

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ:

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΥΟ ΕΙΔΩΝ ΔΡΥΟΣ**



Σπουδάστρια: ΠΗΛΕΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ
Υπεύθυνος καθηγητής : ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Καλαμάτα 2005

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΥΤΙΚΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ:

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΔΑΦΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΥΠΕΡΓΕΙΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΥΟ ΕΙΔΩΝ ΔΡΥΟΣ**



**Σπουδάστρια: ΠΗΛΕΙΔΟΥ ΜΑΡΙΑ
Υπεύθυνος καθηγητής : ΖΑΚΥΝΘΙΝΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

Καλαμάτα 2005

Στην μνήμη του αδερφού μου Χαράλαμπου

1. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας θα ήθελα καταρχήν να ευχαριστήσω τον ειδικό επιστήμονα Γεώργιο Ευθυμίου με τον οποίο συνεργάστηκα καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Ευχαριστώ επίσης τον Κουκουλέτα Θεμιστοκλή και τον Τακουρίδη Αναστάσιο για τη βοήθειά τους στις μετρήσεις του πειράματος στην πειραματική επιφάνεια, τον Χουίδη Χαράλαμπο και τον Νίτσα Λουκά για την συμμετοχή τους στη συλλογή των φυταρίων από την πειραματική επιφάνεια καθώς και την Κροστάλλη Ελένη και την Amtage Bettina για την βοήθειά τους τόσο στην προηγούμενη διαδικασία όσο και στην πραγματοποίηση των μετρήσεων στο εργαστήριο. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Χαλυβόπουλο Γεώργιο, εντεταλμένο ερευνητή του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης, για την λήψη και την επεξεργασία των κλιματικών στοιχείων. Επιπλέον επιθυμώ να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στην Ραδόγλου Καλλιόπη, τακτική ερευνήτρια του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης, τόσο για την παραχώρηση όλων των απαραίτητων οργάνων, χωρίς τα οποία θα ήταν αδύνατη η πραγματοποίηση των μετρήσεων, όσο και για τις διορθώσεις κατά την συγγραφή της διατριβής αυτής και την βοήθειά της στην επεξεργασία της παρουσίασης.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Ζακυνθινό Γεώργιο, Κανάκη Ανδρέα και Κότσιρα Αναστάσιο για τον χρόνο που μου αφιέρωσαν για την αξιολόγηση της διατριβής μου.

2. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα αναφέρεται στην διαφορετική αντίδραση δύο ειδών δρυός κάτω από συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν μονοετή φυτάρια των ειδών *Quercus ithaburensis* και *Quercus pubescens*, τα οποία αναπτύχθηκαν σε πειραματική επιφάνεια στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης. Κατά την αυξητική περίοδο (Μάρτιος – Αύγουστος 2004) μετρήθηκαν όλες οι μορφολογικές και αυξητικές παράμετροι. Καθ' όλη τη διάρκεια της πειραματικής μελέτης, καταγράφονταν όλες κλιματικές συνθήκες της περιοχής μέσω αυτόματου κλιματικού σταθμού καθώς και όλες οι κλιματικές παράμετροι μέσω ειδικών αισθητήρων καταγραφής θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.

Η βιωσιμότητα στο τέλος της πειραματικής μελέτης ήταν 60 και 27% για τα IR και UR φυτάρια της *Q.ithaburensis* αντίστοιχα ενώ για το είδος *Q.pubescens* η επιβίωση ήταν χαμηλότερη με ποσοστά 7% για τα IR και 23% για τα UR φυτάρια. Μεγαλύτερη ανάπτυξη ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του βλαστού παρουσίασαν τα UR φυτάρια της *Q.pubescens* ενώ η μεγαλύτερη τιμή ως προς τη μορφολογία της κύριας ρίζας σημειώθηκε στα IR φυτάρια του ίδιου είδους. Το υδατικό στρες το οποίο εφαρμόστηκε φαίνεται πως επηρέασε περισσότερο τα IR φυτάρια της *Q.ithaburensis* προκαλώντας έτσι τη μεγαλύτερη ριζική ανάπτυξη σε σχέση με όλα τα άλλα φυτάρια. Εν τούτοις, η επιφάνεια της κύριας ρίζας ήταν μεγαλύτερη στα IR φυτάρια της *Q.pubescens*. Η βιομάζα των φυταρίων δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές. Τα UR φυτάρια της *Q.pubescens* σημείωσαν μεγαλύτερες τιμές ξηρού βάρους στο υπέργειο τμήμα ενώ τα IR φυτάρια της *Q.ithaburensis* είχαν μεγαλύτερη ανάπτυξη υπόγειου τμήματος.

3. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Ευχαριστίες	3
2. Περίληψη	4
3. Περιεχόμενα	5
4. Εισαγωγή	6
5. Υλικά και Μέθοδοι	10
5.1. Πειραματικός Σχεδιασμός	10
5.2. Μετρήσεις	14
5.2.1. Εδαφικής Υγρασίας και Θερμοκρασίας	14
5.2.2. Σχετικής Υγρασίας Αέρος	15
5.2.3. Μετεωρολογικές – Κλιματικές Συνθήκες	15
5.2.4. Φαινολογικές – Μορφολογικές	17
5.2.5. Βιομάζας	19
5.2.6. Ξηρού Βάρους	19
6. Αποτελέσματα και Συζήτηση	21
6.1. Μετεωρολογικές και Εδαφικές Συνθήκες κατά τη διάρκεια του πειράματος	21
6.2. Επιβίωση	23
6.3. Μορφολογία Βλαστού	25
6.4. Μορφολογία Ρίζας	27
6.5. Αριθμός Νέων Ριζών	28
6.6. Μήκος Νέων Ριζών	30
6.7. Βιομάζα	32
6.8. Επιφάνεια Ρίζας	35
7. Συμπεράσματα	37
8. Βιβλιογραφία	39

4. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό αποτελεί το περισσότερο αναγκαίο ανόργανο συστατικό για τα φυτά και το βρίσκουμε σ' αυτά σε μεγάλες ποσότητες. Όλες οι ζωτικές διαδικασίες συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με τη διαθεσιμότητα νερού (Ντάφης, 1986). Αποτελεί το κύριο συστατικό των φυτικών ιστών και παίζει σημαντικό ρόλο στην πραγμάτωση των φυσιολογικών διεργασιών (Valentini et al., 1992).

Μικρές διακυμάνσεις στην τροφοδότηση των φυτών με νερό μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές συνέπειες και να αλλάξουν τη μορφή της βλάστησης ακόμα και σε μικρό χώρο. Η βασική πηγή πρόσληψης νερού για τα δασικά δένδρα είναι φυσικά το έδαφος. Το νερό του εδάφους αποτελεί από τους σημαντικότερους παράγοντες για την αύξηση των δασικών δένδρων. Έλλειψη νερού επηρεάζει την ανάπτυξη των δασικών δένδρων περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο φυσικό παράγοντα του περιβάλλοντος (Ντάφης, 1986). Η ξηρασία λοιπόν είναι ο σημαντικότερος παράγοντας του περιβάλλοντος που επηρεάζει την αύξηση και την παραγωγικότητα των μεσογειακών οικοσυστημάτων που χαρακτηρίζονται από ξηρές περιόδους (Ντάφης 1986, Ραδόγλου 1995). Επομένως οι αντιδράσεις και οι προσαρμογές των δασικών ειδών στην υδατική καταπόνηση είναι καθοριστικές για την ανάπτυξη και την επιβίωσή τους σε δυσμενή περιβάλλοντα (Bradford and Hsiao, 1982).

Η υδατική καταπόνηση στα νεοφυτευθέντα φυτάρια εμφανίζεται να υπάρχει ακόμα και όταν το περιεχόμενο νερό στο έδαφος είναι υψηλό (Sands 1984, Ραδόγλου 2000). Παρά τη μεγάλη όμως σημασία που έχει και την επίδραση που ασκεί δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι το εδαφικό νερό αποτελεί πάντοτε τον οικολογικά αποφασιστικό παράγοντα, ακόμα και για κλίματα σαν της χώρας μας (Ντάφης, 1986).

Η τροφοδότηση των βλαστητικών οργάνων με νερό εξασφαλίζεται σχεδόν αποκλειστικά από το ριζικό σύστημα με την πρόσληψη νερού από το έδαφος. Όταν υπάρχει αύξηση ριζών υπάρχει αύξηση της πρόσληψης νερού και ελάττωσης της υδατικής καταπόνησης (Ραδόγλου, 2000). Πρόσληψη νερού από τα υπέργεια όργανα είναι πρακτικά ασήμαντη για τα δασικά δένδρα.

Το μέγεθος του ριζικού συστήματος, το διαθέσιμο για τα φυτά νερό του εδάφους και η ένταση της διαπνοής των φύλλων βρίσκονται πιθανώς σε μια ορισμένη ποσοτική σχέση μεταξύ τους. Αυτό όμως δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί πάντοτε γιατί η προσροφητική ικανότητα των ριζών διαφέρει ανάλογα με το δασοπονικό είδος και είναι δύσκολο να προσδιοριστεί και γιατί οι σταθμολογικές συνθήκες μπορούν να τροποποιήσουν, μέχρις ορίου, την διαμόρφωση του ριζικού συστήματος, υπερκαλύπτοντας συχνά τις ιδιορρυθμίες ανάπτυξής του που εξαρτώνται από το δασοπονικό είδος. Με τη βοήθεια διαφόρων μηχανισμών (ενεργός περιορισμός της διαπνοής, αύξηση της προσροφητικής ικανότητας των ριζών, μεταβολή του ριζικού συστήματος κ.λ.π.) μπορεί ένα δένδρο να εξισορροπήσει την υδατική του οικονομία σε μια πρόσκαιρη ανεπάρκεια. Μέσα σε ορισμένα όρια είναι επίσης δυνατή μια προσαρμογή σε ξηρούς σταθμούς (Ντάφης, 1986).

Από τα 25.000 είδη φυτών που εμφανίζονται στη μεσόγειο το 50% είναι ενδημικά. Η μεγάλη ποικιλομορφία της μεσογειακής βλάστησης και χλωρίδας οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην ιδιομορφία του μεσογειακού κλίματος αλλά και στην επίδραση των βιογεωγραφικών και ιστορικών παραγόντων. Ο βασικός χαρακτήρας του μεσογειακού κλίματος, με την έντονη ξηρή και θερμή θερινή περίοδο, αλλά και η διαφοροποίηση του μεσογειακού βιοκλίματος από περιοχή σε περιοχή, επηρεάζουν την εξάπλωση των φυτικών ειδών (Α. Μ. Παπαδόπουλος et al, 2002).

Η συνολική έκταση που καταλαμβάνουν τα ελληνικά αμιγή δρυοδάση είναι 14,7 εκατομμύρια στρέμματα, ενώ το σύνολο των κωνοφόρων δασών στην Ελλάδα καταλαμβάνει 14,2 εκατομμύρια στρέμματα. Αν ακόμα λάβουμε υπόψη ότι τα διάφορα είδη δρυών συμμετέχουν στα μικτά δάση μας και στους μικτούς θαμνώνες των αείφυλλων πλατύφυλλων με μεγάλο ποσοστό, εύλογα η Ελλάδα χαρακτηρίζεται ως χώρα δρυών.(Γεώργιος Ντούρος, 2002)

Το γένος *Quercus*, στην οικογένεια των *Fagaceae*, αποτελείται από περίπου 500 είδη παγκοσμίως εκ των οποίων περίπου 25 είδη υπάρχουν στην Ευρώπη και 11 είδη στην Ελλάδα προσαρμοσμένα στις επικρατούσες τοπικές συνθήκες περιβάλλοντος (Ραδόγλου, 2002). Το γένος περιλαμβάνει φυλλοβόλα

και αιθιαλή είδη προσαρμοσμένα σε ένα ευρύ φάσμα περιβάλλοντος (Dickson and Tomlinson 1996, Scarascia 2000, Ραδόγλου 2002).

Η προσαρμογή των διαφόρων ειδών στις συνθήκες του περιβάλλοντος συνετέλεσε στη φυσική εξάπλωση των ειδών (Woodward 1987)

Η φυσική εξάπλωση των παρακάτω 5 ειδών δίνει την ακόλουθη κλίμακα αντοχής στην ξηρασία *Q. pendunculiflora* < *Q. ilex* < *Q. trojana* < *Q. macrolepis* < *Q. pubescens*. (Ραδόγλου, 1995).

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα εξής δύο είδη : *Quercus macrolepis* Kotschy (*Quercus aegilops* auct.) και *Quercus pubescens* Willd.

Quercus macrolepis

Φυλλοβόλο ή ημιαιθαλές δέντρο, θερμοξηρόβιο και φωτόφιλο (Αραμπατζής, 1998).

Η βελανιδιά παρουσιάζει μεγάλη προσαρμοστικότητα στις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες (Παπαδόπουλος et al, 2002). Επιβιώνει σε μεγάλη καταπόνηση ξηρασίας. Ανταποκρίνεται στην υδατική καταπόνηση με αύξηση του ριζικού συστήματος και ιδιαίτερα των λεπτών ριζών. Οι μηχανισμοί και η πλαστικότητα των λειτουργιών της βελανιδιάς καθιστούν το είδος ικανό να επιβιώνει και να αντέχει αντίξοα περιβάλλοντα (Ραδόγλου, 2002).

Η βελανιδιά, στο εύρος εξάπλωσής της στη μεσόγειο, είναι είδος που δεν έχει ιδιαίτερες εδαφικές απαιτήσεις. Αναπτύσσεται σε βαθιά, μέτρια βαθιά, αβαθή και πολύ αβαθή εδάφη, ασβεστολιθικά ή πυριτικά, αμμοαργιλώδη έως αργιλώδη, με όξινο ή αλκαλικό pH (Παπαδόπουλος et al, 2002).

Στην Ελλάδα εμφανίζεται στην Αιτωλοακαρνανία, Αττική, Πελοπόννησο, Κρήτη Κέρκυρα, Κεφαλληνία, Ήπειρο, Κυκλάδες, Β.Αιγαίο, Θράκη (Ραδόγλου, 2002). Συναντάται ακόμη στη Ν.Ιταλία, Ν.Αλβανία, Τουρκία, Συρία, Ισραήλ, Ιορδανία, Παλαιστίνη Λίβανο (Φωτέλλη 1998, Παπαδόπουλος et al, 2002).



Φωτ. 1. Πηλείδου Μ. Φυτάριο *Quercus ithaburensis*

Quercus pubescens

Δέντρο μικρό ως μέσο (Αθανασιάδης, 1986), φυλλοβόλο (Αραμπατζής, 1998). Είδος θερμόβιο, αρκετά φωτόφιλο, ξερικό που αντέχει σε παρατεταμένη περίοδο ξηρασίας



(Φωτέλλη, 1998). Απαντάται σε ξηρές περιοχές και παρουσιάζει μεγάλο

Φωτ. 2. Πηλείδου Μ. Φυτόριο *Quercus pubescens*

οικολογικό εύρος (Ραδόγλου, 1995). Δεν είναι πολύ απαιτητικό σε θρεπτικές ουσίες και βάθος εδάφους (Φωτέλλη, 1998). Αδιάφορο ως προς την ορυκτολογική σύσταση του υπεδάφειου πετρώματος (Τσούμης, 1972). Πολύμορφο είδος με πολύ μεγάλο εύρος εξάπλωσης, που εισέρχεται ευρέως στη νότια βαλκανική χερσόνησο αλλά και ανατολικότερα με διάφορα υποείδη του (Παπαδόπουλος et al 2002, Αραμπατζής 1998).

Συναντάται στη Ν.Ευρώπη, Κριμαία, Καύκασο, Μ.Ασία, καθώς και σε ολόκληρη σχεδόν την Ελλάδα (Αθανασιάδης, 1986). Επίσης αναφέρεται ότι απαντάται και στη Δ.Ευρώπη (Φωτέλλη, 1998).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η συγκριτική έρευνα της επίδρασης της εδαφικής υγρασίας στην ανάπτυξη του υπέργειου και υπόγειου τμήματος φυταρίων δύο ειδών δρυός (*Quercus macrolepis* και *Quercus pubescens*), κατά τη διάρκεια της πρώτης αυξητικής περιόδου μετά τη μεταφύτευσή τους.

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο χώρο του Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών (ΙΔΕ) στα Βασιλικά, 15 km από τη Θεσσαλονίκη. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες της περιοχής είναι υψόμετρο 10m, γεωγραφικό μήκος $40^{\circ} 35'$ και γεωγραφικό πλάτος $22^{\circ} 58'$.

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 20 άτομα δρύος για κάθε είδος. Τα υπό μελέτη είδη ήταν : *Quercus ithaburensis* (Βαλανιδιά) και *Quercus rubescens* (Χνοώδης δρυς). Τα φυτάρια ήταν μονοετή και είχαν παραχθεί σε φυτοδοχεία στα φυτάρια της Διεύθυνσης Αναδασώσεων Νομού Θεσσαλονίκης, τα οποία βρίσκονται στην περιοχή του Λαγκαδά. Στις 29 Ιανουαρίου 2004 μεταφέρθηκαν και μεταφυτεύθηκαν στο Ινστιτούτο Δασικών Ερευνών.



Φωτ. 3. Πηλείδου Μ. Πειραματικός Σχεδιασμός

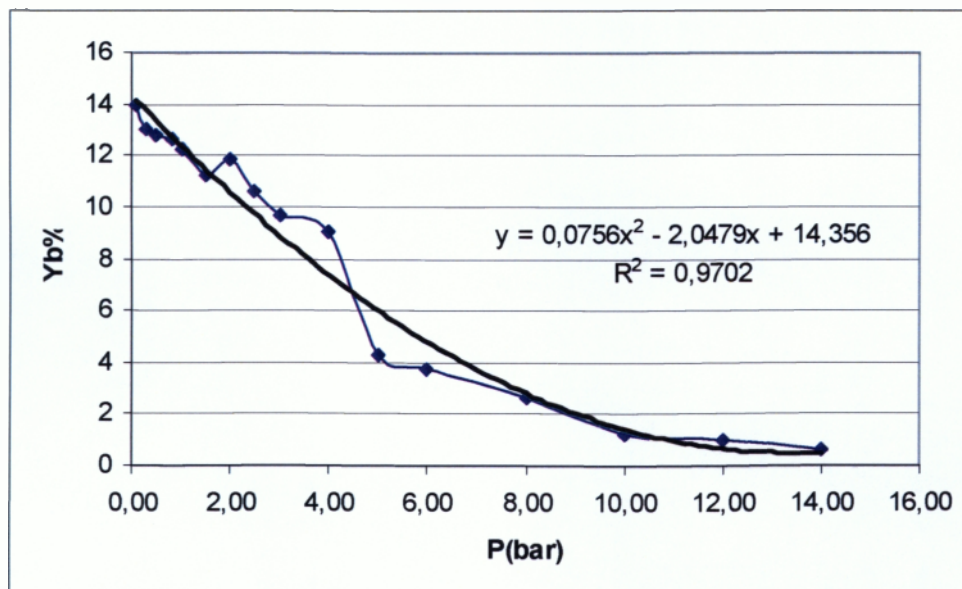
Η μορφή των φυτοδοχείων αποτελεί μια σημαντική ιδιότητα γιατί επηρεάζει άμεσα την διαμόρφωση του ριζικού συστήματος των φυταρίων (Hiatt και Tinus 1974, Landis et al. 1990, Τσακαλδήμη 2001).

Οι ειδικές θήκες τραπεζοειδούς διατομής που χρησιμοποιήθηκαν για την τοποθέτηση των φυταρίων, είχαν διαστάσεις 10x30x70cm. Για την ευχέρεια παρατήρησης της ανάπτυξης του ριζικού συστήματος, η μεγαλύτερη πλευρά των δοχείων αποτελούνταν από διάφανο πλαστικό (plexiglass) και η τοποθέτηση των φυταρίων πραγματοποιήθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε η απόσταση των ριζών από την επιφάνεια του plexiglass να είναι η μικρότερη δυνατή (Φωτ. 4).



Φωτ. 4. Ευθυμίου Γ. Ειδικές θήκες τοποθέτησης των φυταρίων κατά τη διάρκεια του πειράματος

Το εδαφικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε για την πλήρωση των ειδικών δοχείων ήταν μείγμα τύρφης και άμμου σε αναλογία 2:1. Στο εδαφικό μείγμα προσδιορίστηκε το σημείο υδατοϊκανότητας και το σημείο μαρασμού (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Χαλυβόπουλος Γ. Διάγραμμα σημείου υδατοϊκανότητας και σημείου μαρασμού

Ακολούθησε η κάλυψη των δοχείων με πλαστικές σακούλες, με σκοπό την αποφυγή έκθεσης των ριζών στην ηλιακή ακτινοβολία. Τα καλυμμένα πλέον δοχεία τοποθετήθηκαν σε τάφρο βάθους 80cm στο έδαφος, με ελαφριά κλίση 30° από το κατακόρυφο (Φωτ.5).



Φωτ. 5. Πηλείδου Μ. Πειραματικός σχεδιασμός

Στο κεφάλαιο αυτό χρησιμοποιούνται οι συμβολισμοί UR και IR για τα άτομα που αναπτύχθηκαν κάτω από συνθήκες υδατικής καταπόνησης και για τους μάρτυρες αντίστοιχα. (Φωτέλλη, 1998).

Εφαρμόστηκαν λοιπόν δύο χειρισμοί. Ο πρώτος περιλάμβανε υδάτινη καταπόνηση σε 10 φυτάρια κάθε είδους με μόνη πηγή νερού τα κατακρημνίσματα. Ο χειρισμός αυτός πραγματοποιήθηκε στο διάστημα από 29 Ιανουαρίου έως 01 Ιουλίου 2004. Μετά το πέρας αυτού του διαστήματος και μέχρι τις 3 Αυγούστου, τα φυτάρια αρδεύονταν κάθε 15 μέρες (τα φυτάρια αυτού του χειρισμού στη συνέχεια αναφέρονται ως UR φυτάρια). Στο δεύτερο χειρισμό εφαρμόστηκε άρδευση κατά τακτά χρονικά διαστήματα με σκοπό το έδαφος να βρίσκεται, όσο το δυνατόν, πιο κοντά στο σημείο υδατοϊκανότητας. Η άρδευση αρχικά πραγματοποιούνταν κάθε εβδομάδα ενώ από 1^η Ιουλίου, η παροχή νερού γινόταν κάθε 2 ημέρες (τα φυτάρια αυτού του χειρισμού στη συνέχεια αναφέρονται ως IR φυτάρια).

5.2 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος είχε εγκατασταθεί στην πειραματική επιφάνεια ειδικός σταθμός ηλεκτρονικής καταγραφής περιβαλλοντικών παραμέτρων. Τοποθετήθηκαν τυχαία σε ορισμένα δοχεία με φυτάρια, ειδικοί αισθητήρες καταγραφής θερμοκρασίας του εδάφους (Soil Temperature Probe, Type STI) και σχετικής υγρασίας του εδάφους (Theta Probe Soil Moisture Sensore Type ML1), οι οποίοι κατέγραφαν κάθε 10 λεπτά της ώρας τις τιμές των εν λόγω παραμέτρων των φυτοδοχείων.



Φωτ. 6. Πηλείδου Μ. Αισθητήρες καταγραφής εδαφικής θερμοκρασίας

5. 2. 1 ΕΔΑΦΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η σχετική περιεχόμενη εδαφική υγρασία καθώς και θερμοκρασία εδάφους, οι οποίες καταγράφονταν καθ' όλη τη διάρκεια του πειραματικού σχεδίου από ειδικούς αισθητήρες, φαίνονται στους πίνακες I και II αντίστοιχα.

	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
IR άτομα	24%	26%	26%	23%	19%	19%	20%
UR άτομα	25%	26%	27%	28%	18%	4%	7%

Πίνακας I. Σχετική υγρασία του εδάφους (%) κατά την πειραματική περίοδο

	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
IR άτομα	9	11	15	19	25	27	26
UR άτομα	12	14	18	23	29	31	30

Πίνακας II. Θερμοκρασία εδάφους (%) κατά την πειραματική περίοδο

5. 2. 2. ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΑΕΡΟΣ

Μια άλλη παράμετρος που εξετάστηκε κατά την πειραματική περίοδο, ήταν αυτή της σχετικής υγρασίας αέρος. Οι τιμές οι οποίες αναγράφονται στον πίνακα III, καταγράφηκαν από τον αυτόματο κλιματικό σταθμό του ΙΔΕ και περιγράφουν την σχετική υγρασία αέρος %, για τους μήνες που διεξάχθηκε το πείραμα.

Έτος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
2004	62	70	73	68	63	53	58

Πίνακας III. Σχετική υγρασία αέρος (%) κατά την πειραματική περίοδο

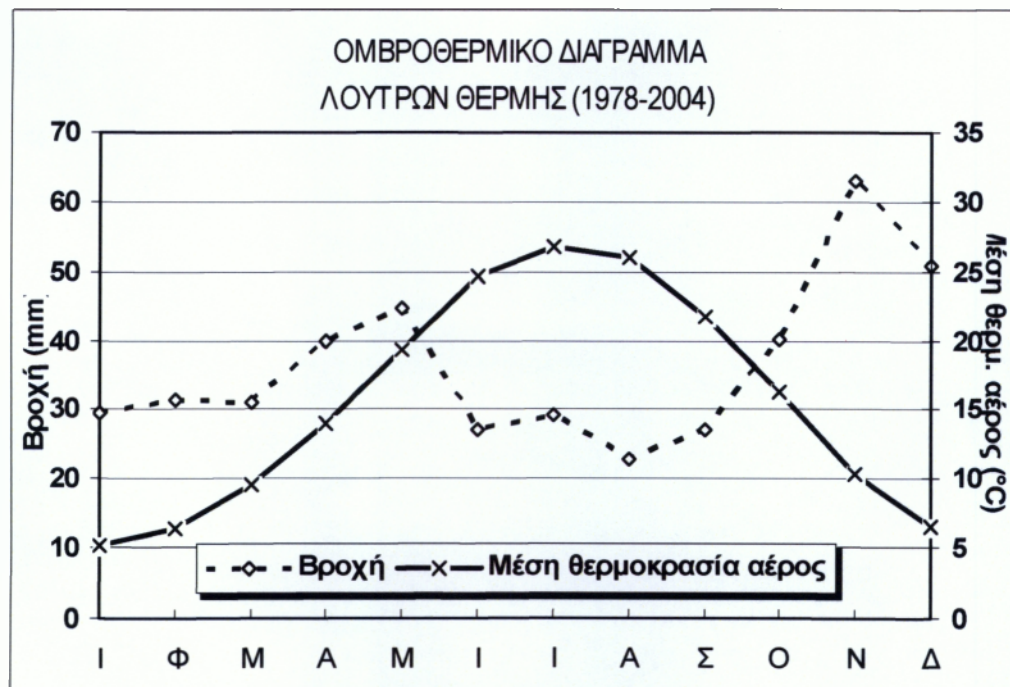
5. 2. 3 Μετεωρολογικές – Κλιματικές συνθήκες

Οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή καταγράφονταν μ' έναν αυτοματοποιημένο μετεωρολογικό σταθμό ο οποίος ευρίσκοντο στις εγκαταστάσεις του Ινστιτούτου σε υψόμετρο 10m, με γεωγραφικό μήκος 22° 58' και γεωγραφικό πλάτος 40° 35' (Φωτ.7).



Φωτ. 7. Πηλείδου Μ. Μετεωρολογικός Σταθμός

Από παρατηρήσεις είκοσι έξι ετών του μετεωρολογικού σταθμού, προκύπτει ότι η μέση τιμή των ετήσιων κατακρημνισμάτων ανέρχεται σε 436mm με ένα εύρος από 225 έως 784mm. Η υψηλότερη θερμοκρασία καταγράφηκε τον Ιούλιο του 1997 κι ανερχόταν στους 45°C, ενώ η ελάχιστη θερμοκρασία έφτασε τους -12°C και παρατηρήθηκε τον Δεκέμβριο του 1988.



Σχήμα 2. Χαλυβόπουλος Γ. Ομβροθερμικό Διάγραμμα

Η μέση μηνιαία βροχόπτωση των τελευταίων είκοσι έξι ετών καθώς και αυτή κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου, δηλαδή από τον Ιανουάριο έως τον Αύγουστο του 2004, φαίνεται στον πίνακα IV. Οι βροχοπτώσεις κατά τη διάρκεια της πειραματικής περιόδου έλαβαν χώρα κυρίως τους μήνες Ιανουάριο, Απρίλιο, Μάιο και Αύγουστο. Όπως φαίνεται και στον πίνακα I, οι τιμές αυτές δε διαφέρουν σημαντικά από τις αντίστοιχες τιμές των 26 τελευταίων ετών, οι οποίες φαίνεται να έλαβαν χώρα κυρίως την περίοδο του Απριλίου και του Μαΐου (Ραδόγλου, 1995).

Μήνες	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος
1978-2004	30	31	30	41	44	27	29	23
2004	78	18	19	47	51	13	14	69

Πίνακας IV. Μέση μηνιαία βροχόπτωση (mm) κατά τα έτη 1978-2004 και μέση μηνιαία βροχόπτωση κατά την πειραματική περίοδο

5. 2. 4. Φαινολογικές – Μορφολογικές Μετρήσεις

Η καταγραφή της αύξησης και του αριθμού των νέων ριζών διενεργείτο κάθε 15 ημέρες σε όλα τα άτομα κάθε χειρισμού για κάθε είδος. Τα φυτάρια με τη βοήθεια καροτσιού μεταφέρονταν σε κλειστό χώρο (για την αποφυγή έκθεσης του ριζικού συστήματος στην ηλιακή ακτινοβολία) κι αφού αφαιρούνταν οι πλαστικές σακούλες με τις οποίες ήταν καλυμμένα, καταγραφόταν ο αριθμός και το μήκος των νέων ριζών. Παράλληλα γινόταν καταμέτρηση των νέων φύλλων.

Μια άλλη παράμετρος που εξετάστηκε, ήταν η βιωσιμότητα των φυταρίων η οποία διενεργείτο σχεδόν κάθε δεκαπενθήμερο. Φυτά χωρίς φύλλα ή ζωντανούς οφθαλμούς θεωρούνταν νεκρά.

Το πείραμα ολοκληρώθηκε στις 03 Αυγούστου 2004 και έγινε η εξαγωγή των φυταρίων. Μετά την εξαγωγή ακολούθησε σχολαστικό πλύσιμο των ριζών, ώστε να απομακρυνθεί το εδαφικό μίγμα πλήρωσης και τυχόν ξένα σώματα από τις ρίζες (Τσακαλδήμη et al, 2000). Ακολούθησε ο διαχωρισμός του υπέργειου και του υπόγειου τμήματος των φυταρίων αλλά και όλων των επιμέρους τμημάτων τους (κλαδιά, φύλλα). Τα διαχωρισμένα πλέον μέρη των φυτών, τοποθετήθηκαν σε χάρτινες σακούλες και μεταφέρθηκαν στον εργαστηριακό χώρο για την περαιτέρω επεξεργασία τους.

Αρχικά έγινε η απομάκρυνση των ριζιδίων από την κύρια ρίζα και ο υπολογισμός του μήκους της κύριας ρίζας και του βλαστού. Στη συνέχεια, με τη χρήση παχύμετρου υπολογίστηκε το πάχος των κυρίως ριζών και βλαστών και ακολούθησε η ταξινόμησή τους σε κατηγορίες διαμέτρου μικρότερης των 2cm, διαμέτρου μεταξύ 2 και 5cm και μεγαλύτερης των 5cm. Η εκτίμηση της διαμέτρου των βλαστών έγινε σε ύψος 1-2cm από το ριζικό κόμβο, ενώ η διάμετρος της κύριας ρίζας μετρήθηκε στα 2-3cm κάτω από το ριζικό κόμβο. Ανάλογη διαδικασία με αυτή του διαχωρισμού των βλαστών, πραγματοποιήθηκε και για τα κλαδιά.

5. 2. 5. Βιομάζα

Αφού έγινε ο διαχωρισμός των ριζών, των βλαστών και των κλάδων, υπολογίστηκε με τη χρήση ηλεκτρονικού σαρωτή τύπου ADC Area Meter AM100, η επιφάνειά τους (Φωτ. 8).



Φωτ. 8. Πηλείδου Μ. Ηλεκτρονικός Σαρωτής

5. 2. 6. Ξηρό Βάρος

Για την εκτίμηση του ξηρού βάρους, όλα τα προαναφερθέντα μέρη των φυταρίων τοποθετήθηκαν σε μονάδα ξήρασης, σε θερμοκρασία 68°C για 48 ώρες (Φωτ. 9, 10).



Φωτ. 9, 10. Πηλείδου Μ. Μονάδα Ξήρασης

Μετά το πέρας του απαιτούμενου χρόνου, απομακρύνθηκαν από τη μονάδα ξήρανσης όλα τα μέρη των φυταρίων με σκοπό τον υπολογισμό του ξηρού βάρους με ηλεκτρονικό ζυγό (Φωτ. 11).



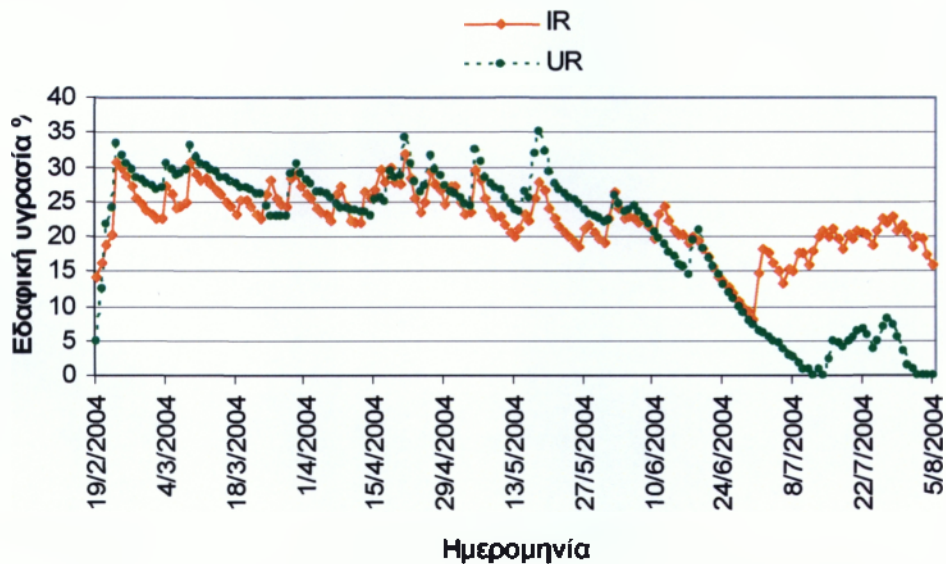
Φωτ. 11. Πηλείδου Μ. Μέτρηση ξηρού βάρους βλαστών, κλαδιών και ριζών με ηλεκτρονικό ζυγό

Όλες οι προαναφερθείσες μετρήσεις έλαβαν χώρα στην αρχή και στο τέλος του πειράματος.

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

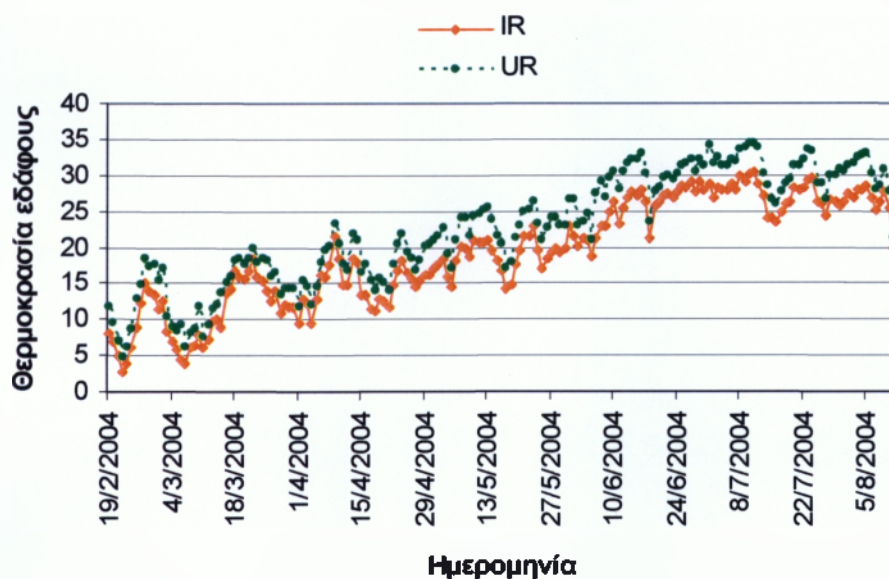
6. 1. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Η πορεία της εδαφικής υγρασίας δείχνει ότι από τις 19 Φεβρουαρίου μέχρι και την 1^η Ιουλίου δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των UR και IR ατόμων και η εδαφική υγρασία είναι αρκετά ικανοποιητική. Από τις 22 Ιουνίου έως και τις 30 Ιουνίου παρατηρείται πτώση της περιεχόμενης υγρασίας στα UR φυτά. Το επόμενο διάστημα παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο χειρισμών (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Χαλυβόπουλος Γ. Ημερήσια Περιεχόμενη Εδαφική Υγρασία %

Η θερμοκρασία του εδάφους δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο χειρισμών. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 4, καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, η πορεία της θερμοκρασίας των IR ατόμων τείνει να ακολουθήσει αυτή των UR. Το έδαφος στα IR φυτάρια σημείωσε χαμηλότερες τιμές από εκείνες των UR, με μια απόκλιση 1-5°C. Οι μεγαλύτερες τιμές καταγράφηκαν τον Ιούλιο, 30°C για τα IR φυτάρια και 34°C για τα UR φυτάρια.



Σχήμα 4. Χαλυβόπουλος Γ. Ημερήσια θερμοκρασία εδάφους °C

6. 2. ΕΠΙΒΙΩΣΗ

Την Άνοιξη (Μάιος 2004) η επιβίωση των φυταρίων και των δύο ειδών ήταν ιδιαίτερα υψηλή και δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των χειρισμών. Τα ποσοστά επιβίωσης έφθαναν το 100% για τα φυτάρια της *Q. ithaburensis* και 95% για τα φυτάρια της *Q. pubescens* και για τους δύο χειρισμούς των ειδών. Τα αντίστοιχα ποσοστά που σημειώθηκαν στην επόμενη μέτρηση (18 Ιουνίου) ήταν 95% και 90%. Αντίθετα στην επόμενη καταγραφή, αφού μεσολάβησε η ξηροθερμική περίοδος του καλοκαιριού, τα ποσοστά επιβίωσης μειώθηκαν αισθητά και διαφοροποιήθηκαν μεταξύ των χειρισμών. Το μεγαλύτερο ποσοστό επιβίωσης παρουσίασαν τα IR φυτάρια της *Q.ithaburensis* (60%). Στους υπόλοιπους χειρισμούς το ποσοστό επιβίωσης κυμάνθηκε από 7% έως 27%, με μικρότερο αυτό των 7% το οποίο σημειώθηκε στα IR φυτάρια της *Q.pubescens*. Τα UR φυτάρια του ίδιου είδους παρουσίασαν ποσοστό επιβίωσης 23% ενώ στα UR φυτάρια της *Q.ithaburensis* το ποσοστό ήταν 27% (Πίνακας V).

<i>Quercus ithaburensis</i>		<i>Quercus pubescens</i>	
IR	UR	IR	UR
60	27	7	23

Πίνακας V. Ποσοστό επιβίωσης (%) μονοετών φυταρίων *Q.ithaburensis* και *Q.pubescens*

Φαίνεται πως τα φυτάρια της *Q. ithaburensis* υπερέχουν ως προς την επιβίωση με αρκετά υψηλό ποσοστό στα IR φυτάρια. Αντίθετα τα φυτάρια της *Q.pubescens* έχουν πολύ χαμηλή επιβίωση.

Όμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν σε φυτάρια πουργαριού. Η μεσολάβηση της θερινής περιόδου στο πρώτο έτος, μείωσε την επιβίωση φυταρίων πουργαριού από 88-100%, που ήταν πέντε μήνες μετά τη μεταφύτευση, σε 25,6-73,6%. Επίσης, ενώ την άνοιξη μετά τη φύτευση η επιβίωση μονοετών φυταρίων αριάς εμφανίστηκε πολύ υψηλή (95-100%), μετά τη θερινή περίοδο μειώθηκε απότομα και κυμάνθηκε από 42,9 έως 73,3% (Τσακαλδήμη, 2001).

Η θνησιμότητα μονοετών βωλόφυτων φυταρίων αριάς ήταν πολύ μεγαλύτερη κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου και επιπλέον διαπίστωσαν η μορφολογική και φυσιολογική πλαστικότητα των φυταρίων αριάς απέναντι στις αλλαγές των συνθηκών περιβάλλοντος είναι σχετικά μικρή (Broncano et al, 1998). Χαμηλά ποσοστά επιβίωσης (33,7%) παρατηρήθηκαν σε βωλόφυτα φυτάρια αριάς που εγκαταστάθηκαν στην περιοχή της Χαλκιδικής (Ganatsas et al, 1998).

Η δυσκολία της επιτυχούς εγκατάστασης αποτελεί κοινό πρόβλημα για τα περισσότερα είδη δρυός και οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι τα είδη αυτά δεν προσαρμόζονται εύκολα στις απότομες αλλαγές των συνθηκών περιβάλλοντος (McGee και Loftis 1992) και δυσκολεύονται να επεκτείνουν το ριζικό τους σύστημα αμέσως μετά τη μεταφύτευση (Ruehle και Kormanik 1986).

6. 3. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΒΛΑΣΤΟΥ

Τα κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά που επηρεάζουν την επιτυχία εγκατάστασης είναι το μέγεθος, το ύψος, η διάμετρος, η αναλογία βλαστού ριζών, το βάρος βλαστού και το βάρος ριζών. Το μέγεθος δεν εγγυάται επιτυχία. Η επιβίωση μειώνεται κυρίως λόγω της έλλειψης ισορροπίας μεταξύ βλαστού και ριζών. Άριστο μέγεθος και ισορροπία μεταξύ ριζών και βλαστού μπορεί να βοηθήσει σημαντικά την μείωση της έντασης και της διάρκειας του στρες μεταφύτευσης (Ραδόγλου, 1999).

Τα φυτάρια της *Q. ithaburensis*, πριν τη μεταφύτευσή τους στην πειραματική επιφάνεια και μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής μελέτης, δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στη μορφολογία του βλαστού. Οι τιμές που σημειώθηκαν στο ύψος και τη διάμετρο του βλαστού στα IR αλλά και στα UR φυτάρια του εν λόγω είδους, και στην αρχή και στο τέλος της αυξητικής περιόδου, δεν διέφεραν σημαντικά.

Πιο μεγάλη επίδραση στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του βλαστού φαίνεται πως είχαν τα φυτάρια της *Q. pubescens* παρά τη μικρότερη επιβίωση του είδους. Συγκεκριμένα, η τιμή που σημειώθηκε στο ύψος των IR φυταρίων ήταν 17,47cm με αρχική καταγεγραφήμενη εκείνη των 10,43cm ενώ η αύξηση της διαμέτρου ήταν μικρή. Ο λόγος ύψους προς διάμετρο παρουσίασε σημαντική διαφορά. Όσον αφορά τα UR φυτάρια, σ' αυτά παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη αύξηση τόσο στο ύψος όσο και στη διάμετρο του βλαστού. Το ύψος αυτών έφθασε τα 29,5cm και η διάμετρος τα 3,50mm. Διαπιστώνεται λοιπόν πως η διαφορετική μεταχείριση των φυταρίων, ως προς την παροχή νερού, επηρέασε σημαντικά την καθ' ύψος αύξηση των φυταρίων της *Q. pubescens*.

Συγκρίνοντας την αύξηση των φυταρίων των δύο ειδών, διακρίνουμε πως τα UR φυτάρια της *Q. pubescens* είχαν σαφώς καλύτερη ανάπτυξη απ' όλα τα άλλα φυτάρια ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά παρά τα μικρά ποσοστά επιβίωσης που παρουσίασαν.

Χειρισμός	Ημερομηνία	Ύψος Βλαστού H (cm)	Διάμετρος Βλαστού D (mm)
Q. ithaburensis	29.01.2004	19,98	3,38
IR	03.08.2004	18,32	3,52
UR	03.08.2004	19,96	3,62
Q. pubescens	29.01.2004	10,43	2,75
IR	03.08.2004	17,47	3,07
UR	03.08.2004	29,5	3,50

Πίνακας VI. Μέσοι όροι του ύψους και της διαμέτρου των βλαστών

Σε άλλες έρευνες διαπιστώθηκε πως στο τέλος της αυξητικής περιόδου (Δεκέμβριος), η εφαρμογή του υδατικού στρες κατά τη διάρκεια της παραγωγής των φυταρίων επιδρά διαφορετικά σε κάθε είδος. Τα φυτάρια αριάς που υποβλήθηκαν σε υδατικό στρες (διάρκειας 12 ημερών) παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά μικρότερο ύψος (22,6cm) σε σχέση με αυτά του μάρτυρα (28,2cm). Αντίθετα η διάμετρος των φυταρίων δεν επηρεάστηκε από την εφαρμογή του στρες. Η μέση διάμετρος έφθασε τα 3,54mm για τον μάρτυρα και 3,47mm για τον χειρισμό με υδατικό στρες. Η εφαρμογή υδατικού στρες μείωσε το ύψος των φυταρίων πουρναριού και αύξησε τη διάμετρό τους. Οι διαφορές όμως αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Το ύψος των φυταρίων έφθασε στα 25,5 και 22cm για τους δύο χειρισμούς (μάρτυρας και υδατικό στρες αντίστοιχα) και η διάμετρος έφθασε τα 3,1 και 3,4mm αντίστοιχα (Τσακαλδήμη et al, 2000).

Ο Roller 1977 βρήκε ότι τα φυτάρια της black spruce με δείκτη H/D μεγαλύτερο του 6, καταστράφηκαν όταν εκτέθηκαν σε άνεμο, ξηρασία και παγετό. Γενικά ο δείκτης ρωμαλεότητας σε συνδυασμό με την διάμετρο στον ριζικό κόμβο, θα μπορούσε να προβλέψει την επιβίωση και την ανάπτυξη των φυταρίων στην ύπαιθρο (Thompson 1985).

6. 4. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΡΙΖΑΣ

Η ικανότητα των φυταρίων να εγκατασταθούν, προσδιορίζεται από την ικανότητά τους να επεκτείνουν το ριζικό τους σύστημα γρήγορα στο περιβάλλον έδαφος και να προσλάβουν ικανοποιητική ποσότητα νερού και θρεπτικών συστατικών. Η επιτυχημένη εγκατάσταση εξαρτάται από την επιμήκυνση των ριζών. Η επιτυχής εγκατάσταση κατά συνέπεια εξαρτάται από την ικανότητα των ριζών να εφοδιάζουν αποτελεσματικά νερό και να αντισταθμίζει τις απώλειες από την διαπνοή (Ραδόγλου, 1999).

Το ύψος της κύριας ρίζας των φυταρίων της *Q.ithaburensis* αυξήθηκε αισθητά κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου. Οι τιμές τους έφθασαν τα 49,03 και 47,84cm στα IR και UR φυτάρια αντίστοιχα.

Όσον αφορά το ύψος της κύριας ρίζας, σημειώθηκε αύξηση και για τα IR αλλά και για τα UR φυτάρια της *Q.pubescens*. Οι εν λόγω τιμές ήταν 55,40 και 31,50cm αντίστοιχα.

Η διάμετρος μετά το πέρας της αυξητικής περιόδου τόσο στα IR όσο και στα UR φυτάρια μεταβλήθηκε από 7,67mm στα 6,27 και 6,54mm αντίστοιχα. Ανάλογη μείωση παρατηρήθηκε και στα UR φυτάρια της *Q.pubescens*. Αντίθετα τα IR φυτάρια του ίδιου είδους παρουσίασαν αύξηση της διαμέτρου συγκριτικά με την αρχική τιμή.

Είδος	<i>Quercus ithaburensis</i>			<i>Quercus pubescens</i>		
	29.01.2004	03.08.2004		29.01.2004	03.08.2004	
Χειρισμός	-	IR	UR	-	IR	UR
Ύψος [cm]	15	49,03	47,84	15,62	55,40	31,50
Διάμετρος (mm)	7,67	6,27	6,54	5,60	6,71	5,50

Πίνακας VII. Μέσοι όροι του ύψους και της διαμέτρου της κύριας ρίζας

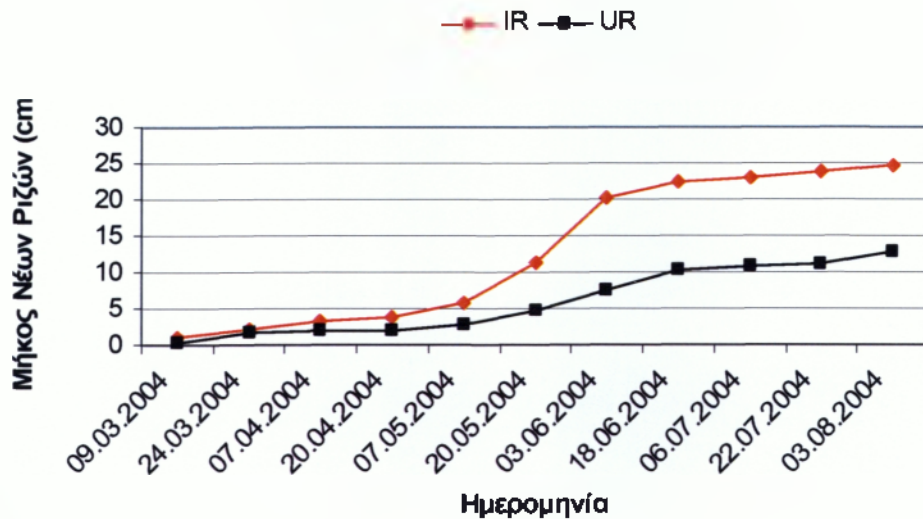
6. 5. ΑΡΙΘΜΟΣ ΝΕΩΝ ΡΙΖΩΝ

Ο αριθμός των νέων ριζών αυξήθηκε, κατά τη διάρκεια της αυξητικής περιόδου, και στους δύο χειρισμούς και των δύο ειδών, σημειώνοντας σχεδόν διπλάσιες τιμές μεταξύ των IR και UR φυταρίων για κάθε είδος. Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρήθηκε στα IR φυτάρια της *Q.ithaburensis*.

Είδος	<i>Quercus ithaburensis</i>		<i>Quercus pubescens</i>	
	IR	UR	IR	UR
09.03.2004	1,06	0,33	0,53	0,73
24.03.2004	2,13	1,53	1,47	2,27
07.04.2004	3,20	1,93	1,60	2,53
20.04.2004	3,80	2,07	1,73	2,60
07.05.2004	5,73	2,73	2,33	3,07
20.05.2004	11,47	4,67	2,47	3,80
03.06.2004	20,40	7,60	3,33	4,60
18.06.2004	22,47	10,40	3,40	5,00
06.07.2004	23,13	10,80	3,40	5,33
22.07.2004	23,93	11,13	3,47	5,93
03.08.2004	24,60	12,67	3,53	7,87

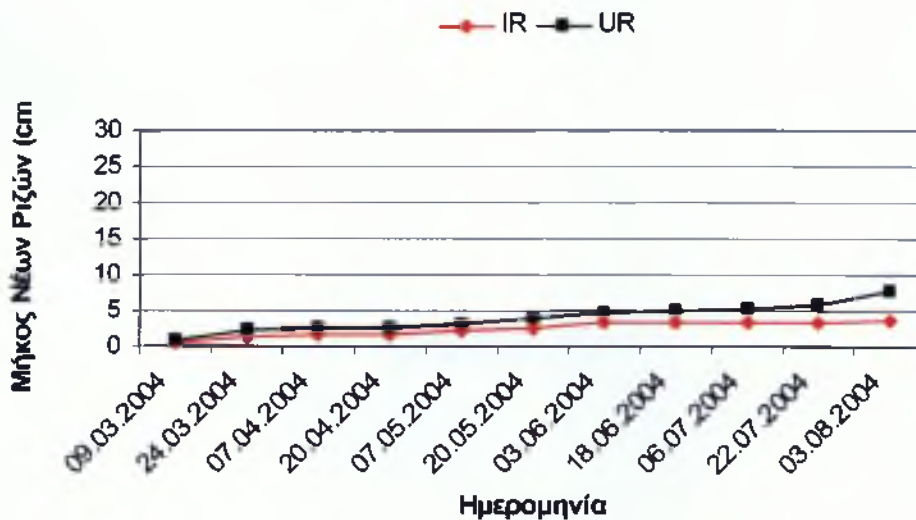
Πίνακας VIII. Μέσος όρος νέων ριζών μονοετών φυταρίων *Q.ithaburensis* και *Q.pubescens*

Τα IR φυτάρια της *Q.ithaburensis* παρουσίασαν μεγαλύτερο αριθμό νέων ριζών (24,60) σε σχέση με τα UR (12,67). Ενώ μέχρι και τις 24 Μαρτίου η διαφορά μεταξύ των δύο χειρισμών δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική, παρατηρείται μία μεγαλύτερη αύξηση στις 07 Απριλίου η οποία όμως ακολουθείται από μία απότομη αύξηση του ρυθμού εμφάνισης νέων ριζών, επιφέροντας έτσι από τις 07 Μαΐου κιάλας διπλάσια τιμή στα IR φυτάρια σε σχέση με τα UR (σχήμα 5).



Σχήμα 5. Μέσος όρος νέων ριζών μονοετών φυταρίων *Q.ithaburensis*

Τα φυτάρια της *Q. pubescens* δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Και τα IR και τα UR φυτάρια παρουσιάζουν σχεδόν ίδια πορεία, με μικρές διαφορές μεταξύ τους (σχήμα 6). Οι τελικές καταγραφόμενες τιμές ήταν 3,53 για τα IR φυτάρια και 7,87 για τα UR φυτάρια.

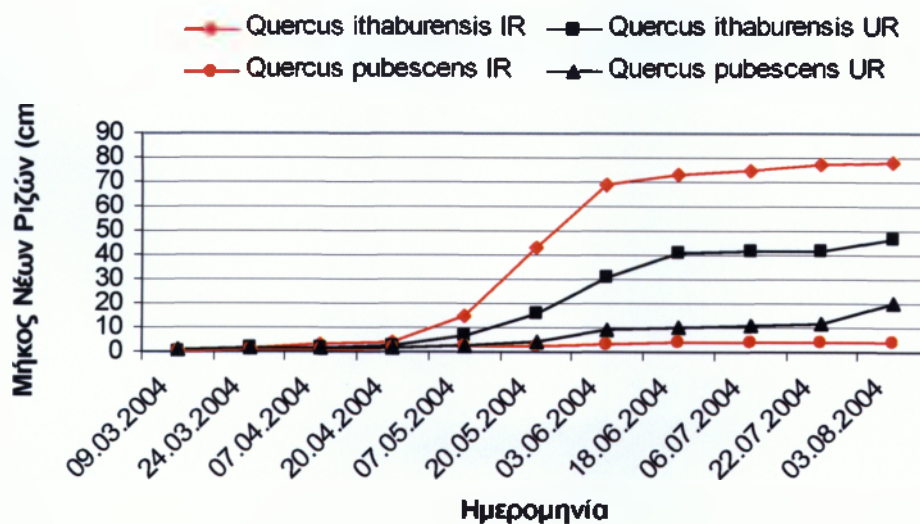


Σχήμα 6. Μέσος όρος νέων ριζών μονοετών φυταρίων *Q. pubescens*

6. 6. ΜΗΚΟΣ ΝΕΩΝ ΡΙΖΩΝ

Η ικανότητα των ριζών να παράγουν νέες ρίζες μετά τη μεταφύτευση διαφέρει μεταξύ των ειδών και είναι μια καλή ένδειξη ότι όλα τα συστήματα του φυτού λειτουργούν κανονικά (Ραυτογιάννης, Ραδόγλου 1999)

Από την καταγραφή του μήκους των νέων ριζών, η οποία διενεργείτο κάθε δεκαπέντε ημέρες, διαπιστώνεται ότι τα IR φυτάρια του είδους *Q. ithaburensis* υπερέχουν συγκριτικά τόσο με τα UR του ίδιου είδους όσο και με τα φυτάρια του είδους *Q. pubescens* (σχήμα 7). Οι διαφορές που σημειώθηκαν αρχικά ανάμεσα στα IR και UR φυτάρια του *Q.ithaburensis* δεν ήταν μεγάλες. Στις 07 Μαΐου άρχισαν να διαφοροποιούνται περισσότερο οι μεταξύ τους τιμές, καταγράφοντας έτσι στις 03 Ιουνίου τη μέγιστη διαφορά μεταξύ IR και UR φυταρίων η οποία έφθασε τα 38,43 (πίνακας ΙΧ). Η μεγαλύτερη αύξηση που σημειώθηκε μεταξύ των μετρήσεων ήταν στις 20 Μαΐου και 03 Ιουνίου για τα IR και UR φυτάρια αντίστοιχα.



Σχήμα 7. Μέσος όρος συνολικού μήκους ριζών

Αντίθετα, στα φυτά της *Q.pubescens* δεν παρατηρήθηκαν τόσο μεγάλες διαφορές. Και τα IR αλλά και τα UR φυτά παρουσίασαν μία σταθερή αύξηση χωρίς σημαντικές διαφορές κατά τη διάρκεια της πειραματικής έρευνας.

Είδος	<i>Quercus ithaburensis</i>		<i>Quercus pubescens</i>	
	IR	UR	IR	UR
09.03.2004	0,76	0,15	0,29	0,47
24.03.2004	1,70	1,44	0,91	1,72
07.04.2004	3,20	2,01	1,20	1,85
20.04.2004	4,39	2,35	1,32	1,99
07.05.2004	14,91	6,79	2,20	2,69
20.05.2004	43,25	15,89	2,39	4,28
03.06.2004	69,29	30,86	3,28	9,12
18.06.2004	73,52	40,59	3,78	10,07
06.07.2004	75,02	41,33	3,78	11,25
22.07.2004	77,31	41,81	3,85	11,94
03.08.2004	78,49	46,26	3,91	20,02

Πίνακας ΙΧ. Μέσος όρος συνολικού μήκους ριζών

Γενικά τα φυτά της *Q.ithaburensis* εμφανίζουν μεγαλύτερο μήκος ριζών από τα φυτά της *Q.pubescens* και στους δύο χειρισμούς. Οι μεγαλύτερες τιμές μήκους ριζικού συστήματος εμφανίζονται στα IR φυτά της *Q.ithaburensis* και συνδέονται με μεγαλύτερο αριθμό ριζών.

6. 7. ΒΙΟΜΑΖΑ

Η ποσότητα των ριζών είναι ένας καλός δείκτης επιβίωσης και αύξησης. Οι μεγάλης διαμέτρου ρίζες μπορούν να θεωρηθούν ως δεξαμενές αποθήκευσης νερού, υδατανθράκων και θρεπτικών συστατικών, που θα προμηθεύσουν τα άλλα μέρη του φυτού αμέσως μετά τη μεταφύτευση και θα παράγουν τις πρώτες ρίζες. Η ποσότητα της ρίζας ή του βλαστού μετριέται ως ξηρό βάρος ύστερα από ξήρανση (I. Ραυτογιάννης & Κ. Ραδόγλου, 1999).

Το ξηρό βάρος είναι βασικό μέγεθος, απαιτείται όμως καταστρεπτική δειγματοληψία για το σκοπό αυτό. Επιπλέον υπάρχουν περιορισμοί μέχρι ποιο βαθμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί το ξηρό βάρος σαν κριτήριο. Για παράδειγμα, το μέγεθος του ριζικού συστήματος δύο φυταρίων μπορεί να είναι απόλυτα ίδιο σε ξηρό βάρος, όμως το ένα φυτάριο μπορεί να έχει λίγες μεγάλης διαμέτρου ρίζες, και το άλλο να έχει κυρίως μεσαίου μεγέθους και λεπτές ρίζες, που όπως είναι φυσικό έχουν διαφορετικές προσροφητικές επιφάνειες (Α. Χατζηστάθης, Σ. Ντάφης 1989). Γι' αυτό προσδιορίστηκαν στο πείραμά μας όλα τα κλάσματα του ριζικού συστήματος.

Το συνολικό ξηρό βάρος των φυταρίων της *Q.ithaburensis*, κατά το τέλος της αυξητικής περιόδου, δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των IR και UR φυταρίων. Οι τιμές που καταγράφηκαν τόσο στις ρίζες όσο και στους βλαστούς και τα κλαδιά παρουσίασαν πολύ μικρές αποκλίσεις μεταξύ των χειρισμών. Ανάλογη πορεία, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των χειρισμών, σημειώθηκε και στα φυτάρια της *Q.pubescens*. Το μεγαλύτερο συνολικό ξηρό βάρος παρατηρήθηκε στα UR φυτάρια (πίνακας X).

ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ						
Είδος	Quercus ithaburensis			Quercus pubescens		
Ημερομηνία	29.01.2004	03.08.2004		29.01.2004	03.08.2004	
Χειρισμός	-	IR	UR	-	IR	UR
Βλαστού	1,2	1,11	1,04	0,59	1,10	2,09
Κλαδιών	0,2	0,18	0,25	0,00	0,16	0,35
R ₁ ^(a)	1,5	1,87	1,76	0,95	1,07	0,00
R ₂ ^(b)	0,5	0,56	0,35	0,71	0,26	0,00
R ₃ ^(c)	5,9	5,10	4,93	2,13	2,72	4,49
Συνολικό ξηρό βάρος φυταρίου	9,3	8,82	8,33	4,38	5,31	6,93

Πίνακας X. Μέσοι όροι της βιομάζας

- (a): Με R₁ συμβολίζονται οι ρίζες με διάμετρο μικρότερη από 2mm.
 (b): Με R₂ συμβολίζονται οι ρίζες με διάμετρο μεταξύ 2mm και 5 mm.
 (c) : Με R₃ συμβολίζονται οι ρίζες με διάμετρο μεγαλύτερη από 5mm.

Η βιομάζα των φυταρίων και των δύο ειδών δεν παρουσίασε μεγάλη μεταβλητότητα μεταξύ των χειρισμών. Όπως φαίνεται και στον πίνακα XI, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος υπέργειου τμήματος παρατηρήθηκε στα UR φυτάρια της Quercus pubescens ενώ σε ξηρό βάρος υπόγειου τμήματος υπερείχαν τα IR φυτάρια της Quercus ithaburensis.

ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ						
Είδος	Quercus ithaburensis			Quercus pubescens		
Ημερομηνία	29.01.2004	03.08.2004		29.01.2004	03.08.2004	
Χειρισμός	-	IR	UR	-	IR	UR
Υπέργειου τμήματος	1,4	1,29	1,29	0,59	1,26	2,44
Υπόγειου τμήματος	7,9	7,53	7,04	3,79	4,05	4,49

Πίνακας XI. Μέσος όρος της βιομάζας υπέργειου και υπόγειου τμήματος

Στα είδη *Q. pubescens*, *Q. macrolepis* και *Q. ilex*, η βιομάζα ολόκληρου του φυτού τείνει να είναι μεγαλύτερη στα φυτάρια που αναπτύχθηκαν κάτω από καλές υδατικές συνθήκες απ' ό τι στα φυτάρια που υπέστησαν υδατικό στρες ενώ τα φυτάρια της *Q. frainetto* είχαν όμοιο ξηρό βάρος και στους μάρτυρες αλλά και στα καταπονημένα φυτάρια (Fotelli et al, 1999).

Η βελανιδιά εμφανίζει περισσότερες λεπτές ρίζες (διαμέτρου <2mm) στα φυτάρια που μεγαλώνουν σε καλές υδατικές συνθήκες IR σε σχέση με τα φυτάρια που μεγάλωσαν σε συνθήκες έλλειψης υγρασίας UR. Αυτό το χαρακτηριστικό συμβάλλει στην επιβίωση των φυταρίων κατά τη διάρκεια της ξηράς περιόδου (Ραδόγλου, 2002).

Οι δείκτες μορφολογίας του φυταρίου αποτελούν κυρίως συνδυασμό δύο ή περισσότερων μορφολογικών χαρακτηριστικών, αφού κανένα μορφολογικό γνώρισμα από μόνο του δεν μπορεί να προβλέψει την επιβίωση και την παραπέρα εγκατάσταση και εξέλιξη του φυτού στην ύπαιθρο (Mattsson 1997). Ένας τέτοιος δείκτης είναι και η αναλογία ξηρό βάρος βλαστού / ξηρό βάρος ρίζας ή και αντίστροφα (Racey et al. 1983, Thompson 1985, Τσακαλδήμη 2001).

Όσον αφορά λοιπόν το λόγο του ξηρού βάρους των επιμέρους ριζών προς το ξηρό βάρος βλαστού (R_1/S , R_2/S , R_3/S), οι μεγαλύτερες τιμές σημειώθηκαν στα φυτάρια της *Q. ithaburensis* και συγκεκριμένα στα UR για το λόγο ξηρού βάρους που αφορά τις R_1 και R_3 ρίζες και στα IR φυτάρια για το λόγο που αφορά τις R_2 ρίζες (πίνακας XII).

Είδος	Χειρισμός	ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ		
		R_1/S	R_2/S	R_3/S
<i>Q.ithaburensis</i>	IR	1,68	0,50	4,59
	UR	1,69	0,33	4,74
<i>Q.pubescens</i>	IR	0,97	0,23	2,47
	UR	0,00	0,00	2,14

Πίνακας XII. Λόγος ξηρού βάρους R_1 , R_2 και R_3 ριζών προς ξηρό βάρος βλαστών

Ένα φυτάριο ποιότητας θα πρέπει να έχει όσο το δυνατό μικρότερη τιμή του λόγου ρίζα/βλαστό, ώστε να εξασφαλισθεί η καλύτερη επιβίωση (Thompson 1985, Τσακαλδήμη 2001). Σε διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές, υποστηρίζεται ότι ο λόγος αυτός πρέπει να παίρνει τιμές μεταξύ του 1 και 2 (Barnett και Brissette 1986). Οι Mexal και South (1991) αναφέρουν ότι φυτάρια της Loblolly pine, στα οποία ο λόγος ξηρό βάρος βλαστού / ξηρό βάρος ρίζας ήταν μέχρι 2,2, εμφάνισαν καλύτερη επιβίωση και ανάπτυξη στην ύπαιθρο. Ενώ οι Johnson και Cline (1991) αναφέρουν ότι η σύγκριση του σχετικού ρυθμού ανάπτυξης του βλαστού και της ρίζας, είναι μια πιο αντιπροσωπευτική μέτρηση από ότι η αναλογία βλαστού/ρίζας (Τσακαλδήμη 2001).

6. 8. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΡΙΖΑΣ

Ο διαφορετικός χειρισμός στον οποίο υποβλήθηκαν τα φυτάρια φαίνεται πως είχε διαφορετική επίδραση σε κάθε είδος αλλά και σε κάθε χειρισμό του ίδιου είδους (πίνακας XIII).

Είδος		Q. ithaburensis			Q. pubescens		
Ημερομηνία		29.01.2004	03.08.2004		29.01.2004	03.08.2004	
Χειρισμός		-	IR	UR	-	IR	UR
Επιφάνεια Ριζών	R ₁	28,77	82,14	49,65	25,22	233,64	0,00
	R ₂	3,93	2,09	0,69	1,95	0,89	0,00
	R ₃	14,01	8,85	5,19	3,52	5,33	8,04
Συνολική ριζική επιφάνεια φυταρίων		46,71	93,08	55,53	30,69	239,86	8,04

Πίνακας XIII. Μέσος όρος της επιφάνειας ριζών (cm²) ανά είδος χειρισμού και κατηγορίες ριζών

Ενώ στην κατηγορία των R_1 ριζών, για τα φυτά της *Q. ithaburensis*, παρατηρήθηκε αύξηση στην τιμή της επιφάνειας, στις κατηγορίες R_2 και R_3 η τελική καταγραφόμενη τιμή φαίνεται να είναι μικρότερη σε σχέση με την αρχική. Η επιφάνεια στις R_1 ρίζες αυξήθηκε κατά $53,37$ και $20,87\text{cm}^2$ για τα IR και UR φυτά αντίστοιχα. Παρατηρείται λοιπόν μια υπεροχή των IR φυταρίων έναντι των UR, η οποία δεν χαρακτηρίζει μόνο την εν λόγω κατηγορία ριζών αλλά και τις κατηγορίες R_2 και R_3 . Η διαφορά μεταξύ των IR και UR φυταρίων ως προς τις R_2 ρίζες έφθασε να είναι τριπλάσια με τιμές $2,09$ και $0,69\text{cm}^2$ αντίστοιχα. Όσον αφορά την επιφάνεια των R_3 ριζών, αυτή καταγράφηκε σε $8,85\text{cm}^2$ για τα IR φυτά και $5,19\text{cm}^2$ για τα UR φυτά.

Ιδιαίτερη επίδραση στην επιφάνεια των ριζών παρατηρήθηκε στα φυτά της *Q. pubescens*. Οι τιμές των R_1 , R_2 και R_3 ριζών διαφοροποιήθηκαν στο τέλος του πειράματος άλλοτε φθάνοντας τη διπλάσια, άλλοτε πολλαπλάσια κι άλλοτε μηδενική αύξηση. Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη αύξηση στην τιμή της επιφάνειας ριζών σημειώθηκε στα IR φυτά και για τις λεπτές ρίζες (R_1) ενώ η μικρότερη διαφορά μεταξύ αρχικής και τελικής μετρούμενης τιμής καταγράφηκε στα ίδια άτομα αλλά για τις μεσαίες ρίζες (R_2).

Στα UR φυτά παρατηρήθηκε μηδενική τιμή στις R_1 και R_2 ρίζες, πράγμα που σημαίνει πως τα φυτά αυτού του είδους δεν κατάφεραν να αναπτύξουν ρίζες μέχρι 5mm κάτω από την υδατική καταπόνηση στην οποία υποβλήθηκαν.

Συγκρίνοντας την τιμή των IR φυταρίων της *Q. pubescens* με εκείνη των ίδιων φυταρίων της *Q. ithaburensis*, όσον αφορά τις R_1 ρίζες, η πρώτη φτάνει να είναι σχεδόν 3 φορές μεγαλύτερη από την τελευταία αφού η διαφορά μεταξύ τους φτάνει τα $151,5\text{cm}^2$. Αντίθετα, οι τιμές των R_2 και R_3 ριζών δεν φαίνεται να παρουσιάζουν τόσο σημαντικές διαφορές μεταξύ των ειδών, αν και η διαφορά μεταξύ τους τείνει να είναι σχεδόν διπλάσια όσον αφορά την κατηγορία των R_2 ριζών και 1,5 φορές μεγαλύτερη τιμή αυτή του είδους *Q. ithaburensis* από αυτή της *Q. pubescens*.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παρούσα μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε μονοετή φυτάρια των ειδών *Quercus ithaburensis* και *Quercus pubescens*, προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα :

1. Από τα δύο είδη που χρησιμοποιήθηκαν μόνο η βαλανιδιά αποδεικνύεται ότι μπορεί να προσαρμόζεται σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Αντίθετα η προσαρμογή και κατ' επέκταση η επιβίωση των φυταρίων της χνοώδης δρυς είναι πολύ χαμηλή.
2. Στη μορφολογία του βλαστού το είδος της *Quercus ithaburensis* δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές μεταξύ των IR και UR φυταρίων. Στο είδος της *Quercus pubescens* οι διαφοροποιήσεις των τιμών, τόσο στο ύψος όσο και στη διάμετρο του βλαστού, μεταξύ των χειρισμών είναι σημαντικές.
3. Όσον αφορά τη μορφολογία της κύριας ρίζας αυτή δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές ως προς τη διάμετρο αλλά το ύψος αυτής αυξήθηκε κατά πολύ και στους δύο χειρισμούς και των δύο ειδών με μεγαλύτερες τιμές στα IR φυτάρια. Από τα μελετώμενα είδη, τη μεγαλύτερη καθ' ύψος αύξηση παρουσίασαν τα IR φυτάρια της *Q.pubescens*.
4. Ο χειρισμός της υδατικής καταπόνησης φαίνεται πως επηρέασε περισσότερο την ανάπτυξη νέων ριζών στα IR φυτάρια της βαλανιδιάς. Ακολούθησαν τα UR φυτάρια του ίδιου είδους, έπειτα τα UR φυτάρια της χνοώδης δρυς και τέλος τα IR φυτάρια της χνοώδης.
5. Ανάλογη πορεία φαίνεται να έχει και η παράμετρος του μήκους των νέων ριζών. Μεγαλύτερη ανάπτυξη παρατηρήθηκε στα άτομα της *Q.ithaburensis* με υπεροχή στα IR φυτάρια κι ακολούθησε το είδος *Q.pubescens* με μεγαλύτερο μήκος νέων ριζών στα UR φυτάρια.

6. Η βιομάζα των φυταρίων και των δύο ειδών δεν παρουσίασε μεγάλη μεταβλητότητα μεταξύ των χειρισμών. Το υπέργειο τμήμα (βλαστός, κλαδιά) των φυτών παρουσίασε μεγαλύτερο ξηρό βάρος στα UR φυτάρια της χνοώδης δρυς ενώ στα IR φυτάρια της βαλανιδιάς καταγράφηκε μεγαλύτερο ξηρό βάρος υπόγειου τμήματος (R_1 , R_2 , R_3 ρίζες). Όσον αφορά το λόγο ξηρού βάρους ριζών προς ξηρό βάρος βλαστού, αυτός παρουσιάστηκε μεγαλύτερος στο είδος της *Q.ithaburensis*.
7. Η ριζική επιφάνεια σημείωσε διαφορετική αντίδραση σε κάθε είδος αλλά και σε κάθε χειρισμό του ίδιου είδους. Η μεγαλύτερη συνολική ριζική επιφάνεια καταγράφηκε στα IR φυτάρια της χνοώδης δρυς και τη μικρότερη στα UR φυτάρια του ίδιου είδους. Πιο συγκεκριμένα, τα UR φυτάρια παρουσίασαν τη μεγαλύτερη επιφάνεια στην κατηγορία των R_1 ριζών ξεπερνώντας κατά πολύ όλους τους άλλους χειρισμούς, ενώ στην κατηγορία των R_2 και R_3 ριζών μεγαλύτερη τιμή κατέγραψαν τα IR φυτάρια της βαλανιδιάς.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αθανασιάδης Ν., 1986. Δασική βοτανική (δέντρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδος), μέρος ΙΙ. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ. 74
- Αραμπατζής Θ., 1998. Θάμνοι και δέντρα στην Ελλάδα, τόμος Ι. Οικολογική κίνηση Δράμας. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας, Δράμα
- Fotelli M., Radoglou K. and H. –I. A. Constantinidou, 2000. Water stress responses of seedlings of four mediterranean oak species. *Tree Physiology*, 20, 1065-1075
- Καϊλίδη Δ., 1990. Ασθένειες δένδρων των δασών και πάρκων. Εκδόσεις Κ. Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη
- McGee C.E., Loftis D.L., 1992. Oak regeneration: A Summary. In Symposium Knoxville, Tennessee, Sept. 8-10. USDA Forest Service, Southeastern Forest Exp. Station, Gen Tech. Rep. SE-84, pp. 316-319
- Ντάφης Σ., 1986. Δασική οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ. 59-60, 75-76
- Ντούρος Γ., 2002. Δρύες και δρυοδάση. Πρακτικά Επιστημονικής Ημερίδας Δάση Βαλανιδιάς Παρελθόν, Παρόν και Μέλλον. Επιμέλεια Έκδοσης Παντέρα Α. et al. Μεσολόγγι 17 Μαΐου. ΤΕΙ Λαμίας και ΤΕΙ Μεσολογγίου, σελ. 55-58
- Παπαδόπουλος Α., Βελτσίστας Θ. και Παντέρα Α., 2002. Η βαλανιδιά (*Quercus ithaburensis decaisne*) και η θέση της στα μεσογειακά δασικά οικοσυστήματα. Πρακτικά Επιστημονικής Ημερίδας Δάση Βαλανιδιάς Παρελθόν, Παρόν και Μέλλον. Επιμέλεια Έκδοσης Παντέρα Α. et al. Μεσολόγγι 17 Μαΐου. ΤΕΙ Λαμίας και ΤΕΙ Μεσολογγίου, σελ. 13-23
- Ραδόγλου Κ., 2000. Εγκατάσταση φυταρίων σε αντίξοα περιβάλλοντα. 9ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Πρακτικά Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος και Αποκατάσταση Διαταραγμένων Περιοχών. Κοζάνη 17-20 Οκτωβρίου

- Ραδόγλου Κ. & Ραυτογιάννης Ι., 1999. Παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχή εγκατάσταση του φυτευτικού υλικού. Φυτευτικό Υλικό Δασικών Ειδών. Πρακτικά επιστημονικού διημέρου 28-29 Ιανουαρίου, Θεσσαλονίκη. ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.. Επιμέλεια Έκδοσης Κ. Ραδόγλου & Ι. Ραυτογιάννης, σελ. 15-26
- Ραδόγλου Κ. & Ραυτογιάννης Ι., 1999. Μέθοδοι πρόβλεψης της επιβίωσης φυταρίων δασικών ειδών. Φυτευτικό Υλικό Δασικών Ειδών. Πρακτικά επιστημονικού διημέρου 28-29 Ιανουαρίου, Θεσσαλονίκη. ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε.. Επιμέλεια Έκδοσης Κ. Ραδόγλου & Ι. Ραυτογιάννης, σελ. 85-92
- Ραδόγλου Κ., 1995. Συγκριτική έρευνα της συμπεριφοράς ειδών δρυός στη ξηρασία. Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, τόμος 6 τεύχος 4/1995, σελ. 40-48
- Ραδόγλου Κ., 1988. Παρατηρήσεις στην επιβίωση και στην διαμόρφωση του ριζικού συστήματος 4/ετών δενδρυλλίων κωνοφόρων που προέρχονται από χαρτογλαστρίδια (paper pots) βωλόφυτα και γυμνόριζα φυτάρια. Γεωτεχνικά, τεύχος 2-Δεκέμβριος, σελ 60-66
- Ραδόγλου Κ., 2002. Οικοφυσιολογικά χαρακτηριστικά των δασών βαλανιδιάς και δασοκομικοί χειρισμοί. Πρακτικά Επιστημονικής Ημερίδας Δάση Βαλανιδιάς Παρελθόν, Παρόν και Μέλλον. Επιμέλεια Έκδοσης Παντέρα Α. et al. Μεσολόγγι 17 Μαΐου. ΤΕΙ Λαμίας και ΤΕΙ Μεσολογγίου ,σελ. 39-47
- Ruehle J.L., Kormanik P.P., 1986. Lateral root morphology: A potential indicator of seedling quality in northern red oak. New Orleans, LA: U.S.D.A. Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, Research Note SE-344.
- Τσακαλδήμη Μ., Γκανάτσας Π., Γούναρης Ν., Ζάγκας Θ., Τσιτσώνη Θ., Χατζηστάθης Α., 2000. Επίδραση του υδατικού στρες στην ποιότητα μονοετών βωλοφυτων φυταρίων. 9^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο. Πρακτικά Προστασία Φυσικού Περιβάλλοντος και Αποκατάσταση Διαταραγμένων Περιοχών. Κοζάνη 17-20 Οκτωβρίου

- Τσακαλδήμη Μ., 2001. Έρευνα για την παραγωγή και την εκτίμηση της ποιότητας του φυτευτικού υλικού των αναδασώσεων. Διδακτορική διατριβή. Α.Π.Θ., τμήμα δασολογίας και φυσικού περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη
- Τσούμη Γ., 1972. Συστηματική Δασική Βοτανική (δέντρα και θάμνοι των δασών της Ελλάδος). Πανεπιστημιακά μαθήματα (συγγραφική συνεργασία Ν. Αθανασιάδη, βοηθού), Θεσσαλονίκη
- Thompson B.E., 1985. Seedling morphological evaluation – What you can tell by looking. In M.L. Duryea (ed), *Proceedings: Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests*. Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. ISBN 0-87437-00-0, pp. 59-71
- Φωτέλλη Μ., 1998. Συγκριτική έρευνα της συμπεριφοράς τεσσάρων ειδών δρυός σε συνθήκες υδατικής καταπόνησης. Α.Π.Θ., σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, τμήμα δασολογίας και φυσικού περιβάλλοντος, Θεσσαλονίκη
- Χατζηστάθης Α., Ντάφης Σ., 1989. Αναδασώσεις δασικά φυτώρια εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη, σελ. 215, 221.