

Αλλομετρικές σχέσεις σε ψυχανθή - αγρωστώδη εν μείξει υπό συνθήκες ξηρασίας

Μ.Γ. Λαζαρίδου¹ και Β. Νοϊτσάκης²

¹ΤΕΙ Καβάλας Παράρτημα Δράμας, Τμ. Δασοπονίας, 1^ο χλμ. Δράμας-Μικροχωρίου, 661 00 Δράμα

²Τομέας Λιβαδοπονίας, Άγριας Πανίδας και Ιχθυοπονίας Γλυκέων Υδάτων, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 541 24 Θεσσαλονίκη

Περίληψη

Η μελέτη των αλλομετρικών σχέσεων μπορεί να εξηγήσει την ανταγωνιστική ικανότητα διαφορετικών ειδών που αναπτύσσονται σε μείξη. Ο τρόπος ανάπτυξης του υπέργειου μέρους των φυτών μετρήθηκε σε 1:1 μείξη *Medicago sativa* με *Festuca arundinacea*. Το πείραμα διεξήχθη στη Δράμα, σε ημίξηρο κλίμα και άγονο έδαφος, χωρίς λίπανση την περίοδο Μαΐου- Ιουλίου των ετών 1996 και 1997. Εφαρμόστηκαν δύο επίπεδα υδατικής διαίτας: Α) με συμπληρωματική άρδευση Β) μόνο με το νερό της βροχής. Μετρήθηκαν η φυλλική επιφάνεια, το ξηρό βάρος των φύλλων και των βλαστών σε αμιγή και εν μείξει καλλιέργεια. Υπολογίστηκαν οι αλλομετρικές σχέσεις: συντελεστής φωτοσυνθετικής επιφάνειας (LAR), αναλογία βάρους φύλλων (LWR) και το ειδικό βάρος των φύλλων (SLW). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ανάπτυξη των φυτών μόνο με το νερό της βροχής μείωσε το συντελεστή φωτοσυνθετικής επιφάνειας σε σχέση με την υπό άρδευση ανάπτυξή τους κατά τη θερινή περίοδο. Η εν μείξει καλλιέργεια επηρέασε το συντελεστή μόνο υπό άρδευση αλλά με διαφορετικό τρόπο σε κάθε είδος φυτού. Υπό την επίδραση της μείξης αυξήθηκε ο LAR στη *Festuca arundinacea* και μειώθηκε στη *Medicago sativa*.

Λέξεις κλειδιά: *Medicago sativa*, *Festuca arundinacea*, μείξη, ξηρασία, αλλομετρικές σχέσεις.

Εισαγωγή

Τα φυτά που αναπτύσσονται μαζί, στο ίδιο περιβάλλον, ανταγωνίζονται για τους ίδιους πόρους—φωτός, νερού και θρεπτικών ουσιών – και έτσι η απόδοσή τους εξαρτάται από την ικανότητά τους να χρησιμοποιούν αυτούς τους πόρους. Ο ανταγωνισμός μεταξύ διαφορετικών ειδών στα μίγματα είναι περισσότερο πολύπλοκος από τις μονοκαλλιέργειες, διότι τα διαφορετικά είδη διαφέρουν ως προς τις ανάγκες τους σε πόρους, έχουν διαφορετικό τρόπο αύξησης, αντιδρούν διαφορετικά στις διάφορες συνθήκες του περιβάλλοντος και τροποποιούν το περιβάλλον το ένα φυτό για το άλλο (Firbank and Watkinson 1990).

Ο ανταγωνισμός για το φως γίνεται στο υπέργειο μέρος του φυτού και επηρεάζεται από τον τρόπο ανάπτυξης του φυτοκαλύματος. Γι' αυτό σημαντικό παράγοντα για την αύξηση και την ανταγωνιστική ικανότητα των φυτών αποτελεί η κατανομή των φωτοσυνθετικών προϊόντων κατά την διάρκεια της αύξησης σε φύλλα ή στηρικτικούς ιστούς. Κανονικά ο σχετικός ρυθμός αύξησης δύο διαφορετικών φυτικών μερών του φυτού είναι ανάλογος και ο λόγος τους ονομάζεται «αλλομετρική σταθερά». Η αλλομετρική σταθερά είναι συνήθως διάφορη από τη μονάδα, αλλάζει με τον χρόνο και υπό την επίδραση των συνθηκών του περιβάλλοντος, όπως έλλειψη νερού (Νοϊτσάκης 1988, Pereira 1995).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη των αλλομετρικών σταθερών στο υπέργειο μέρος φυτών που αναπτύσσονται σε ξηρασία και εν μείξει.

Υλικά και μέθοδοι

Το πείραμα εγκαταστάθηκε το Σεπτέμβριο του 1995 σε αγροτεμάχιο του Ινστιτούτου Καπνού Δράμας, με γεωγραφικό πλάτος $41^{\circ} 09'$ Β, γεωγραφικό μήκος $24^{\circ} 09'$ Α και υψόμετρο 130 μ. από την επιφάνεια της θάλασσας. Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι $15,2^{\circ}\text{C}$ και το ετήσιο θερμομετρικό εύρος $21,5^{\circ}\text{C}$. Το μέσο ετήσιο ύψος βροχής είναι 589,4 mm. Η ξηρή περίοδος διαρκεί από μέσα Ιουλίου έως και τον Σεπτέμβριο. Το κλίμα είναι Μεσογειακό ημίξηρο, με υπόροφο μέτριο ψυχρό και έδαφος ιλυοπηλώδες.

Τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: *Medicago sativa* L. var. Yliki (μηδική), και *Festuca arundinacea* Schreb. cv. festorina (φεστούκα). Η αναλογία μείξης ήταν, 1:1 με βάση τις προτεινόμενες ποσότητες σπόρου για τις αμιγείς καλλιέργειες των δύο ειδών (Chamblee and Collins 1988).

Οι χειρισμοί ως προς το είδος καλλιέργειας ήταν:

- αμιγής καλλιέργεια *Medicago sativa* (MM),
- αμιγής καλλιέργεια *Festuca arundinacea* (FF),
- μείξη (MX) σε αναλογία 1:1 στην οποία συμμετείχαν *Medicago sativa* (MF) και *Festuca arundinacea* (FM).

Εφαρμόστηκαν δύο επίπεδα υδατικής διαίτας. Α. Άρδευση με τεχνητή βροχή, μέχρι του σημείου της υδατοϊκανότητας σε τακτά χρονικά διαστήματα (χειρισμός άρδευσης). Ο έλεγχος για το επίπεδο υγρασίας του εδάφους γινόταν με τενσιόμετρα, τοποθετημένα σε τυχαία σημεία. Β. Μόνο το νερό της βροχής (υπό βροχή χειρισμός).

Η συγκομιδή γινόταν κάθε 20 ημέρες περίπου, την περίοδο Απριλίου-Ιουλίου, των ετών 1996 και 1997. Η απόληψη της παραγωγής έγινε με κοπή σε ύψος 3cm από την επιφάνεια του εδάφους, σε όλη την πειραματική επιφάνεια. Δείγματα από κάθε χειρισμό διαχωρίστηκαν σε βλαστούς και φύλλα και ξηράθηκαν σε θερμοκρασία 75°C για 48 ώρες. Η μέτρηση της φυλλικής επιφάνειας έγινε με τη συσκευή μέτρησης της φυλλικής επιφάνειας Delta-T-Devices.

Οι πειραματικές επιφάνειες ήταν διαστάσεων 1,0m x 1,0m, πλήρως τυχαιοποιημένες, με 4 επαναλήψεις για κάθε χειρισμό.

Οι αλλομετρικές σταθερές που υπολογίστηκαν είναι (Beadle 1993):

1. Συντελεστής φωτοσυνθετικής επιφάνειας LAR (Leaf Area Ratio). Παριστά την αναλογία της επιφάνειας των ιστών που φωτοσυνθέτουν προς το σύνολο του υπέργειου βάρους του φυτού και αποτελεί μια ένδειξη κατανομής των προϊόντων φωτοσύνθεσης στα φύλλα προς όλο το φυτικό ιστό. Υπολογίστηκε με τον τύπο:

$$LAR = \frac{LA}{W} \quad (\text{dm}^2 \text{ g}^{-1})$$

όπου LA, η φυλλική επιφάνεια και W, το ξηρό βάρος του φυτού.

2. Αναλογία βάρους φύλλων LWR (Leaf Weight Ratio). Δείχνει την πυκνότητα του φυλλώματος με βάση το βάρος του φυτού. Υπολογίστηκε με τον τύπο:

$$LAR = \frac{LA}{W}$$

όπου: LW το ξηρό βάρος των φύλλων και W το ξηρό βάρος του φυτού.

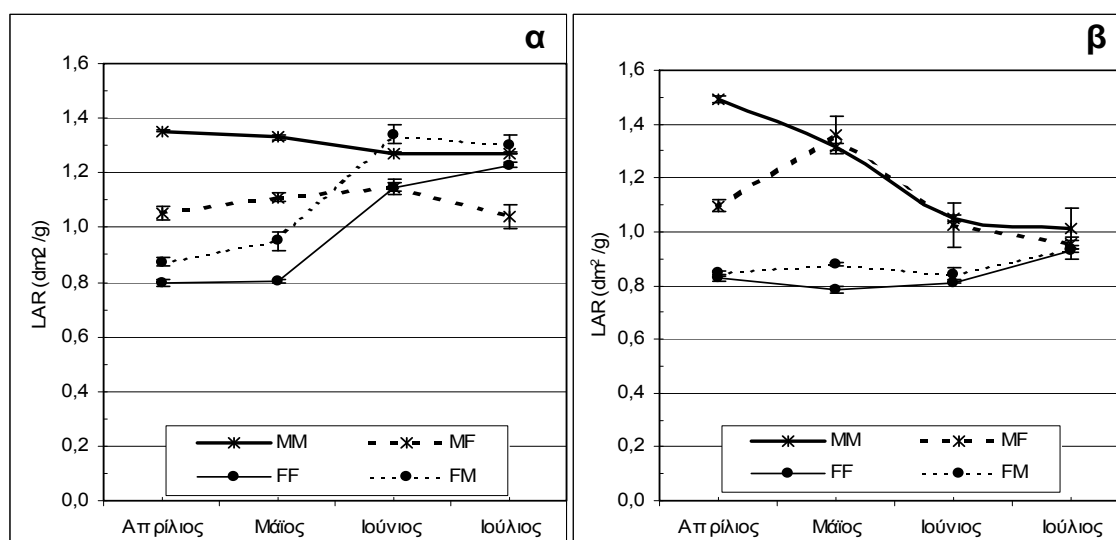
3. Το ειδικό βάρος των φύλλων SLW (Specific Leaf Weight) είναι η φυλλική επιφάνεια προς το ξηρό βάρος των φύλλων. Το ειδικό βάρος των φύλλων σχετίζεται θετικά με το πάχος του φύλλου. Υπολογίστηκε με τον τύπο:

$$SLW = \frac{LW}{LA} \quad (\text{g m}^{-2})$$

όπου: LW ξηρό βάρος φύλλου και LA η φυλλική επιφάνεια.

Αποτελέσματα και συζήτηση

Σ' επίπεδο φυτού, ο LAR ως δείκτης της μεταβολής της φωτοσυνθετικής επιφάνειας ανά μονάδα συνολικού βάρους του φυτού (μη συμπεριλαμβανομένου του υπόγειου μέρους) φαίνεται να διατηρήθηκε μάλλον σταθερός στη *M. sativa* υπό άρδευση ενώ στην αμιγή *F. arundinacea* εμφάνισε μια αυξητική τάση από την αρχή της περιόδου (Εικόνα 1α). Αυτό σημαίνει ότι οι μεταβολές στη φυλλική επιφάνεια (L_A) ανά μονάδα βάρους φυτού (W) της *M. sativa* κατά το μάλλον ή ήττον είναι μικρές καθ' όλη τη διάρκεια των μετρήσεων ενώ στη *F. arundinacea* παρατηρήθηκε αύξηση της φυλλικής επιφάνειας ανά μονάδα βάρους φυτού. Υπό βροχή οι τιμές του συντελεστή φωτοσυνθετικής επιφάνειας στη *M. sativa* μειώθηκαν εντός της βλαστικής περιόδου (Εικόνα 1β), ενώ οι αυξητικές τιμές που παρατηρήθηκαν στη *F. arundinacea* κατά την άρδευση εδώ περιορίστηκαν γύρω από μια τιμή 0,8-1dm²/g. Μείωση του συντελεστή φωτοσυνθετικής επιφάνειας κατά την ξηρά περίοδο συνδέεται, από πολλούς ερευνητές, με μείωση της επιφάνειας διαπνοής (Pereira 1995, Κούκουρα και συν. 1997).



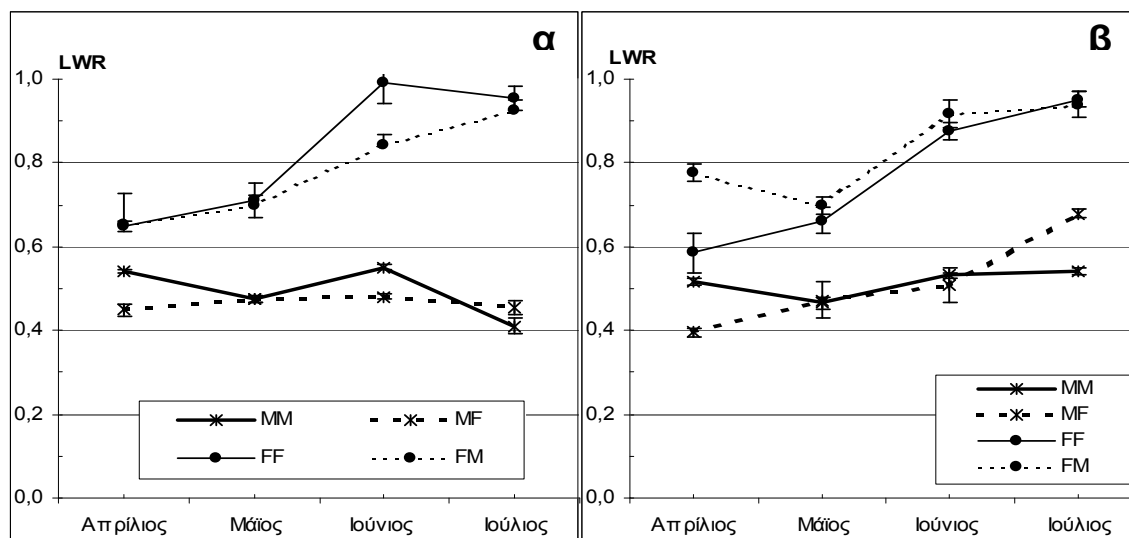
Εικόνα 1. Εποχική μεταβολή του συντελεστή φωτοσυνθετικής επιφάνειας (LAR), α. υπό άρδευση, β. υπό βροχή (MM, αμιγής και MF εν μείξει καλλιέργεια της *Medicago sativa*. FF, αμιγής και FM εν μείξει καλλιέργεια της *Festuca arundinacea*).

Η μείξη επηρέασε τις τιμές του συντελεστή φωτοσυνθετικής επιφάνειας μόνο υπό συνθήκες άρδευσης, κατά τις οποίες παρατηρήθηκαν στατιστικά χαμηλότερες τιμές του συντελεστή φωτοσυνθετικής επιφάνειας στην εν μείξει *M. sativa* και στατιστικά υψηλότερες στην εν μείξει *F. arundinacea* έναντι των αμιγών καλλιεργειών τους. Οι μεταβολές του συντελεστή φωτο-συνθετικής επιφάνειας μπορούν να αποδοθούν α) σε διαφορετική κατανομή των φωτοσυνθετικών προϊόντων για την αύξηση φύλλων και φυτού ή β) σε διαφορές στο πάχος του φύλλου (Λαζαρίδου 2001).

Ο κατ' εξοχήν αλλομετρικός συντελεστής της αναλογίας βάρους των φύλλων (LWR) (Εικόνα 2) φαίνεται ότι ερμηνεύει εν μέρει τις μεταβολές του συντελεστή φωτοσυνθετικής επιφάνειας (Ong and Monteith 1992, Beadle 1993). Κατ' αρχήν οι σχετικά σταθερές τιμές της αμιγούς *M. sativa* υπό άρδευση κατά την αυξητική περίοδο δείχνει ότι το βάρος του φύλλου αναγόμενο στο συνολικό υπέργειο βάρος του φυτού παραμένει κατά το μάλλον ή ήττον σταθερό κατά τη διάρκεια της περιόδου. Η αναλογία βάρους των φύλλων συνδέεται με το φαινολογικό στάδιο (Sheaffer et al. 2000). Η αύξηση της αναλογίας βάρους των

φύλλων κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου στη *F. arundinacea* (Εικόνα 2), υποδηλώνει αύξηση του βάρους των φύλλων σε σχέση με το ολικό βάρος του φυτού σε τιμές υψηλότερες του 95%. Αυτό σημαίνει ότι το φυτό την περίοδο αυτή είχε μόνο βλαστική ανάπτυξη και δεν εισήλθε στο στάδιο της ανθοφορίας (Wolf et al. 1979). Κατά τον Ισπικούδη (1991) η ανάπτυξη βλαστών ή φύλλων στη *F. arundinacea* επηρεάζεται από τη φωτοπερίοδο.

Υπό βροχή οι μεταβολές της αναλογίας βάρους των φύλλων δεν φαίνεται να διαφοροποιήθηκαν από τους υπό άρδευση χειρισμούς (Εικόνα 2). Η μείξη δεν επηρέασε τις τιμές του συντελεστή αναλογίας βάρους των φύλλων, και αυτό είναι αναμενόμενο γιατί κατά τους Fitter and Hay (1987) η ένταση του φωτός δεν επηρεάζει τον συντελεστή αυτό.



Εικόνα 2. Εποχική μεταβολή της αναλογίας βάρους των φύλλων προς το βάρος του φυτού (LWR). α. υπό άρδευση, β. υπό βροχή. (MM αμιγής και MF εν μείξει καλλιέργεια της *Medicago sativa*, FF αμιγής και FM εν μείξει καλλιέργεια της *Festuca arundinacea*).

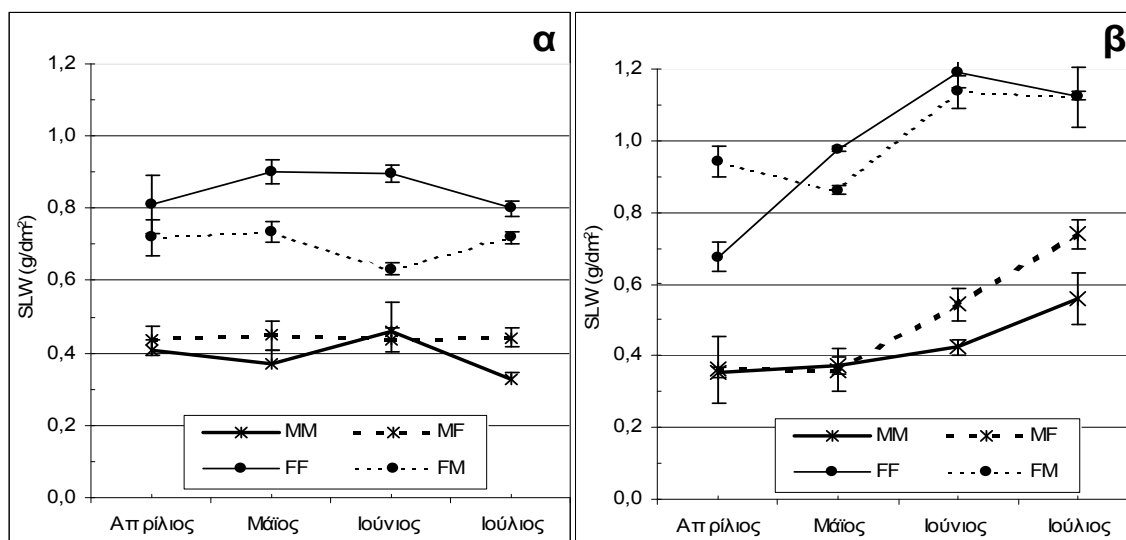
Το ειδικό βάρος των φύλλων (SLW) σχετίζεται θετικά με το πάχος του φύλλου και είναι περισσότερο ευαίσθητο από την αναλογία βάρους των φύλλων, ή αλλιώς η φυλλική επιφάνεια εμφανίζει υψηλότερη φαινοτυπική πλαστικότητα από το βάρος του φύλλου (Ong and Monteith 1992, Beadle 1993). Το ειδικό βάρος των φύλλων σε συνδυασμό με την αναλογία βάρους των φύλλων ερμηνεύει τις μεταβολές της φωτοσυνθετικής επιφάνειας. Οι εποχικές μεταβολές του ειδικού βάρους των φύλλων (Εικόνα 3α) υπό άρδευση είναι πολύ μικρές, που σημαίνει μικρές ισότιμες μεταβολές του βάρους ανά μονάδα φυλλικής στη *M. sativa* και τη *F. arundinacea*.

Υπό βροχή παρατηρήθηκε αυξητική τάση του ειδικού βάρους των φύλλων που σημαίνει, αύξηση του βάρους στη μονάδα επιφάνειας του φύλλου και στα δύο είδη. Παχιά φύλλα (ξηρομορφικά) αυξάνουν τους φωτοσυνθετικούς ιστούς του μεσοφύλλου σε σχέση με τη διαπνέουσα φυλλική επιφάνεια (Fitter and Hay 1987) και επομένως αποτελούν τρόπο προσαρμογής στην έλλειψη νερού.

Υπό άρδευση στην εν μείξει *M. sativa* το ειδικό βάρος του φύλλου είναι σε μερικές περιπτώσεις μεγαλύτερο σε σχέση με την αμιγή καλλιέργεια της, γεγονός που επάγει πιθανόν παχύτερα φύλλα. Οι διαφορές αυτές σε συνδυασμό με τις μικρές μεταβολές του δείκτη αναλογίας βάρους των φύλλων μπορούν να εξηγήσουν τις μεταβολές του συντελεστή φωτοσυνθετικής επιφάνειας. Στη *F. arundinacea*, αντίθετα, το ειδικό βάρος του φύλλου είναι σαφώς μικρότερο από την αμιγή καλλιέργειά της. Η μεγάλη ανάπτυξη

των φυτών υπό συνθήκες άρδευσης πιθανόν δημιουργεί συνθήκες σκίασης της από τη *M. sativa*, επηρεάζοντας το μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας αλλά όχι και το βάρος των φύλλων και επομένως δεν επηρεάζουν την αναλογία βάρους των φύλλων (Fitter and Hay 1987).

Υπό βροχή το ειδικό βάρος των φύλλων στις εν μείξει καλλιέργειες εμφάνισε μικρότερες διαφορές από τις αντίστοιχες αμιγείς καλλιέργειες (Εικόνα 3β).



Εικόνα 3. Εποχική μεταβολή του ειδικού βάρους των φύλλων (SLW). α. υπό άρδευση, β. υπό βροχή. (MM αμιγής και MF εν μείξει καλλιέργεια της *Medicago sativa*, FF αμιγής και FM εν μείξει καλλιέργεια της *Festuca arundinacea*).

Συμπεράσματα

Η έλλειψη νερού στον υπό βροχή χειρισμό μείωσε τη φωτοσυνθετική επιφάνεια (LAR) κατά την ξηρά περίοδο και στα δύο είδη φυτών. Η μείωση αυτή οφείλεται στην αύξηση του πάχους των φύλλων (SLW), παρά στις μεταβολές της αναλογίας βάρους των φύλλων (LWR).

Η μείξη επηρέασε τη φωτοσυνθετική επιφάνεια μόνο στον υπό άρδευση χειρισμό. Υπό την επίδρασή της αυξήθηκε ο LAR στη *Festuca arundinacea* και μειώθηκε στη *Medicago sativa*. Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στη μεν *Festuca arundinacea* φαίνεται πως οφείλονται σε μείωση του πάχους του φύλλου, ενώ στη *Medicago sativa* στο συνδυασμό των μεταβολών που παρατηρούνται στην αναλογία του βάρους φύλλων και του πάχους των φύλλων.

Βιβλιογραφία

- Beadle, C.L. 1993. Growth analysis. In: Scurlock H.D., J. Bolhar-Nordenkamp, H. Leegood R. and S. Long (eds). Photosynthesis and production in a changing environment. Chapman and Hall, pp. 37-42.
- Chamblee, D.S. and M. Collins. 1988. Relationships with other species in a mixture. In: A. A. Hanson, D.K. Barnes and R.R. Hill (eds). Alfalfa and Alfalfa Improvement. Madison. pp.440.

- Firbank, L.G. and A.R. Watkinson. 1990. On the effects of competition: From monocultures to mixtures. In: J.B. Grace and D. Tilman (eds). Perspectives on plant competition. Academic Press, pp. 165-187.
- Fitter, A.H. and R.K.M. Hay. 1987. Environmental physiology of plants. Academic Press, pp. 48.
- Ισπικούδης, Ι.Π. 1991. Μελέτη αυξητικής συμπεριφοράς σε 5 αγρωστώδη κάτω από διαφορετική συχνότητα κοπής. Διδακτορική διατριβή. Α.Π.Θ.
- Κούκουρα, Ζ., Α. Νάστης και Μ. Καρατάσιου. 1997. Αυξητικά πρότυπα ειδών της οικογένειας ψυχανθών (Papilionaceae, Fabaceae) και ικανότητα προσαρμογής σε διάφορα περιβάλλοντα, σελ. 127-139. Αειφορική αξιοποίηση λιβαδιών και λειμώνων (Β. Παπαναστάσης, εκδότης). Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου. Δράμα, 6-8 Νοεμβρίου 1997. Ελληνική Λιβαδοπονική Εταιρεία. Δημ. Νο. 4.
- Λαζαρίδου, Γ. Μ. 2001. Επίδραση της έντασης κοπής στην παραγωγικότητα και στην υδατική οικονομία του φυλλικού ιστού ποωδών λιβαδικών ειδών. Διδακτορική διατριβή Α.Π.Θ. σελ. 182.
- Νοϊτσάκης, Β. 1988. Μορφολογικοί και φυσιολογικοί μηχανισμοί προσαρμογής ποωδών λιβαδικών φυτών στην ξηρασία. Γεωτεχνικά, 2: 85-99.
- Ong, C.K. and J.L. Monteith. 1992. Canopy establishment: light capture and loss by crop canopies. In: N.R. Baker and H. Thomas (eds). Crop Photosynthesis: Spatial & Temporal Determinants (Topics in Photosynthesis Ser.) vol.12.. Elsevier, pp. 1-9.
- Pereira, J.S. 1995. Gas exchange and growth. In: Schulze E. D. and M.M. Caldwell (eds). Ecophysiology of Photosynthesis. Springer, pp. 75-91.
- Sheaffer, C.C., N.P. Martin, J.F.S. Lamb, G.R. Cuomo, J.G. Jewett and S.R. Quering. 2000. Leaf and stem properties of alfalfa entries. Agron. J. 92: 733-739.
- Wolf, D.D., R.H. Brown and R.E. Blaser. 1979. Physiology of growth and development. In: Buckner R.C. and L.P. Bush (eds). Tall fescue. Madison.

Allometric relations in legume - grass mixture under drought

M.G. Lazaridou¹ and B. Noitsakis²

¹Technological Education Institute of Kavala, Bran.of Drama, Dept. of Forestry,
661 00 Drama, Greece

²Dept. of Range Science, Aristotle Univ. of Thessaloniki, (236)
541 24 Thessaloniki, Greece

Summary

The study of allometric relations could interpret the competitive capability of different species that grow in mixture. The grow up way of canopy was measured in 1:1 mixture of *Medicago sativa* with *Festuca arundinacea*. The experiment was conducted in Drama, in northern Greece, in semiarid climate and infertile soil without any fertilizer apply, during the period from May to July in the years 1996 and 1997. Two levels of water regimes were used: A. only rainfed B. supplementary irrigation. Leaf area, dry weight of the leaves and shoots dry were measured in pure and mixed culture for each species. Leaf Area Ratio (LAR), Leaf Weight Ratio (LWR) and Specific Leaf Weight (SLW) were calculated. Results shown that, during summer season, the LAR was decreased in plants grown in rainfed conditions, compared to plants grown under irrigation. The cultivation in mixture influenced the LAR only under irrigation but in different way for each species. The LAR was increased in *Festuca arundinacea* and was decreased in *Medicago sativa*.

Key words: *Medicago sativa*, *Festuca arundinacea*, allometric, relations, mixture, drought.