N	2			
Έτη × P	2			**
N × P	1	*	*	***
Έτη × N x P	2			*
(β) Σχετική αφθονία				
Ομάδες	11	**	***	
Έτη	2	**		**
N	1	**		***
P	1	***	***	***
Έτη × N	2			
Έτη × P	2			
N × P	1			***
Έτη × N x P	2			*

*, ** και *** δηλώνουν σημαντικές επιδράσεις για p=0,05, p=0,01 και p=0,001 αντίστοιχα

Η παραγωγικότητα του *Phleum* επηρεάστηκε στατιστικώς σημαντικά από τα Έτη, τον P και την αλληλεπίδρασή N × P. Μειώθηκε εντυπωσιακά από το 2009 στο 2010 και περαιτέρω το 2011. Σημαντική ωστόσο ήταν η μείωση από το 2009 στο 2011. Η προσθήκη P είχε θετική επίδραση, οριακώς μη σημαντική στα μη λιπασμένα με N και ιδιαίτερα σημαντική στα

[1] Το έδαφος χαρακτηρίζεται από την ανομοιομορφία του, καθώς τα διάφορα φυσικοχημικά του γνωρίσματα μεταβάλλονται έντονα τόσο χωρικά (από θέση σε θέση, όπως επίσης και με το βάθος του εδάφους) όσο και χρονικά (Veresoglou and Fitter 1984).

λιπασμένα με Ν πειραματικά τεμάχια. Η προσθήκη Ν μείωσε, όχι όμως σημαντικά την υπέργεια φυτομάζα του *Phleum* στα μη λιπασμένα με Ρ, την αύξησε όμως σημαντικά στα λιπασμένα με Ρ πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 1 και Εικόνα 2).

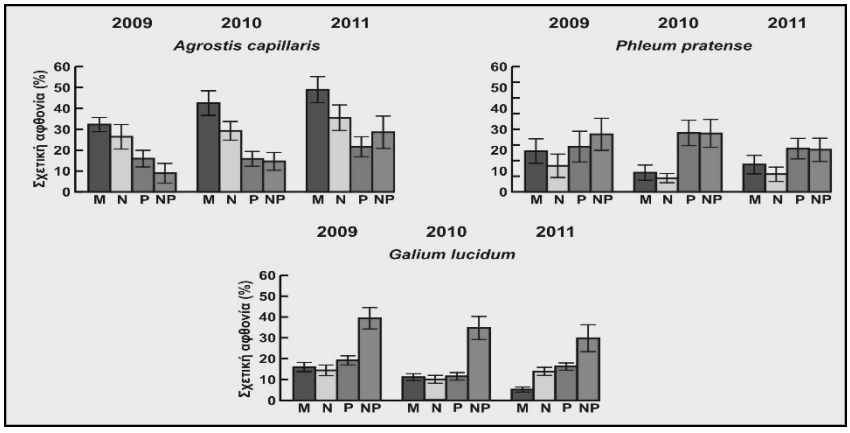


Εικόνα 2. Υπέργεια φυτομάζα των κυρίαρχων ειδών *Agrostis capillaris*, *Phleum pratense* και *Galium lucidum* στο ποολίβαδο του Πολυποτάμου στους τέσσερις συνδυασμούς προσθήκης αζώτου και φωσφόρου (Μ χωρίς προσθήκη, Ν προσθήκη αζώτου, Ρ προσθήκη φωσφόρου και ΝΡ προσθήκη αμφοτέρων αζώτου και φωσφόρου), στα 3 έτη πειραματισμού.

Και οι τρεις κύριοι παράγοντες, Έτη, Ν και Ρ επηρέασαν στατιστικώς σημαντικά την υπέργεια φυτομάζα του *Galium*, όπως επίσης οι αλληλεπιδράσεις Έτη × Ρ, Ν × Ρ και Έτη × Ν × Ρ. Η παραγωγικότητα του πλατύφυλλου αυτού είδους μειώθηκε από το 2009 έως το 2011, και μάλιστα σημαντικά σε κάθε επόμενο έτος. Η προσθήκη του Ρ ήταν θετική και στα τρία έτη, στατιστικώς σημαντική όμως μόνο στα δύο πρώτα έτη. Η προσθήκη μόνο Ν ή μόνο Ρ είχε θετική, αλλά μη σημαντική επίδραση. Η προσθήκη ωστόσο αμφότερων των θρεπτικών στοιχείων είχε ιδιαίτερα θετική και σημαντική επίδραση (Πίνακας 1 και Εικόνα 2).

Επιδράσεις στη σχετική αφθονία

Η σχετική αφθονία του *Agrostis* επηρεάσθηκε στατιστικώς σημαντικά από τη χωρική ανομοιομορφία του εδάφους, τα έτη, και αρνητικά από τις προσθήκες Ν και Ρ. Αυξήθηκε προοδευτικά από το 2009 έως το 2011. Σημαντική όμως ήταν η διαφορά μόνο μεταξύ 2009 και 2011 (Πίνακας 1 και Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Σχετική αφθονία των κυρίαρχων ειδών *Agrostis capillaris*, *Phleum pratense* και *Galium lucidum* στο ποολίβαδο του Πολυποτάμου στους τέσσερις συνδυασμούς προσθήκης

αζώτου και φωσφόρου (Μ χωρίς προσθήκη, Ν προσθήκη αζώτου, Ρ προσθήκη φωσφόρου και ΝΡ προσθήκη αμφοτέρων αζώτου και φωσφόρου), στα 3 έτη πειραματισμού.

Η σχετική αφθονία του *Phleum* επηρεάσθηκε στατιστικώς σημαντικά από τη χωρική ανομοιομορφία του εδάφους και ευνοήθηκε σημαντικά από την προσθήκη Ρ (Πίνακας 1).

Η σχετική αφθονία του *Galium* επηρεάσθηκε σημαντικά από τα Έτη, το Ν και τον Ρ, όπως επίσης και από τις αλληλεπιδράσεις Ν × Ρ και Έτη × Ν × Ρ. Ήταν σημαντικά η υψηλότερη το 2009. Οι προσθήκες Ν και Ρ είχαν ως κύριοι παράγοντες θετική επίδραση. Η θετική επίδραση του Ν ήταν σημαντική και στα τρία έτη στα λιπασμένα με Ρ πειραματικά τεμάχια και μόνο το 2009 στα μη λιπασμένα με Ρ πειραματικά τεμάχια. Αντίστοιχα, η θετική επίδραση του Ρ ήταν σημαντική και στα τρία έτη στα λιπασμένα με Ν πειραματικά τεμάχια και μόνο το 2011 στα μη λιπασμένα με Ρ πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 1 και Σχήμα 3).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Σε μια φυτοκοινότητα, η προσθήκη θρεπτικών στοιχείων υπό μορφή λιπασμάτων δεν επηρεάζει με τον ίδιο τρόπο την παραγωγή φυτομάζας κάθε είδους (Chapin and Shaver 1985). Μακροχρόνια πειράματα λίπανσης έδειξαν ότι διαφορετικά είδη κυριαρχούν κάτω από συνθήκες περιορισμού Ν (μετά την προσθήκη Ρ) και διαφορετικά όταν περιοριστικό στοιχείο καθίσταται ο Ρ (μετά την προσθήκη Ν) (Tilman 1982). Αυτό το αποτέλεσμα κάτω από συνθήκες έλλειψης Ν ή Ρ, πιθανώς συσχετίζεται με κάποια γνωρίσματα όπως η πρόσληψη και η αποτελεσματικότερη χρήση των θρεπτικών στοιχείων (Tilman 1988).

Τα τρία πιο άφθονα είδη *Agrostis*, *Phleum* και *Galium*, τα οποία κυριάρχησαν καθόλη τη διάρκεια του πειραματισμού, ανταποκρίθηκαν διαφορετικά στις προσθήκες Ν και Ρ. Το *Agrostis* είχε παρόμοιες μέσες αφθονίες στα τρία έτη και επηρεάσθηκε αρνητικά από αμφότερα τα θρεπτικά στοιχεία ιδιαίτερα στα δύο περισσότερο υγρά έτη 2009 και 2010. Τα άλλα δύο είδη είχαν τις μεγαλύτερες παραγωγικότητες το 2009 και τις μικρότερες το 2011. Τα είδη *Phleum* και *Galium* ανταποκρίθηκαν θετικά στην προσθήκη Ρ ιδιαίτερα όταν προστέθηκε ταυτόχρονα Ν. Αυτές οι ανταποκρίσεις εκδηλώθηκαν εντονότερα στα δύο περισσότερο υγρά έτη 2009 και 2010.

Αξίζει να σημειωθεί ωστόσο ότι οι ανταποκρίσεις, στη διαθεσιμότητα των τριών εδαφικών πόρων των δύο κυρίαρχων αγρωστωδών ειδών διέφεραν χαρακτηριστικά. Το *Agrostis* ως πιο ανεκτικό στην ξηρασία και λιγότερο απαιτητικό σε Ν και Ρ ευνοήθηκε στα λιγότερο παραγωγικά από τα πειραματικά τεμάχια (μάρτυρες). Επίσης, μειώθηκε η αφθονία του με τις προσθήκες Ν και Ρ Αντίθετα, το *Phleum* είχε την υψηλότερη αφθονία στα πειραματικά τεμάχια που έγιναν οι επεμβάσεις.

Οι διαφορετικές απαιτήσεις ως προς τη διαθεσιμότητα των εδαφικών πόρων που έχουν τα είδη *Agrostis* και *Phleum* ευνοούν τη συνύπαρξή τους στο ποολίβαδο. Το έδαφος συγκροτείται ουσιαστικά από ένα μωσαϊκό μικροθέσεων με διαφορετική διαθεσιμότητα, η οποία και διακυμαίνεται χρονικά. Έτσι, το μεν *Agrostis* ευνοείται στις λιγότερο παραγωγικές μικροθέσεις το δε *Phleum* στις περισσότερο παραγωγικές. Τέτοιες διαφορές ως προς τη διαθεσιμότητα των εδαφικών πόρων θα πρέπει να εκδηλώνονται και μεταξύ άλλων φυτικών ειδών. Επομένως, η ετερογένεια του εδάφους είναι παράγοντας που ευνοεί τη συνύπαρξη των ειδών και συμβάλλει στην αύξηση της ποικιλότητας των φυτικών ειδών (Tilman 1982).

Βιβλιογραφία

Berendse F., M.J.M. Oomes, H.J. Altena and W.T. Elberse. 1992. Experiments on the restoration of species-rich meadows in The Netherlands. Biol. Conserv., 62:59-65.

Chapin F.S. and G. Shaver. 1985. Individualistic growth response of tundra plant species to manipulation of light, temperature, and nutrients in a field experiment. Ecology, 66:564-576.

DiTommaso A. and L.W. Aarssen. 1989. Resource manipulations in natural vegetation: a review. Vegetatio, 84:9-29.

Hautier Y., P.A. Niklaus and A. Hector. 2009. Competition for light causes plant biodiversity loss after eutrophication. Science, 324:636-638.
Hejcman M., M. Klaudisova, J. Schellberg and D. Honsova. 2007. The Rengen grassland experiment: plant species composition after 64 years of fertilizer application. Agric. Ecosyst. Environ, 122:259-266.
Mamolos A.P., C.V. Vasilikos and D.S. Veresoglou. 2005. Vegetation in contrasting soil water sites of upland herbaceous grasslands and N:P ratios as indicators of nutrient limitation. Plant Soil, 270:355-369.
Patrick L.B., L.H. Fraser and M.W. Kershener. 2008. Large-scale manipulation of plant litter and fertilizer in a managed successional temperate grassland. Plant Ecol, 197:183-195.
Steel R.G.B. and J.H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill, New York. 481 pp.
Tilman D. 1982. Resource competition and community structure. Blackwell, Princeton University Press, N. Jersey. 296 pp.
Tilman D. 1988. Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton University, Princeton. 360pp.
Veresoglou D.S. and A.H. Fitter. 1984. Spatial and temporal patterns of growth and nutrient uptake of five co-existing grasses. J. Ecol., 72:259−272.
Καρανίκα Ε.Δ. 2007. Ο ρόλος των μυκορριζών και της ποικιλότητας ειδών στη δομή φυσικών φυτοκοινοτήτων. Διδακτορική Διατριβή. ΠΜΣ Τμήματος Γεωπονίας, Εξειδίκευση "Οικολογία και Αειφορική Διαχείριση Οικοσυστημάτων", Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη. σελ. 113.

Competition of dominant plant species of mountain meadow for soil resources

O. Voulgari*, A. Mamolos, G. Ntogas
Aristotle University of Thessaloniki, Faculty of Agriculture, Forestry and Natural Environment, School of Agriculture, Laboratory of Ecology and Environmental Protection, 54124 Thessaloniki, Greece
*Email: olgavoulgari@yahoo.gr

Summary

The purpose of this study was to determine whether the dominant plant species of a mountain meadow respond differently to the availability of soil resources, which favors their coexistence. For this purpose, a meadow was used in Polypotamos of Florina, in which a long-term experiment of fertilization with nitrogen (N) and / or phosphorus (P) was applied. The grasses *Agrostis capillaris* and *Phleum pratense* and forb *Galium lucidum* were the most abundant among the main plant species harvested in vegetation sampling during the years 2009-2011, The three above-mentioned species responded differently to N and P additions. Specifically, the species *Agrostis* had similar average abundances in the three years of experimentation and was negatively affected by both nutrients, especially in the two wettest years 2009 and 2010. The other two species had the largest productivity in 2009 and the lowest in 2011. *Phleum* and *Galium* responded positively to the addition of P, especially when N was added at the same time. These responses were mostly pronounced in the two wettest years 2009 and 2010. Therefore, the different soil resource requirements of the dominant species, and especially the two grasses *Agrostis* and *Phleum*, favored their coexistence in the meadow.

Keywords: nitrogen, phosphorus, *Agrostis capillaris*, *Phleum pratense*. *Galium lucidum*