

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΤΗΝ ΕΠΙΒΙΩΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΑΡΙΩΝ ΔΥΟ ΕΙΔΩΝ ΔΡΥΟΣ

Ν. ΓΟΥΝΑΡΗΣ, Π. ΓΚΑΝΑΤΣΑΣ, Μ. ΤΣΑΚΑΛΔΗΜΗ, Θ. ΖΑΓΚΑΣ, Θ. ΤΣΙΤΣΩΝΗ,
Α. ΧΑΤΖΗΣΤΑΘΗΣ.

*Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος,
Εργαστήριο Δασοκομίας, 540 06 Πανεπιστημιούπολη Α Π Θ, Θεσσαλονίκη*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου παραγωγής φυταρίων παίζει βασικό ρόλο στην επιβίωση και συμπεριφορά των φυταρίων στην ύπαιθρο. Η σημασία της ορθής επιλογής μεθόδου είναι ακόμη μεγαλύτερη όταν το φυτευτικό υλικό προορίζεται για περιοχές με έντονα ξηροθερμικές συνθήκες. Δύο είδη δρυός - *Quercus ilex* και *Q. macrolepis* - παράχθηκαν με δύο διαφορετικές μεθόδους παραγωγής: α) πλαστικά φυτοδοχεία Quick pots T18 (650 ml) με μίγμα πλήρωσης τύρφη και ίνες κοκοφοίνικα σε αναλογία 1:1 (νέα μέθοδος) και β) Paper pots FS 615 (428 ml) με μίγμα πλήρωσης τύρφη και περλίτη σε αναλογία 3:1, μέθοδος που αποτελεί και τον τρέχοντα τρόπο παραγωγής από τη Δασική Υπηρεσία. Και στις δύο περιπτώσεις ακολουθήθηκε το ίδιο πρόγραμμα λίπανσης, άρδευσης και σκληραγώγησης των φυταρίων. Στα εν λόγω μονοετή φυτάρια μετρήθηκαν μια σειρά από μορφολογικές και φυσιολογικές παράμετροι πριν τη μεταφορά τους στο πεδίο. Έξι μήνες από τη μεταφύτευσή τους στο πεδίο επαναλήφθηκαν οι ίδιες μετρήσεις. Τα φυτά που αναπτύχθηκαν με τη νέα μέθοδο παραγωγής παρουσίασαν μικρότερη αύξηση σε ύψος αλλά απέκτησαν καλύτερες αναλογίες ύψους/διαμέτρου και υπόγειου/υπέργειου τμήματος στο φυτώριο, γεγονός που επηρέασε σημαντικά την επιβίωση και συμπεριφορά των φυταρίων στο πεδίο.

Λέξεις κλειδιά: *Quercus ilex*, *Q. macrolepis*, μορφολογία ρίζας, υδατικό δυναμικό, φωτοχημική αποτελεσματικότητα.

EFFECT OF THE PRODUCTION TECHNIQUE ON THE SURVIVAL AND GROWTH OF SEEDLINGS OF TWO OAK SPECIES

N. GOUNARIS, P. GANATSAS, M. TSAKALDIMI, T. ZAGAS, T. TSITSONI,
A. HATZISTATHIS

*Aristotle University of Thessaloniki, Department of Forestry and Natural Environment,
Laboratory of Silviculture, 540 06, ATh Campus, Thessalonki
Tel. 031 998905, Fax 031 998881*

SUMMARY

The choice of the method of seedling production (suitable container type and substrate) plays a critical role on survival and behavior of seedlings in the nursery and in the field. The significance of a right choice is even greater when the planting material will be established in areas where the temperatures are high and rains are limited. Two species of oaks - *Quercus ilex* και *Q. macrolepis* – were produced in two different production methods - Quick pots T18 (650 ml) filled with peat and coconut fiber in 1:1 ratio (new technique) and Paper pots FS 615 (428 ml) filled with peat and perlite in 3:1 ratio, which is the current method of seedlings production used by Forest Service. The fertilization, irrigation and hardening protocols were the same for both treatments. Some morphological and physiological characteristics were measured on these one year old seedlings before the field planting. The measurements were repeated six months after the plantations in the field. The seedlings produced in Quick pots with peat:coconut fiber provided lower height and better height/diameter and root/shoot ratio in the nursery. These differences affected their survival and behavior in the field.

Key words: *Quercus ilex*, *Q. macrolepis*, root morphology, water potential, photochemical efficiency.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ποιότητα του φυτευτικού υλικού αποτελεί έναν από τους σπουδαιότερους παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία των αναδασώσεων και των σχεδίων αποκατάστασης υποβαθμισμένων περιοχών (Duryea 1984, Χατζηστάθης και Ντάφης 1989, Landis 1990, Van den Driessche 1991, Τσιτσώνη και α. 1999). Ιδιαίτερα στο Μεσογειακό χώρο όπου η έλλειψη νερού αποτελεί το βασικό περιοριστικό παράγοντα στην ανάπτυξη των φυταρίων και σε πολλές περιπτώσεις ευθύνεται για τα χαμηλά ποσοστά επιβίωσης, η ποιότητα του φυτευτικού υλικού παίζει αποφασιστικό ρόλο στην επιβίωση των φυταρίων (Vallejo 1998). Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της ρίζας και ειδικά αυτά που σχετίζονται με τη δυνατότητα πρόσληψης νερού θεωρούνται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιβίωση των φυταρίων σε ξηρά περιβάλλοντα (Fitter 1991). Έτσι φυτάρια που προορίζονται για αναδασώσεις περιοχών της Μεσογείου, με έντονα ξηροθερμικές συνθήκες, πρέπει να είναι υψηλής ποιότητας και να παράγονται με κατάλληλες τεχνικές, έτσι ώστε να διαμορφώνουν τα επιθυμητά μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά (Χατζηστάθης και Ντάφης 1989).

Η μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενη μέθοδος παραγωγής φυταρίων για αναδασώσεις στην Ελλάδα, σε χαρτογλαστρίδια, συνοδεύεται από ορισμένα μειονεκτήματα όπως η μη έγκαιρη αποσύνθεση του χαρτογλαστριδίου (Χατζηστάθης και Ντάφης 1989) και η είσοδος των ριζών στις γειτονικές κυψελίδες, έτσι ώστε με την εξαγωγή των φυταρίων να υπάρχει σημαντική απώλεια τμήματος του ριζικού συστήματος (Vallejo 1998). Το φαινόμενο είναι εντονότερο όταν τα φυτάρια παραμένουν στα χαρτογλαστρίδια για δύο ή περισσότερες βλαστητικές περιόδους στο φυτώριο. Η χρήση φυτοδοχείων με εσωτερικές κάθετες ραβδώσεις, μη διαπερατά τοιχώματα και άνοιγμα στη βάση για την επίτευξη «air pruning», μαζί με την έγκαιρη και προσεχτική μεταφύτευση των φυταρίων, βοηθά στην ανάπτυξη πλούσιου ριζικού συστήματος και στην αποφυγή περιστροφής της ρίζας (Aldhous and Mason 1994, Hartman et al. 1997), ειδικά για τα πασσαλόριζα είδη όπως οι δρύες. Πολλές έρευνες, κυρίως σε καλλιεργούμενα φυτά, έχουν δείξει επίσης ότι το μέγεθος και ο τύπος του φυτοδοχείου επηρεάζει πολλές φυσιολογικές διεργασίες συμπεριλαμβανομένης της αποτελεσματικότητας χρήσης των θρεπτικών συστατικών (Huang et al. 1996) και του βαθμού φωτοσυνθετικής δραστηριότητας (Carmi et al. 1983, Krizek et al. 1985, Robbins and Pharr 1988).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η σύγκριση των αποτελεσμάτων παραγωγής βωλοφύτων φυταρίων της *Q. ilex* και *Q. macrolepis* σε πλαστικά φυτοδοχεία μεγαλύτερου όγκου και με εσωτερικές ραβδώσεις, τύπου Quick-potsT18, με μίγμα πλήρωσης των

φυτοδοχείων τύρφη και ίνες κοκοφοίνικα σε αναλογία 1:1 (ως νέα μέθοδος παραγωγής), σε σχέση με την τρέχουσα μέθοδο παραγωγής στην Ελλάδα σε Paper pots με μίγμα τύρφη-περλίτης 3:1. Απώτερος στόχος ήταν η εξαγωγή συμπερασμάτων για τη βελτίωση των μεθόδων παραγωγής στην πράξη, με σκοπό τη μείωση του μεταφυτευτικού σοκ και την αύξηση της επιβίωσης και της επιτυχίας των αναδασώσεων στον Ελληνικό χώρο, σε ιδιαίτερα δυσμενή περιβάλλοντα.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Η σπορά των ειδών *Quercus macrolepis* και *Q. ilex*, πραγματοποιήθηκε σε χαρτογλαστρίδια τύπου Paper pots FS 615 (428 ml) και σε Quick pots T18 (650 ml) το Μάρτιο του 1998. Τα Paper pots πληρώθηκαν με τύρφη και περλίτη σε αναλογία 3:1, μέθοδος που αποτελεί και τον τρέχοντα τρόπο παραγωγής βωλοφύτων φυταρίων από τη Δασική Υπηρεσία. Τα Quick pots πληρώθηκαν με τύρφη και ίνες κοκοφοίνικα σε αναλογία 1:1. Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε ήταν πλήρως τυχαιοποιημένο με τρεις επαναλήψεις. Η λίπανση που εφαρμόστηκε ήταν η ίδια για τα δύο είδη και τους δύο χειρισμούς. Η προέλευση των σπόρων για τη *Q. macrolepis* ήταν η περιοχή της Αμφιλοχίας ενώ για την *Q. ilex* η περιοχή της Αρναίας Χαλκιδικής. Πριν τη σπορά προσδιορίστηκε το ξηρό βάρος και η περιεχόμενη υγρασία των σπόρων (ISTA 1993) σε δείγμα τριάντα σπόρων ανά είδος με τη χρήση ζυγού ακριβείας. Το ξηρό βάρος σπόρων για τα δύο είδη ήταν 12,75 g και 2,39 g για τη βαλανιδιά και την αριά αντίστοιχα, τα δε ποσά περιεχόμενης υγρασίας ως ποσοστό του ξηρού βάρους ήταν 47,24% και 56,25 % αντίστοιχα.

Τα φυτά των δύο ειδών παρέμειναν στο φυτώριο του Εργαστηρίου Δασοκομίας για μια αυξητική περίοδο. Στο τέλος της αυξητικής περιόδου και πριν τη μεταφύτευσή τους στο πεδίο μετρήθηκαν το ύψος βλαστού, η διάμετρος και ο αριθμός των φύλλων των φυταρίων των δύο ειδών, σε ένα δείγμα τριάντα φυταρίων ανά επανάληψη, είδος και χειρισμό.

Επίσης πάρθηκε τυχαίο δείγμα 5 φυταρίων ανά είδος και χειρισμό, προκειμένου να εκτιμηθούν οι διαστάσεις του ριζικού συστήματος και η βιομάζα των φυταρίων (Ritchie 1984). Ειδικά για τις μετρήσεις του ριζικού συστήματος χρησιμοποιήθηκε σαρωτής και ειδικό λογισμικό και υπολογίστηκαν το συνολικό μήκος ρίζας, η επιφάνεια ρίζας και ο όγκος ρίζας. Στη συνέχεια ακολούθησε ξήρανση των δειγμάτων στους 70 °C για 48 ώρες και υπολογίστηκαν το ξηρό βάρος των φύλλων, το ξηρό βάρος βλαστού και το ξηρό βάρος ρίζας.

Το σχετικό υδατικό περιεχόμενο των φύλλων (RWC) υπολογίστηκε ως εξής (Lansac et al. 1994): Από δείγμα 5 φυταρίων ανά είδος και χειρισμό πάρθηκαν 10 υγιή φύλλα ανά φυτάριο και μετρήθηκε το χλωρό τους βάρος (Fw). Κατόπιν αυτά εμβαπτίστηκαν σε απιονισμένο νερό για 24 ώρες με απουσία φωτός. Μετά τον πλήρη κορεσμό των φύλλων επαναλήφθηκε η μέτρηση του βάρους τους (Tw). Στη συνέχεια τα δείγματα ξηράθηκαν για 48 ώρες στους 70 °C και υπολογίστηκε το ξηρό τους βάρος (Dw). Το σχετικό υδατικό περιεχόμενο προέκυψε ως εξής $RWC = (Fw - Dw / Tw - Dw) \times 100$ (Joly 1985).

Η μέτρηση του ειδικού βάρους των φύλλων (SLW) πραγματοποιήθηκε επίσης σε 10 φύλλα ανά φυτάριο, τα οποία τοποθετήθηκαν σε scanner υψηλής ευαισθησίας και μετρήθηκε η επιφάνεια αυτών με τη χρήση ειδικού λογισμικού. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα ξηρά βάρη των φύλλων. Με διαίρεση των τιμών του βάρους προς αυτές της επιφάνειας των φύλλων βρέθηκε το ειδικό βάρος φύλλων που εκφράζεται σε g/cm^2 .

Το υδατικό δυναμικό των φύλλων μετρήθηκε πριν την ανατολή του ηλίου (predawn leaf water potential) με τη μέθοδο chamber technique (Scholander et al. 1965) με τη χρήση συσκευής Plant Moisture System, της εταιρίας Skye. Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε δείγμα 5 φυταρίων ανά χειρισμό. Σημειώνεται ότι στο φυτάριο, πριν τη μεταφορά των φυταρίων στο πεδίο, η μέτρηση του υδατικού δυναμικού έγινε μόνο στα φυτάρια της *Q. ilex* καθώς τα φυτάρια της *Q. macrolepis* δεν είχαν φύλλα. Η φωτοχημική αποτελεσματικότητα (Fv/Fm) υπολογίστηκε δύο φορές την ημέρα, πρωί και μεσημέρι (Werner and Correia 1996). Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε δείγμα 5 φυταρίων ανά είδος και χειρισμό.

Τον Ιανουάριο του 1999 τα φυτάρια μεταφυτεύτηκαν στο πεδίο, στην περιοχή Πετσοφάς του Δήμου Καλλονής στη Λέσβο. Η περιοχή βρίσκεται σε υψόμετρο 180 μέτρων και έχει λοφώδη μορφολογία. Το κλίμα είναι Μεσογειακό ύφην με μέτριους βροχερούς χειμώνες και ξηρά θερμά καλοκαίρια (Μαυρομάτης, 1980), με διάρκεια ξηρής περιόδου 168 ημερών (5,5 μήνες), σύμφωνα με τις μετρήσεις του μετεωρολογικού σταθμού του Υπουργείου Γεωργίας στο Κεράμι Καλλονής για περίοδο 15 ετών, 1983-1997 (ΕΠΜΥΚΚ, 1998). Η περιοχή καλύπτεται από ποώδη βλάστηση κατά 70% έως και 90%. Αντιπροσωπευτικά είδη της βλάστησης της περιοχής είναι κυρίως το *Sarcopoterium spinosum*, ο ασφόδελος (*Asfodelus aestivus*), είδη βρώμης (*Bromus scoparius* και *Bromus tectorum*), ενώ σε μικρότερο βαθμό απαντώνται τα είδη: *Verbascum odulatum*, *Crepis capillaris*, *Platango lanceolata*, *Elymus sbulosus*, *Trifolium angustifolia*, *Rumex sanguineus*,

Hordeum sp., *Eragrostis sp.*, *Lagurus onatus*. Η περιοχή πριν από την εγκατάσταση των πειραμάτων βόσκονταν εντατικά.

Οι πραγματοποιηθείσες εδαφολογικές αναλύσεις σε αριθμό 10 δειγμάτων από την περιοχή, έδειξαν ότι τα εδάφη είναι μέσης μηχανική σύστασης, με σχετική επάρκεια των βασικών στοιχείων (άζωτο, κάλιο, φώσφορος). Η περιοχή εγκατάστασης των πειραμάτων περιφράχθηκε για την αποφυγή ζημιών από βόσκηση, οι λάκκοι φύτευσης ανοίχθηκαν με τη χρήση μηχανικού εκσκαφέα (JCB) και οι διαστάσεις τους ήταν 40x40x40 εκ.

Έξι μήνες αργότερα, πριν την καλοκαιρινή ξηρασία (τέλη Μαΐου-Αρχές Ιουνίου) επαναλήφθηκε η ίδια σειρά μετρήσεων (μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φυταρίων) που πραγματοποιήθηκε στο φυτώριο και εκτιμήθηκε το ποσοστό επιβίωσης των φυταρίων. Για τη λήψη των δειγμάτων ριζών χρησιμοποιήθηκε κομπρέσορας και αερομάχαιο για την αποφυγή απώλειας λεπτών ριζών. Μετά την εξαγωγή των φυταρίων ακολούθησε λεπτομερές πλύσιμο των ριζών, οι οποίες στη συνέχεια τυλίχτηκαν με απορροφητικό χαρτί εμποτισμένο σε διάλυμα αλκοόλης και απιονισμένου νερού και διατηρήθηκαν σε ψυγείο (-4°C) για το χρονικό διάστημα που μεσολάβησε ως την ανάλυσή τους.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυταρίων (μέσοι όροι) και οι στατιστικά σημαντικές διαφορές που προέκυψαν από την ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) φαίνονται στον Πίνακα 1. Από τον πίνακα αυτόν προκύπτει ότι και για τα δύο είδη, τα φυτάρια που αναπτύχθηκαν σε Quick pots με τη χρήση τύρφης και ίνες κοκοφοίνικα σε αναλογία 1:1 παρουσίασαν μικρότερο μέσο ύψος και μεγαλύτερη μέση διάμετρο στο τέλος της αυξητικής περιόδου, στο φυτώριο. Είχαν επίσης μικρότερο αριθμό φύλλων, γεγονός που συνεπάγεται μικρότερη εξατμισοδιαπνοή και λιγότερες απώλειες νερού κατά την ξηροθερμική περίοδο. Οι διαφορές αυτές των φυταρίων παρέμειναν και αργότερα στο πεδίο, 6 μήνες μετά τη μεταφύτευση των φυταρίων. Από τον ίδιο πίνακα διαπιστώνεται επίσης ότι μετά την περίοδο των πρώτων 6 μηνών στην ύπαιθρο, όλα τα φυτάρια παρουσίασαν μηδενική αύξηση και μάλιστα οι μέσες τιμές του ύψους παρουσιάζονται μειωμένες σε σχέση με αυτές του φυτωρίου. Αυτό οφείλεται στο ότι γενικά και στα δύο είδη κατάφεραν να επιβιώσουν τα μικρότερα σε ύψος φυτάρια.

Από την ανάλυση των εξαχθέντων δειγμάτων του φυτωρίου και του πεδίου, προκύπτει ότι τα φυτάρια και των δύο ειδών που παρήχθησαν με τη νέα μέθοδο (τύρφη-ίνες κοκοφοίνικα σε Quick pots T18) παρουσίασαν πλουσιότερο ριζικό σύστημα με μεγαλύτερο ξηρό βάρος έναντι των φυταρίων της τρέχουσας μεθόδου σε Paper pots (Πίνακας 2). Στην ύπαιθρο το ριζικό σύστημα των φυταρίων σε Quick pots βρέθηκε 1,5 (*Q. ilex*) έως και 6 φορές (*Q. macrolepis*) μεγαλύτερο σε μήκος. Ως αποτέλεσμα η αναλογία υπογείου/υπέργειου τμήματος, που αποτελεί έναν από τους δείκτες ποιότητας των φυταρίων (Ritchie 1984), να είναι υψηλότερη στα φυτάρια που αναπτύχθηκαν με τη νέα μέθοδο. Έξι μήνες μετά τη φύτευση στο πεδίο το ποσοτό επιβίωσης των φυταρίων αυτών ήταν υψηλότερο, 52% για την αριά και το 41% για τη βαλανιδιά. Αντίθετα τα ποσοστά επιβίωσης των φυταρίων σε χαρτογλαστρίδια ήταν αρκετά χαμηλότερα, 33% και 26% αντίστοιχα (Σχήμα 1).

Όσον αφορά τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φυταρίων, στα φυτάρια της αριάς (*Q. ilex*) δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στο υδατικό δυναμικό των φύλλων (Ψ_{pd}) μεταξύ των δύο χειρισμών στο φυτώριο (Σχήμα 2) και οι τιμές διαμορφώθηκαν στα -15,55 και -15,08 bars, για τους δύο χειρισμούς αντίστοιχα (μάρτυρας και νέα μέθοδος). Στο πεδίο οι τιμές του υδατικού δυναμικού ήταν πολύ χαμηλές και στα δύο είδη, μεταξύ -38 και -40 bars, γεγονός που δείχνει την ύπαρξη έντονου υδατικού stress από τις πρώτες ημέρες του καλοκαιριού. Αυτό αντικατοπτρίζει και τις υδατικές συνθήκες του εδάφους και εξηγεί το μικρό ποσοστό επιβίωσης από την αρχή της ξηροθερμικής περιόδου.

Η μέγιστη φωτοχημική αποτελεσματικότητα των φυταρίων στο πεδίο δεν διέφερε μεταξύ των δύο χειρισμών (Σχήμα 3). Οι τιμές του λόγου F_v/F_m ήταν ιδιαίτερα χαμηλές και κυμάνθηκαν για τη βαλανιδιά μεταξύ 0,50 το πρωί και 0,37 το μεσημέρι και στους δύο χειρισμούς. Για την αριά οι αντίστοιχες τιμές ήταν 0,40 το πρωί και μεταξύ 0,38 (νέα μέθοδος) και 0,44 (μάρτυρας) το μεσημέρι. Οι τιμές αυτές είναι πράγματι πολύ χαμηλές και στις δύο περιπτώσεις, ανεξαρτήτως του είδους, και οφείλονται στην καταπόνηση των φυταρίων λόγω του έντονου υδατικού στρες.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται ότι τα φυτάρια των δύο ειδών παρουσίασαν διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά με την εφαρμογή των διαφορετικών

χειρισμών (Quick pots T18 με τύρφη ίνες κοκοφοίνικα και Paper pots με τύρφη περλίτη), αλλά τα φυσιολογικά τους χαρακτηριστικά δεν διέφεραν σημαντικά. Ο μεγαλύτερος όγκος των φυτοδοχείων τύπου Quick pots συνέβαλε στην ανάπτυξη μεγαλύτερου ριζικού συστήματος σε σχέση με τα φυτοδοχεία Paper pots και στα δύο είδη που εξετάστηκαν. Το παραπάνω είχε ως συνέπεια τη διαμόρφωση καλύτερων αναλογιών υπόγειου/υπέργειου τμήματος, γεγονός που φαίνεται να επηρέασε τον αριθμό των φυταρίων κάθε χειρισμού που επιβίωσαν στο πεδίο. Οι μικρότερες μέσες τιμές υπέργειου και υπόγειου τμήματος των φυταρίων στο πεδίο σε σχέση με το φυτώριο οφείλονται αφενός στην έντονη καταπόνηση των φυταρίων, η οποία είχε ως αποτέλεσμα την απώλεια μάζας και στα δύο τμήματα των φυταρίων, και αφετέρου στο γεγονός ότι επιβίωσαν κυρίως τα μικρότερα σε ύψος φυτάρια.

Παρά την ύπαρξη σημαντικών διαφορών στα μορφολογικά χαρακτηριστικά, τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά (υδατικό δυναμικό και φωτοχημική αποτελεσματικότητα) δεν διέφεραν σημαντικά μεταξύ των χειρισμών στο πεδίο. Αντίθετα, αρκετές έρευνες σε καλλιεργούμενα είδη έδειξαν διαφορές των φυσιολογικών παραμέτρων λόγω της επίτευξης διαφορετικών μορφολογικών χαρακτηριστικών (Carmi et al. 1983, Krizek et al. 1985, Robbins and Pharr 1988, Huang et al. 1996). Η μη διαφοροποίηση πιθανόν να οφείλεται στις εξαιρετικά δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος, οι οποίες συνέβαλαν στην έντονη καταπόνηση των φυταρίων, με αποτέλεσμα αυτά να παρουσιάζουν πολύ χαμηλή φωτοχημική αποτελεσματικότητα και υδατικό δυναμικό, έτσι ώστε πιθανές μικρές διαφορές μεταξύ των χειρισμών να μην μπορούν να διαπιστωθούν. Παράλληλα η μη επίτευξη ικανοποιητικών τιμών φωτοχημικής αποτελεσματικότητας και υδατικού δυναμικού των φύλλων δείχνει για μια ακόμη φορά ότι ο βασικός περιοριστικός παράγοντας που εμποδίζει την επιβίωση και την αύξηση των φυταρίων σε τέτοια περιβάλλοντα είναι η εδαφική υγρασία κατά τους θερινούς μήνες (Salisbury and Ross 1992), σε συνδυασμό με τον έντονο ανταγωνισμό που υπόκειται από την ποώδη βλάστηση. Οι Gordon and Rice (1999) αναφέρουν ότι η αποτυχία εγκατάστασης νεαρών φυταρίων *Quercus douglasii* στην Καλιφόρνια μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη εδαφικής υγρασίας κατά τους κρίσιμους μήνες του καλοκαιριού εξαιτίας του εκτοπισμού της ντόπιας ποώδους βλάστησης από ετήσια μεσογειακά είδη. Το ριζικό σύστημα των νεοφυτευθέντων φυταρίων δεν προλαβαίνει να επεκταθεί στα βαθύτερα στρώματα του εδάφους με αποτέλεσμα το νερό που υπάρχει να καταναλώνεται από την ήδη εγκατεστημένη ποώδη βλάστηση, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει τον αποκλεισμό της εγκατάστασης των

νεαρών φυταρίων πριν το ριζικό τους σύστημα προλάβει να φτάσει σε μεγαλύτερα βάθη (Schultz et al. 1955, Williams and Hobbs 1989).

Τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου πειράματος δείχνουν επίσης ότι υπάρχει μεγάλη ανάγκη για τη δημιουργία προγραμμάτων ελέγχου της ποιότητας του φυτευτικού υλικού για τον προσδιορισμό του δυναμικού επιβίωσης και του δυναμικού συμπεριφοράς των φυταρίων στο πεδίο στις συγκεκριμένες κάθε φορά συνθήκες. Οι Folk και Grossnickle (1997) έδειξαν ότι το δυναμικό συμπεριφοράς στο πεδίο μπορεί να μετρηθεί και να συσχετιστεί με την πραγματική συμπεριφορά των φυταρίων σε μια αναδασωτέα έκταση μετρώντας την συμπεριφορά των φυταρίων κάτω από περιβαλλοντικές συνθήκες που αναπαριστούν τις συνθήκες που επικρατούν στην υπό αναδάσωση περιοχή. Το υψηλό κόστος αποκατάστασης και η χαμηλή επιβίωση των φυταρίων σε υποβαθμισμένα περιβάλλοντα οδηγούν επίσης στη απαίτηση της ποσοτικής έκφρασης του δυναμικού επιβίωσης του παραγόμενου φυτευτικού υλικού.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος REDMED (Restoration of degraded ecosystems in Mediterranean regions) που χρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Environment and Climate RTD Programme, Contact No: ENV 4-CT 97-0682).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aldhous, J.R. and W.L., Mason (eds), 1994. Forest Nursery Practice. Forestry Commission Bulletin 111, 268 pp.
- Carmi, A., Hesketh, J. D., Enos, W. T., Peters, D. B., 1983. Interrelationships between shoot growth and photosynthesis as affected by root growth restriction. *Photosynthetica* 17: 240-245.
- Duryea, M.L., 1984. Nursery cultural practices: Impacts on seedling quality. In: M.L. Duryea and T.D. Landis (eds), *Forest Nursery Manual, Production of Bareroot Seedlings*. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research Laboratory Oregon State University, Corvallis, pp.143-164.
- ΕΠΙΜΥΚΚ, 1998. Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Υγροτόπου Κόλπου Καλλονής.
- Fitter, A.H., 1991. Characteristics and functions of root systems. In: Y. Waisel, A. Eshel, U. Kafafi (eds), *Plant Roots*. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 3-25.

- Folk, R. S. and Grossnickle, S. C. 1997. Determining field performance potential with the use of limiting environmental conditions. *New Forests* 13: 121-138.
- Gordon, D.R. and Rice, K.J., 1999. Competitive suppression of *Quercus douglasii* (Fagaceae) seedlings emergence and growth. *American Journal of Botany* 87 (7): 986-994.
- Hartman, H.T., Kester, D. E., Davies F. T., Geneve, R. L. 1997. *Plant Propagation. Principles and Practices*. Sixth Edition. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey, 770 pp.
- Huang, C., Webb, M.J., Graham, R.D., 1996. Pot size affects expression of Mn efficiency in Barley. *Plant and Soil* 178: 205–208.
- Joly, R.J., 1985. Techniques for determining seedling water status and their effectiveness in assessing stress. In: M.L. Duryea (ed), *Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Tests*. Forest Research Laboratory, Oregon State University, pp. 17-28.
- ISTA (International Seed Testing Association) 1993. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology* 21, supplement: 160-186.
- Krizek, D.T., Carmi, A., Mirecki, R.M., Snyder, F.W., Bunce, J.A., 1985. Comparative effects of soil moisture stress and restricted root zone volume on morphogenetic and physiological responses of Soybean [*Glycine max* (L.) Merr]. *Journal of Experimental Botany* 36: 25–38.
- Landis, T.D., Tinus, R.W., McDonald, S.E., Barnett J.P., 1990. Containers and Growing media. *The Container Tree Nursery Manual Vol. 2, Agriculture Handbook 674*. Washington DC: U.S.D.A Forest Service.
- Lansac, A.R., Zaballos, J.P., Martin, A., 1994. Seasonal water potential changes and proline accumulation in Mediterranean shrubland species. *Vegetatio* 113: 141-154.
- Μαυρομάτης, Γ.Ν., 1980. Το Βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις Κλίματος και Φυσιικής Βλαστήσεως. Βιοκλιματικοί Χάρτες. Δασική Έρευνα. Τομ. 1, Παράρτημα. Αθήνα.
- Ritchie, G.A., 1984. Assessing seedling quality. In: M.L. Duryea and T.D. Landis (eds), *Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings*. Martinus Nijhoff/ Dr. W. Junk Publishers, The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research laboratory, Oregon State University, Corvallis, pp.243-259.

- Robbins, N.S. and Pharr, D.M., 1988. Effects of restricted root growth on carbohydrate metabolism and whole plant growth of *Cucumis sativus* L. *Plant Physiology* 87: 409–413.
- Salisbury, F.B. and Ross, C.W., 1992. *Plant Physiology*. Fourth Edition, Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, USA, pp. 682.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Braastreet, E.D., Hemmingsen, E.A., 1965. Sap pressure in vascular plants. *Science* 148: 339-346.
- Shultz, A.M., Launchbaugh, J.L., Biswell, H.H., 1955. Relationship between grass density and Brush seedling survival. *Ecology* 36: 226-238.
- Τσιτσώνη, Θ., Γκανάτσας, Π., Ζάγκας, Θ. και Χατζηστάθης, Α., 1999. Ανόρθωση υποβαθμισμένων δασικών εκτάσεων. Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας, Θεσσαλονίκη 1999.
- Werner, C. and Correia, O., 1996. Photoinhibition in cork-oak leaves under stress: influence of the bark-stripping on the chlorophyll fluorescence emission in *Quercus suber* L.: *Trees* 10: 288-292.
- Williams, K. and Hobbs, R.J., 1989. Control of shrub establishment by springtime soil water availability in an annual grassland. *Oecologia* 81: 62-66.
- Vallejo, R., 1998. Workshop on the Establishment of a Forest Restoration Database in the Mediterranean Basin. CHEAM – IAMZ. Zaragoza, Spain.
- Van den Driessche, R., 1991. Influence of container nursery regimes on drought resistance of seedlings following planting. I. Survival and growth. *Can. J. For. Res.* 21: 555-565.
- Χατζηστάθης, Α. και Ντάφης, Σ., 1989. Αναδασώσεις–Δασικά Φυτώρια. Εκδόσεις Γιαχούδη–Γιαπούλη. Θεσσαλονίκη. σελ. 262.

Πίνακας 1: Μέσοι όροι του ύψους, της διαμέτρου, του λόγου H/D και του αριθμού φύλλων των φυταρίων *Q.ilex* και *Q. macrolepis* στους δύο χειρισμούς, στο φυτώριο και στην ύπαιθρο. Μάρτυρας (M) και νέα μέθοδος (N).

Ιανουάριος 1999	Χειρισμός	Ύψος βλαστού (cm)	Διάμετρος βλαστού (mm)	Ύψος / Διάμετρος (H/D)	Αριθμός φύλλων
<i>Q. macrolepis</i>	M	29,14a	3,92a	7,43a	*
	N	17,66b	4,96b	3,56b	*
<i>Q. ilex</i>	M	28,18a	3,54a	7,96a	24,11 a
	N	19,38b	3,80b	5,10b	18,80b
Ιούνιος 1999					
<i>Q. macrolepis</i>	M	28,07a	3,54a	7,92a	18,00ns
	N	20,30b	4,24b	4,78b	15,20ns
<i>Q. ilex</i>	M	23,34a	3,51ns	6,64ns	16,20ns
	N	18,42b	3,55ns	5,18ns	12,75ns

a, b : Στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0,05$)

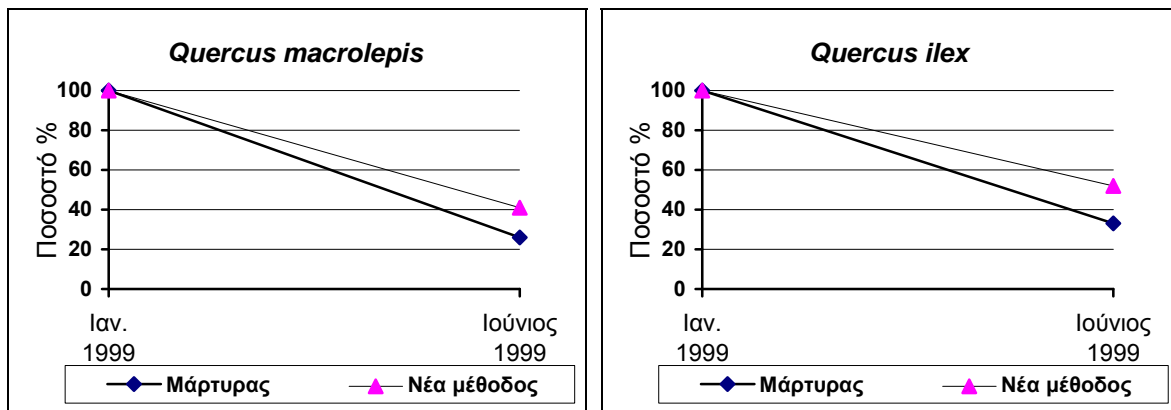
ns: Στατιστικά μη σημαντική διαφορά

*: Χωρίς φύλλα

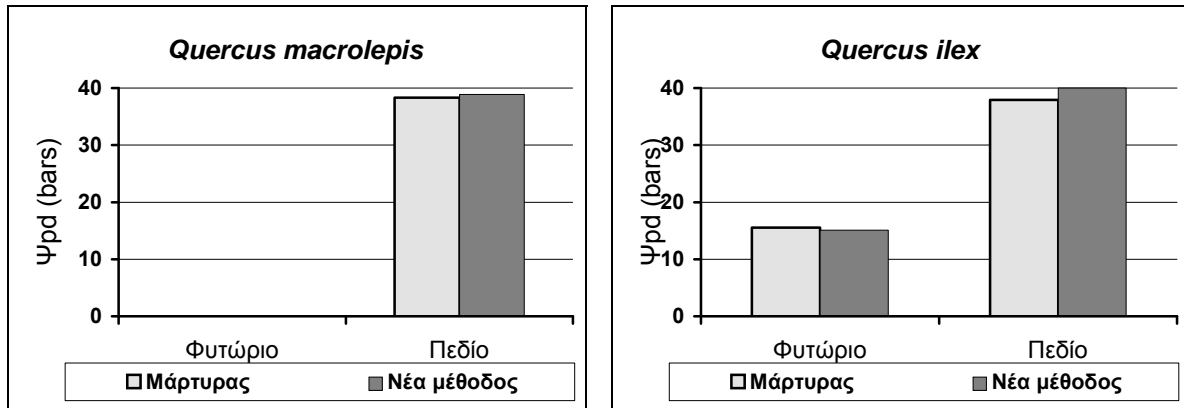
Πίνακας 2: Μέσοι όροι της βιομάζας, των διαστάσεων του ριζικού συστήματος, του σχετικού υδατικού περιεχομένου και του ειδικού βάρους των φύλλων των φυταρίων *Q.ilex* και *Q. macrolepis* στους δύο χειρισμούς, στο φυτώριο και στην ύπαιθρο. Μάρτυρας (M) και νέα μέθοδος (N).

	Ιανουάριος 1999				Ιούνιος 1999			
	<i>Q. macrolepis</i>		<i>Q. ilex</i>		<i>Q. macrolepis</i>		<i>Q. ilex</i>	
	M	N	M	N	M	N	M	N
LDW	-	-	0,48	1,29	0,75	0,94	1,52	1,04
SDW	2,51	1,96	1,18	1,81	1,61	1,496	1,56	0,80
RDW	3,21	5,41	0,21	1,73	2,24	3,83	1,41	1,54
R/S	1,27	3,00	0,13	0,58	0,95	1,57	0,46	0,84
TDW	5,72	7,37	1,87	4,83	2,36	2,44	3,08	1,84
SLW	-	-	7,00	12,30	-	-	-	-
RWC	-	-	0,88	0,94	-	-	-	-
TRL	561,37	1760,20	140,07	731,57	152,10	960,66	194,80	330,6
RSA	122,71	335,88	22,69	106,24	49,35	176,14	46,76	61,54
TRV	2,32	5,28	0,30	1,29	1,34	2,64	0,90	0,93
RAD	0,13	0,17	0,05	0,06	-	-	-	-

LDW = Ξηρό βάρος φύλλων , **SDW** = ξηρό βάρος βλαστού, **RDW** = Ξηρό βάρος ρίζας, **R/S** = Αναλογία ξηρού βάρους υπόγειου / υπέργειου τμήματος , **TDW** = Συνολικό ξηρό βάρος φυτού, **SLW** = Ειδικό βάρος φύλλων (mg/cm²), **RWC** = Σχετικό υδατικό περιεχόμενο των φύλλων, **TRL** = Συνολικό μήκος ρίζας (cm), **RSA** = Συνολική επιφάνεια ρίζας (cm²), **TRV** = Συνολικός όγκος ρίζας (cm³), **RAD** = Μέση διάμετρος ρίζας (cm). Δείγμα 10 φυταρίων ανά είδος X χειρισμό.

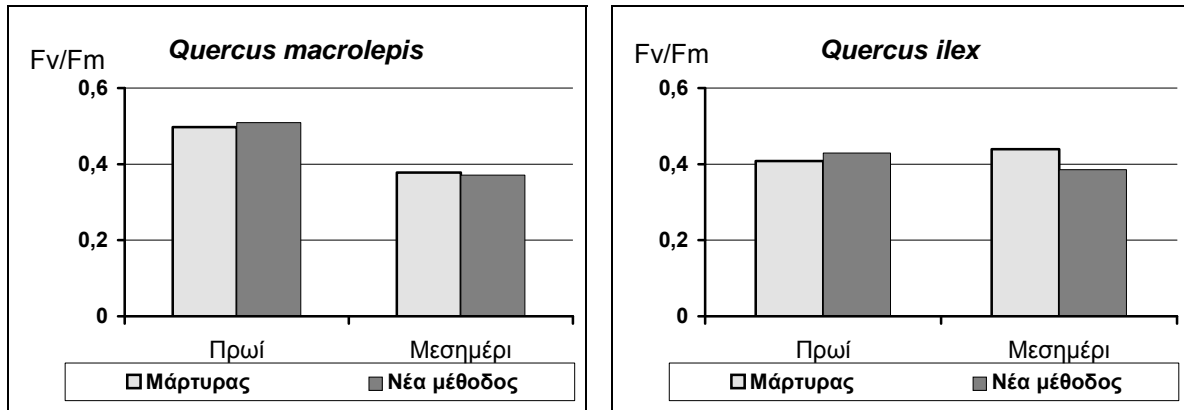


Σχήμα 1: Επιβίωση των φυταρίων των δύο ειδών (*Q. macrolepis* και *Q. ilex*) στους δύο χειρισμούς, 6 μήνες μετά τη μεταφύτευσή τους στο πεδίο.



Σχήμα 2: Υδατικό δυναμικό των φύλλων των φυταρίων στο φυτώριο και στο πεδίο.

- Οι τιμές στον άξονα των Ψ είναι αρνητικές.
- Για την βαλανιδιά υπάρχουν τιμές μόνο στο πεδίο επειδή στο φυτώριο τα φυτάρια είχαν ρίξει τα φύλλα τους την περίοδο των μετρήσεων (Δεκέμβριος).



Σχήμα 3: Φωτοχημική αποτελεσματικότητα (F_v/F_m) των φυταρίων των δύο ειδών στους δύο χειρισμούς στο πεδίο (Ιούνιος 1999).