

**Μελέτη φυτρωτικότητας σπόρων αυτοχθόνων δασοπονικών ειδών
για την παραγωγή φυτευτικού υλικού για αστική χρήση**

Κ. Τσούρη, Θ.Κ. Τσιτσώνη*, Μ. Τσακαλδήμη

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος,
Εργαστήριο Δασοκομίας, Τ.Θ. 262, 54124, Θεσσαλονίκη.

*e-mail: tsitsoni@for.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι να μελετηθούν μέθοδοι βελτίωσης της φυτρωτικότητας των σπόρων των αυτόχθονων ειδών, *Cercis siliquastrum* και *Carpinus orientalis*, τα οποία έχουν ιδιαίτερη αισθητική αξία και οι σπόροι τους παρουσιάζουν δυσκολίες φυτρωτικότητας, ώστε να μπορούν να αναπαραχθούν εύκολα και να είναι διαθέσιμα και για αστική χρήση. Οι σπόροι του *C. siliquastrum* συλλέχθηκαν από φυσικό και αστικό περιβάλλον. Οι σπόροι και των δύο προελεύσεων υπέστησαν 6 διαφορετικούς χειρισμούς διακοπής λήθαργου, μηχανικό σκαριφάρισμα (μάρτυρας), χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ H_2SO_4 (98%) για 20 και 30 λεπτά, εμφύσηση σε διάλυμα 500 ppm γιββερελλίνης (GA_3), εμφύσηση σε ζεστό νερό (70-80°C) και τέλος χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ H_2SO_4 (98%) για 30' και εμφύσηση σε διάλυμα 500 ppm γιββερελλίνης που παρουσίασε τα καλύτερα αποτελέσματα φυτρωτικότητας με ποσοστό 52% για τους σπόρους προέλευσης Θεσσαλονίκης και 62,5% για τους σπόρους προέλευσης Χαλκιδικής. Οι σπόροι του *C. orientalis* συλλέχθηκαν από αστικό περιβάλλον και υπέστησαν 5 διαφορετικούς χειρισμούς διακοπής λήθαργου, μηχανικό σκαριφάρισμα, χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ (H_2SO_4) (98%) για 30' και υγρή-ψυχρή στρωμάτωση για 12 εβδομάδες, χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ H_2SO_4 (98%) για 1 ώρα, εμφύσηση σε διάλυμα 500ppm γιββερελλίνης (GA_3) και τέλος υγρή-ψυχρή στρωμάτωση για 12 εβδομάδες, που παρουσίασε τα καλύτερα αποτελέσματα φυτρωτικότητας με ποσοστό 84%.

Λέξεις κλειδιά: λήθαργος, χειρισμοί, σκαριφάρισμα, στρωμάτωση, γιββερελλίνη, *Cercis siliquastrum*, *Carpinus orientalis*.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επιλογή του κατάλληλου φυτικού είδους για αστικό πράσινο αποτελεί ένα από τα σοβαρότερα και σύνθετα προβλήματα της δασοκομίας πόλεων γιατί απαιτεί τη γνώση και τη συνεκτίμηση πολλών παραγόντων (οικολογικές συνθήκες, αυξητικός χώρος, χαρακτηριστικά των φυτικών ειδών, επιδιωκόμενος σκοπός, σχεδιασμός – αρχιτεκτονική κ.ά.) (Bassuk 2002, Τσακαλδήμη 2003, Τσιτσώνη κ. α. 2010). Στη χώρα μας δεν δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην επιλογή των κατάλληλων φυτικών ειδών για τους χώρους αστικού πρασίνου. Αντίθετα παρατηρείται ελλιπής σχεδιασμός και έντονη τάση χρησιμοποίησης ξενικών ειδών. Η χρήση καλλιεργούμενων ξενικών ειδών, τα οποία αλλοιώνουν την φυσιογνωμία του ελληνικού στοιχείου στις πόλεις, αποτελούν

κίνδυνο γενετικής μόλυνσης με συγγενή ελληνικά είδη (Γσακαλδήμη 2003). Η οικολογική σημασία των αυτόχθονων ειδών είναι αναγνωρισμένη διεθνώς.

Τα τελευταία χρόνια, η σημασία χρήσης υλικού σποράς από τοπικούς φυσικούς πληθυσμούς για τις μελλοντικές φυτεύσεις έχει αναγνωριστεί ως σημαντικό μέρος της διατήρησης της ποικιλομορφίας δασικών δέντρων (Coart et al. 2005).

Σκοπός της εργασίας είναι να μελετηθούν μέθοδοι αναπαραγωγής αυτόχθονων ειδών της ελληνικής χλωρίδας, τα οποία έχουν ιδιαίτερη αισθητική αξία και τα οποία παρουσιάζουν δυσκολίες φυτρωτικότητας των σπόρων τους ώστε να χρησιμοποιηθούν στις δεντροστοιχίες και τα πάρκα της πόλης της Θεσσαλονίκης για λειτουργικούς και αισθητικούς σκοπούς.

Ειδικότερα, οι αντικειμενικοί στόχοι της εργασίας αυτής είναι α) η μελέτη των σπόρων που παρουσιάζουν δυσφυτρωτικότητα των ειδών *Cercis siliquastrum* και *Carpinus orientalis*, β) η εφαρμογή κατάλληλων χειρισμών για την διακοπή του λήθαργου και τη βελτίωση της φυτρωτικότητάς τους, και γ) η σύγκριση της φυτρωτικότητάς τους ανάμεσα σε σπόρους που προέρχονται από το αστικό ή το φυσικό περιβάλλον.

1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

Οι σπόροι του *Cercis siliquastrum* συλλέχθηκαν από το κέντρο της Θεσσαλονίκης και από την περιοχή της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Οι σπόροι του *Carpinus orientalis* συλλέχθηκαν από το βοτανικό κήπο της Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Α. Π. Θ. Η συλλογή των σπόρων έγινε στις αρχές Δεκεμβρίου του έτους 2009. Μετά τη συλλογή και τον καθαρισμό τους οι σπόροι αποθηκεύτηκαν σε γυάλινα δοχεία, σε θερμοκρασία 4-5 °C στο ψυγείο. Για τον έλεγχο της υγείας και της πληρότητάς τους οι σπόροι τοποθετήθηκαν ανά 100 σε δοχεία, σκεπάστηκαν με νερό και παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 24 ώρες. Οι σπόροι που βυθίστηκαν θεωρήθηκαν υγιείς, ενώ αυτοί που παρέμειναν στην επιφάνεια ήταν κούφιοι. Η βιωσιμότητα των σπόρων εξετάστηκε με τη μέθοδο του τετραζολίου. Χρησιμοποιήθηκε 1% διάλυμα τετραζολίου, το οποίο παρασκευάστηκε διαλύοντας 1g τριφενυλο-χλωρίδιο του τετραζολίου σε 100 ml αποσταγμένο νερό (Bonner and Karrfalt 2008). Τα έμβρυα που εμφάνισαν ερυθρό χρώμα στο ριζίδιο και στις κοτυληδόνες θεωρήθηκαν βιώσιμα, ενώ εκείνα που παρέμειναν λευκά θεωρήθηκαν μη βιώσιμα (ISTA 1999, Bonner and Karrfalt 2008).

1.1. Χειρισμοί για τη διακοπή του λήθαργου των σπόρων

Συνολικά έγιναν 6 χειρισμοί για το είδος *C. siliquastrum* και 5 χειρισμοί για το είδος *C. orientalis*. Στο τέλος κάθε χειρισμού οι σπόροι ξεπλύθηκαν με αποσταγμένο νερό. Πραγματοποιήθηκαν 8 επαναλήψεις (25 σπόροι ανά επανάληψη) σε κάθε χειρισμό (Teketay 1996, Bonner and Karrfalt 2008). Οι μετρήσεις γίνονταν κάθε 3 ημέρες, για χρονικό διάστημα περίπου 2,5 μηνών. Κριτήριο φύτευσης των σπόρων ήταν η έξοδος του ριζιδίου, μήκους 2 mm, σύμφωνα με τους κανόνες της ISTA (1999).

Cercis siliquastrum

Μηχανικό σκαριφάρισμα (Μάρτυρας): Το μηχανικό σκαριφάρισμα έγινε με την βοήθεια γυαλόχαρτου. Αμέσως μετά ξεπλύθηκαν και τοποθετήθηκαν σε γυάλινα δοχεία με νερό για 24 ώρες.

Χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ: α) Για 20' και β) Για 30': Οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε γυάλινα δοχεία, καλύφθηκαν με πυκνόθειικό οξύ (H_2SO_4) (98%), σε θερμοκρασία δωματίου όπου και παρέμειναν για 20 και 30 λεπτά.

Χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ (H_2SO_4) για 30' και εμφύσηση σε 500ppm γιββερελλίνη (GA_3): Σ' αυτόν το χειρισμό έγινε συνδυασμός του προηγούμενου χειρισμού, για να λεπτύνει το περίβλημα των σπόρων και να είναι πιο εύκολη η διείσδυση της ορμόνης. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε βύθιση των σπόρων σε διάλυμα γιββερελλίνης συγκέντρωσης 500 ppm για 24 ώρες στο σκοτάδι στους $25^\circ C$. Το διάλυμα γιββερελλίνης 500 ppm δημιουργήθηκε διαλύοντας 0.5g GA_3 σε 1 lt νερό.

Εμφύσηση σε 500ppm γιββερελλίνη (GA_3): Οι σπόροι βυθίστηκαν απευθείας σε διάλυμα γιββερελλίνης συγκέντρωσης 500 ppm για 24 ώρες στο σκοτάδι στους $25^\circ C$.

Εμφύσηση σε ζεστό νερό (70-80 °C): Για να μαλακώσει το σκληρό περίβλημα των σπόρων έγινε βύθιση αυτών σε δοχεία με ζεστό νερό θερμοκρασίας 70-80 °C όπου και παρέμειναν για 1 ώρα.

Carpinus orientalis

Μηχανικό σκαριφάρισμα (Μάρτυρας): Το μηχανικό σκαριφάρισμα έγινε με την βοήθεια γυαλόχαρτου. Αμέσως μετά ξεπλύθηκαν και τοποθετήθηκαν σε γυάλινα δοχεία με νερό για 24 ώρες.

Χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ (H_2SO_4): α) για 30 λεπτά και β) για 1 ώρα και υγρή - ψυχρή στρωμάτωση για 12 εβδομάδες: Οι σπόροι εμφύσηθηκαν σε πυκνόθειικό οξύ (H_2SO_4) (98%) σε θερμοκρασία δωματίου όπου και παρέμειναν για 30 λεπτά και 1 ώρα. Έπειτα, ξεπλύθηκαν με άφθονο τρεχούμενο νερό και στο τέλος με αποσταγμένο. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν μέσα σε πλαστικά τριβλία διαμέτρου 9 cm πάνω σε άμμο, η οποία αφού πρώτα αποστειρώθηκε στον φούρνο του εργαστηρίου στους $180^\circ C$ για 3 ημέρες, διαβρέχτηκε με αποσταγμένο νερό και μερικές σταγόνες μυκητοκτόνο για την αποφυγή προσβολών από μύκητες. Τα τριβλία με τους σπόρους τοποθετήθηκαν στο ψυγείο στους $4-5^\circ C$ για 12 εβδομάδες.

Υγρή - ψυχρή στρωμάτωση για 12 εβδομάδες: Οι σπόροι τοποθετήθηκαν πάνω σε άμμο σε πλαστικά τριβλία διαμέτρου 9 cm, η οποία διαβρέχτηκε με αποσταγμένο νερό και μερικές σταγόνες μυκητοκτόνο για την αποφυγή προσβολών από μύκητες. Τα τριβλία με τους σπόρους τοποθετήθηκαν στο ψυγείο στους $4-5^\circ C$ για 12 εβδομάδες.

Εμφύσηση σε 500ppm γιββερελλίνη (GA_3): Οι σπόροι βυθίστηκαν απευθείας σε διάλυμα γιββερελλίνης συγκέντρωσης 500 ppm για 24 ώρες στο σκοτάδι στους $25^\circ C$.

1.2 Συνθήκες φύτευσης

Μετά την εφαρμογή των χειρισμών οι σπόροι των δύο ειδών τοποθετήθηκαν σε πλαστικά τριβλία των 9 cm πάνω σε αποστειρωμένη άμμο, διαβρεγμένη με αποσταγμένο νερό και μυκητοκτόνο για να αποφευχθεί η ανάπτυξη μυκήτων. Το κάθε τριβλίο περιείχε 25 σπόρους ομοιόμορφα κατανομημένους. Τα τριβλία μεταφέρθηκαν στο φυτρωτήριο με συνθήκες θερμοκρασίας $25-20^\circ C$, φωτοπεριόδου 8ώρες φως/16

ώρες σκοτάδι αντίστοιχα και υγρασίας 80%. Οι σπόροι διαβρέχονταν καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων με αποσταγμένο νερό έτσι ώστε να παραμένει η άμμος υγρή, όπως και με μυκητοκτόνο για την αποφυγή μολύνσεων.

1.3. Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων

Η στατιστική επεξεργασία έγινε με τη χρήση του προγράμματος IBM SPSS Statistics 19. Εφαρμόστηκε το πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο και χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο του Duncan (Norusis 1994).

2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

2.1. *Cercis siliquastrum*

Τα ποσοστά των υγιών και πλήρων σπόρων του είδους τόσο αυτών που προέρχονταν από το φυσικό όσο και αυτών που προέρχονταν από το αστικό περιβάλλον ήταν 99%. Στο τεστ βιωσιμότητας των σπόρων οι κοτυληδόνες των σπόρων του *C. siliquastrum* προέλευσης Θεσσαλονίκης και Χαλκιδικής, εμφάνισαν ερυθρό χρώμα κατά 85-90% και τα ριζίδια κατά 75%.

2.1.1. Φυτρωτική ικανότητα σπόρων

Με βάση τα αποτελέσματα της εργασίας οι σπόροι κουτσουπιάς προέλευσης Χαλκιδικής παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά φυτρωτικής ικανότητας και η φύτρωση ξεκίνησε πολύ νωρίτερα σε σχέση με τους σπόρους προέλευσης Θεσσαλονίκης (Πίνακας 1, Σχήμα 1 και 2). Οι εφαρμογή των χειρισμών είχε στατιστικά σημαντική επίδραση στη φυτρωτικότητα των σπόρων. Οι σπόροι κουτσουπιάς προέλευσης Θεσσαλονίκης και Χαλκιδικής, οι οποίοι υπέστησαν μηχανικό σκαριφάρισμα παρουσίασαν ποσοστά φυτρωτικότητας 5,5% και 8% αντίστοιχα, τα οποία είναι ιδιαίτερα χαμηλά (Πίνακας 1). Ωστόσο, οι Gebre and Karam (2004) αναφέρουν ότι οι σπόροι κουτσουπιάς που υπέστησαν τον ίδιο χειρισμό δεν φύτρωσαν. Επίσης οι σπόροι, οι οποίοι υπέστησαν χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ για 20 και 30 λεπτά και για τις δύο προελεύσεις αντιμετώπισαν πρόβλημα στη φυτρωτικότητά τους (ποσοστά φυτρωτικότητας από 1% έως 4%), (Πίνακας 1), αποδεικνύοντας την ύπαρξη του εσωτερικού λήθαργου. Τα αποτελέσματα της φυτρωτικότητας των σπόρων με αυτόν τον χειρισμό συμφωνούν με τον ισχυρισμό των Zencirkiran et al. (2010), πως μετά το χημικό σκαριφάρισμα η ψυχρή στρωμάτωση είναι απαραίτητη για να σπάσει ο λήθαργος του εμβρύου. Οι Martinucci et al. (1985) απέδωσαν τον εσωτερικό λήθαργο στην εμφάνιση του φερούλικού οξέος στο ενδοσπέρμιο, το οποίο είναι πιθανώς υπεύθυνο για μείωση της διαθεσιμότητας του οξυγόνου στο έμβρυο. Επίσης, παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν και οι Gebre and Karam (2004), οι οποίοι μελέτησαν σπόρους κουτσουπιάς, που υποβλήθηκαν σε χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ (H_2SO_4) για 0, 5, 15 και 30 λεπτά. Ομοίως, οι Zencirkiran et al. (2010), αναφέρουν ότι το χημικό σκαριφάρισμα με H_2SO_4 για 30 λεπτά έδωσε ποσοστό φυτρωτικότητας αρκετά χαμηλό 0,60%. Οι σπόροι κουτσουπιάς και των δύο προελεύσεων Θεσσαλονίκης και Χαλκιδικής, οι οποίοι εμβλαπτίστηκαν σε ζεστό νερό (70-80°C) για περίπου 1 ώρα απέτυχαν να φυτρώσουν. Το ζεστό νερό μπορεί να λεπτύνει και να κάνει διαπερατό το περίβλημα των σπόρων του γένους *Cercis*, όμως μπορεί και να επιδράσει αρνητικά στην φύτρωση των σπόρων προκαλώντας εσωτερική καταστροφή του εμβρύου (Bonner

and Karrfalt 2008). Τα παραπάνω αποτελέσματα δεν συμφωνούν με την παραδοχή πως το χημικό σκαριφάρισμα μεθειϊκό οξύ διαπιστώθηκε ότι είναι πιο αποτελεσματικό σε σχέση με το μηχανικό σκαριφάρισμα και με την βύθιση σε ζεστό νερό (Liu et al. 1981). Στην παρούσα εργασία, το μηχανικό σκαριφάρισμα, και στις δύο προελεύσεις, έδωσε καλύτερα αποτελέσματα από το χημικό σκαριφάρισμα και την εμφάνιση σε ζεστό νερό.

Πίνακας 1. Ποσοστά φυτρωτικότητας για τους 6 χειρισμούς που πραγματοποιήθηκαν στους σπόρους του *C. siliquastrum* Θεσσαλονίκης και Χαλκιδικής.

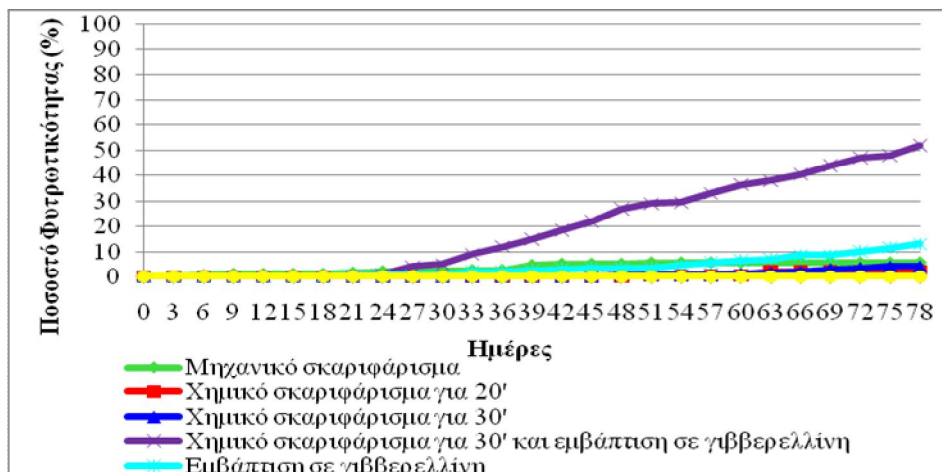
Table 1. Germination percentages of 6 treatments applied in seeds of *C. siliquastrum* from Thessaloniki and Chalkidiki.

Χειρισμοί	Ποσοστό φυτρωτικότητας προέλευσης Θεσσαλονίκης (%)	Ποσοστό φυτρωτικότητας προέλευσης Χαλκιδικής (%)
Μηχανικό σκαριφάρισμα (Μάρτυρας)	5,5 (2,383)cb	8 (2,619)cb
Χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειϊκό οξύ (H ₂ SO ₄) α) Για 20΄	2 (1,069)c	4 (2,507)cb
Χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειϊκό οξύ (H ₂ SO ₄) β) Για 30΄	4 (1,309)c	1(0,655)c
Χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειϊκό οξύ (H ₂ SO ₄) για 30΄ και εμφάνιση σε 500ppm γιββερελλίνη (GA ₃)	52 (4,780)a	62,5 (8,174)a
Εμφάνιση σε 500ppm γιββερελλίνη (GA ₃)	13 (3,683)b	14,5 (1,991)b
Εμφάνιση σε ζεστό νερό (70-80°C)	0 (0,000)c	0 (0,000)c

Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι ±το σφάλμα του μέσου όρου. Στην ίδια στήλη, οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά (P < 0.05).

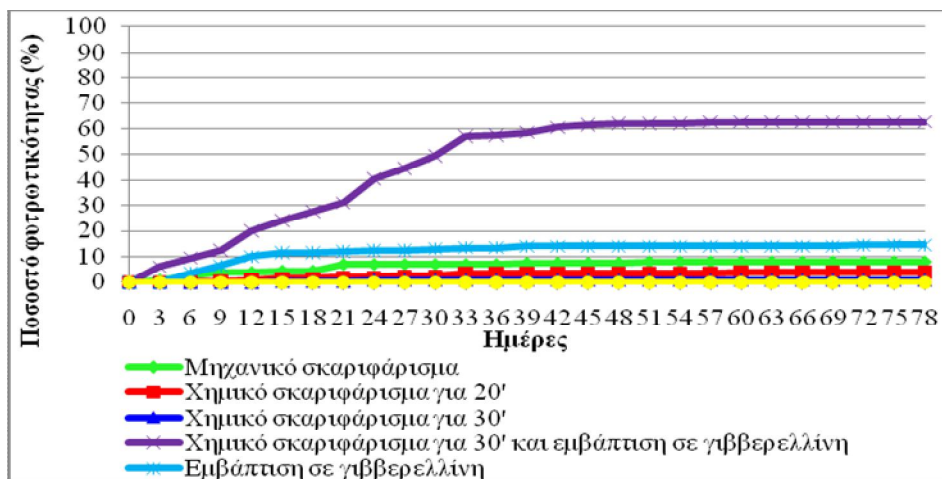
Οι σπόροι οι οποίοι εμφάνιστηκαν σε 500 ppm γιββερελλίνης φύτρωσαν με ποσοστό φυτρωτικότητας 13% (προέλευσης Θεσσαλονίκης) και 14,5% (προέλευσης Χαλκιδικής), (Πίνακας 1). Οι Gebre and Karam (2004), οι οποίοι εμφάνισαν σπόρους κουτσουπιάς σε γιββερελλίνη GA₃ συγκεντρώσεων 0, 242,4, 484,9, 727,4, 969,8 ppm, όπου μόνο η βύθιση σε 484,9 ppm GA₃ είχε θετικά αποτελέσματα με ποσοστό φυτρωτικότητας 48%. Ενώ, οι Rascio et al. (1998) εμφάνισαν σπόρους κουτσουπιάς σε διάλυμα γιββερελλίνης συγκέντρωσης 10,39 ppm και πέτυχαν ποσοστό φυτρωτικότητας 32%. Ο αποτελεσματικότερος χειρισμός στην παρούσα εργασία αποδείχθηκε ο συνδυασμός χημικού σκαριφάρισματος των σπόρων με πυκνόθειϊκό οξύ για 30 λεπτά και εμφάνιση αυτών σε 500 ppm γιββερελλίνης (GA₃) (Πίνακας 1). Σε αυτόν τον χειρισμό οι σπόροι προέλευσης Θεσσαλονίκης παρουσίασαν ποσοστό φυτρωτικότητας 52% ενώ η εμφάνιση ξεκίνησε στις 24 ημέρες. Οι σπόροι προέλευσης Χαλκιδικής παρουσίασαν ποσοστό φυτρωτικότητας 62,5% και η εμφάνιση ξεκίνησε πολύ νωρίτερα στις 6 ημέρες (Σχήμα 1 και 2). Το χημικό σκαριφάρισμα διέκοψε τον λήθαργο του περιβλήματος, ενώ η εμφάνιση σε γιββερελλίνη διέκοψε τον λήθαργο του εμβρύου. Οι Zencirkiran et al. (2010) πέτυχαν την υψηλότερη φυτρωτικότητα (85%) με

χημικό σκαριφάρισμα των σπόρων με H₂SO₄ για 30 λεπτά και υγρή – ψυχρή στρωμάτωση για 8 εβδομάδες.



Σχήμα 1. Πορεία φύτευσης των σπόρων του *C. siliquastrum* προέλευσης Θεσσαλονίκης μετά τους 6 χειρισμούς που εφαρμόστηκαν.

Figure 1. Germination progress of seeds of *C. siliquastrum* from Thessaloniki in 6 treatments applied.



Σχήμα 2. Πορεία φύτευσης των σπόρων του *Cercis siliquastrum* προέλευσης Χαλκιδικής μετά τους 6 χειρισμούς που εφαρμόστηκαν.

Figure 2. Germination progress of seeds of *C. siliquastrum* from Chalkidiki in 6 treatments applied.

Οι Pipinis et al. (2010) αναφέρουν ποσοστό φυτρωτικότητας 94% με τον συνδυασμό 20 λεπτά χημικό σκαριφάρισμα και 3 μήνες ψυχρή στρωμάτωση και ποσοστό 98% με 60 λεπτά χημικό σκαριφάρισμα και 3 μήνες ψυχρή στρωμάτωση. Ενώ οι Rascio et al. (1998) που εφάρμοσαν υγρή – ψυχρή στρωμάτωση σε σπόρους *C. Siliquastrum*, οι οποίοι είχαν υποστεί σκαριφάρισμα σε θερμοκρασία 4°C, στο σκοτάδι για χρονικό διάστημα 60 ημερών, αναφέρουν ποσοστό φυτρωτικότητας 65%.

2.2. *Carpinus orientalis*

Το ποσοστό των υγιών και πλήρων σπόρων του *C. orientalis* ήταν 20%. Στο τεστ βιωσιμότητας των σπόρων οι κοτυληδόνες εμφάνισαν ερυθρό χρώμα κατά 90-95% και τα ριζίδια κατά 75-80%.

2.2.3. Φυτρωτική Ικανότητα σπόρων

Τα ποσοστά φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων *C. orientalis* παρουσιάζονται στον Πίνακα 2 και η πορεία φύτευσης σε κάθε χειρισμό φαίνεται στο Σχήμα 3. Οι χειρισμοί που εφαρμόστηκαν επηρέασαν σημαντικά τη φυτρωτική ικανότητα των σπόρων αλλά και στην ταχύτητα της φύτευσης. Οι σπόροι οι οποίοι υπέστησαν χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ (H_2SO_4) για 30 λεπτά ή για 1 ώρα και υγρή – ψυχρή στρωμάτωση για 12 εβδομάδες απέτυχαν να φυτρώσουν. Οι Takos et al. (2001) σε αντίστοιχο χειρισμό πέτυχαν ποσοστό φυτρωτικότητας 26%. Οι Hartmann et al. (1997) προτείνουν σπορά, αμέσως μετά τη συλλογή των σπόρων, το φθινόπωρο χωρίς κανένα χειρισμό. Αν οι σπόροι σπαρθούν την ακόλουθη άνοιξη τότε θα χρειαστεί να υποστούν ψυχρή στρωμάτωση για 3 – 4 μήνες.

Πίνακας 2. Ποσοστά φυτρωτικότητας για τους 5 χειρισμούς που πραγματοποιήθηκαν στους σπόρους του *Carpinus orientalis*

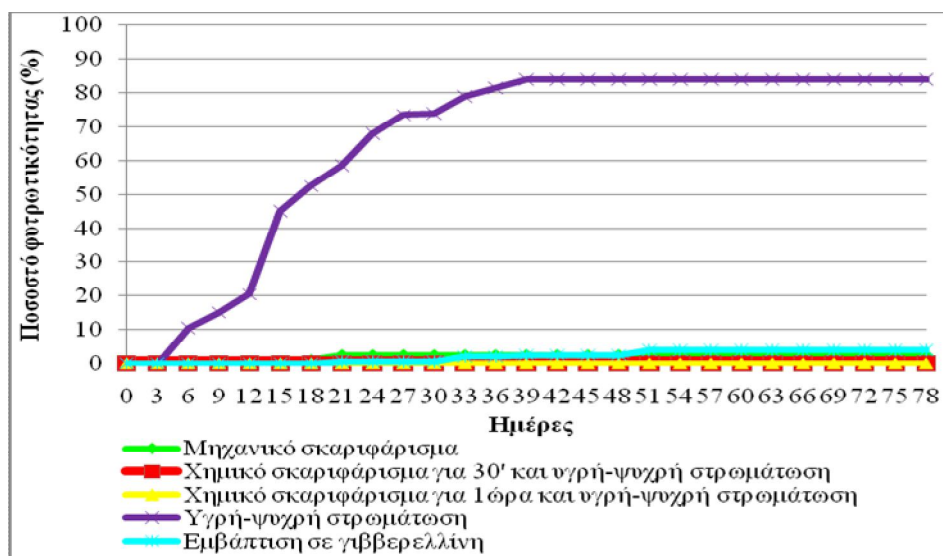
Table 2. Germination percentages of 5 treatments applied in seeds of *C. orientalis*

Χειρισμοί	Ποσοστό φυτρωτικότητας (%)
Μηχανικό σκαριφάρισμα	2,5 (1,052)b
Χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ (H_2SO_4) για 30 λεπτά και υγρή - ψυχρή στρωμάτωση	0 (0,000)b
Χημικό σκαριφάρισμα με πυκνόθειικό οξύ (H_2SO_4) για 1ώρα και υγρή - ψυχρή στρωμάτωση	0 (0,000)b
Υγρή – ψυχρή στρωμάτωση για 12 εβδομάδες	84 (3,703)a
Εμβάπτιση σε 500ppm γιββερελλίνης (GA_3)	4 (1,512)b

Οι τιμές είναι οι μέσοι όροι \pm το σφάλμα του μέσου όρου. Οι μέσοι όροι που ακολουθούνται από διαφορετικό γράμμα διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ($P < 0.05$).

Ο χειρισμός με την υγρή – ψυχρή στρωμάτωση για 12 εβδομάδες έδωσε την υψηλότερη φυτρωτικότητα 84%, ενώ η φύτευση ξεκίνησε αρκετά νωρίς στις 6 ημέρες. Το ίδιο υψηλό ποσοστό αναφέρουν και οι Takos et al. (2001) σε αντίστοιχο χειρισμό. Ο χειρισμός της εμβάπτισης των σπόρων σε 500 ppm γιββερελλίνης (GA_3) δοκιμάστηκε

για πρώτη φορά, όμως δεν είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα. Οι ερευνητές Bretzloff and Pellet (1979) διέκοψαν το διπλό λήθαργο, του περιβλήματος και του εμβρύου, με χειρισμούς με γιββερελλίνη συγκεντρώσεων 25, 100 και 500 ppm και στρωμάτωση στους 4°C για 6, 12, ή 18 εβδομάδες. Αυτός ο συνδυασμός αύξησε την φυτρωτικότητα των σπόρων του αμερικάνικου γαύρου (*Carpinus caroliniana*), αν τον συγκρίνουμε με τους χειρισμούς της στρωμάτωσης. Σύμφωνα με τους παραπάνω ερευνητές ο χειρισμός με γιββερελλίνη θα ήταν προτιμότερο να συνδυαστεί με άλλους χειρισμούς όπως με σκαριφάρισμα ή ψυχή στρωμάτωση (Bonner and Karrfalt 2008).



Σχήμα 3. Πορεία φύτευσης των σπόρων του *Carpinus orientalis* μετά τους 5 χειρισμούς που εφαρμόστηκαν.

Figure 3. Germination progress of seeds of *C. orientalis* in 5 treatments applied.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Cercis siliquastrum

- Στους περισσότερους χειρισμούς διακοπής λήθαργου που εφαρμόστηκαν, οι σπόροι προέλευσης Χαλκιδικής παρουσίασαν καλύτερα ποσοστά φυτρωτικότητας και μεγαλύτερη ταχύτητα φύτευσης σε σχέση με τους σπόρους προέλευσης Θεσσαλονίκης.
- Ο χειρισμός χημικό σκαριφάρισμα με πυκνό θειικό οξύ για 30 λεπτά σε συνδυασμό με την εμβάπτιση σε 500ppm γιββερελλίνης (GA_3) έδωσε τα καλύτερα ποσοστά φυτρωτικότητας και για τις δύο προελεύσεις, Θεσσαλονίκης και Χαλκιδικής (ποσοστά φυτρωτικότητας 52% και 62,5%). Οι σπόροι προέλευσης Θεσσαλονίκης ολοκλήρωσαν τη φύτευσή τους την 78η ημέρα, ενώ οι σπόροι προέλευσης Χαλκιδικής την 48η ημέρα.

Carpinus orientalis

- Ο χειρισμός με υγρή-ψυχρή στρωμάτωση για 12 εβδομάδες έδωσε τα πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα, με ποσοστό φυτρωτικότητας αρκετά υψηλό 84%. Η φύτρωση των σπόρων ολοκληρώθηκε την 39η ημέρα.
- Οι χειρισμοί που εμπεριείχαν χημικό σκαριφάρισμα, είχαν αρνητική δράση στη φύτρωση των σπόρων του *C.orientalis*. Οι σπόροι επειδή ήταν φρέσκοι δεν είχαν εμφανίσει λήθαργο του περιβλήματος και το πυκνό θειϊκό οξύ πιθανόν να προκάλεσε καταστροφή του εμβρύου.

Τέλος, με βάση τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη την αξία χρήσης των ειδών που μελετήθηκαν, συμπεραίνουμε ότι η παραγωγή φυταρίων με σπόρους των ειδών *C. siliquastrum* και *C.orientalis*, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πάρκα, δεντροστοιχίες και κήπους, είναι δυνατή αρκεί οι σπόροι να έχουν επεξεργαστεί με τους κατάλληλους χειρισμούς.

Seed germination trials on native forest species for the production of planting material for urban use

Tsouri C., Tsitsoni* T., Tsakalidimi M.

Aristotle University of Thessaloniki, School of Forestry and Natural Environment,
Laboratory of Silviculture, P.O.Box 262, 54124, Thessaloniki

*e-mail: tsitsoni@for.auth.gr

SUMMARY

Purpose of this study was to investigate methods that increase the germination of the native species *Cercis siliquastrum* and *Carpinus orientalis*, in order to be used in an urban environment. The seeds of *C. siliquastrum* were collected from natural and urban environment. The seeds of both origins were treated with 6 different treatments, which break the dormancy. The seeds of both origins were treated with mechanical scarification (witness), chemical scarification with dense sulphuric acid (H_2SO_4 98%) for 20 and 30 minutes, immersion in a solution of 500ppm gibberellin (GA_3), immersion in hot water (70-80°C) and finally the combination of chemical scarification with concentrated sulphuric acid (H_2SO_4 98%) for 30 minutes and immersion in a solution of 500ppm gibberellin (GA_3) which presented the best results of germination with percentage 52% for the seeds from Thessaloniki and 62,5% for the seeds from Chalkidiki. The seeds of *C. orientalis* were collected from urban environment and were treated with 5 different treatments, which break the dormancy: mechanical scarification, chemical scarification with concentrated sulphuric acid (H_2SO_4 98%) for 30 minutes and moist-cold stratification for 12 weeks, chemical scarification with concentrated sulphuric acid (H_2SO_4 98%) for 1 h and moist-cold stratification for 12 weeks, immersion in a solution of 500ppm gibberellin (GA_3) and finally moist-cold stratification for 12 weeks, which presented the best results of germination with percentage of germination 84%.

Keywords: dormancy, treatments, stratification, gibberellin, *Cercis siliquastrum*, *Carpinus orientalis*.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bassuk, N.**, 2002. The Aesthetic value of street tree selection. *City Trees* 38(5): 13-14.
- Bonner, F.T. and Karrfalt, R.P.**, 2008. *The Woody Plant Seed Manual*. Agriculture Handbook No 727. Forest Service. United States. ISBN: 0160811317.
- Bretzlöff, L.V., Pellet, N.E.**, 1979. Effect of stratification and gibberellic acid on the germination of *Carpinus caroliniana* Walt. *Hort Science* 14(5): 621–622.
- Coart, E., Van Glabeke, S., Petit R.J., Van Bockstaele, E., Roldán-Ruiz, I.**, 2005. Range wide versus local patterns of genetic diversity in hornbeam (*Carpinus betulus* L.) *Conservation Genetics* 6:259–273.
- Gebre, G.H., Karam, N.S.**, 2004. Germination of *Cercis siliquastrum* seeds in response to gibberellic acid and stratification. *Seed Science and Technology* 32: 255-260.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T.**, 1997. *Plant Propagation, Principles and Practices*. Prentice-Hall International, pp. 113-257.
- International Seed Testing Association (ISTA)**, 1999. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology* 27, pp. 333.
- Liu, N.Y., Khatamian, H., Fretz, T.A.**, 1981. Seed coat structure of three woody legume species after chemical and physical treatments to increase seed germination. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106(5): 691–694.
- Martinucci, R, Gastaldo, P., Profumo, P. and Bevilacqua, L. R.**, 1985. Bound Ferulic Acid In the Endosperm Of *Cercis Siliquastrum* L. *Plant Science*, 38: 41-46.
- Norusis, M.J.**, 1994. *SPSS Professional Statistics 6.1*. Chicago Press: SPSS Inc. 84
- Pipinis, E., Milios, E., Smiris, P., Gioumousidis, C.**, 2010. Effect of acid scarification and cold moist stratification on the germination of *Cercis siliquastrum* L. seeds. *Turk J Agric for* 34, doi: 10.3906/tar-1003-848.
- Rascio, N., Mariani, P., Dalla, V. F., Rocca, N., Profumo, P. and Gastaldo, P.**, 1998. Effects of seed chilling or GA3 supply on dormancy breaking and plantlet growth in *Cercis siliquastrum* L. *Plant Growth Regulation*, 25: 53–61
- Τσακαλδήμη, Μ.Ν.**, 2003. Η σημασία της σωστής επιλογής φυτικών ειδών στους χώρους του αστικού πρασίνου. Πρακτικά επιστημονικής ημερίδας «Επιλογή φυτικών ειδών για δασώσεις, αναδασώσεις και βελτιώσεις αστικού τοπίου. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας. Τμήμα Δασοπονίας. Δράμα, 6/6/2003.
- Τσιτσώνη, Θ., Τσούρη, Κ., Κοντογιάννη, Α., Ζάγκα, Θ.**, 2010. Αναμόρφωση των χώρων πρασίνου σχολικού συγκροτήματος με σκοπό τη λειτουργική και αισθητική αναβαθμισή του. Συμβούλιο Περιβάλλοντος. Σελ. 747-753.
- Takos, I., Konstantinidou, E, Merou, Th**, 2001. Effects of stratification and scarification on germination of Christ's thorn (*Paliurus spina* – Christi Mill.) and oriental hornbeam (*Carpinus orientalis* Mill.) seeds. *Proceedings of the International Conference: FOREST RESEARCH: A challenge for an Integrated European Approach*. Vol.1. NAGREF – Forest Research Institute. Thessaloniki, August 2001.
- Teketay, D.**, 1996. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. *Forest Ecology and Management* 80, 209-223.

Zencirkiran, M., Tümsavaş, Z., Ünal, H., 2010. The Effects of Different Acid Treatment and Stratification Duration on Germination of *Cercis siliquastrum* L. Seeds. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj 38 (1): 159-163.