

**Η περιορισμένη φυσική κατανομή της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.)
- Κυριότεροι περιοριστικοί παράγοντες.**

**Τσιρούκης Αχιλλέας¹, Γεωργίου Κυριάκος², Βέργος Στέργιος¹, Αρέτος Βασίλειος¹,
Ζαβάκος Γεώργιος¹, Θάνος Α. Κώστας²**

¹ Τμήμα Δασοπονίας & Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, Παράρτημα Καρδίτσας, ΤΕΙ Λάρισας, Τέρμα Μαυρομιχάλη, 43100, Καρδίτσα.

² Τμήμα Βιολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 15784, Αθήνα.

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνώνται οι περιοριστικοί παράγοντες που συντελούν στην περιορισμένη και κατακερματισμένη γεωγραφική εξάπλωση της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.) στην Ελλάδα. Πρόκειται για μια έρευνα, η οποία διεξήχθη κατά την χρονική περίοδο 2003-2008, σε τρεις φυσικές περιοχές εξάπλωσης του είδους και συγκεκριμένα στους νομούς Γρεβενών (Πίνδος), Καρδίτσας (Άγραφα) και Λάρισας (Κίσσαβος). Από την επεξεργασία των παρατηρήσεων και των δεδομένων που συλλέχθηκαν στο πεδίο, αλλά και αυτών που μετρήθηκαν κατά τη διεξαγωγή σειράς ελέγχων - πειραμάτων στο εργαστήριο, διαπιστώθηκε ότι η Ιπποκαστανιά είναι το είδος της Ελληνικής και Ευρωπαϊκής χλωρίδας με τη μεγαλύτερη μάζα σπερμάτων, γεγονός που περιορίζει τη διασπορά τους. Επίσης, τα ληθαργικά και ανορθόδοξα (recalcitrant) σπέρματά της προέκυψε ότι χάνουν τη φυτρωτική τους ικανότητα όταν η περιεχόμενη υγρασία τους πέσει κάτω από ένα «κρίσιμο όριο», το οποίο και σηματοδοτεί την απώλεια της βιωσιμότητάς τους. Τέλος, διαπιστώθηκε ότι σημαντικό ρόλο στην εξάπλωση και περαιτέρω διαίωξη του είδους, ασκεί η συλλογή ή η κατανάλωση των σπερμάτων από διάφορα ζώα (βοοειδή και άλλα κτηνοτροφικά και άγρια ζώα), αλλά και από τον άνθρωπο.

Λέξεις κλειδιά: *Ιπποκαστανιά, ανορθόδοξα σπέρματα, λήθαργος, φύτρωση, διασπορά.*

Εισαγωγή

Η Ιπποκαστανιά ή πικροκαστανιά (*Aesculus hippocastanum* L., αγγλ. Horse chestnut), ανήκει στην οικογένεια Sapindaceae. Στην Ελλάδα συναντάται στα ορεινά της Ηπείρου, της Μακεδονίας, της Θεσσαλίας και της Στερεάς Ελλάδας. Είναι ημισκιάφοτο είδος με προτίμηση στις Β και ΒΑ εκθέσεις (Αβτζής κ.α., 2005), τα υγρά εδάφη, όπως επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι τα κατεξοχήν ενδιαίτηματά του είδους είναι τα ρέματα (Τσιρούκης κ.α., 2005) και με μεγάλο υψομετρικό εύρος ανάπτυξης από 220 έως 1500 m, μαζί με άλλα είδη όπως *Abies borisii regis*, *Fagus moesiaca*, *Quercus frainetto* κ.α. (Τσιρούκης, 2008). Εμφανίζεται για πρώτη φορά στη Βάση Δεδομένων της IUCN (World Conservation Union 2001), ως είδος για το οποίο δεν υπάρχει πληροφορία '(?)' σύμφωνα με την παγκόσμια κατάσταση διατήρησής του το 1997. Έχει κριθεί Απροσδιόριστο, [Indeterminate (I)] στην πρώην Γιουγκοσλαβία και

Ευάλωτο [Vulnerable (V)] στη Βουλγαρία. Στην Ελλάδα προστατεύεται από το Προεδρικό Διάταγμα 67/1981 και έχει καταγραφεί ως «άλλο σημαντικό είδος» σε έξι Τόπους Κοινοτικής Σημασίας του Δικτύου ΦΥΣΗ 2000 (Τσιρούκης, 2008).

Είναι ένα εντυπωσιακό φυλλοβόλο δένδρο, που καλλιεργείται κυρίως λόγω της αισθητικής του αξίας σε δενδροστοιχίες, πάρκα και πλατείες. Επίσης, τα σπέρματα συλλέγονται συστηματικά και χρησιμοποιούνται στην παρασκευή ιδιοσκευασμάτων και ομοιοπαθητικών προϊόντων με φαρμακευτική δράση από παραδασόβιους πληθυσμούς. Η ωρίμανση των καρπών προσδιορίζεται στα τέλη Σεπτεμβρίου με αρχές Οκτωβρίου, οπότε γίνεται και η διασπορά των σπερμάτων. Τα σπέρματα της Ιπποκαστανιάς κατά τη διασπορά τους από το μητρικό δένδρο εμφανίζουν υδατοπεριεκτικότητα που φθάνει στο 52% της μάζας τους (Τσιρούκης κ.α., 2004) και κατατάσσονται στην κατηγορία των ανορθόδοξων (Roberts, 1973, Pence & Crease 1992, Tompsett & Pritchard 1993, 1998). Επίσης, διατελούν σε ένα βαθύ φυσιολογικό λήθαργο (Baskin and Baskin 2004) που συνεχίζεται για περίπου 16 - 17 εβδομάδες. Μετά την άρση αυτού και φυτρώνουν γρήγορα, αλλά και το “παράθυρο φύτρωσης” ανοίγει προς τις χαμηλότερες θερμοκρασίες (Obroucheva & Antipova, 2002, Τσιρούκης, 2008). Το γεγονός ότι αποτελεί ένα «απειλούμενο» ενδημικό είδος, κυρίως, της Ελλάδας με περιορισμένη φυσική εξάπλωση, οδηγεί στην ανάγκη της μελέτης των βασικότερων περιοριστικών παραγόντων που συμβάλλουν στην κατάσταση αυτή.

Υλικά και μέθοδοι

Για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας, αξιοποιήθηκαν στοιχεία τα οποία συγκεντρώθηκαν κατά την χρονική περίοδο 2003-2008 σε φυσικές περιοχές εξάπλωσης του είδους, στους νομούς Γρεβενών (Β. Πίνδος), Καρδίτσας (Άγραφα) και Λάρισας (Κίσαβος), όπου, ειδικότερα, πραγματοποιήθηκε η συλλογή φυτικού υλικού (καρποί και σπέρματα), αλλά και η μελέτη των οικοφυσιολογικών συνθηκών, της αναπαραγωγικής βιολογίας, της φύτρωσης και επιβίωσης των αρτιβλάστων στο πεδίο, καθώς επίσης της φυσικής διασποράς και των πιθανών θηρευτών του είδους.

Για τις ανάγκες των πειραμάτων, κάθε χρόνο, ένας αριθμός 2.500-3.000 σπέρματα συλλέγονταν από το έδαφος (τη στιγμή της διασποράς τους ή μετά από 1-2 ημέρες) και μεταφέρονταν στο εργαστήριο του Τομέα Βοτανικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ), όπου αποθηκεύονταν στους 5 °C σε θάλαμο τύπου Sanyo Medicoool, μέσα σε σάκους πολυαιθυλενίου. Η τοποθέτηση των σπερμάτων στους 5 °C επιβάλλεται, προκειμένου να διατηρήσουν τα υψηλά επίπεδα της περιεχόμενης υγρασίας τους και φυσικά τη βιωσιμότητά τους (Berjak & Pammenter, 2001, Kermonde & Finch-Savage, 2002), αλλά και για την άρση του λήθαργου στη συνέχεια. Τα σπέρματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση σειράς ελέγχων, όπως: α) προσδιορισμός της μάζας τους, β) εκτίμηση της περιεχόμενης υγρασίας (υδατοπεριεκτικότητα %), του σπέρματος, του περιβλήματος, των κοτυληδόνων και του εμβρυακού άξονα, γ) βιωσιμότητα τους μετά από μερική αφυδάτωση, και δ) έλεγχος της φύτρωσης στο εργαστήριο σε σταθερές θερμοκρασίες (20, 25, 30 και 36 °C), αμέσως μετά τη συλλογή τους.

Η μέτρηση της μάζας των σπερμάτων πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Δασικής Οικολογίας του Τμήματος Δασοπονίας και Διαχείρισης Φυσικού Περιβάλλοντος, του

παραρτήματος Καρδίτσας, του ΤΕΙ Λάρισας, με ζυγό ακρίβειας 2 δεκαδικών ψηφίων τύπου Ohayo MP 300. Ειδικότερα, τα σπέρματα που συλλέγονταν στο πεδίο, τοποθετούνταν αμέσως σε σάκους πολυαιθυλενίου και την ίδια ή την επόμενη μέρα, για κάθε περιοχή προέλευσης, ένας αριθμός τουλάχιστον 100 από αυτά (όπου ήταν εφικτό) επιλέγονταν με τυχαίο τρόπο, τοποθετούνταν επί του ζυγού και καταγράφονταν τα αποτελέσματα.

Ο προσδιορισμός της υδατοπεριεκτικότητας πραγματοποιήθηκε σε κλίβανο ξήρανσης τύπου Memert, σε δείγματα αποτελούμενα από 10 σπέρματα, κάθε προέλευσης, με την ακόλουθη διαδικασία: α) μέτρηση της αρχικής νωπής μάζας (g) του σπέρματος, β) μέτρηση του απόβαρου (g) των δοχείων αλουμινίου, διαστάσεων 0,10 X 0,05 X 0,03 m με αρίθμηση (Π_1 - Π_{10}) για το περίβλημα, (K_1 - K_{10}) για τις κοτυληδόνες και ($A\Xi_1$ - $A\Xi_{10}$) για τον άξονα, γ) διαχωρισμός του σπέρματος στα συστατικά του μέρη, δηλαδή το περίβλημα, τις κοτυληδόνες και τον εμβρυακό άξονα, με κοφτερή λεπίδα και τοποθέτηση αυτών στα αντίστοιχα δοχεία αλουμινίου, ε) μέτρηση των δοχείων αλουμινίου με το περιεχόμενό τους (g), στ) τοποθέτηση όλων των δοχείων στον κλίβανο ξήρανσης για 17 ± 1 ώρες στους 103 °C, σύμφωνα με τα οριζόμενα από την International Seed Testing Association (ISTA 1999), και ζ) μέτρηση της ξηράς μάζας (g) όλων των συστατικών του σπέρματος, μετά την παρέλευση του χρόνου ξήρανσης.

Για τον έλεγχο της βιωσιμότητας των σπερμάτων μετά από μερική αφυδάτωση, χρησιμοποιήθηκαν 40 σπέρματα προέλευσης Γρεβενών, αμέσως μετά τη διασπορά τους, και με αρχική περιεχόμενη υγρασία (52,6%). Στα σπέρματα αυτά, ανά 10, πραγματοποιήθηκε μερική αφυδάτωση, με χρήση silica-gel, σε τέσσερα διαφορετικά επίπεδα περιεχόμενης υγρασίας 15, 20, 25 και 35% και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν για φύτευση στους 30 °C.

Ο έλεγχος της θερμοκρασιακής εξάρτησης της φύτευσης, πραγματοποιήθηκε με τυχαία δείγματα των 10 σπερμάτων και τρεις επαναλήψεις για κάθε πείραμα και προέλευση. Σε πλαστικό δοχείο διαστάσεων 0,18 X 0,15 X 0,05 m, στο οποίο διαστρώθηκε διπλή στρώση απορροφητικού χαρτιού τοποθετήθηκαν 10 σπέρματα. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε διάβρεξη με 150 ml απιονισμένο νερό, ακολούθησε κάλυψη με μονή στρώση χαρτιού, κλείσιμο του δοχείου με το κάλυμμά του και μεταφορά σε θαλάμους ελεγχόμενης θερμοκρασίας τύπου Heraeus, Model BK 5060 EL, W.C. Heraeus GmbH, όπου η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή με απόκλιση $\pm 0,5$ °C και τύπου Enviroatrol. Στους θαλάμους Heraeus πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα των 20 και 25 °C και στους θαλάμους Enviroatrol τα πειράματα των 30 και 36 °C. Μετά την συλλογή των σπερμάτων και μέχρι την έναρξη κάθε πειράματος, αυτά αποθηκεύθηκαν στους 5 °C σε θάλαμο τύπου Sanyo Medicool.

Για τον προσδιορισμό της διασποράς των σπερμάτων, πραγματοποιήθηκαν στον Κίσαβο μετρήσεις σε: α) ενήλικα μεμονωμένα δένδρα ή συνδενδρίες, και β) σε ενήλικα δένδρα που βρίσκονταν μέσα ή στα πρανή των ρεμάτων. Στην πρώτη περίπτωση (των μεμονωμένων δένδρων), ξεκινώντας από τη βάση του δένδρου, πραγματοποιήθηκαν ομόκεντροι κύκλοι κατά πλάτος, αυξάνοντας κάθε φορά τη διάμετρο σε μήκος όσο και η διάμετρος της προβολής της κόμης του δένδρου στο έδαφος. Όταν σε δύο διαδοχικούς κύκλους δεν εντοπιζόνταν σπέρματα, ολοκληρωνόταν και η διαδικασία. Στη δεύτερη περίπτωση, μελετήθηκε η διασπορά μέσα σε ρέμα (Κακόσκαλα), στο

οποίο υπάρχει ώριμο άτομο Ιπποκαστανιάς που καρποφορεί. Αργά την άνοιξη (Μάιος 2005), όταν η προσπέλαση ήταν δυνατή, διαβηματίστηκε το ρέμα στην κάθοδο του ξεκινώντας από το μητρικό δένδρο που πραγματοποίησε διασπορά ήδη το φθινόπωρο του 2004. Στόχος ήταν η διαπίστωση ύπαρξης στην κοίτη του ρέματος σπερμάτων που δεν φύτρωσαν ή η ύπαρξη νεαρών αρτιβλάστων.

Για τον προσδιορισμό των απειλών και κινδύνων που διατρέχουν τα σπέρματα από διάφορους θηρευτές έγιναν παρατηρήσεις: α) της συμπεριφοράς των βοοειδών (αγελάδες) έναντι των σπερμάτων, κατά την περίοδο διασποράς αυτών (περιοχή Γρεβενών), και β) της θήρευσης των σπερμάτων κατά την εποχή της ωριμότητάς τους και αμέσως μετά τη διασπορά τους από άγρια πουλιά και ζώα, αλλά και από τον άνθρωπο, ως συλλέκτη σπερμάτων από την επίγεια τράπεζα σπερμάτων (περιοχή Κίσαβου).

Αποτελέσματα

Από την επεξεργασία των φαινολογικών παρατηρήσεων και των δεδομένων που συλλέχθηκαν στο πεδίο, αλλά και αυτών που μετρήθηκαν κατά τη διεξαγωγή σειρών ελέγχων - πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο, προέκυψαν τα αποτελέσματα που περιγράφονται στη συνέχεια.

α) Προσδιορισμός της μάζας των σπερμάτων.

Υπολογίστηκε η μέση μάζα σπερμάτων, κάθε περιοχής μελέτης και για κάθε έτος, της χρονικής περιόδου 2003-2006 (Πίνακας 1). Τα σπέρματα προέλευσης Κίσαβου εμφανίζουν, κατά μέσο όρο, τη μεγαλύτερη μάζα (14,96 g), ακολουθούν αυτά της προέλευσης Καρδίτσας (14,62 g), ενώ τα σπέρματα που συλλέχθηκαν στην περιοχή Γρεβενών έχουν τη μικρότερη τιμή μάζας (14,44 g). Η μέση τιμή της μάζας των σπερμάτων, συνολικά για τις τρεις περιοχές μελέτης, υπολογίστηκε σε 14,67 g

Πίνακας 1: Μέση μάζα σπερμάτων (g) του *Aesculus hippocastanum* προελεύσεων Γρεβενών, Καρδίτσας και Κίσαβου, κατά τα έτη 2003-2006.

Table 1: Medium mass of seeds (g) of *Aesculus hippocastanum* from Grevena, Karditsa and Kisavos, at years 2003-2006.

Περιοχή προέλευσης των σπερμάτων	Έτος συλλογής	Αριθμός σπερμάτων	Μέσος όρος μάζας σπερμάτων (σε g)
Γρεβενά	2003	203	13,63
	2004	58	12,60
	2005	116	15,82
	2006	117	15,70
Μέσος όρος		123	14,44
Καρδίτσα	2003	117	14,62
	2004	36	11,94
	2005	116	16,88
	2006	112	15,04
Μέσος όρος		95	14,62
Κίσαβος	2003	158	13,27

	2004	56	16,33
	2005	125	13,81
	2006	116	16,45
<i>Μέσος όρος</i>		<i>114</i>	<i>14,96</i>
<i>Γενικός μέσος όρος</i>		<i>111</i>	<i>14,67</i>

β) Προσδιορισμός της περιεχόμενης υγρασίας (υδατοπεριεκτικότητα %), του σπέρματος, του περιβλήματος, των κοτυληδόνων και του εμβρυακού άξονα.

Για κάθε περιοχή μελέτης και για κάθε έτος της χρονικής περιόδου 2003-2006, υπολογίστηκε η μέση συνολική υδατοπεριεκτικότητα του σπέρματος, αλλά και η περιεχόμενη υγρασία των επιμέρους τμημάτων του (περιβλήματος, κοτυληδόνων και άξονα). Όπως φαίνεται από τα δεδομένα του Πίνακα 2 που ακολουθεί, τα σπέρματα προέλευσης Κίσαβου εμφανίζουν, κατά μέσο όρο, τη μεγαλύτερη υδατοπεριεκτικότητα (52,53 %), ακολουθούν αυτά από την περιοχή Γρεβενών (52,35 %), ενώ τα σπέρματα που συλλέχτηκαν στην περιοχή Καρδίτσας έχουν τη μικρότερη υδατοπεριεκτικότητα (52,11 %). Η μέση τιμή της υδατοπεριεκτικότητας των σπερμάτων, συνολικά για τις τρεις περιοχές μελέτης, ανέρχεται σε 51,88 %.

Πίνακας 2: Υδατοπεριεκτικότητα (%) του περιβλήματος, των κοτυληδόνων και του άξονα, σπερμάτων του *Aesculus hippocastanum* προέλευσης Γρεβενών, Καρδίτσας και Κίσαβου, κατά τα έτη 2003-2006.

Table 2: Water-content (%) of wrapping, cotyledons and axis, seeds of *Aesculus hippocastanum* from Grevena, Karditsa and Kisavos, at years 2003-2006.

Περιοχή προέλευσης των σπερμάτων	Έτος συλλογής	Υδατοπεριεκτικότητα %			
		Σπέρμα	Περίβλημα	Κοτυληδόνες	Άξονας
Γρεβενά	2003	55,60	51,45	54,00	70,23
	2004	52,06	56,12	50,09	68,67
	2005	52,42	54,02	50,94	62,55
	2006	49,33	50,74	47,91	59,16
<i>Μέσος όρος</i>		<i>52,35</i>	<i>53,08</i>	<i>50,73</i>	<i>65,15</i>
Καρδίτσα	2003	49,59	53,17	52,30	67,21
	2004	53,52	56,91	51,89	64,41
	2005	51,36	55,40	51,04	67,89
	2006	53,95	57,04	52,32	64,97
<i>Μέσος όρος</i>		<i>52,11</i>	<i>55,63</i>	<i>51,89</i>	<i>66,12</i>
Κίσαβος	2003	55,53	44,14	48,78	64,05
	2004	52,87	53,70	51,57	73,31
	2005	51,03	54,13	49,23	67,17
	2006	50,70	51,46	49,64	63,79
<i>Μέσος όρος</i>		<i>52,53</i>	<i>50,86</i>	<i>49,81</i>	<i>67,08</i>

Γενικός μέσος όρος	51,88	52,80	50,37	65,74
--------------------	-------	-------	-------	-------

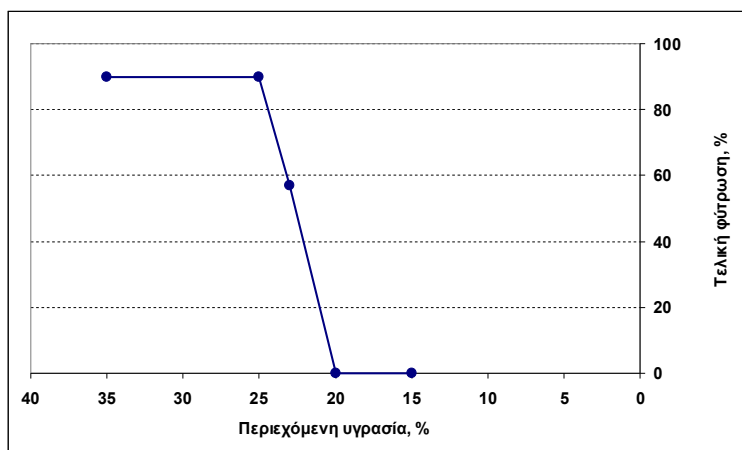
γ) Έλεγχος της βιωσιμότητας μετά από μερική αφυδάτωση.

Για τον έλεγχο της βιωσιμότητας των σπερμάτων, σε διάφορα επίπεδα αφυδάτωσης, αξιοποιήθηκαν 40 σπέρματα προέλευσης Γρεβενών τα οποία συλλέχθηκαν το 2005. Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3, η βιωσιμότητά τους φθάνει στο 90 % όταν η περιεχόμενη υγρασία τους κυμαίνεται από 25 έως 35 %, μειώνεται στο 57% όταν η υγρασία τους ελαττωθεί στο 23 % και μηδενίζεται όταν αφυδατωθούν σε επίπεδο μικρότερο του 20 %.

Πίνακας 3: Τελική φύτρωση %, σπερμάτων του *Aesculus hippocastanum* προέλευσης Γρεβενών, στα αντίστοιχα επίπεδα περιεχόμενης υγρασίας.

Table 3: Final germination %, of seeds *Aesculus hippocastanum* from Grevena, in the corresponding levels of contained humidity

Περιεχόμενη υγρασία (%)	Τελική φύτρωση (%)
15	0
20	0
23	57
25	90
35	90



Σχήμα 1: Τελική φύτρωση %, σπερμάτων Ιπποκαστανιάς (στους 30 °C), μετά από μερική αφυδάτωσή τους σε διάφορα επίπεδα περιεχόμενης υγρασίας (%).

Figure 1: Final germination %, of seeds *Aesculus hippocastanum* (in the 30 °C), after their partial dehydration in various levels of contained humidity (%).

δ) Έλεγχος της φυτρωτικής ικανότητας των σπερμάτων.

Η φυτρωτική ικανότητα ελέγχθηκε εργαστηριακά με σπέρματα ιπποκαστανιάς που συλλέχθηκαν στις τρεις περιοχές μελέτης κατά το έτος 2003 και τα οποία πριν την τοποθέτησή τους σε συνθήκες φύτρωσης αποθηκεύτηκαν για 15 ημέρες στους 5 °C (Πίνακας 4). Τα σπέρματα και των τριών περιοχών μελέτης, φυτρώνουν, κατά μέσο όρο, σε μεγαλύτερο ποσοστό (65 %) όταν η θερμοκρασία φύτρωσης είναι της τάξης των 30 °C. Το ποσοστό αυτό, σχεδόν υποδιπλασιάζεται (31 %) σε θερμοκρασία 25 °C, μειώνεται ακόμη περισσότερο (11 %) όταν η θερμοκρασία γίνει 36 °C και σχεδόν μηδενίζεται (3 %) σε θερμοκρασία 20 °C.

Πίνακας 4: Τελική φύτρωση (%) σπερμάτων Ιπποκαστανιάς (ανά προέλευση), σε θερμοκρασίες 20, 25, 30 και 36 °C.

Table 4: Final germination (%) of *Aesculus hippocastanum* (per origin), in temperatures 20, 25, 30 and 36 °C.

Περιοχή προέλευσης των σπερμάτων	Θερμοκρασία °C			
	20	25	30	36
	Τελική φύτρωση (%)			
Γρεβενά	10	27	62	2
Καρδίτσα	0	50	70	7
Κίσαβος	0	16	64	25
Μέσος όρος	3	31	65	11

ε) Διασπορά των σπερμάτων - Θήρευση

Το *Aesculus hippocastanum* παράγει τα μεγαλύτερης μάζας σπέρματα στο σύνολο της Ελληνικής και Ευρωπαϊκής χλωρίδας (μέγιστη παρατηρηθείσα τιμή 33,37 g, Γρεβενά 2006). Το χαρακτηριστικό αυτό, καθιστά το είδος ως «περιορισμένης διασποράς». Έτσι, η διασπορά του φαίνεται να ανήκει κυρίως στους τύπους της αυτοχωρίας - βαροχωρίας και δευτερευόντως της υδροχωρίας, λόγω της φυσικής του εξάπλωσης σε μεγάλο βαθμό, εντός ή επί των πρανών των ρεμάτων (Τσιρούκης κ.α., 2006). Εύρεση σπερμάτων Ιπποκαστανιάς στον Κίσαβο σε κουφαλερά δένδρα άλλων δασικών ειδών (Οξιάς-Δρυός), κατά την περίοδο των υλοτομιών και σε μια απόσταση περίπου 200 m από το πλησιέστερο φυτό, πιθανολογεί τη διασπορά του είδους από σκίουρους (*Sciurus vulgaris*) (Αλβανός και Μαγαλιός, 2005). Η φυσική θέση ανάπτυξης του είδους επί των πρανών, επιτρέπει την διασπορά των σπερμάτων (βαροχωρία) μόλις λίγα μέτρα (3–15 m) από την προβολή της κόμης των δένδρων. Στην περίπτωση της υδροχωρίας η διασπορά των σπερμάτων είναι πιο έντονη, καθότι διαπιστώθηκε διασπορά περίπου 800 m μακριά από το πλησιέστερο δένδρο κατά μήκος ρέματος (Βρωμονέρια) στον Κίσαβο.

Σε ότι αφορά στη θήρευση των σπερμάτων του είδους, διαπιστώθηκε ότι:

- Πριν την διασπορά και ενώ ακόμη αυτά βρίσκονται επί των δένδρων, στις μισάνοιχτες κάψες των καρπών σμήνη κοράκων τα τρυπούν, με αποτέλεσμα σύντομα να σαπίζουν. Οι ίδιοι θηρευτές, συνεχίζουν το έργο τους και μετά τη διασπορά τους στο έδαφος.

- Στην περιοχή των Γρεβενών, το διάστημα 2003-2006, καταγράφηκε η πλήρης θήρευση των σπερμάτων, επί του εδάφους, από τα βοοειδή (αγελάδες),
- Στην περιοχή του Κίσαβου, τα έτη 2005 και 2006 παρατηρήθηκε θήρευση από αγριόχοιρους, σκίουρους και τρωκτικά, καθώς επίσης και από ζώα ελευθέρως βοσκής (αγοπρόβατα).
- Παρατηρήθηκε, τέλος, σημαντική μείωση της παροδικής εδαφικής τράπεζας σπερμάτων, εξαιτίας της συστηματικής τους συλλογής από τον άνθρωπο, ο οποίος τα χρησιμοποιεί για φαρμακευτικούς σκοπούς (αιμορροΐδες, ρευματισμούς, ιγμορίτιδα κ.λπ.)

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα, προέκυψαν τα ακόλουθα:

- Όσον αφορά τη μάζα των σπερμάτων της Ιπποκαστανιάς, αυτά θεωρούνται ως προς το μέγεθός τους οι πρωταθλητές της Ευρωπαϊκής χλωρίδας, με μέγιστη καταγεγραμμένη μάζα 33,37 g σε σπέρμα προέλευσης Γρεβενών το 2006, (Τσιρούκης κ.α., 2006, Tsioukakis & Thanos, 2008). Η μέση τιμή της μάζας 1526 συνολικά σπερμάτων των προελεύσεων Γρεβενών, Καρδίτσας και Κίσαβου, είναι 14,45 g ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών, περίπου 75%, κατανέμεται στην κλάση μάζας 11-20 g. Τα παραπάνω αποτελέσματα όσον αφορά στη μάζα των καρπών και σπερμάτων είναι παρόμοια με αντίστοιχα άλλων ερευνητών (Daws et al., 2004, Takos et al., 2007).
- Ως προς την υδατοπεριεκτικότητα των σπερμάτων του *Aesculus*, αυτά κατά τη διασπορά τους έχουν ένα μεγάλο ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας, 49% (Suszka 1966) και 56% για το είδος *Aesculus pavia* (Bonner 1969), ενώ σε σπέρματα φυσικών προελεύσεων του *Aesculus hippocastanum* στην Ελλάδα καταγράφηκε περιεχόμενη υγρασία σε διάφορα έτη, μεταξύ του 49% και 56% (Τσιρούκης, 2008). Επακόλουθο της μεγάλης αυτής υγρασίας των ανορθόδοξων σπερμάτων, είναι η αδυναμία αποθήκευσης αυτών για μακρά διαστήματα. Τα σπέρματα αυτά παρουσιάζουν ένα «κρίσιμο περιεχόμενο υγρασίας» (Bonner, 1969, King & Roberts, 1979, Tompsett & Pritchard, 1993), ή αλλιώς ένα κατώτατο «όριο ασφαλείας» (Tompsett, 1984), κάτω από το οποίο, πέρα από τη μείωση της φυτρωτικότητας, παύει και η βιωσιμότητα αυτών. Τα «κρίσιμα» αυτά όρια της περιεχόμενης υγρασίας των σπερμάτων, ποικίλλουν μεταξύ των ειδών από 20 - 40% (King & Roberts, 1979, Chin, 1988, Leprince et al., 1998). Το «θανατηφόρο όριο» για το *Aesculus hippocastanum* είναι το 20% (Roberts, 1973).
- Η φύτρωση των σπερμάτων της Ιπποκαστανιάς φαίνεται να είναι η περίπτωση εκείνη στην οποία συνδυάζεται και ο βαθύς λήθαργος, αλλά και η μη ανθεκτική στην αφυδάτωση ιδιότητα του είδους. Η φύτρωση των σπερμάτων, αμέσως μετά τη διασπορά, πραγματοποιείται κυρίως στους 30 °C, που κατά κανόνα είναι η ιδανικότερη θερμοκρασία φύτρωσης για την περίοδο αυτή. Τα αποτελέσματα αυτά προέκυψαν από τα πειράματα των περιόδων 2003-2004 και 2004-2005 (Τσιρούκης, 2008), και είναι σύμφωνα με τους Pritchard et al. (1996, 1999, Daws et al., 2004). Μετά την πλήρη άρση του λήθαργου που επάγεται με 16-17 εβδομάδες στρωμάτωσης ή αποθήκευσης αυτών στο ψυγείο και στους 5 °C, (Obroucheva &

Antipova, 2002, Τσιρούκης, 2008), τότε αφενός όλα τα βιώσιμα σπέρματα φυτρώνουν γρήγορα και αφετέρου το θερμοκρασιακό εύρος (παράθυρο) της φύτρωσης διευρύνεται προς τις χαμηλότερες θερμοκρασίες των 5, 10 και 15 °C. Η φύτρωση στο πεδίο λαμβάνει χώρα νωρίς την άνοιξη (Tsiroukis et al., 2004, Tsiroukis & Thanos, 2008), διότι κατά την περίοδο αυτή ο λήθαργος των σπερμάτων έχει ήδη αρθεί, ως αποτέλεσμα των χαμηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

- Τα σπέρματα του είδους, εκτίθενται σε συνθήκες αφυδάτωσης μετά τη διασπορά τους ακόμη και κατά την παραμονή τους στο έδαφος, με τις δυσμενείς συνέπειες ως προς την βιωσιμότητά τους κάτω από κρίσιμα επίπεδα περιεχόμενης υγρασίας. Η βιωσιμότητα των σπερμάτων του *A. hippocastanum* μετά από μερική αφυδάτωση, έδειξε ότι διατηρήθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα (57%) με περιεχόμενη υγρασία έως 23%, ενώ, όταν η υγρασία των σπερμάτων έπεσε στα επίπεδα του 20% και 15%, η φύτρωση ήταν μηδενική (Τσιρούκης, 2008). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει προγενέστερα βιβλιογραφικά δεδομένα, ότι τα ανορθόδοξα σπέρματα χάνουν τη βιωσιμότητά τους όταν φθάσουν σε ένα κρίσιμο επίπεδο (όριο) υγρασίας το οποίο ονομάζεται και θανατηφόρο (king & Roberts, 1979, Chin, 1988, Chin, 1989, Leprince et al., 1998).
- Το γεγονός ότι το *Aesculus hippocastanum*, παράγει τα μεγαλύτερα σπέρματα στο σύνολο της Ελληνικής και Ευρωπαϊκής χλωρίδας, καθιστά το είδος ως “περιορισμένης διασποράς”. Έτσι, η διασπορά του φαίνεται να ανήκει κυρίως στους τύπους της αυτοχωρίας - βαροχωρίας και δευτερευόντως της υδροχωρίας, λόγω της φυσικής του εξάπλωσης σε μεγάλο βαθμό, εντός ή επί των πρηνών των ρεμάτων (Τσιρούκης κ.α., 2006, Τσιρούκης, 2008, Thanos C. et al, 2010).
- Τέλος, τα σπέρματα, υφίστανται κινδύνους από τα ζώα ελευθέρως βοσκής, τα άγρια φυτοφάγα ζώα του δάσους, αλλά και τα πτηνά. Αξίζει να αναφερθεί το γεγονός, ότι μεταξύ των βασικών θηρευτών συγκαταλέγεται και ο άνθρωπος, ο οποίος ως συλλέκτης σπερμάτων για φαρμακευτικούς σκοπούς ζημιώνει συστηματικά και επικίνδυνα την εδαφική τράπεζα.
- Με δεδομένο όλους τους παραπάνω σοβαρούς αρνητικούς παράγοντες και τα νέα κριτήρια της IUCN (V 3.1, 2001) εκτιμήθηκε η κατάσταση διατήρησης του είδους ως ΚΡΙΣΙΜΩΣ ΚΙΝΔΥΝΕΥΟΝ (CRITICALLY ENDANGERED) - κριτήρια B2ab (iv,v). (Tsiroukis et al., 2007)

Summary

In this paper we investigate the factors that contribute in restricting the geographical distribution of the Horse Chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in Greece. Here are presented the conclusions of a research, which was carried out in the years 2003-2008, in three areas where the Horse Chestnut is endemic, namely in the prefectures of Grevena (Mt. Pindos), Karditsa (Mt. Agrafa) and Larissa (Mt. Kissavos). Our research included field work, as well as lab experiments, and from our observations and lab results we came to the conclusion that the Horse Chestnut is the species of the Greek and European flora with the single largest seeds, thus limiting their ability to disperse. Our results also showed that the Horse Chestnut's dormant and recalcitrant seeds lose their ability to germinate, when their contained humidity falls under a “critical limit”,

which also signals the loss of their viability. Finally, it was realized that of great importance to the spread and further perpetuation of the species is the collection or consumption of its seeds, by the various animals (cattle and other farm and wild animals) and the human.

Key words: *Horse-chestnut, recalcitrant seeds, dormancy, germination, dispersal.*

Βιβλιογραφία.

- Αβτζής, Ν., Αβτζής, Δ., Βέργος, Στ. & Διαμαντής, Στ., 2005. Συμβολή στη μελέτη της φυσικής εμφάνισης της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.), στην Ελλάδα. 12^ο Δασολογικό Συνέδριο. Δράμα.
- Baskin J.M., Baskin C.C., 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 4:1-6.
- Bonner, F.T., 1969. Personnel communication. Starkville, MS: USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station.
- Berjak P. & Pammenter N.W., 2001. Seed recalcitrance - current perspectives. *South African Journal of Botany*, 67: 79-89.
- Chin, H.F., 1988. Recalcitrant Seeds - A Status Report. International Board for Plant Genetic Resources. Rome.
- Chin, H.F., Krishnapillay, B. & Stanwood, P.C., 1989. Seed Moisture: Recalcitrant V.S. Orthodox Seeds.
- Daws, M.I., Lydall, E., Chmielarz, P., Leprince, O., Matthews, S., Thanos, C.A. & Pritchard, H.W., 2004. Developmental heat sum influences recalcitrant seed traits in *Aesculus hippocastanum* across Europe. *New Phytologist*. 162: 157-166.
- International Seed Testing Association, 1999. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*. 27: 47-50.
- Kermode, A. & Finch-Savage, B., 2002. Desiccation Sensitivity in Orthodox and Recalcitrant Seeds in Relation to Development. CAB International 2002. *Desiccation and Survival in Plants: Drying Without Drying.* (eds M. Black and H.W. Pritchard), pp 149-184.
- King, M.W. & Roberts, E. H., 1979. The Storage of Recalcitrant Seeds: Achievements and Possible Approaches. International Board for Plant Genetic Resources. Rome.
- Leprince O., Aelst van A., Pritchard H.W. & Murphy D.J., 1998. Oleosins prevent oil-body coalescence during seed imbibition as suggested by a low-temperature scanning electron microscope study of desiccation-tolerant and -sensitive oilseeds. *Planta*. 204: 109-119.
- Obroucheva, N. & Antipova, O., 2002. Physiological characteristics of dormant and germinating Horse Chestnut seeds. *Tree Seeds 2002*. Chania, Crete, pp.109-115.
- Pence & Crease, V., 1992. Desiccation and the survival of *Aesculus*, *Castanea*, and *Quercus* embryo axes through cryopreservation. *Cryobiology*. 29: 391-399.
- Pritchard, H.W., Tompsett, P.B. & Manger, K.R., 1996. Development of a thermal time model for the quantification of dormancy loss in *Aesculus hippocastanum* seeds. *Seed Science Research*. 6: 127-135.

- Pritchard, H.W., Steadman, K.J., Nash, J.V. & Jones, C., 1999. Kinetics of dormancy release and the high temperature germination response in *Aesculus hippocastanum* seeds. *Journal of Experimental Botany*. 50: 1507-1514.
- Roberts, E.H., 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*. 1: 499-514.
- Suszka, B., 1966. Conditions for the breaking of dormancy and germination of the seeds of *Aesculus hippocastanum* L. *Arboretum Kornickie*. 11: 203-210.
- Takos, I., Varsamis, G., Avtzis, D., Galatsidas, Sp., Merou, Th. & Avtzis, N., 2007. The effect of defoliation by *Cameraria ohridella* Deschka and Dimic (Lepidoptera: Gracillaridae) on seed germination and seedling vitality in *Aesculus hippocastanum* L. *Science Direct. Forest Ecology and Management* 255: 830-835.
- Thanos, C.A., Fournaraki, Ch., Tsiroukis A. & Panayiotopoulos, P., 2010. Timing of Seed Germination and Life History of Trees: Case Studies from Greece. *Tree Seed Symposium: recent advances in seed research and ex situ conservation*. Taipei, Taiwan August 16-18, 2010 chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in Greece. *Book of Proceedings*, 3rd.
- Tompsett, P. B., 1984. Desiccation studies in relation to the storage of *Araucaria* seed. *Annals of Applied Biology*. 105: 581-586.
- Tompsett, P. B. & Pritchard, H. W., 1993. Water status changes during the development in relation to the germination and desiccation tolerance of *Aesculus hippocastanum* L. seeds. *Annals of Botany*. 71: 107-116.
- Tompsett, P. B. & Pritchard, H. W., 1998. The effect of chilling and moisture status on the germination, desiccation tolerance and longevity of *Aesculus hippocastanum* L. seed. *Annals of Botany* 82: 249-261.
- Tsiroukis, A., Georgiou, K., Vergos, St. & Thanos, A. C., 2004. Seed ecology of *Aesculus hippocastanum* L from three native locations in central and Northern Greece-Preliminary results. In: *Book of Abstracts*, p. 189. *Seed Ecology 2004*, Rhodes, Greece, April 29 May 4, 2004.
- Τσιρούκης, Α., Γεωργίου, Κ., Βέργος, Στ. & Θάνος, Α. Κ., 2005. Η οικοφυσιολογία της αναπαραγωγής στην Ιπποκαστανιά (*Aesculus hippocastanum* L.). *Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ελληνικής Βοτανικής Εταιρείας*, σελ. 643-649. Ιωάννινα, 5-8 Μαΐου 2005.
- Tsiroukis, A., Georghiou, K., Vergos, S. & Thanos, A. C., 2007. Conservation status of Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in Greece. *Book of proceedings*, 3rd Conference of the Hellenic Ecological Society; Ioannina, 16-19 November 2006. p 400-406.
- Τσιρούκης, Α., 2008. Αναπαραγωγική Φυσιολογία και Οικολογία της Ιπποκαστανιάς (*Aesculus hippocastanum* L.). *Διδακτορική Διατριβή*, σελ. 270. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Tsiroukis, A. & Thanos, A. C., 2008. Field seed germination of Horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) in Greece and climate change impacts. *Tree Seeds 2008*. Royal Botanic Gardens Kew, Wakehurst Place & University of Sussex, Brighton, U.K. 22-25 September, 2008

World Conservation Union (IUCN) 2001. IUCN Red List Categories and Criteria, v.
3.1. Species Survival Commission. IUCN.