

Υπέργεια παραγωγή και χημική σύσταση της ποώδους βλάστησης σε ένα δασολιβαδικό σύστημα στη Βόρεια Ελλάδα

Σ. Γάκης¹ και Κ. Μαντζανάς²

¹ Διεύθυνση Δασών Μαγνησίας, Περιφέρεια Θεσσαλίας, Ξενοφώντος 1, 383 33 Βόλος

² Εργαστήριο Λιβαδικής Οικολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, 541 24 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Στην έρευνα αυτή μελετήθηκε η υπέργεια παραγωγή βιομάζας από την ποώδη βλάστηση, καθώς και οι συγκεντρώσεις N, P, K, Ca και Mg στο υπέργειο τμήμα των ποωδών φυτών σε ένα δασολιβαδικό σύστημα στη Βόρεια Ελλάδα. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των υπο-υποδιαιρεμένων τεμαχίων με τρεις παράγοντες και τρεις επαναλήψεις (split-split plot). Κύριος παράγοντας θεωρήθηκε το είδος των ποωδών φυτών (*Lolium perenne* και *Trifolium repens*). Δευτερεύοντες παράγοντες θεωρήθηκαν κατά σειρά το είδος των δένδρων (*Acer pseudoplatanus* και *Pinus sylvestris*) και το είδος του φυτευτικού τους συνδέσμου (2,5 x 2,5 μ. και 3,5 x 3,5 μ.). Η υπέργεια παραγωγή της ποώδους βλάστησης δεν επηρεάστηκε σημαντικά από τους παράγοντες του πειράματος στα τρία πρώτα έτη από την εγκατάσταση του δασολιβαδικού συστήματος. Οι συγκεντρώσεις N και Ca βρέθηκαν σημαντικά υψηλότερες στους ιστούς του τριφυλλιού, ενώ δε παρατηρήθηκαν διαφοροποιήσεις στη χημική σύσταση της ποώδους βλάστησης οι οποίες να οφείλονται στο είδος των δένδρων ή στο φυτευτικό τους σύνδεσμο.

Λέξεις κλειδιά: Δασολιβαδικό σύστημα, θρεπτικά στοιχεία, *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, υπέργεια παραγωγή.

Εισαγωγή

Η αγροδασοπονία στην Ελλάδα αποτελεί ένα παραδοσιακό σύστημα πολλαπλής χρήσης της γης (Schultz et al. 1987). Μια από τις πλέον συνηθισμένες μορφές της είναι τα δασολιβαδικά συστήματα τα οποία χαρακτηρίζονται από την συνύπαρξη δασικών δένδρων, που αποσκοπούν κυρίως στην παραγωγή ξύλου, με θάμνους ή συνηθέστερα με ποώδη βλάστηση, η οποία συνήθως χρησιμοποιείται για βοσκή. Η συνδυασμένη αυτή ανάπτυξη δένδρων και ποωδών φυτών απαιτεί συνεχή και ισορροπημένη πρόσβαση σε ηλιακή ενέργεια, νερό και θρεπτικά στοιχεία.

Σε ένα δασολιβαδικό σύστημα η επιτυχής εγκατάσταση της ποώδους βλάστησης και η ικανοποιητική παραγωγή βιομάζας, εξασφαλίζουν επαρκή προστασία του εδάφους από τη διάβρωση καθώς και την απαραίτητη ποσότητα βοσκήσιμης ύλης για τη διατροφή των αγροτικών ζώων. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία της εγκατάστασης της ποώδους βλάστησης καθώς και το μέγεθος της παραγωγής της, είναι μεταξύ άλλων το είδος, η ηλικία και η πυκνότητα των δένδρων της υπερκείμενης συστάδας, αλλά και το είδος και το επίπεδο αντοχής στη σκιά των ποωδών φυτών (Μπραζιώτης 1997, Narain et al. 1998). Ο ανταγωνισμός μεταξύ των δένδρων και των ποωδών φυτών για νερό και θρεπτικά στοιχεία είναι σημαντικός στα πρώτα έτη μετά από την εγκατάσταση του

δασολιβαδικού συστήματος και φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά περισσότερο την αύξηση και την επιβίωση των δένδρων παρά την παραγωγή των ποωδών φυτών (Knowles 1991, Balocchi and Phillips 1997, Sibbald 1999). Καθώς αυξάνεται η ηλικία της συστάδας και κλείνει η κομοστέγη της, η ποώδης βλάστηση άρχισε να υποφέρει κυρίως από την έλλειψη φωτός και για να διατηρηθεί η παραγωγή της σε ικανοποιητικά επίπεδα πρέπει να παρθούν ορισμένα δασοκομικά μέτρα, όπως κλαδέματα και αραιώσεις. Οι Platis et al. (1999) αναφέρουν ότι διαφορετικοί φυτευτικοί σύνδεσμοι *Pinus brutia* δεν είχαν ως αποτέλεσμα σημαντική διαφοροποίηση στην παραγωγή (kg/ha) της ποώδους βλάστησης στα πρώτα 7 έτη μετά την εγκατάσταση δασολιβαδικού πειραματισμού. Μετά όμως η παραγωγή στον αραιότερο φυτευτικό σύνδεσμο ήταν σημαντικά υψηλότερη από αυτή στους πυκνότερους. Οι Koukoura and Papanastasis (1995) βρήκαν ότι η παραγωγή της *Dactylis glomerata* κάτω από συστάδα *Pinus pinaster* 17 ετών, πυκνότητας 1260, 630 και 315 δένδρων/ha, ήταν 60, 295 και 472 kg/ha αντίστοιχα. Οι διαφορές αυτές οφείλονταν στις ευνοϊκότερες συνθήκες φωτισμού και υγρασίας του εδάφους στους αραιότερους χειρισμούς.

Η χημική σύσταση των ποωδών φυτών επηρεάζει τη θρεπτική τους αξία ενώ αποτελεί δείκτη της γονιμότητας του εδάφους. Η περιεκτικότητα της ποώδους βλάστησης σε θρεπτικά στοιχεία εξαρτάται από το είδος των φυτών που τη συνθέτουν ενώ φαίνεται να επηρεάζεται και από τους δασολιβαδικούς χειρισμούς. Οι Kendall and Stringer (1985) επισημαίνουν ότι οι διαφορές στη χημική σύσταση μεταξύ των ιστών τριφυλλίου και αγρωστωδών εξηγούνται από τις μορφολογικές διαφορές των ριζών τους, ενώ οι Amory and Dufey (1984) και οι Van Keuren and Hoveland (1985) αναφέρουν ότι η εναλλακτική ικανότητα των ριζών του τριφυλλίου είναι αρκετά υψηλότερη από αυτή των περισσοτέρων αγρωστωδών. Οι Paramichos et al. (1992) παρατήρησαν ότι η μείωση του αριθμού των δένδρων/ha κατά 30% και 60%, οδήγησε τόσο στην αύξηση της κάλυψης του εδάφους από την ποώδη βλάστηση όσο και στην αύξηση της παραγωγής της. Η μείωση αυτή είχε επίσης ως αποτέλεσμα και τη μείωση των συγκεντρώσεων N, P, K και Mg στους ιστούς των ποωδών φυτών. Παρόμοιες παρατηρήσεις έγιναν και από τους Papanastasis et al. (1995) επισημαίνοντας ότι η μείωση της πυκνότητας συστάδας *Pinus pinaster* είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των συγκεντρώσεων N, P και K στα φυτά της *Dactylis glomerata*. Οι Watson et al. (1984), μελετώντας την επίδραση της σκίασης πάνω σε είκοσι διαφορετικά είδη αγρωστωδών και ψυχανθών, παρατήρησαν μεταξύ άλλων ότι η συγκέντρωση του N στα φυτά δεν μεταβλήθηκε σημαντικά κάτω από τα διαφορετικά επίπεδα σκίασης, ήταν όμως υψηλότερη στα ψυχανθή, η συγκέντρωση του K στα αγρωστώδη ήταν υψηλότερη από ό,τι στα ψυχανθή, ενώ τα διαφορετικά επίπεδα σκίασης δεν επηρέασαν τις συγκεντρώσεις S, Ca, Mg, Mn, Fe, B και Al.

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση της επίδρασης των διαφορετικών δασολιβαδικών χειρισμών στην υπέργεια παραγωγή και στην περιεκτικότητα της ποώδους βλάστησης σε ορισμένα θρεπτικά στοιχεία, σε ένα νεαρό δασολιβαδικό σύστημα στη βόρεια Ελλάδα.

Υλικά και μέθοδοι

Πειραματικός σχεδιασμός

Η έρευνα έγινε σε έκταση η οποία ήταν γυμνή από δασική βλάστηση, βόρεια του χωριού Αρχάγγελος στο νομό Πέλλας. Το μέσο υψόμετρο της περιοχής είναι 800 μέτρα, η μέση κλίση του εδάφους 8% και η έκθεση της πλαγιάς βορειοδυτική. Η συνολική έκταση της πειραματικής επιφάνειας ήταν 36 στρέμματα.

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν αυτό των υπο-υποδιαιρεμένων τεμαχίων με τρεις επαναλήψεις (split-split plot). Τις κύριες πειραματικές επεμβάσεις αποτέλεσαν

τρεις διαφορετικοί χειρισμοί ποώδους βλάστησης. Κάθε κύρια επέμβαση καταλάμβανε έκταση 50 x 54 μ. Συγκεκριμένα έγιναν οι παρακάτω χειρισμοί: α) χειρισμός με *Lolium perenne*, β) χειρισμός με *Trifolium repens* και γ) χειρισμός χωρίς ποώδη βλάστηση (μάρτυρας). Οι υποεπεμβάσεις καθορίζονταν από δύο διαφορετικά είδη δένδρων (*Acer pseudoplatanus* και *Pinus sylvestris*). Κάθε υποεπέμβαση καταλάμβανε έκταση 50 x 25 μ. Τέλος οι υπο-υποεπεμβάσεις αναφέρονταν σε δύο φυτευτικούς συνδέσμους (2,5 x 2,5 μ. ή πυκνότητα 1600 δένδρα/ha και 3,5 x 3,5 μ. ή πυκνότητα 800 δένδρα/ha) και καταλάμβαναν έκταση 25 x 25 μ. η κάθε μία. Μεταξύ των κυρίων επεμβάσεων υπήρχε μία διαχωριστική ζώνη πλάτους 5 μέτρων.

Τα δένδρα φυτεύτηκαν το φθινόπωρο του 1991, ενώ η σπορά των ποωδών φυτών έγινε νωρίς την άνοιξη του 1992. Τα φυτάρια του ψευδοπλατάνου και της δασικής πεύκης ήταν ηλικίας δύο ετών. Η σπορά των ποωδών φυτών έγινε με αναλογία 20 κιλά σπόρου ανά στρέμμα. Δεν εφαρμόστηκε λίπανση. Νωρίς το καλοκαίρι του έτους 1992, στις επεμβάσεις που περιελάμβαναν *Lolium perenne* έγινε ψεκάσμος με ειδικό ζιζανιοκτόνο (Brominal H) για να καταπολεμηθούν οι πλατύφυλλες πόες, ενώ οι επεμβάσεις που περιελάμβαναν *Trifolium repens* ψεκάστηκαν με 2,4 DB και Fusilate για την καταπολέμηση των αγρωστωδών. Στο μάρτυρα έγιναν ψεκάσμοι με Glyphosate για ολοκληρωτική καταπολέμηση της υποβλάστησης. Επίσης, το ίδιο ζιζανιοκτόνο χρησιμοποιήθηκε για την καταπολέμηση της ανταγωνιστικής βλάστησης σε ακτίνα 0,5 μ. γύρω από τα φυτάρια σε όλους τους χειρισμούς. Καθ' όλη τη διάρκεια του πειραματισμού οι ψεκάσμοι επαναλαμβάνονταν μόνο στις επεμβάσεις του μάρτυρα.

Περιγραφή της περιοχής έρευνας

Το έδαφος της ευρύτερης περιοχής της πειραματικής επιφάνειας προέρχεται από αποσάθρωση μαρμαρυγιακού σχιστόλιθου, αναμιγμένου κατά θέσεις με μάρμαρο. Είναι ομοιόμορφο, με μέσο βάθος (0,65 – 0,90 μ.) και έχει αμμοαργιλοπηλώδη υφή. Η τιμή του pH κυμαίνεται από 5,5 έως 6,5. Είναι καλά εφοδιασμένο με άζωτο, φώσφορο, οργανική ουσία και βάσεις. Η βλάστηση της περιοχής ανήκει στην παραμεσογειακή ζώνη βλάστησης (*Quercetalia pubescentis*). Εκτός από τη δρυ (*Quercus frainetto*), απαντώνται σποραδικά και τα παρακάτω είδη: *Fagus orientalis*, *Fagus silvatica*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Cornus mas*, *Carpinus orientalis*, *Prunus avium*, *Betula pendula*. Τα χαρακτηριστικά είδη της ποώδους βλάστησης που επικρατούν στην περιοχή είναι από τα αγρωστώδη: *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Agropyron repens*, *Poa bulbosa*, *P. trivinalis*. Από τα πλατύφυλλα: *Trifolium repens*, *T. campestre*, *T. avense*, *Medicago lupulina*, *M. disciformis*, *Cardus spp.*, *Plantago spp.* Το κλίμα της περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ως μεσομεσογειακό με 40 έως 75 βιολογικά ξηρές ημέρες. Η μέση ετήσια θερμοκρασία ανέρχεται στους 10,5 °C και η μέση ετήσια βροχόπτωση φτάνει στα 628 χιλ..

Δειγματοληψίες και εργαστηριακές αναλύσεις

Η μέτρηση της παραγωγής της ποώδους βλάστησης για το χρονικό διάστημα από το έτος 1992 έως και το έτος 1994, γινόταν με τη βοήθεια μεταλλικών πλαισίων διαστάσεων 0,5 x 0,5 μ., τα οποία κάθε φορά που γινόταν η δειγματοληψία, ανά τρία τοποθετούνταν τυχαία στις υπο-υποεπεμβάσεις που είχαν σπαρθεί με ποώδη φυτά.

Όλο το υπέργειο φυτικό υλικό των πλαισίων συλλεγόταν, μεταφερόταν στο εργαστήριο, ξηραίνονταν για 48 ώρες στους 70 °C για να απομακρυνθεί η υγρασία και στη συνέχεια ζυγίζονταν για τον προσδιορισμό του ξηρού βάρους. Η παραγωγή εκφράστηκε σε kg/ha. Οι χημικές αναλύσεις των ποωδών φυτών έγιναν σε κονιοποιημένο, ομογενοποιημένο υλικό

που προέκυψε μετά από άλεση μέρους του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του ξηρού τους βάρους. Στα δείγματα αυτά μετρήθηκε το οργανικό άζωτο (N) με τη μέθοδο Kjeldahl. Τα θρεπτικά στοιχεία κάλιο (K), ασβέστιο (Ca) και μαγνήσιο (Mg) προσδιορίστηκαν με τη μέθοδο της φασματοφωτομετρίας ατομικής απορρόφησης σε διάλυμα που προέκυψε μετά από αποτέφρωση του κονιοποιημένου δείγματος στους 510 °C για 4 ώρες και διάλυση της τέφρας με HCl πυκνότητας 1:1 v/v. Στο ίδιο διάλυμα προσδιορίστηκε ο φώσφορος (P) με τη μέθοδο του μπλε του μολυβδαινικού αμμωνίου. Οι συγκεντρώσεις όλων των θρεπτικών στοιχείων εκφράστηκαν σε mg/g.

Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τα στατιστικά προγράμματα MSTAT και SPSS. Εφαρμόστηκε ανάλυση της διακύμανσης σε σχέδιο υπο-υποδιαιρεμένων τεμαχίων, με τρεις παράγοντες και τρεις επαναλήψεις (split-split plot). Ως κύριος παράγοντας θεωρήθηκε το είδος των λιβαδικών φυτών και ως δευτερεύοντες παράγοντες κατά σειρά το είδος των δένδρων και ο φυτευτικός τους σύνδεσμος (Sokal and Rohlf 1994).

Αποτελέσματα και συζήτηση

Η υπέργεια παραγωγή της ποώδους βλάστησης δίνεται στον πίνακα 1. Και τα δυο είδη ποωδών φυτών εγκαταστάθηκαν ικανοποιητικά στην επιφάνεια εκτοπίζοντας με επιτυχία τα ενδημικά ποώδη είδη και ιδιαίτερα τη φτέρη. Η παραγωγή του *Trifolium repens* στις περισσότερες περιπτώσεις ήταν υψηλότερη από αυτή του *Lolium perenne*, ίσως λόγω της καλύτερης προσαρμογής του τριφυλλιού στο περιβάλλον της περιοχής, αλλά οι διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 1. Μέση παραγωγή (Kg/ha) (και τυπική απόκλιση) της ποώδους βλάστησης, κάτω από δασολιβαδική διαχείριση.

Ημερομηνία δειγματοληψίας	<i>Lolium perenne</i>	<i>Trifolium repens</i>
07. 07. 92	640,4 α* (335,2)	932,3 α (448,6)
05. 08. 92	924,7 α (516,7)	2554,9 α (699,3)
09. 09. 92	814,4 α (541,2)	902,2 α (319,9)
10. 07. 93	886,9 α (156,7)	866,1 α (231,5)
20. 09. 93	1701,9 α (424,2)	1943,2 α (495,7)
18. 07. 94	824,3 α (205,1)	968,7 α (415,0)
04. 10. 94	1402,2 α (253,4)	1466,3 α (490,4)

* Μέσοι όροι που βρίσκονται στην ίδια σειρά και ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά στο επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην υπέργεια παραγωγή των ποωδών φυτών οι οποίες να οφείλονται στην επίδραση του είδους των δένδρων ή του φυτευτικού τους συνδέσμου. Η διαπίστωση αυτή συμφωνεί με την άποψη ότι η παραγωγή της ποώδους βλάστησης αρχίζει να επηρεάζεται από την παρουσία των δένδρων εφόσον ολοκληρωθεί το κλείσιμο της κομοστέγης τους (Cole and Newton 1986, Mathew et al. 1992).

Το είδος των φυτών της ποώδους βλάστησης ήταν ο κύριος παράγοντας διαφοροποίησης της χημικής της σύστασης τουλάχιστον στον πρώτο χρόνο από την εγκατάσταση (Πίνακας 2). Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στους ιστούς των

ποωδών φυτών δεν επηρεάστηκαν σημαντικά, ούτε από το είδος, ούτε από το φυτευτικό σύνδεσμο δένδρων.

Πίνακας 2. Μέση συγκέντρωση (mg/g) (και τυπική απόκλιση) θρεπτικών στοιχείων στο υπέργειο τμήμα της ποώδους βλάστησης.

Ημερ/νία Δειγμ/ψίας	<i>Lolium perenne</i>					<i>Trifolium repens</i>				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
07. 07. 92	23,1 β*	1,3 α	32,7 α	4,6 β	3,2 α	40,2 α	1,5 α	33,0 α	23,3 α	4,1 α
	(2,1)	(0,3)	(2,6)	(2,5)	(0,8)	(4,5)	(0,4)	(5,3)	(6,0)	(0,5)
05. 08. 92	21,2 β	1,5 α	29,3 α	4,3 β	3,6 α	31,9 α	1,2 α	33,9 α	22,2 α	3,6 α
	(1,3)	(0,3)	(4,6)	(5,3)	(0,7)	(1,9)	(0,3)	(4,4)	(2,3)	(0,6)
09. 09. 92	20,3 β	1,3 α	22,4 α	6,0 β	3,7 α	26,5 α	0,9 α	23,4 α	18,3 α	4,0 α
	(2,2)	(0,3)	(4,3)	(1,4)	(0,7)	(2,1)	(0,2)	(4,2)	(2,0)	(0,5)
10. 07. 93	16,3 α	1,1 α	5,0 α	4,9 α	1,3 β	22,9 α	1,1 α	6,6 α	6,3 α	1,9 α
	(3,2)	(0,3)	(1,3)	(1,2)	(0,4)	(4,0)	(0,2)	(1,0)	(1,3)	(0,4)
20. 09. 93	15,1 α	1,1 α	4,8 α	4,5 α	1,6 α	14,3 α	1,1 α	4,6 α	4,8 α	1,7 α
	(4,3)	(0,2)	(0,9)	(0,78)	(0,3)	(3,7)	(0,1)	(1,1)	(1,2)	(0,6)
18. 07. 94	16,5 α	1,1 α	6,0 α	5,5 β	1,2 α	25,0 α	1,1 α	8,6 α	9,2 α	1,6 α
	(4,0)	(0,3)	(2,9)	(2,3)	(0,3)	(4,2)	(0,3)	(2,0)	(1,8)	(0,5)
04. 10. 94	14,7 α	1,0 α	5,6 α	5,4 α	1,7 α	14,1 α	0,9 α	5,1 α	5,5 α	1,7 α
	(3,9)	(0,2)	(1,7)	(2,2)	(0,3)	(4,1)	(0,2)	(1,6)	(1,9)	(1,0)

* Μέσοι όροι που βρίσκονται στην ίδια σειρά, αναφέρονται στο ίδιο θρεπτικό στοιχείο και ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα, δε διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά στο επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Τα είδη *Lolium perenne* και *Trifolium repens* κυριαρχούσαν ποσοτικά στο σύνολο των ειδών των φυτών της ποώδους βλάστησης, δείγματα των οποίων συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν το έτος 1992, για να προσδιορισθεί η χημική τους σύσταση. Στα επόμενα δύο έτη τα δύο παραπάνω είδη (ιδιαίτερα το *Lolium perenne*) σταδιακά απέτυχαν να επιβιώσουν στους χειρισμούς όπου αρχικά είχαν σπαρθεί. Έτσι το ποσοστό συμμετοχής τους στα δείγματα που αναλύθηκαν εκείνες τις περιόδους ήταν περιορισμένο. Επομένως, η αλλαγή που παρατηρείται στη χημική σύσταση της ποώδους βλάστησης κατά τα έτη 1993 και 1994, θα πρέπει να αποδοθεί στην αλλαγή της χλωριδικής της σύστασης.

Το N, το K, το Ca και το Mg ήταν σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στα ποώδη φυτά των χειρισμών με *Trifolium repens* απ' ό,τι σε αυτά των χειρισμών με *Lolium perenne*, τουλάχιστον στα φυτά που συλλέχθηκαν από τις δειγματοληψίες που διεξήχθησαν κατά το έτος 1992. Οι διαφορές όσον αφορά τις συγκεντρώσεις N και Ca ήταν στατιστικά σημαντικές. Υψηλότερες συγκεντρώσεις N και Ca στους ιστούς *Trifolium repens*, σε σύγκριση με *Dactylis glomerata* αναφέρουν οι Gaborcik et al. (1999).

Συμπεράσματα

1. Στα τρία πρώτα χρόνια από την εγκατάσταση του δασολιβαδικού συστήματος, η υπέργεια παραγωγή της ποώδους βλάστησης δεν επηρεάστηκε σημαντικά ούτε από το είδος των ποωδών φυτών, ούτε από το είδος ή το φυτευτικό σύνδεσμο των δένδρων.
2. Οι συγκεντρώσεις N και Ca στους ιστούς του *Trifolium repens* ήταν σημαντικά υψηλότερες από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις στους ιστούς του *Lolium perenne*. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο ειδών που να αφορούν τις συγκεντρώσεις P, K και Mg.
3. Οι συγκεντρώσεις N, P, K, Ca και Mg στην ποώδη βλάστηση δεν επηρεάστηκαν σημαντικά από το είδος των δένδρων ή από το φυτευτικό τους σύνδεσμο.

Αναγνώριση βοήθειας

Η έρευνα αυτή έγινε στο πλαίσιο του χρηματοδοτούμενου από την Ευρωπαϊκή Ένωση ερευνητικού προγράμματος BAFNET (Biogeochemical Cycling in Agriforestry Systems Network, STEP-CT90-0075, EV5V-CT93-0288). Ευχαριστίες εκφράζονται σε όλους όσους συνέβαλαν στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση της παρούσας έρευνας και ιδιαίτερα στους Νικόλαο Παπαμίχο, Ομότιμο Καθηγητή του Α.Π.Θ., Βασίλειο Παπαναστάση, Καθηγητή της Λιβαδικής Οικολογίας του Α.Π.Θ., Δημήτριο Αλιφραγκή, Αναπληρωτή Καθηγητή της Δασικής Εδαφολογίας του Α.Π.Θ., Δημοσθένη Σεϊλόπουλο, Επίκουρο Καθηγητή της Δασικής Εδαφολογίας του Α.Π.Θ., Παναγιώτη Πλατή, Ερευνητή του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών του ΕΘΙΑΓΕ, καθώς και στο συνάδελφο Αθανάσιο Παπαϊωάννου.

Βιβλιογραφία

- Amory, D.E. and J.E. Dufey. 1984. Absorption and exchange of Ca, Mg and K – ions on the root cell walls of clover and ryegrass. *Plant and Soil*, 80: 181-190.
- Balocchi, O.A. and C.J.C. Phillips. 1997. Grazing and fertilizer management for establishment of *Lotus uliginosus* and *Trifolium subterraneum* under *Pinus radiata* in southern Chile. *Agroforestry Systems*, 37: 1-14.
- Cole, E.C. and M. Newton. 1986. Nutrient, moisture, and light relations in 5 years old Douglas fir plantations under variable competition. *Canadian Journal of Forest Research*, Vol. 16, pp: 727-732.
- Gaborcik, N., L. Ondrasek and D. Rataj. 1999. Leaf chemical composition of some woody species in grassland. In: *Grasslands and Woody Plants in Europe* (V.P. Papanastasis, J. Frame and A.S. Nastis, eds.). International Symposium, European Grassland Federation, Grassland Science in Europe, Thessaloniki, Greece, Vol. 4, pp: 61-64.
- Kendall, W.A. and W.C. Stringer. 1985. Physiological aspects of clover. In: *Clover Science and Technology*, (N.L. Taylor, ed.), No 25, Agronomy, American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Pub., Madison, Wisconsin, USA, pp: 111-159.
- Knowles, R.L. 1991. New Zealand experience with silvopastoral systems: A review. In: *Agroforestry: Principles and Practice* (P.E. Jarvis, ed). Elsevier Sci. Pub., Amsterdam, 45: 251-267.
- Koukoura, Z. and V.P. Papanastasis. 1995. Establishment and growth of seeded *Dactylis glomerata* in a *Pinus pinaster* silvopastoral system. In: *Silvopastoral Systems, Environmental, Agricultural and Economic Sustainability, Cashier Options Mediterraneennes* 12, pp: 91-94, CIHEAM, Zaragoza, Spain.
- Mathew, T., M. Kumar, B.K.V. Suresh and K. Umamaheswaran. 1992. Comparative performance of four multipurpose trees associated with four grass species in the humid regions of Southern India. *Agroforestry Systems*, 17: 205-218.
- Μπραζιώτης, Δ. 1997. Αλληλεπιδράσεις μεταξύ ξυλωδών και ποωδών φυτών σε δασολιβαδικά συστήματα. σελ. 98-103. Αειφορική Αξιοποίηση Λιβαδιών και Λειμώνων (Β. Παπαναστάσης, εκδότης). Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου. Δράμα, 6-8 Νοεμβρίου 1996. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Δημ. Νο. 4.
- Narain, P., R.K. Singh, N.S. Sindhwal and P. Joshie. 1998. Agroforestry for soil and water conservation in the western Himalayan Valley Region of India. *Agroforestry Systems*, 39: 191-203.
- Papamichos, N., V.P. Papanastasis, D. Alifragis, D. Seilopoulos, I. Makedos and A. Papaioannou. 1992. The environmental impact of biochemical cycling in agroforestry:

- Final report on a project funded through the 4th environmental research programme of the commission of the European Community. Aristotle University of Thessaloniki. Thessaloniki, Greece, 42 p.
- Papanastasis, V.P., Z. Koukoura, D. Alifragis and I. Makedos. 1995. Effects of thinning, fertilization and sheep grazing on the understorey vegetation of *Pinus pinaster* plantation. *Forest Ecology and Management*, 77: 181-189.
- Platis, P.D., K.T. Mantzanas and V.P. Papanastasis. 1999. Effects of tree spacing and annual cutting on herbage production in a young *Pinus brutia* plantation. In: *Grasslands and Woody Plants in Europe* (V.P. Papanastasis, J. Frame and A.S. Nastis, eds.). International Symposium, European Grassland Federation, Grassland Science in Europe, Thessaloniki, Greece, Vol. 4, pp: 221-225.
- Schultz, A.M., V.P. Papanastasis, T. Katelman, C. Tsiouvaras, S. Kandrelis and A. Nastis. 1987. *Agroforestry in Greece*. Working Document, Aristotle University, Laboratory of Range Science, Thessaloniki, Greece, 101 p.
- Sibbald, A.R. 1999. Silvopastoral agroforestry: soil-plant-animal interactions in the establishment phase. In: *Grasslands and Woody Plants in Europe* (V.P. Papanastasis, J. Frame and A.S. Nastis, eds.). International Symposium, European Grassland Federation, Grassland Science in Europe, Thessaloniki, Greece, Vol. 4, pp: 133-144.
- Sokal, R.R. and F.J. Rohlf. 1994. *Biometry*. Third edition, W.H. Freeman and Company, New York, 886 p.
- Van Keuren, R.W. and C.S. Hoveland. 1985. Clover Management and Utilization. In: *Clover Science and Technology*, (N.L. Taylor, ed), No 25, Agronomy, American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Pub., Madison, Wisconsin, USA, pp: 325-354.
- Watson, V.H., C. Hagedorn, W.E. Knight and H.A. Pearson. 1984. Shade tolerance of grass and legume germplasm for use in the Southern Forest Range. *Journal of Range Management*, 37(3) pp: 229-232.

Above ground herbage yield and chemical composition of the understorey vegetation in a silvopastoral system in northern Greece

S. Gakis¹ and K. Mantzanas²

¹ Forest Directorate of Magnesia Prefecture, District of Thessalia, Xenofontos 1, 383 33 Volos, Greece

² Laboratory of Rangeland Ecology, Aristotle University, 541 24 Thessaloniki, Greece

Summary

In the present research aboveground herbage yield and N, P, K, Ca and Mg concentrations in the understorey vegetation were investigated in a silvopastoral system in northern Greece. The experimental design was a split-split plot with three replications and included: three understorey treatments (*Lolium perenne*, *Trifolium repens* and control), two tree species (*Acer pseudoplatanus* and *Pinus sylvestris*) and two spacings (2.5m x 2.5m and 3.5m x 3.5m). During the early stages of establishment, the influence of trees on aboveground herbage yield and on chemical composition of the understorey vegetation neither by plant species or spacing was not significant. N and Ca concentrations were found significantly higher in white clover tissues.

Key words: Aboveground herbage yield, *Lolium perenne*, nutrient elements, silvopastoral system, *Trifolium repens*.