

## Σχέσεις μεταξύ βιομάζας και ύψους οικογενειών και επιλεγμένων κλώνων ψευδακακίας

Ο. Ντίνη – Παπαναστάση

Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας,  
570 06 Βασιλικά, Θεσσαλονίκη

### Περίληψη

Η ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia* L.) είναι ένα ταχυαυξές, ψυχανθές δένδρο, με μεγάλη προσαρμοστικότητα σε ένα μεγάλο εύρος εδαφοκλιματικών συνθηκών. Κατάγεται από την Β. Αμερική, αλλά έχει εγκλιματιστεί στην Ελλάδα εδώ και 150 έτη, ενώ η ιστορία της στην Ευρώπη αρχίζει πριν από 400 έτη. Μεταξύ των πολλαπλών της χρήσεων, η βόσκηση είναι μια από τις σπουδαιότερες γιατί είναι ένα πολύ παραγωγικό είδος σε βιομάζα υψηλής ποιότητας. Η βιομάζα όμως την οποία παράγει επηρεάζεται από γενετικούς παράγοντες και δεν είναι σταθερή από έτος σε έτος. Στην εργασία αυτή μετρήθηκε η ξηρή βιομάζα (γραμ./φυτό) στο τέλος της αυξητικής περιόδου 9 ετεροθαλών οικογενειών και 13 επιλεγμένων κλώνων της ποικιλίας *monophylla* για μια σειρά 6 ετών. Στη συνέχεια έγινε συσχέτιση μεταξύ βιομάζας και ύψους προκειμένου να βρεθούν εξισώσεις εκτίμησής της με βάση το ύψος, το οποίο είναι εύκολα μετρήσιμο μέγεθος σε αντίθεση με τη βιομάζα που απαιτεί περισσότερο χρονοβόρα και δαπανηρή διαδικασία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η βιομάζα μπορεί να εκτιμηθεί σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό από το ύψος, τόσο στις οικογένειες όσο και στους κλώνους.

**Λέξεις κλειδιά:** Ποικιλία *monophylla*, βοσκήσιμη ύλη, βιομάζα, ύψος, εξισώσεις πρόβλεψης.

### Εισαγωγή

Η ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia* L.) είναι ένα αγκαθωτό φυλλοβόλο δένδρο της βοτανικής οικογένειας των ψυχανθών (*Leguminosae*), αυτοφυές της Β. Αμερικής. Στην Ελλάδα έχει εισαχθεί πριν από 150 έτη περίπου και έχει έκτοτε εγκλιματιστεί με αποτέλεσμα να καλύπτει ένα μεγάλο εύρος εδαφοκλιματικών συνθηκών. Αν και κατάγεται από περιοχή με υγρό και ψυχρό εύκρατο κλίμα (Fowells 1965), εντούτοις στη χώρα μας αναπτύσσεται σε πολύ ξηρότερα περιβάλλοντα, σε εδάφη καλά εφοδιασμένα σε Ca και Mg, με σχετικά μεγάλο βάθος και πηλοαμμώδη σύσταση. Επειδή δε είναι αζωτοδεσμευτικό είδος, βελτιώνει σημαντικά τη γονιμότητα των εδαφών στα οποία φύτευται.

Σημαντικό χαρακτηριστικό της ψευδακακίας αποτελεί η ταχυαυξεία της. Προηγούμενη έρευνα έδειξε ότι, σε σύγκριση με άλλα είδη φυλλοβόλων δένδρων και θάμνων της οικολογικής ζώνης στην οποία αναπτύσσεται, παρουσιάζει την ταχύτερη ανάπτυξη τόσο σε ύψος όσο και σε βιομάζα (Papanastasis et al. 1998). Η αύξηση όμως αυτή και των δύο παραμέτρων, ιδιαίτερα της βιομάζας, επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες, κυρίως τη θερμοκρασία αέρος, πράγμα το οποίο σημαίνει σημαντικές διαφορές από έτος σε έτος (Papanastasis et al. 1997). Επιπλέον, οι δυο αυτές παράμετροι επηρεάζονται από τη συγκεκριμένη βοτανική ποικιλία στην οποία ανήκουν, αλλά και το γενετικό δυναμικό των ατόμων που συγκροτούν τις φυτείες της (Ντίνη-Παπαναστάση 1997, Dini-Papanastasi and Panetsos 2000).

Από την άλλη μεριά, η ψευδακακία εξυπηρετεί πολλούς περιβαλλοντικούς και οικονομικούς σκοπούς (Ντίνη-Παπαναστάση 1991 και 1997). Ένας από τους σπουδαιότερους οικονομικούς σκοπούς είναι η παραγωγή υψηλής ποιότητας βοσκήσιμης ύλης για τα αγροτικά και τα άγρια ζώα. Σχετικά πειράματα που έγιναν πρόσφατα στη χώρα μας έδειξαν ότι η ψευδακακία υπερτερεί πολλών άλλων φυλλοβόλων ειδών δένδρων και θάμνων στην περιεκτικότητα σε ολική πρωτεΐνη, η οποία είναι στην πλειονότητά της πεπτή, γεγονός που την καθιστά πολύτιμη τροφή για τις αίγες κατά τη διάρκεια του θέρους, ισοδύναμη ακόμη και με τη μηδική (Dini – Papanastasi and Papachristou 1999, Papachristou et al. 1999).

Προϋπόθεση για την αξιοποίηση της ψευδακακίας από τα βόσκοντα ζώα είναι η διατήρησή της σε θαμνώδη μορφή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με αποψιλωτική υλοτομία στο τέλος της αυξητικής περιόδου προκειμένου να απομακρυνθούν οι παλιοί βλαστοί και να δημιουργηθούν νέοι με παραβλάστηση την επόμενη αυξητική περίοδο. Και αυτό διότι, λόγω των αγκαθιών που διαθέτει, τα ζώα δεν μπορούν να βοσκήσουν πλήρως τους βλαστούς της κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου σε καθεστώς κανονικής βόσκησης. Προηγούμενη έρευνα έδειξε, ότι αειφορική παραγωγή βιομάζας με υψηλή αναλογία φύλλων προς βλαστούς μπορεί να εξασφαλιστεί, αν η αποψιλωτική αυτή υλοτομία αρχίσει 3 έτη μετά την εγκατάστασή της και επαναλαμβάνεται κάθε χρόνο (Papanastasi et al. 1998). Επίσης, πρέπει να γίνει σε ένα ύψος μεγαλύτερο των 20 εκ. από τη βάση του πρέμνου (Platis et al. 2002).

Για την ορθολογική διαχείριση φυτειών ψευδακακίας από τα βόσκοντα αγροτικά ζώα, ιδιαίτερα τις αίγες, είναι αναγκαία η γνώση της ποσότητας της βιομάζας, η οποία παράγεται κάθε χρόνο προκειμένου να ρυθμίζεται ανάλογα η βοσκοφόρτωση. Η άμεση όμως μέτρηση της βιομάζας των θάμνων απαιτεί επίπονη εργασία και συνεπάγεται μεγάλο κόστος. Αντίθετα, η έμμεση εκτίμησή της με εύκολα μετρούμενες παραμέτρους, όπως είναι π.χ. το ύψος, αποτελεί ταχύτερη και λιγότερο δαπανηρή διαδικασία, η οποία έχει εφαρμοστεί με ικανοποιητικά αποτελέσματα σε άλλα είδη φυλλοβόλων θάμνων, όπως είναι η μουριά και η δενδρώδης μηδική (Papanastasi et al. 1999). Προηγούμενη έρευνα έδειξε, ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση μεταξύ βιομάζας και ύψους σε δενδρύλλια 5 ετών κοινής ψευδακακίας και 7 ή 8 ετών της βοτανικής ποικιλίας *monophylla*. Όταν όμως μεσολαβεί αποψιλωτική υλοτομία, τότε η συσχέτιση αυτή γίνεται πολύ χαμηλή (Παπαναστάση και συν. 1996). Τα άτομα της ποικιλίας *monophylla*, που δοκιμάστηκαν στην εργασία αυτή, όμως, δεν ήταν επιλεγμένα, ενώ επιπλέον δεν εφαρμόστηκε το ίδιο πρόγραμμα αποψιλωτικής υλοτομίας σε όλα τα δενδρύλλια από τα οποία προέκυψε η συσχέτιση μεταξύ βιομάζας και ύψους.

Στην παρούσα εργασία γίνεται σύγκριση της ετήσιας αύξησης της υπέργειας βιομάζας και του ύψους σε οικογένειες και επιλεγμένους κλώνους της ποικιλίας *monophylla* καθώς και διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των δύο αυτών παραμέτρων, προκειμένου να βρεθούν εξισώσεις γρήγορης εκτίμησης της παραγωγικότητάς της για διαχειριστικούς σκοπούς.

## Υλικά και μέθοδοι

Η έρευνα έγινε στο αγρόκτημα του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών (ΙΔΕ) στα Λουτρά Θέρμης, 20 χλμ. Ν.Α. περίπου της Θεσσαλονίκης, σε υπερθαλάσσιο υψόμετρο 10 μ. Το έδαφος της περιοχής μελέτης είναι αμμοαργιλλοπηλώδες, έχει βάθος 100-120 εκ. και pH 7,7 στην επιφάνεια και γύρω στο 8,0 στο βάθος του εδάφους. Το μέσο ετήσιο ύψος των κατακρημνισμάτων της περιοχής ανέρχεται σε 420 χιλ. και η μέση ετήσια θερμοκρασία αέρος σε 16 °C (μέση ελάχιστη του ψυχρότερου μήνα 0,2 °C και μέση μέγιστη του θερμότερου μήνα 31,7 °C) (Τσιόντσης 1996). Τα χαρακτηριστικά αυτά υποδεικνύουν ημίξηρο Μεσογειακό κλίμα με ψυχρούς χειμώνες (Le Houerou 1981).

Το πείραμα έγινε σε φυτεία επιλεγμένων ατόμων ψευδακακίας (κλώνοι) και ετεροθαλών οικογενειών εντός των οποίων επελέγησαν οι κλώνοι αυτοί. Το παραπάνω φυτικό υλικό ανήκε στη βοτανική ποικιλία της ψευδακακίας *monophylla* (*Robinia pseudoacacia* var. *monophylla* Carr.).

Πιο συγκεκριμένα στο πείραμα συμπεριλήφθηκαν:

- αντίγραφα φυτών (από μοσχεύματα βλαστού) 12 ατόμων ψευδακακίας (κλώνοι) που επιλέχθηκαν για την καλή τους αύξηση και το δυναμισμό τους εντός 7 ετεροθαλών οικογενειών στη Β. Ελλάδα,
- αντίγραφα φυτών (κλώνος) από ένα πολύ παραγωγικό άτομο της ίδιας ποικιλίας (επιλογή Στρυμόνα),
- απόγονοι από σπόρο (σπορόφυτα) των 7 ετεροθαλών οικογενειών από τις οποίες επιλέχθηκαν οι παραπάνω 12 κλώνοι,
- σπορόφυτα από ένα μίγμα σπόρων από όλες τις οικογένειες που αντιπροσωπεύει το μέσο πληθυσμό ( $C_0$ ), και
- σπορόφυτα από την κοινή ψευδακακία (μάρτυρας).

Τα αρχικά φυτά (αντίγραφα φυτών - που παράχθηκαν με ριζοβόληση μοσχευμάτων – και σπορόφυτα) ήταν ενός έτους όταν φυτεύθηκαν στον πειραματικό αγρό με φυτευτικό σύνδεσμο 2,5μ. x 2,5μ. (30 σειρές των 14 φυτών καθεμιά) τέλος Απριλίου 1994. Όλη η φυτεία περιβαλλόταν από μια σειρά φυτών κοινής ψευδακακίας (γυμνόριζα ενός έτους) στις ίδιες αποστάσεις για την εξασφάλιση κοινών συνθηκών ανταγωνισμού. Ο αριθμός των αντιγράφων φυτών για τους κλώνους δεν ήταν ο ίδιος για όλους, ενώ η κάθε οικογένεια αντιπροσωπεύτηκε από 30 φυτάρια η καθεμιά. Εξαιτίας του άνισου και σε πολλές περιπτώσεις μικρού αριθμού φυταρίων που αντιπροσώπευαν τους κλώνους, αποφασίστηκε η χρησιμοποίηση ενός πλήρως τυχαιοποιημένου πειραματικού σχεδίου με άνισα δείγματα (Φασούλας 1979).

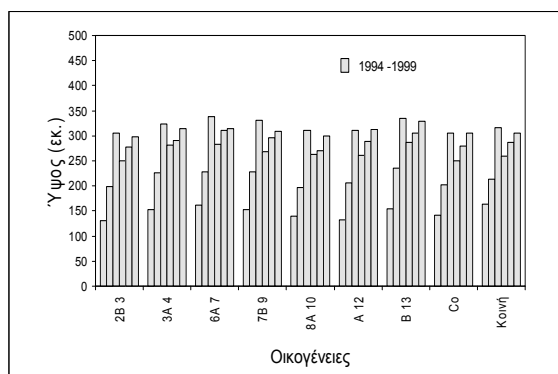
Στο τέλος της αυξητικής περιόδου κάθε έτους (τέλος Οκτωβρίου-αρχές Νοεμβρίου) μετριόταν το ετήσιο ύψος του υψηλότερου βλαστού κάθε δενδρυλλίου και συγκομιζόταν όλο το υπέργειο τμήμα του μετά από αποκοπή του στα 20 εκ. πάνω από την επιφάνεια του εδάφους. Ζυγίζόταν επί τόπου το συνολικό χλωρό βάρος κάθε φυτού και ενός αντιπροσωπευτικού του δείγματος. Στο Εργαστήριο, από το δείγμα αυτό λαμβανόταν το ξηρό του βάρος, μετά την παραμονή του στο ξηραντήριο για 48 ώρες σε θερμοκρασία 65°C. Με βάση το χλωρό και ξηρό βάρος του δείγματος έγινε και η εκτίμηση του συνολικού ξηρού βάρους κάθε φυτού. Τα έτη 1994 και 1995, στοιχεία της βιομάζας λαμβάνονταν από όλους τους κλώνους και από τα 20 σπορόφυτα κάθε οικογένειας. Κατά τα επόμενα έτη (1996-1999) ο αριθμός τους περιορίστηκε, αλλά διατηρήθηκε μια καλή τυχαία αντιπροσώπευσή τους σε όλο το χώρο της πειραματικής επιφάνειας.

Έγινε ανάλυση της παραλλακτικότητας της ετήσιας βιομάζας και του ετήσιου ύψους των παραβλαστημάτων για κάθε έτος, χωριστά για τις οικογένειες και τους κλώνους. Για τη μελέτη της σχέσης του ετήσιου ύψους των παραβλαστημάτων και της ετήσιας βιομάζας υπολογίστηκαν διαφόρων μορφών συμμεταβολές με εξηρητημένη μεταβλητή τη βιομάζα και ανεξάρτητη το ύψος (Φασούλας 1979).

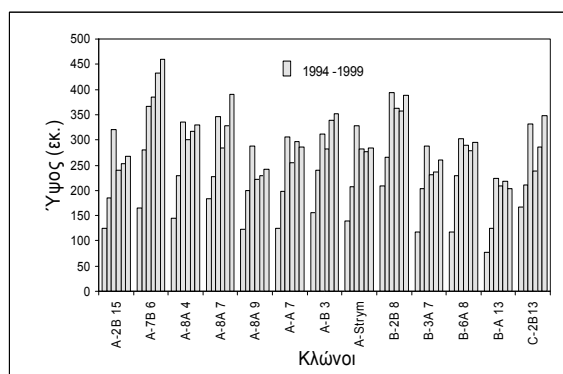
## Αποτελέσματα και συζήτηση

### Ύψος

Τα αποτελέσματα του ύψους της ετήσιας αύξησης των παραβλαστημάτων της ψευδακακίας για τα 6 έτη του πειράματος φαίνονται στην εικόνα 1 για τις οικογένειες και στην εικόνα 2 για τους κλώνους.



Εικόνα 1. Ετήσια αύξηση ύψους παραβλαστημάτων των οικογενειών ψευδακακίας για την περίοδο 1994-1999.



Εικόνα 2. Ετήσια αύξηση ύψους παραβλαστημάτων των κλώνων ψευδακακίας για την περίοδο 1994-1999.

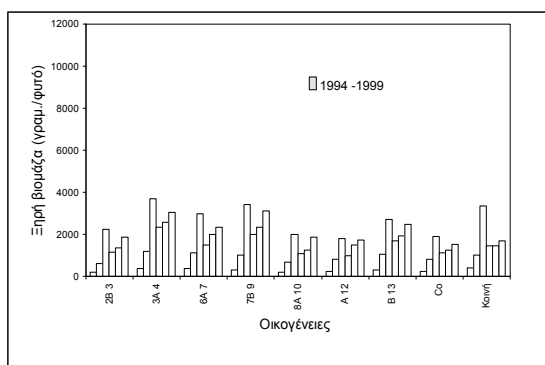
Είναι χαρακτηριστικό ότι, τόσο για τις οικογένειες όσο και για τους κλώνους, το ύψος των ετήσιων παραβλαστημάτων αυξήθηκε μέχρι το τρίτο έτος για να σταθεροποιηθεί στη συνέχεια. Η σταθεροποίηση όμως αυτή ήταν μεγαλύτερη στις οικογένειες παρά στους κλώνους. Στους τελευταίους παρατηρήθηκε μια ανομοιομορφία με ορισμένους κλώνους, όπως οι A-7B(6) και B-2B(8), να ξεχωρίζουν εξαιτίας του αισθητά μεγαλύτερου ύψους σε σχέση με τους υπόλοιπους σε όλα τα έτη του πειράματος. Το μέσο ύψος των κλώνων ήταν 2,8 μ. περίπου από το τρίτο έτος και μετά, ενώ οι δυο εξέχοντες κλώνοι ξεπέρασαν τα 3,5 μ. ύψος. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παραλλακτικότητας του ύψους μεταξύ των οικογενειών για όλα τα έτη επιβεβαίωσαν την παραπάνω παρατήρηση, δηλαδή δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις οικογένειες ( $P \leq 0,05$ ), ενώ στους κλώνους αντίθετα, με εξαίρεση το 1995, οι διαφορές που παρατηρήθηκαν μεταξύ τους ήταν από στατιστικά σημαντικές για το 1994 και 1996 ( $P \leq 0,05$ ) έως πάρα πολύ σημαντικές για τα τρία επόμενα ( $P \leq 0,000$ ). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η κοινή ψευδακακία δε διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά από τις άλλες οικογένειες της *monophylla*.

Η υπεροχή όμως των κλώνων έναντι άλλων και των οικογενειών δικαίωσε ουσιαστικά την επιλογή ατόμων που εφαρμόστηκε εντός των ετεροθαλών οικογενειών. Οι συγκεκριμένοι κλώνοι ήταν τα καλύτερα άτομά τους. Η ύπαρξη εξάλλου μεγαλύτερης παραλλακτικότητας μεταξύ των κλώνων σε αντίθεση με τις ετεροθαλείς οικογένειες μπορεί να εξηγηθεί από τη δοκιμή απογόνων των παραπάνω οικογενειών, η οποία έδειξε ότι μόνο το 25% της αθροιστικής γενετικής παραλλακτικότητας βρισκόταν μεταξύ των ετεροθαλών οικογενειών, ενώ το 75% ήταν εντός αυτών (Ντίνη-Παπαναστάση 1997).

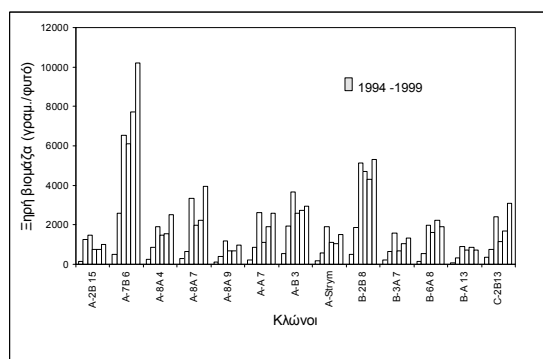
### Υπέργεια ετήσια βιομάζα

Τα αποτελέσματα της βιομάζας για τα 6 έτη του πειράματος (1994-1999) φαίνονται στις εικόνες 4 και 5 αντίστοιχα για τις οικογένειες και τους κλώνους. Όπως και στο ύψος, η ετήσια βιομάζα αυξήθηκε από το πρώτο έως το τρίτο έτος του πειράματος τόσο στις οικογένειες όσο και στους κλώνους. Εκτοτε όλες οι οικογένειες παρουσίασαν σχετικά ομοιόμορφη ανάπτυξη με σημαντικές όμως ετήσιες αυξομειώσεις της βιομάζας, οι οποίες θα πρέπει να αποδοθούν στις ετήσιες μεταβολές των καιρικών συνθηκών (Papanastasis et al. 1997).

Στην περίπτωση όμως των κλώνων, αν και υπήρχαν επίσης σημαντικές ετήσιες αυξομειώσεις, ήταν εμφανής μια έντονη διαφοροποίηση στην ανάπτυξή τους, επειδή ορισμένοι κλώνοι και συγκεκριμένα οι A-7B (6) και B-2B (8) υπερείχαν αισθητά σε σχέση με τους άλλους κλώνους, όπως και στην περίπτωση του ύψους. Η μέση ετήσια βιομάζα των κλώνων αυτών από ξεπερνούσε κατά πολύ τις αποδόσεις των υπολοίπων.



Εικόνα 3. Ετήσια αύξηση ξηρής υπέργειας βιομάζας των οικογενειών ψευδακακίας για την περίοδο 1994-1999.



Εικόνα 4. Ετήσια αύξηση ξηρής υπέργειας βιομάζας των κλώνων ψευδακακίας για την περίοδο 1994-1999.

Η στατιστική ανάλυση επιβεβαίωσε τις παραπάνω παρατηρήσεις. Στις οικογένειες, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους ( $P \leq 0,05$ ) σε όλα τα έτη πλην του πρώτου, στο οποίο η βιομάζα διέφερε σημαντικά ( $P \leq 0,01$ ) μεταξύ των διαφόρων οικογενειών. Στους κλώνους, αντίθετα, βρέθηκαν στατιστικά πολύ σημαντικές ( $P \leq 0,01$ ) στα έτη 1994 και 1995 και πάρα πολύ σημαντικές διαφορές ( $P \leq 0,000$ ) στα υπόλοιπα τέσσερα έτη. Η διαφοροποίηση αυτή μεταξύ των οικογενειών και των κλώνων δικαιώνει και πάλι την επιλογή που έγινε μέσα στις ετεροθαλείς οικογένειες, όπως αναφέρθηκε και στην περίπτωση του ύψους.

### Σχέσεις μεταξύ βιομάζας και ύψους

Στον πίνακα 1 φαίνονται οι συντελεστές προσδιορισμού ( $R^2$ ) των συναρτήσεων μεταξύ ύψους και υπέργειας βιομάζας για τις οικογένειες και τους κλώνους. Είναι φανερό, ότι μεταξύ των τεσσάρων συναρτήσεων που χρησιμοποιήθηκαν, τους υψηλότερους συντελεστές προσδιορισμού έδωσαν η εκθετική εξίσωση και, ιδιαίτερα, η υπερβολή και στις δύο κατηγορίες φυτών. Επίσης, παρατηρήθηκαν διαφορές στους συντελεστές προσδιορισμού μεταξύ των ετών, ιδιαίτερα στους κλώνους πιθανόν λόγω της μεγαλύτερης παραλλακτικότητας που εμφάνισαν στο ύψος και ιδιαίτερα στη βιομάζα. Τέλος, οι συντελεστές προσδιορισμού των οικογενειών υπερτερούσαν γενικά των αντίστοιχων των κλώνων, χωρίς όμως οι διαφορές αυτές να είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Ανάλογους συντελεστές προσδιορισμού παρουσίασε και η κοινή ψευδακακία, αν και οι τιμές τους θα πρέπει να θεωρηθούν ως απλώς ενδεικτικές, λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος.

Αν ληφθούν υπόψη οι συντελεστές προσδιορισμού συνολικά για όλα τα έτη του πειράματος (Πίνακας 2), τότε ότι η εκθετική εξίσωση και, ιδιαίτερα, η υπερβολή δείχνουν ότι υπάρχει στενή συσχέτιση μεταξύ της βιομάζας και του ύψους τόσο στις οικογένειες όσο και στους κλώνους. Ακόμη και η κοινή ψευδακακία έδωσε υψηλούς συντελεστές προσδιορισμού, μολονότι ο αριθμός των ατόμων του δείγματος που μετρήθηκε ήταν περιορισμένος. Τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύουν ότι είναι δυνατόν να εκτιμηθεί η βιομάζα σε αποψιλωτικά διαχειριζόμενες φυτείες ψευδακακίας έμμεσα από το ύψος των παραβλαστημάτων με πολύ ικανοποιητική ακρίβεια και να αποφευχθεί έτσι η χρονοβόρα και δαπανηρή εκτίμησή της με άμεσες μεθόδους.

Πίνακας 1. Συντελεστές προσδιορισμού ( $R^2$ ) της σχέσης μεταξύ ετήσιας υπέργειας βιομάζας ( $\Psi$ ) και του ετήσιου ύψους των παραβλαστημάτων ( $X$ ) οικογενειών και κλώνων της ψευδακακίας (ποικ. *τοπορhylla*), εκφρασμένη με τέσσερις τύπους εξισώσεων αναλυτικά για τα 6 έτη του πειράματος.

	Έτη	Τύποι εξισώσεων			
		Γραμμική	Δευτέρου βαθμού	Εκθετική	Υπερβολή
Οικογένειες	1994	0,6791	0,6867	0,6956	0,7539
	1995	0,5746	0,5918	0,6776	0,7028
	1996	0,5570	0,6078	0,6837	0,7390
	1997	0,6257	0,7065	0,7362	0,7806
	1998	0,6261	0,7112	0,7084	0,7319
	1999	0,4659	0,5068	0,6634	0,6961
Κλώνοι	1994	0,5569	0,6097	0,7253	0,8083
	1995	0,3086	0,3483	0,6456	0,6499
	1996	0,4895	0,5024	0,6422	0,6552
	1997	0,5957	0,7436	0,7069	0,7041
	1998	0,5549	0,7485	0,6527	0,6118
	1999	0,5387	0,6506	0,6992	0,7166
Κοινή ψευδακακία (Μάρτυρας)	1994	0,6668	0,7349	0,8104	0,8130
	1995	0,7784	0,8697	0,8573	0,8301
	1996	0,7592	0,8030	0,8502	0,8293
	1997	0,2092 <sup>ΜΣ</sup>	0,3471 <sup>ΜΣ</sup>	0,19983 <sup>ΜΣ</sup>	0,2355 <sup>ΜΣ</sup>
	1998	0,4938	0,5074	0,4905	0,5019
	1999	0,0911 <sup>ΜΣ</sup>	0,3564 <sup>ΜΣ</sup>	0,1764 <sup>ΜΣ</sup>	0,2108 <sup>ΜΣ</sup>

<sup>ΜΣ</sup> Μη στατιστικά σημαντικός.

Πίνακας 2. Εξισώσεις που εκφράζουν τη σχέση ετήσιας υπέργειας βιομάζας ( $\Psi$ ) και ετήσιου ύψους παραβλαστημάτων ( $X$ ) στις οικογένειες και τους κλώνους της ψευδακακίας (ποικ. *τοπορhylla*) με τους συντελεστές προσδιορισμού τους ( $R^2$ ), συνολικά για τα 6 έτη του πειράματος.

	Ε ξ ι σ ώ σ ε ι ς			
	Γραμμική	Δευτέρου βαθμού	Εκθετική	Υπερβολή
Οικογένειες	$\Psi=13,39X-1832,27$ $R^2=0,6292$	$\Psi=0,055 X^2-13,24X+980,55$ $R^2=0,7221$	$\Psi=e^{3,56+0,0129X}$ $R^2=0,8139$	$\Psi=0,00021X^{2,7895}$ $R^2=0,8515$
Κλώνοι	$\Psi=13,69X-1976,47$ $R^2=0,5452$	$\Psi=0,066X^2-18,08X+1390,06$ $R^2=0,6816$	$\Psi=e^{3,27+0,0135X}$ $R^2=0,7932$	$\Psi=0,00019X^{2,7912}$ $R^2=0,8211$
Κοινή (Μάρτυρας)	$\Psi=13,39X-1846,86$ $R^2=0,6550$	$\Psi=0,051 X^2-9,53X+629,99$ $R^2=0,7043$	$\Psi=e^{3,919+0,0127X}$ $R^2=0,7878$	$\Psi=0,0004X^{2,7211}$ $R^2=0,8174$

## Συμπεράσματα

- Τόσο το ύψος όσο και η βιομάζα αυξήθηκαν προοδευτικά από το 1<sup>ο</sup> μέχρι το 3<sup>ο</sup> έτος, για να παρουσιάσουν στη συνέχεια μια σχετική σταθερότητα.
- Αν και οι μέσες τιμές της βιομάζας και του ύψους δε διέφεραν σημαντικά στις οικογένειες και στους κλώνους, ορισμένοι επιλεγμένοι κλώνοι υπερείχαν αισθητά τόσο των οικογενειών όσο και των λοιπών κλώνων επιβεβαιώνοντας την επιτυχία της επιλογής που εφαρμόστηκε εντός των ετεροθαλών οικογενειών.
- Με εξαίρεση το 1ο έτος, οι οικογένειες δε διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους τόσο στο ύψος όσο και στη βιομάζα. Αντίθετα, οι κλώνοι διέφεραν στατιστικά σημαντικά σε όλα σχεδόν τα έτη του πειράματος.
- Η συσχέτιση μεταξύ της βιομάζας και του ύψους ήταν ισχυρότερη στις οικογένειες παρά στους κλώνους. Όμως και στις δυο περιπτώσεις επιτεύχθηκαν υψηλοί συντελεστές προσδιορισμού, όταν εφαρμόστηκε η εκθετική εξίσωση και ιδιαίτερα η υπερβολή.
- Η βιομάζα μπορεί να εκτιμηθεί με πολύ ικανοποιητική ακρίβεια από το ύψος σε αποψιλωτικά διαχειριζόμενες φυτείες ψευδακακίας ποικιλίας *monophylla*, οι οποίες αποτελούνται από ετεροθαλείς οικογένειες ή κλώνους.

## Αναγνώριση βοήθειας

Η εγκατάσταση της πειραματικής επιφάνειας και τα πρώτα έτη της έρευνας χρηματοδοτήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση (CAMAR, 8001-CT90-0030) και τη Δ/ση Δασικής Έρευνας του Υπουργείου Γεωργίας.

Ευχαριστίες εκφράζονται στον κ. Δημήτριο Ντάγαρη και στον κ. Αναστάσιο Τακουρίδη, μέλη του προσωπικού υποστήριξης του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών, για τη βοήθειά τους στη συλλογή των στοιχείων.

## Βιβλιογραφία

- Dini – Papanastasi, O. and T.G. Papachristou. 1999. Selection of *Robinia pseudoacacia* var. *monophylla* for increased feeding value in the Mediterranean environment, p. 51-56. In: Grasslands and Woody Plants in Europe. (V. P. Papanastasis, J. Frame and A. Nassis, eds). International Symposium, Thessaloniki, 27-29 May 1999. EGF, Vol. 4, Grassland Science in Europe (τόμοι ξενόγλωσσων συνεδρίων).
- Dini-Papanastasi, O. and C.P. Panetsos. 2000. Relation between growth and morphological traits and genetic parameters of *Robinia pseudoacacia* var. *monophylla* Carr. in northern Greece. *Silvae Genetica*, 49 (1): 37-44.
- Fowells, H. (Ed.). 1965. *Silvics of Forest Trees of the United States*. Agriculture Handbook No. 271. U.S. Department of Agriculture, Washington D.C.20250. 762p.
- Le Houerou, H.N. 1981. Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. In: *Mediterranean-type shrublands* (F. Di Castri et al., eds). New York, Elsevier Sci. Pub. Co.
- Ντίνη-Παπαναστάση, Ο. 1991. Ψευδακακία: Ένα αγνοημένο δασοπονικό είδος. *Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα*, 4: 55-58.
- Ντίνη-Παπαναστάση, Ο. 1997. Κληρονομικότητα χαρακτήρων της *Robinia pseudoacacia* και η σχέση τους με την παραγωγή βιομάζας. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 152 σελ.
- Papachristou, T.G., P.D. Platis, V.P. Papanastasis and C.N. Tsiouvaras. 1999. Use of deciduous woody species as a diet supplement for goats grazing Mediterranean shrublands during the dry season. *Animal Feed Science and Technology*, 80: 267-279.

- Παπαναστάσης, Β.Π., Π.Δ. Πλατής και Ο. Ντίνη – Παπαναστάση. 1996. Επιδράσεις της αποφυλλωτικής υλοτομίας στο ύψος και τη βιομάζα νεαρών φυτειών θάμνων και δένδρων. Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος. (Τόμος προς τιμή του ομότιμου καθηγητού κ. Ν. Παπαμίχου), ΛΘ/1, σελ. 119-148.
- Papanastasis, V.P., P.D. Platis and O. Dini-Papanastasi. 1997. Comparative productivity of deciduous woody fodder species and its relation to air temperature and precipitation in a Mediterranean environment. *Agroforestry Systems*, 37: 187-198.
- Papanastasis, V.P., P.D. Platis and O. Dini-Papanastasi. 1998. Effects of age and frequency of cutting on productivity of Mediterranean deciduous fodder tree and shrub plantations. *Forest Ecology and Management*, 110: 283-292.
- Papanastasis, V.P., C.N. Tsiouvaras, O. Dini-Papanastasi, T. Vaitsis, L. Stringi, C.F. Cereti, C. Dupraz, D. Armand, M. Meuret and L. Olea. 1999. Selection and utilization of cultivated Fodder Trees and Shrubs in the Mediterranean Region. (Compiled by V. P. Papanastasis). *Options Méditerranéennes. SERIE B: Etudes et recherches*, No 23, 93p.
- Platis, P.D., T.G. Papachristou and V. P. Papanastasis. 2002. Productivity of five deciduous woody fodder species under three cutting heights in a Mediterranean environment. *Cahiers Options Méditerranéennes* (under publication).
- Τσιόντσης, Α. 1996. Μετεωρολογικά Στοιχεία Δασικών Μετεωρολογικών Σταθμών Βόρειας Ελλάδας. Αυτοτελής Έκδοση του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών. Θεσσαλονίκη, σελ. 108.
- Φασούλας, Α. Κ. 1979. Στοιχεία Πειραματικής Στατιστικής. Θεσσαλονίκη 255 σελ.

## **Relation between biomass and height in open pollinated families and selected clones of black locust**

**O. Dini - Papanastasi**

Forest Research Institute – NAGREF  
570 06 Vassilika, Thessaloniki, Greece

### **Summary**

Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) is a fast growing, nitrogen-fixing leguminous tree, exhibiting an outstanding adaptability in a wide range of pedoclimatic conditions. It is native to southeastern North America, but it was also extensively naturalized in the temperate regions of Europe and Asia, while in Greece it was introduced 150 years ago. Widely used as multi-purpose species, black locust is ideally suited for forage production of high quality and quantity. The biomass produced, however, is not stable from one year to next and is also influenced by genetic factors. In this paper, aboveground biomass was harvested and measured from 9 open pollinated families and 13 selected clones of the *monophylla* variety at the end of the growing season for 6 consecutive years. Subsequently, this biomass was correlated with annual height by means of a regression analysis, involving four types of equations: linear, quadratic, exponential and power. It was found that annual biomass can be predicted with relatively high accuracy by using the easily measured annual height for both open pollinated families and clones of the *monophylla* variety and employing an exponential or, preferably, a power equation.

**Key words:** Variety *monophylla*, fodder tree, biomass, height, prediction equations.