

Επιδράσεις της αραίωσης του ανωρόφου, της αζωτούχου λίπανσης και της σποράς ειδών ψυχανθών στην παραγωγικότητα του υπορόφου φυτείας τραχείας πεύκης (*Pinus brutia* Ten.) της περιοχής του νομού Θεσσαλονίκης

Κ.Θ. Μαντζανάς και Β.Π. Παπαναστάσης

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

Περίληψη

Σκοπός της έρευνας ήταν η μελέτη των επιδράσεων της αραίωσης των δέντρων και του αζώτου στην παραγωγικότητα φυτειών τραχείας πεύκης στη χαμηλή ζώνη της Βόρειας Ελλάδας. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε μία πειραματική επιφάνεια στα Λουτρά Θέρμης, στις εγκαταστάσεις του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών. Η ηλικία των δέντρων ήταν 30 έτη περίπου. Το 1997 έγινε αραίωση της φυτείας και δημιουργήθηκαν τρεις φυτευτικοί σύνδεσμοι (2x4m: πυκνός, 3x6m: μεσαίος και 4x8m: αραιός) σε δύο επαναλήψεις. Στον υπόροφο εφαρμόστηκαν τρεις χειρισμοί: σπορά με τα ψυχανθή *Trifolium subterraneum* και *Medicago lupulina*, λίπανση με άζωτο (νιτρική αμμωνία) και μάρτυρας (καμία επέμβαση). Η διάρκεια του πειράματος ήταν δύο έτη 1999-2000. Η μείωση της συγκόμωσης των δέντρων είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της σθηθιαίας διαμέτρου των δέντρων και της παραγωγής των φυτών του υπορόφου. Στο χειρισμό της λίπανσης παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη παραγωγή σε σχέση με τους άλλους δύο χειρισμούς. Η παραγωγή των διαφόρων χειρισμών στους τρεις φυτευτικούς συνδέσμους επηρεάστηκε από την κατανομή των βροχοπτώσεων κατά τη διάρκεια των δύο ετών.

Λέξεις κλειδιά: Τραχεία πεύκη, υπόροφος, ανώροφος, σπορά ψυχανθών, λίπανση με Ν.

Εισαγωγή

Η αύξηση της παραγωγής του υπορόφου καθώς και η παραγωγικότητα των δασολιβαδικών συστημάτων, γενικότερα, εξαρτώνται από διάφορες παραμέτρους, όπως είναι το έδαφος (βάθος και υγρασία εδάφους, περιεκτικότητα θρεπτικών στοιχείων, ρυθμός αποσύνθεσης των φυτικών υπολειμμάτων), το κλίμα (ύψος ετήσιων κατακρημνισμάτων και κατανομή τους μέσα στο έτος, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία, διάρκεια ξηροθερμικής περιόδου), καθώς και η αλληλεπίδραση του ανωρόφου με τον υπόροφο (επίδραση της σκίασης των δέντρων, ανταγωνισμός για υγρασία και θρεπτικά στοιχεία του εδάφους).

Η παραγωγή των ποωδών φυτών επηρεάζεται άμεσα από την πυκνότητα και την ηλικία των δέντρων του ανωρόφου, από τα διαθέσιμα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους, από το είδος των ποωδών φυτών και από τα διαχειριστικά μέτρα που εφαρμόζονται (Wolters et al. 1982). Σε φυτεία ακτινωτής πεύκης (*Pinus radiata*) στη Νέα Ζηλανδία με τέσσερις πυκνότητες δέντρων (50, 100, 200 και 400 δέντρα ανά εκτάριο, αντίστοιχα) ηλικίας 15 ετών βρέθηκε, ότι η μείωση της παραγωγής της υποβλάστησης με την αύξηση της πυκνότητας ή της ηλικίας των δέντρων ήταν αποτέλεσμα του ανταγωνισμού για φως, θρεπτικά στοιχεία του εδάφους και νερό (Hawke 1991). Επίσης, σε φυτεία *Pinus elliotii*

11 ετών των Η.Π.Α. με υπόροφο αγρωστώδη είδη, η παραγωγή του υπορόφου μειώθηκε σημαντικά με την αύξηση της κάλυψης των δέντρων (Pearson and Whitaker 1974). Αντίθετα, σε φυτεία τραχείας πεύκης (*Pinus brutia*) 4-12 ετών στην Ελλάδα με τρεις πυκνότητες δέντρων (2500, 1250 και 625 δέντρα/ha) και δύο χειρισμούς υποβλάστησης (κοπή και μη κοπή-μάρτυρας), οι Platis et al. (1999) βρήκαν ότι η παραγωγή του υπορόφου δεν επηρεάστηκε από τη συγκόμωση του ανωρόφου, αλλά από τους χειρισμούς της υποβλάστησης και ότι η κοπή της βλάστησης κάθε χρόνο στο τέλος της αυξητικής περιόδου είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντικά μικρότερη παραγωγή σε σχέση με το μάρτυρα στα περισσότερα έτη του πειράματος. Στην ίδια φυτεία και για τα επόμενα 13 έτη, οι Μαντζανάς και συν. (2001), βρήκαν ότι η συνολική παραγωγή του υπορόφου ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στο χειρισμό της κοπής σε σχέση με το μάρτυρα, εκτός από τα τελευταία έτη, ενώ ο φυτευτικός σύνδεσμος των δέντρων του ανωρόφου προκάλεσε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην υπέργεια βιομάζα του υπορόφου μόνο σε ορισμένα έτη.

Από τα θερεπτικά στοιχεία του εδάφους, ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο ρόλος του αζώτου στην αύξηση και επιβίωση των φυτών του υπορόφου και κυρίως των αγρωστωδών. Η εισαγωγή του στα δασολιβαδικά συστήματα μπορεί να γίνει με ορυκτή λίπανση ή με σπορά ψυχανθών. Σε φυτεία *Pinus pinaster* 17 ετών στη Βόρεια Ελλάδα, οι Papanastasis et al. (1995) βρήκαν, ότι όταν εφαρμόστηκε λίπανση 1000 kg/ha NPK στον υπόροφο, η παραγωγή ήταν έξι φορές μεγαλύτερη από το μάρτυρα το πρώτο έτος, ενώ το δεύτερο και τρίτο έτος του πειράματος ήταν διπλάσια του μάρτυρα. Οι Braziotis and Papanastasis (1995) βρήκαν στην ίδια φυτεία, ότι η παραγωγή του υπορόφου είχε τη μέγιστη τιμή της στους χειρισμούς της λίπανσης που δεν βόσκονταν και στη μικρότερη πυκνότητα δέντρων όλες τις εποχές. Αντίθετα, σε φυτεία *Pinus elliottii* 5-20 ετών των Η.Π.Α. με δύο φυτευτικούς συνδέσμους (6,1x6,1m και 3,7x3,7m), όπου έγινε σπορά αγρωστωδών με λίπανση στον υπόροφο, βρέθηκε ότι η παραγωγή του υπορόφου στον πυκνό σύνδεσμο ήταν ελάχιστα μικρότερη από τον αραιό (Lewis et al. 1983).

Εκτός όμως από την ορυκτή λίπανση, σημαντικό ρόλο στην αύξηση της παραγωγής του υπορόφου έχει και η εισαγωγή ειδών ψυχανθών. Στη Νέα Ζηλανδία, οι Yunusa et al. (1995), σε σύγκριση ανοιχτής περιοχής και φυτείας *Pinus radiata* με υπόροφο (α) μάρτυρα (γυμνό έδαφος), (β) μίγμα *Lolium perenne* και *Trifolium spp.*, (γ) *Lolium perenne* και (δ) *Medicago sativa* βρήκαν τα εξής: Η συνολική παραγωγή της υποβλάστησης τον πρώτο χρόνο ακολουθούσε τη σειρά δ>β>γ>α. Ορισμένα ψυχανθή εγκαθίστανται και αυξάνουν ικανοποιητικά σε συνθήκες μέτριας σκίασης. Οι Ziehm et al. (1992) αναφέρουν, ότι το *Trifolium subterraneum* παράγει 92% της συνολικής του παραγωγής κάτω από σκίαση 50% και το 49% της συνολικής του παραγωγής με σκίαση 75%. Επίσης δημιουργεί τέτοια κάλυψη ώστε να αποφεύγονται οι επιφανειακές εκπλύσεις και διαβρώσεις του εδάφους.

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη της επίδρασης της έντονης αραίωσης φυτειών τραχείας πεύκης στην αύξηση των δέντρων και της υπόροφης ποώδους βλάστησης καθώς και ο βαθμός εξουδετέρωσης των αρνητικών επιδράσεων της σκίασης των δέντρων του ανωρόφου στην υποβλάστηση από την προσθήκη αζώτου με την εισαγωγή ειδών ψυχανθών ή με αζωτούχο λίπανση.

Υλικά και μέθοδοι

Η έρευνα έγινε στο Αγρόκτημα του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης, στα Λουτρά Θέρμης, 20 χιλιόμετρα περίπου ΝΑ της Θεσσαλονίκης. Το Αγρόκτημα έχει υπερθαλάσσιο ύψος 25 μέτρα. Το κλίμα της περιοχής είναι ημίξηρο Μεσογειακό με ψυχρούς χειμώνες. Τα μέσα ετήσια κατακρημνίσματα ανέρχονται σε 416 χιλιοστά (μέσος όρος των τελευταίων 18 ετών), η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (Ιούλιος) σε 31,7 °C και η μέση ελάχιστη του ψυχρότερου μήνα (Ιανουάριος) σε 0,2 °C (Τσιόντσης

1997). Το έδαφος προέρχεται από αποθέσεις της Ολοκαίνου Περιόδου του Τεταρτογενούς, έχει βάθος 1,0-1,2 μέτρα, pH 7,7 και ανήκει στους αμμοαργιλώδεις πηλούς (Γώγος 1985).

Τα δέντρα τραχείας πεύκης ήταν ηλικίας 30 ετών περίπου. Ύστερα από αραίωση που έγινε το 1997 διαμορφώθηκαν τρεις φυτευτικοί σύνδεσμοι 2x4m. (πυκνός), 3x6m. (μεσαίος), και 4x8m. (αραιός), ή 1240, 550 και 310 δέντρα /ha αντίστοιχα, σε δύο επαναλήψεις. Ανάμεσα σε κάθε φυτευτικό σύνδεσμο και κάθε επανάληψη υπήρχε μια ζώνη χωρίς δέντρα πλάτους 7 μέτρων. Η συνολική έκταση της πειραματικής επιφάνειας ήταν 7,5 στρέμματα. Σε όλη την επιφάνεια εφαρμόστηκε λίπανση με φώσφορο (150 kg/ha). Σε κάθε φυτευτικό σύνδεσμο εφαρμόστηκαν το 1997 τρεις χειρισμοί υποβλάστησης. Οι χειρισμοί αυτοί ήταν οι εξής: α) σπορά με ψυχανθή (*Trifolium subterraneum* 40 kg/ha και *Medicago lupulina* 40 kg/ha), β) λίπανση με άζωτο (νιτρική αμμωνία 150 kg/ha) και γ) μάρτυρας (καμιά επέμβαση). Η λίπανση με άζωτο επαναλήφθηκε την άνοιξη και το φθινόπωρο του έτους 1998 και το φθινόπωρο του 1999.

Το Μάιο και τον Αύγουστο των ετών 1999 και 2000 μετρήθηκε η υπέργεια βιομάζα του υπορόφου. Χρησιμοποιήθηκαν δέκα πλαίσια (50x50cm.) σε κάθε χειρισμό (πέντε κατά μήκος κάθε διαγωνίου), σε διαφορετικές θέσεις κάθε φορά και πάρθηκε όλο το υπέργειο τμήμα των φυτών μαζί με τα πεσμένα κλαδιά και τις βελόνες. Τα στοιχεία που προέκυψαν από τις μετρήσεις τοποθετήθηκαν στο πρόγραμμα Excel του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η στατιστική επεξεργασία (ανάλυση της διακύμανσης) έγινε με το πρόγραμμα Mstat και οι συγκρίσεις των μέσων όρων με το κριτήριο Duncan σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Η παραγωγή του υπορόφου παρουσίασε μεγάλες διακυμάνσεις ανάλογα με το έτος και την εποχή. Η επίδραση το φυτευτικού συνδέσμου ήταν στατιστικά σημαντική σε όλη τη διάρκεια του πειράματος (Πίνακας 1). Συγκεκριμένα, ο αραιός σύνδεσμος είχε τη σημαντικά υψηλότερη παραγωγή και ακολουθούσαν ο μεσαίος και ο πυκνός σε όλες τις περιόδους μέτρησης, εκτός από τον Αύγουστο του έτους 1999. Οι μέγιστες τιμές της παραγωγής παρατηρήθηκαν τον Αύγουστο με την ολοκλήρωση της αυξητικής περιόδου. Κατά το δεύτερο έτος, η παραγωγή ήταν μειωμένη κατά 50% περίπου σε σχέση με το πρώτο σε όλους τους φυτευτικούς συνδέσμους. Η διαφορά αυτή θα πρέπει να αποδοθεί στις χαμηλές τιμές των κατακρημνισμάτων κατά τη διάρκεια του χειμώνα του 1999 και της άνοιξης του έτους 2000.

Πίνακας 1. Μέσοι όροι παραγωγής (kg/ha) του υπορόφου ανά φυτευτικό σύνδεσμο και περίοδο μέτρησης.

Έτος	Μήνας	Φυτευτικός σύνδεσμος		
		Πυκνός	Μεσαίος	Αραιός
1999	Μάιος	2306,13 c ¹	2521,47 b	2802,68 a
	Αύγουστος	2416,60 b	2724,27 a	2850,27 a
2000	Μάιος	1107,63 c	1184,95 b	1228,17 a
	Αύγουστος	1289,10 c	1386,58 b	1462,75 a

¹ Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα στην ίδια σειρά δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Αντίθετα, η προηγούμενη αυξητική περίοδος 1998-99 ήταν υγρότερη και ξεπερνούσε κατά πολύ σε κατακρημνίσματα το μέσο όρο που ισχύει για την περιοχή. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αντίστοιχα των Etienne (1996), Pearson and Whitaker (1974), Papanastasis et al. (1995) και Yunusa et al. (1995). Επίσης συμφωνούν με έρευνες παλαιότερων ετών στην ίδια επιφάνεια στις οποίες βρέθηκε, ότι ύστερα από τα 10 έτη από την εγκατάσταση της φυτείας η παραγωγή μειώθηκε στους πυκνότερους φυτευτικούς συνδέσμους (Platis et al. 1999, Μαντζανάς και συν. 2001).

Σημαντικές διαφορές στην παραγωγή βρέθηκαν και μεταξύ των διαφόρων χειρισμών της υποβλάστησης (Πίνακας 2). Συγκεκριμένα, ο χειρισμός της λίπανσης με άζωτο υπερεπούσε σημαντικά των δύο άλλων χειρισμών σε όλες τις περιόδους μέτρησης εκτός από το Μάιο του 2000, προφανώς λόγω της σχετικά ξηρής αυξητικής περιόδου 1999-2000. Ο χειρισμός της σποράς με ψυχανθή υπερείχε σημαντικά σε σχέση με το μάρτυρα μόνο τον Αύγουστο του 1999.

Οι διαφορές στην παραγωγή των χειρισμών της σποράς με ψυχανθή και της λίπανσης με άζωτο, αν και ήταν στατιστικά σημαντικές σε όλη τη διάρκεια του πειράματος, ήταν μεγαλύτερες τον πρώτο χρόνο, ενώ το δεύτερο ελαττώθηκαν σημαντικά. Τον πρώτο χρόνο, ο χειρισμός της λίπανσης υπερείχε του χειρισμού της σποράς με ψυχανθή κατά 35% περίπου, ενώ το δεύτερο η διαφορά μειώθηκε στο 15%. Το γεγονός αυτό θα πρέπει να αποδοθεί στο ότι η έλλειψη υγρασίας κατά το δεύτερο έτος είχε μεγαλύτερη επίδραση στο χειρισμό της λίπανσης παρά στο χειρισμό της σποράς ψυχανθών. Η μείωση της παραγωγής από το πρώτο στο δεύτερο έτος ήταν μεγαλύτερη στο χειρισμό της λίπανσης σε σχέση με τη σπορά ψυχανθών. Τα παραπάνω αποτελέσματα, δηλαδή η υπεροχή της σποράς ψυχανθών σε σχέση με το μάρτυρα συμφωνούν με εκείνα των Yunusa et al. (1995), ενώ η υπεροχή της λίπανσης σε σχέση με το μάρτυρα συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Papanastasis et al. (1995).

Πίνακας 2. Μέσοι όροι παραγωγής (kg /ha) του υπορόφου ανά χειρισμό και περίοδο μέτρησης.

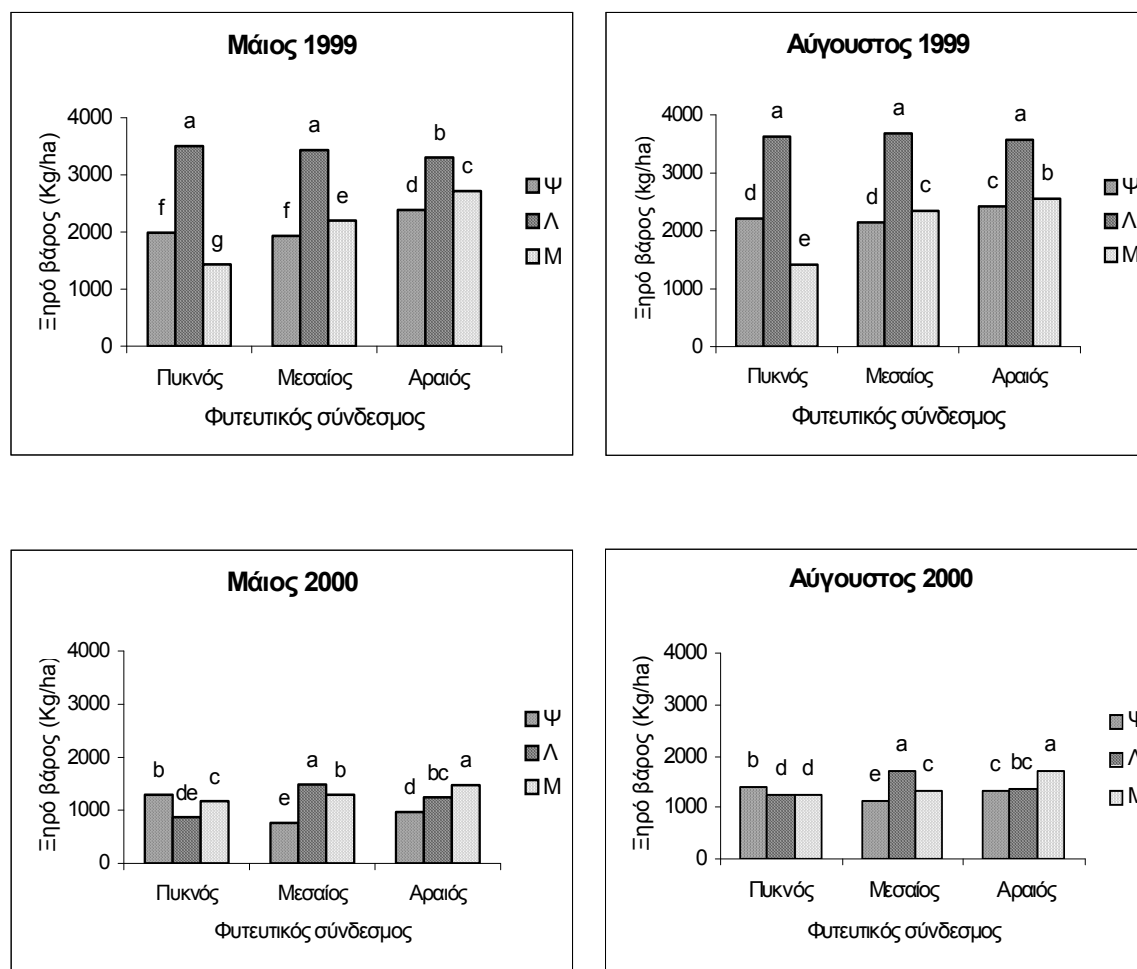
Έτος	Μήνας	Χειρισμοί υποβλάστησης		
		Σπορά ψυχανθών	Λίπανση με N	Μάρτυρας
1999	Μάιος	2101,05 b ¹	3413,87 a	2115,37 b
	Αύγουστος	2258,10 b	3625,87 a	2107,17 c
2000	Μάιος	1008,22 c	1201,13 b	1311,40 a
	Αύγουστος	1280,18 b	1437,47 a	1420,78 a

¹ Μέσοι όροι ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα στην ίδια σειρά δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05.

Η αλληλεπίδραση μεταξύ φυτευτικών συνδέσμων και χειρισμών για κάθε περίοδο μέτρησης φαίνεται στην εικόνα 1. Κατά το πρώτο έτος του πειράματος, ο χειρισμός της λίπανσης είχε υψηλότερη παραγωγή στους πιο πυκνούς συνδέσμους το Μάιο, ενώ τον Αύγουστο δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των συνδέσμων. Η μεγαλύτερη συγκόμωση των δέντρων στους πυκνούς συνδέσμους φαίνεται ότι διατήρησε την υγρασία του εδάφους για μεγαλύτερο διάστημα από τον αραιό σύνδεσμο, ενώ κατά τη θερινή περίοδο οι υψηλές θερμοκρασίες είχαν την ίδια επίδραση σε όλους τους συνδέσμους. Κατά το δεύτερο έτος, οι μεγαλύτερες τιμές του χειρισμού της λίπανσης σημειώθηκαν στο μεσαίο φυτευτικό σύνδεσμο σε όλες τις περιόδους μέτρησης. Η έλλειψη υγρασίας κατά το έτος αυτό σε

συνδυασμό με τη μεγαλύτερη ένταση σκίασης οδήγησαν πιθανότατα στις χαμηλές τιμές παραγωγής του χειρισμού της λίπανσης στον αραιό και πυκνό σύνδεσμο αντίστοιχα.

Η παραγωγή στο χειρισμό της σποράς με ψυχανθή ήταν μεγαλύτερη στον αραιό σύνδεσμο το πρώτο έτος σε αντίθεση με το δεύτερο, που ήταν μεγαλύτερη στον πυκνό σύνδεσμο. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η έλλειψη υγρασίας κατά το δεύτερο έτος δεν εμπόδισε τη δραστηριότητα των ψυχανθών, ιδιαίτερα στον πυκνό σύνδεσμο. Στο χειρισμό του μάρτυρα, η παραγωγή ήταν μεγαλύτερη στον αραιό σύνδεσμο σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Ο χειρισμός της λίπανσης με άζωτο είχε σημαντικά μεγαλύτερη παραγωγή σε όλους τους φυτευτικούς συνδέσμους και στα δύο έτη σε σχέση με τους άλλους χειρισμούς. Η σπορά ψυχανθών αντίθετα, είχε μεγαλύτερη παραγωγή από το μάρτυρα στον πυκνό σύνδεσμο, ενώ ο μάρτυρας υπερίσχυε της σποράς ψυχανθών στον μεσαίο και αραιό σύνδεσμο στις περισσότερες περιόδους μέτρησης.



Εικόνα 1. Παραγωγή των φυτών του υπορόφου ανά φυτευτικό σύνδεσμο και χειρισμό υποβλάστησης (Ψ: σπορά με ψυχανθή, Λ: λίπανση με άζωτο και Μ: μάρτυρας).

Συμπεράσματα

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι η μείωση της συγκόμωσης του ανωρόφου φυτειών τραχείας πεύκης οδήγησε στην αύξηση της διαμέτρου των δέντρων και της παραγωγής των φυτών του υπορόφου. Επίσης, η λίπανση με άζωτο οδήγησε σε μεγαλύτερη παραγωγή της υποβλάστησης σε σχέση με τη σπορά ψυχανθών, κάτω από

ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας. Σε λιγότερο όμως ευνοϊκές συνθήκες, τα ψυχανθή είχαν μεγαλύτερη παραγωγή, ιδιαίτερα στους πυκνότερους φυτευτικούς συνδέσμους.

Βιβλιογραφία

- Braziotis, D.C. and V.P. Papanastasis. 1995. Seasonal changes of understorey herbage yield in relation to light intensity and soil moisture content in a *Pinus pinaster* plantation. *Agroforestry systems* 29: 91-101.
- Γώγος, Α. 1985. Χαρακτήρες του εδάφους και η χλώρωση δενδρυλλίων λεύκης στο φυτώριο του Ι.Δ.Ε. Θεσσαλονίκης στα Λουτρά Θέρμης. *Δασική Έρευνα* VI 3: 1-32.
- Etienne, M. 1996. Research on temperate and tropical silvopastoral systems; a review, p. 5-19 In: M. Etienne (ed.), *Western European Silvopastoral Systems*, INRA France.
- Hawke, M.F. 1991. Pasture production and animal performance under pine agroforestry in New Zealand. *Forest Ecology and Management* 45: 109-118.
- Lewis, C.E., G.W. Burton, Q.G. Monson and W.C. McCormick. 1983. Integration of pines, pastures, and cattle in south Georgia, USA. *Agroforestry Systems* 1: 277-297.
- Μαντζανάς, Κ.Θ., Π.Δ. Πλατής και Β.Π. Παπαναστάσης. 2001. Διαχρονικές μεταβολές στην αύξηση του ανωρόφου και υπορόφου σε νεοφυτεία τραχείας πεύκης διαφορετικών φυτευτικών συνδέσμων, σελ. 181-186. *Η Λιβαδοπονία στο κατώφλι του 21^{ου} αιώνα* (Θ. Παπαχρήστου και Ο. Ντίνη-Παπαναστάση, εκδότες). Πρακτικά 2^{ου} Πανελλήνιου Λιβαδοπονικού Συνεδρίου Ιωάννινα, 4-6 Οκτωβρίου 2000. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Δημ. Νο. 9.
- Papanastasis, V., Z. Koukoura, D. Alifragis and I. Makedos. 1995. Effects of thinning, fertilisation and sheep grazing on the understory vegetation of *Pinus pinaster* plantations. *Forest Ecology and Management* 77: 181-189.
- Pearson, H.A. and L.B. Whitaker. 1974. Yearlong grazing of slash pine ranges: effects on herbage and browse. *Journal of Range Management* 27, 93: 195-197.
- 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, p. 221-226. In: V.P. Papanastasis, J. Frame and A.S. Nastis (eds.), *EGF Vol 4 Grasslands and Woody Plants in Europe*, Thessaloniki, Greece.
- Τσιόντσης, Α. 1997. Κλιματικά δεδομένα (1978-1995), Δασικός Μετεωρολογικός Σταθμός Λουτρών Θέρμης, Θεσσαλονίκη, σελ. 108. Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών/ΕΘΙΑΓΕ.
- Wolters, G.L., A. Martin and H.A. Pearson. 1982. Forage response to overstory reduction on loblolly-shortleaf pine-hardwood forest range. *Journal of Range Management* 35, 4: 443-446.
- Yunusa, A.M., D.J. Mead, R.J. Lucas and K.M. Pollock. 1995. Process studies in a *Pinus radiata*- pasture agroforestry system in a subhumid temperature environment. II. Analysis of dry matter yields in the third year. *Agroforestry systems* 32: 185-204.
- Ziehm, R.W., H.A. Pearson, T.L. Thurow and V.C. Baldwin. 1992. Pine growth response to management of the subterranean clover understory. *Agroforestry systems* 20: 267-274.

Effects of thinning, N fertilization and legume seeding on the understory production of a *Pinus brutia* plantation in northern Greece

K.T. Mantzanas and V.P. Papanastasis

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

Summary

The main purpose of this research was to study the combined effect of thinning of brutia pine (*Pinus brutia* Ten.) plantations and legume seeding or nitrogen fertilization on productivity of the understory vegetation. The experimental area was located at the Forest Research Institute at Loutra Thermis near Thessaloniki. Three spacings were tested: 2x4, 3x6 and 4x8 m. or 1240, 550 and 310 trees per hectare, respectively, in two replications. In each spacing, three understorey treatments were applied: a) seeding of *Trifolium subterraneum* and *Medicago lupulina*, b) nitrogen fertilizer and c) control. Measurements of herbage production of the understory were taken for two years. Open stands had greater biomass of the understory vegetation, than the dense ones. The highest biomass was found in the N fertilized treatment. Moisture had an important role at biomass production in both years.

Key words: Brutia pine, understory, seeding of legumes, nitrogen fertilization.