

Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας
Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας

Μεταπτυχιακή Εργασία

**Θέμα: Η ανατομία του σπέρματος και του αρτίβλαστου της κεφαλληνιακής
ελάτης (*Abies cephalonica* Loudon)**

Καρασάββα Ευανθία

Αθήνα 2010

Η ανάθεση της παρούσας μελέτης έγινε με απόφαση της Γενικής Συνέλευσης Ειδικής Σύγκλησης του τμήματος Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας (συνεδρία 16/2-6-09), κατά την οποία εγκρίθηκαν το θέμα και η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

- Κ. Φασσέας Καθηγητής (Επιβλέπων)
- Γ. Καραμπουρνιώτης Καθηγητής (Μέλος)
- Γ. Αϊβαλάκις Αναπληρωτής Καθηγητής (Μέλος)

Αφιερωμένη στις κόρες μου

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία δεν θα είχε τη σημερινή της μορφή χωρίς την ουσιαστική συνεισφορά κάποιων ανθρώπων, τους οποίους και θέλω να ευχαριστήσω θερμά:

Τον κ. Φασσέα Κ., Καθηγητή και διευθυντή του εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας, επιβλέποντα της παρούσας εργασίας, για την επιλογή του θέματος, την καθοδήγηση, τις πολύτιμες επιστημονικές συμβουλές του και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε. Χωρίς την υποστήριξή του δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωσή της.

Επίσης ευχαριστώ για την συνεργασία τους ως μέλη της επιτροπής αξιολόγησης της Μεταπτυχιακής αυτής εργασίας τον κ. Καραμπουρνιώτη Γ., καθηγητή και τον κ. Αιβαλάκη Γ., αναπληρωτή καθηγητή.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τον κ. Ψαροκωστόπουλο Ι. για την βοήθειά του και τις υποδείξεις του στο Εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας, καθώς και όλα τα υπόλοιπα μέλη του εργαστηρίου για την καλή συνεργασία και το ευχάριστο περιβάλλον καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της μελέτης.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τις αγαπητές συναδέλφους και συμφοιτήτριες μου στη σχολή της Δασολογίας και Φυσ. Περιβάλλοντος Θεσσαλονίκης, Δέσποινα Παϊταρίδου και Ευαγγελία Δασκαλάκου για την πολύτιμη βοήθεια τους, καθώς επίσης και την οικογένεια μου για την συμπαράσταση και την κατανόηση που μου έδειξαν καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της μελέτης.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
2	ABSTRACT	6
3	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
3.1	ΓΕΝΙΚΑ	7
3.2	ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ, ΟΡΓΑΝΟΓΡΑΦΙΑ	9
3.3	Γεωγραφική Εξάπλωση	11
3.4	Βιολογικές ιδιότητες	11
3.5	Σταθμολογικές απαιτήσεις	16
3.6	Κίνδυνοι και εχθροί	16
3.7	<i>Abies cephalonica</i>	16
3.7.1	Χαρακτηριστικά.....	16
3.7.2	Μορφολογικοί χαρακτήρες.....	17
3.8	Σπέρματα των γυμνοσπέρμων	18
3.9	Είδη Σπερμάτων	21
3.10	Λειτουργίες των Σπερμάτων	22
3.11	Θρέψη εμβρύων	22
3.12	Η διασπορά των σπερμάτων	22
3.13	Λήθαργος των σπερμάτων	24
3.14	Η βλάστηση των σπερμάτων	28
3.15	Εργασίες που επάγουν τη βλαστική ικανότητα	30
3.16	Η βλαστικότητα των σπερμάτων	32
3.17	Σκοπός της εργασίας είναι:	33
4	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	34
4.1	Πειράματα βλαστικότητας	34
4.2	Πειράματα ζωτικότητας	34

4.3	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΣΑΡΩΣΗΣ.....	35
4.4	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΝΩΠΩΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ.....	36
4.5	ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	36
4.6	ΙΣΤΟΧΗΜΕΙΑ.....	37
6.7.1	<i>Ιώδιο</i>	37
6.7.2	Αντιδραστήριο Nadi	37
6.7.3	Sudan IV	38
6.7.4	Κυανούν της τολουιδίνης (Toluidine Blue).....	38
4.6.1	Τριχλωριούχο Αργίλιο (Aluminium Trichloride (AlCl ₃)).....	39
4.6.2	Dragendorf.	39
5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	40
5.1	ΙΣΤΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	42
5.2	ΕΙΚΟΝΕΣ.....	44
6	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	53
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58

1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν τα ανατομικά και ιστοχημικά χαρακτηριστικά σπερμάτων και αρτίβλαστων του φυτού *Abies cephalonica* (έλατο) με τη βοήθεια του Οπτικού μικροσκοπίου, του Ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης και του μικροσκοπίου φθορισμού. Η μελέτη αυτή έδειξε ότι τα σπέρματα της κεφαλληνιακής ελάτης παγώνουν σε θερμοκρασίες κάτω του $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ πράγμα που πιθανόν οφείλεται στην ύπαρξη τερπενίων στο εσωτερικό τους. Επίσης μελετήθηκαν οι κοτυληδόνες από ξερό και ενυδατωμένο σπέρμα και διαπιστώθηκε ότι σε εγκάρσια τομή τους οι ενυδατωμένες έχουν μεγαλύτερους μεσοκυττάριους χώρους και λιγότερες αποθηκευτικές ουσίες από τις ξερές. Η διάταξη των στομάτων που βρίσκονται κυρίως στην προσαξονική επιφάνεια των κοτυληδόνων είναι άτακτη σε σχέση με αυτή που έχουν τα στόματα στην επιφάνεια των φύλλων σε μεταγενέστερη ηλικία. Στο εσωτερικό του ενδοσπερμίου παρατηρήθηκαν επίσης μεγάλοι μεσοκυττάριοι χώροι που βοηθούν στην διέλευση του νερού μέσα από αυτούς, ενώ στο εσωτερικό του σπέρματος βρέθηκαν αρκετές ποσότητες τερπενίων που παίζουν αμυντικό κυρίως ρόλο. Δεν βρέθηκαν καθόλου αλκαλοειδή και φλαβονοειδή σε κανένα μέρος του σπέρματος ενώ ανιχνεύτηκαν μικροποσότητες αμύλου. Το υποκοτύλιο του εμβρύου ήταν καφε-κόκκινο πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχουν ανθοκυάνες. Τέλος μικρή ήταν η παρουσία των λιπιδίων που βρέθηκαν μαζί με τερπένια.

2 ABSTRACT

In the present study the anatomical features and the histochemistry of the seeds and seedlings of the plant *Abies cephalonica* (spruce) were investigated using light and scanning electron microscopy. This study showed that the seeds of *Abies cephalonica* freeze at temperatures below $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, which is probably due to the presence of large quantities terpenes which are stored in them. We also studied the cotyledons in their dry and hydrated form and found that in cross-section of the hydrated seeds the intercellular spaces are larger and there is less storage of dry substances. The arrangement of stomata, found mainly in the adaxial surface of the cotyledons, is irregular compared to that of the stomata observed on the surface of leaves at a later stage. Within the endosperm were also large intercellular spaces that seem to facilitate the passage of water through them during imbibition. Inside the seed large quantities of terpenes were found which seem to be primarily for defence. No alkaloids nor flavonoids were found in any part of the seed and only very small amounts of starch were found in the storage tissues. The hypocotyl of the embryo was brown-red which means that there was a small amount of anthocyanins in the epidermal cells. Finally lipids and terpenes were also found but in smaller amounts in the hypocotyl tissues.

3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το *Abies cephalonica* πήρε το όνομα του από το νησί της Κεφαλλονιάς, ωστόσο βρίσκεται και σε άλλες περιοχές του Ελλαδικού χώρου όπως η Πελοπόννησος και η νότια Ελλάδα. Πρώτος περιέγραψε την κεφαλληνιακή ελάτη ο Loudon το 1838. Ο Loudon για την περιγραφή του είδους βασίστηκε σε δενδρύλλια ηλικίας 14 ετών, τα οποία είχαν προέλθει από σπόρους που είχαν συλλεχθεί από το νησί της Κεφαλονιάς και είχαν σταλεί στην Αγγλία το 1824. Το όνομα που δόθηκε από τον Loudon ήταν *Abies cephalonica* (Loudon 1838).

Σύμφωνα με τους Mattfield 1930, Mayer 1981 και Panetsos 1975, η επαφή των ειδών *Abies cephalonica* και *Abies alba* κατά το τέλος της εποχής των Παγετώνων σηματοδότησε τη γένεση του υβριδίου *Abies borisii regis*. Αυτό το υβρίδιο βρίσκεται στην ηπειρωτική Ελλάδα, στα βουνά της Πίνδου και μαζί με το *Abies cephalonica* στην Πελοπόννησο. Όσο προχωράμε νοτιότερα, μοιάζει προοδευτικά με το *Abies cephalonica*.

Από κλιματικής άποψης, η Ελλάδα ανήκει στον μεσογειακό τύπο κλίματος που εμφανίζει τα χαρακτηριστικά του κλίματος των υποτροπικών ζωνών κατά τον χειμώνα και τα χαρακτηριστικά των υποτροπικών ζωνών των υψηλών πιέσεων κατά το θέρος, δηλαδή βροχερή χειμερινή και ξηρή θερμική περίοδο, περιορισμένο ετήσιο ύψος βροχής, ήπιο χειμώνα, θερμό καλοκαίρι και μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας όλο το έτος και ιδιαίτερα την θερμή περίοδο.

Ομβρομετρικά ο ελληνικός χώρος διακρίνεται στην ξηρή και την υγρή περίοδο, η διάρκεια των οποίων ποικίλει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και το ύψος. Οι μεγάλες διαφορές στην διανομή της βροχής οφείλονται αφ' ενός μεν στη γεωγραφική θέση της χώρας και αφ' εταίρου στις υψηλές οροσειρές.

Οι περιοχές όπου φύτευται το *Abies cephalonica* μπορούν να χαρακτηρίζονται από δριμεία καλοκαιρινή ξηρασία (3 μήνες κατά μέσον όρο) και πολύ υγρασία (περίπου 1000 mm βροχής ανά έτος) με μία διακύμανση της θερμοκρασίας από υπερβολικό κρύο (μέσο ελάχιστο του ψυχρότερου μήνα $m < -7$ °C), σε κρύο ($0 < m < 3$ °C), που θεωρείται μεγάλη διακύμανση για Μεσογειακό έλατο.

Στα ελληνικά ελατοδάση, το *Abies cephalonica* φυτρώνει σε υψόμετρο που κυμαίνεται από 700 m έως 2200 m, με ένα οικολογικό βέλτιστο υψόμετρο μεταξύ

1000μ και 2000μ. Συχνά συναντάται σε συνδυασμό με το *Pinus nigra* εκτός από τις ξηρότερες περιοχές της Πελοποννήσου.

Ειδικότερα στην Πάρνηθα, εκτός από το *Abies cephalonica* το οποίο μελετάμε εδώ, απαντώνται επιπλέον τα παρακάτω είδη *Pinus halepensis*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *P. terebinthus*, *Juniperus phoenicea*, *Poterium spinosum*, *Anthyllis hermaniae*, *Cistus sp.*, *Hypericum empetrifolium*, *Thymus capitatus*, *Quercus aegilops*, *Myrtus communis*, *Arbutus unedo*, *Juniperus oxicedrus*, *Thymelaea hirsute*, *Crataegus heldreichii* και *Berberis cretica* (Mattfeld 1927). Σύμφωνα με μία έρευνα του καθηγητή Χ. Α. Διαπούλη το 1958, το 34% των φυτών της χλωρίδας της Πάρνηθας είναι μονοετή, το 7,4% διετή, το 11,7% γεώφυτα, το 36,1% πολυετή επίγεια, το 8,6 θαμνώδη και το 2,2% δένδρα.

Το δάσος της Κεφαλληνιακής ελάτης είναι το μοναδικό στην Αττική και καλύπτει τον κεντρικό ορεινό όγκο της Πάρνηθας από υψόμετρο 800 m και άνω.

Παρά τα προβλήματα που αντιμετωπίζει, όπως η ξήρανση η γήρανση, προβλήματα αναγέννησης, δεδομένου ότι βρίσκεται στα ξηροθερμικά όρια ανάπτυξης της ελάτης, η Κεφαλληνιακή ελάτη συγκροτεί αμιγείς συστάδες καλής ανάπτυξης που θυμίζουν αντίστοιχα δάση της κεντρικής και βόρειας Ελλάδας. Το ύψος των δένδρων σε θερμές εκθέσεις και σε σκελετικά εδάφη κατέρχεται μέχρι τα 4 m, αν και η ηλικία τους μπορεί να υπερβαίνει τα 120 χρόνια. Σε καλούς όμως σταθμούς το μέσο ύψος των δένδρων είναι 14 m και σπανίως ανέρχεται στα 16 και 18 m.

Σύμφωνα με την διαχειριστική μελέτη του Δρυμού (Αμοργιανιώτης, 1997) προκύπτει ότι για να αποκτήσει ένα δένδρο ελάτης στην Πάρνηθα διάμετρο 10, 20, 40 και 50 cm απαιτούνται 41, 73, 171, 247 χρόνια αντίστοιχα, το δε μέσο ύψος στις αντίστοιχες διαμέτρους θα είναι 5.38, 8.60, 12.30 , 13.61 m.

Το ελατοδάσος της Πάρνηθας είναι το πλησιέστερο ελατοδάσος στην Αθήνα και αποτελείται αποκλειστικά από κεφαλληνιακή ελάτη (*Abies cephalonica*). Καταλαμβάνει τις υψηλότερες κορυφές του βουνού 900-1400 m και περιλαμβάνεται ολόκληρο στις ζώνες απολύτου προστασίας του εθνικού Δρυμού Πάρνηθας. Η έντονη λαθρούλοτομία και βοσκή κατά το παρελθόν, οι πυρκαϊές που κατέστρεψαν σημαντικά τμήματά του καθώς και η επιδημία των εντόμων *Gryphalus piceae* που συνεχίζεται για 35 χρόνια και ξηραίνει χιλιάδες άτομα ελάτης κάθε χρόνο είχε σαν αποτέλεσμα, το δάσος αυτό να έχει τελείως ακανόνιστη δομή και να βρίσκεται ακόμα σε οπισθοδρομική εξέλιξη αν και πέρασαν 35 χρόνια από την ίδρυση του εθνικού δρυμού Πάρνηθας και την ένταξή του σε αυστηρό καθεστώς προστασίας. (Αμοργιανιώτης, 1997)

Υπάρχει μεγάλη δυσκολία επανεγκατάστασης της ελάτης στις καμένες εκτάσεις που οφείλεται στο γεγονός ότι η ελάτη σαν ψυχρόβιο κωνοφόρο δεν διαθέτει μηχανισμούς προσαρμογής στην φωτιά όπως η χαλέπιος πεύκη. Οι κώνοι και οι σπόροι της ελάτης καίγονται και τα νεαρά αρτίβλαστα αναπτύσσονται μόνο στη σκιά για αρκετά χρόνια. Επομένως η επαναδημιουργία ελατοδάσους στην καμένη έκταση προϋποθέτει την εξασφάλιση σκιάς είτε με τη δημιουργία προδάσους από άλλα είδη είτε με τεχνητή σκίαση. Οι μέθοδοι αυτοί απαιτούν πολύχρονη προσπάθεια, μακροπρόθεσμο σχεδιασμό και μεγάλες δαπάνες. Για παράδειγμα μπορούμε να προβούμε στην φύτευση μαύρης πεύκης η οποία δεν ανταγωνίζεται το έλατο καθώς βρίσκεται έξω από τα όρια εξάπλωσης της και δεν μπορεί να αναγεννηθεί, ενώ παράλληλα βοηθά την ελάτη παρέχοντας τον κατάλληλο υποόροφο για την ανάπτυξη των σπερμάτων της και την αναγέννηση της με αυτόν τον τρόπο.

Ο συνδυασμός των προαναφερθέντων προσφέρει μια μεγάλη ποικιλία ειδών, μορφών και χρωμάτων και δίνει τοπία εξαιρετικής ομορφιάς την άνοιξη και το φθινόπωρο (Αμοργιανιώτης, 2007).

Τα κυριότερα είδη θάμνων που φυτρώνουν στα ξέφωτα του ελατοδάσους είναι η οξυδέρκη άρκευθος, άγριες τριανταφυλλιές, η βερβερίδα ή οξυάκανθος και άλλα δένδρα όπως άγριες κορομηλιές, άγριες αχλαδιές ή γκορτσιές και φυσικά πάρα πολλά ποώδη είδη.

3.2 ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ, ΟΡΓΑΝΟΓΡΑΦΙΑ

Συστηματική κατάταξη του φυτού *Abies cephalonica* Loud.

Βασίλειο: Plantae

Φύλο: Spermatophyta

Κλάσις :Gymnospermae

Τάξη: Pinales

Οικογένεια: Pinaceae

Γένος: *Abies*

Είδος: *A. cephalonica*

Τα γυμνόσπερμα περιλαμβάνουν φυτά δενδρώδη ή θαμνώδη συνήθως πολυετή, με φύλλα βελονοειδή, πτεροσχιδή ή λεπιοειδή και σπάνια με πλατύ έλασμα. Ο βλαστός των γυμνόσπερμων φέρει ανοιχτές ετερόπλευρες ηθμαγγειώδεις δεσμίδες, τοποθετημένες σε κυκλική διάταξη. Στο ξύλο ως αγωγή στοιχεία υπάρχουν (με

εξαίρεση τα Gnetopsida) μόνο τραχεΐδες που φέρουν μεγάλα αλωφόρα βοθρία. Τα άνθη τους στερούνται περιάνθιου (εξαίρεση αποτελούν τα Gnetopsida) και είναι συνήθως μονογενή (μόνοικα ή σπάνια δίοικα). Τα αρσενικά παρουσιάζουν συνήθως όμοια μοναξονική ιουλοφόρο κατασκευή, με πολυάριθμους στήμονες σε σπειροειδή ή σταυρωτή και αντίθετη διάταξη. Τα θηλυκά είναι πολύμορφα με σπερματοβλάστες ποδισκοφόρες ή τοποθετημένες στην παρυφή ή στην άνω επιφάνεια του καρπόφυλλου.

Τα γυμνόσπερμα πρωτοεμφανίστηκαν στο ανώτερο Δεβόνιο. Επειδή η κοινή αρχική τους μορφή είναι ανεπαρκώς γνωστή είναι κατανοητό, γιατί ακόμη δε βρέθηκε μια οριστική διαίρεση για τα Γυμνόσπερμα. Η ανομοιότητα των ομάδων που περιλαμβάνουν οδήγησε στο ότι, σε πρόσφατες συστηματικές ταξινομήσεις συχνά τα γυμνόσπερμα δε λαμβάνονται ως συστηματική μονάδα σε σχέση με τα Αγγειόσπερμα: 1. Coniferophyta, 2. Cycadophyta, 3. Magnoliophytina (=Angiospermae). (N. Αθανασιάδης).

Οικογένεια Pinaceae

Στην οικογένεια αυτή περιλαμβάνονται συνήθως αειθαλή δένδρα και σπανίως θάμνοι. Τα φύλλα τους είναι βελονοειδή και διατάσσονται στους κλάδους σπειροειδή ή κατά δέσμες και οι κώνοι είναι ξυλώδεις με σπέρματα σε κάθε καρπικό λέπιο.

Γένος *Abies*

Ελάτη: εκ του ελαύνειν προς τα άνω «ελάτη ουρανομήκης», «εξικνείται μέχρι του αιθέρος» Όμηρος (ε239). Το όνομα «ελάτη» αναφέρεται πρώτη φορά από τον Πλίνιο το 77 μ.Χ. στη «Φυσική Ιστορία» του. Ο Miller περιέγραψε την ελάτη ως ξεχωριστό γένος το 1754. Από την εποχή του Miller το γένος *Abies* έχει μελετηθεί πολλές φορές.

Το γένος αυτό περιλαμβάνει μεγάλα, κωνικόμορφα, αειθαλή δένδρα με διακλάδωση σπονδυλωτή. Τα φύλλα τους είναι βελονοειδή, μονήρη που φυτρώνουν σπειροειδώς ή σε δύο σειρές γύρω από τα κλαδιά. Φέρουν αρσενικά άνθη σε μικρούς κλώνους, που φυτρώνουν στις μασχάλες των φύλλων των κλαδιών της προηγούμενης χρονιάς. Οι θηλυκοί κώνοι είναι κυλινδρικοί και πάντα όρθιοι ενώ φυτρώνουν στα κλαδιά που βρίσκονται κοντά στην κορυφή. Τα λέπια των κώνων είναι σκληρά και λεπτά, που πέφτουν κατά την ωρίμανση που συμβαίνει το φθινόπωρο. Τα σπέρματα είναι μάλλον σκληρά, με μεμβρανώδες πτερύγιο. Φυτρώνουν από δύο σε κάθε καρπικό λέπι. (Γ. Σφήκας).

Στην Ελλάδα συναντάει κανείς 3 κυρίως είδη **ελάτης** (το κοινά ονομαζόμενο **έλατο**).

1. Κεφαλληνιακή ελάτη (*Abies cephalonica*)
2. Λευκή ελάτη (*Abies alba*)
3. Υβριδογενής ελάτη (*Abies borisii regis*)

3.3 Γεωγραφική Εξάπλωση

Το άριστο της κατακόρυφης εξάπλωσης της ελάτης βρίσκεται από τα 800 - 1600 m υψόμετρο. Η υβριδογενής ελάτη παρουσιάζεται κυρίως στα βουνά της Κεντρικής Ελλάδας μέχρι τη Ροδόπη. Η κεφαλληνιακή ελάτη εμφανίζεται στα όρη από την Κεφαλονιά μέχρι την Εύβοια και από το όρος Ταΰγετος μέχρι το όρος Όθρυ. Γενικότερα θα λέγαμε ότι η ελάτη συναντάται κυρίως στην Πίνδο, στη Στερεά Ελλάδα και την Πελοπόννησο.

3.4 Βιολογικές Ιδιότητες

Η ελάτη είναι δέντρο ύψους 15-20 m, ανάλογα με το είδος, με στενή κόμη, καλό κορμό και λεπτά κλαδιά. Το ριζικό της σύστημα χαρακτηρίζεται ως μέτριο βαθύ και έντονο. Η έναρξη της σπερμοπαραγωγής γίνεται σε ηλικία 20-50 ετών και φτάνει στο μέγιστο της σε ηλικία 60-100 ετών. Τα σπέρματά της έχουν μικρή φυτρωτική ικανότητα και η φύτευση τους γίνεται 2-4 εβδομάδες μετά τη σπορά. Η αύξηση της σε ύψος γίνεται πολύ αργά και φτάνει στο μέγιστο στην ηλικία των 40-60 ετών. Η διάρκεια ζωής της είναι από 300 ως 500 έτη. (www.el.wikipedia.gr)

Όσον αφορά τη βιολογία της ελάτης ο Πανέτσος (1975 και 1976) αναφέρει τα εξής:

Η ελάτη είναι μόνικο είδος, ανθίζει Μάιο με Ιούνιο. Τα θηλυκά άνθη (κιτρινοπράσινοι κωνίσκοι), εμφανίζονται στους ετήσιους βλαστούς στα ψηλότερα τμήματα της κόμης. Τα αρσενικά άνθη (κόκκινοι ίουλοι), εμφανίζονται σε ομάδες στην κάτω πλευρά των ετησίων βλαστών. Η ωρίμανση των κώνων εμφανίζεται κατά τον Σεπτέμβριο με Οκτώβριο του έτους άνθησης. Η διασπορά των σπερμάτων γίνεται τον Οκτώβριο, ενώ το αναπαραγωγικό στάδιο εμφανίζεται στα 20 με 25 έτη και σε φυσικούς πληθυσμούς στα 30 με 35έτη.

Η μέγιστη παραγωγή σπερμάτων εμφανίζεται στα 60 με 100 έτη. Ο αριθμός των σπερμάτων ανά κώνο ανέρχεται στα 55 με 340. Η φύτευση επιτυγχάνεται σε ποσοστό 25 με 70% με ψυχρή στρωμάτωση στους 3-5 °C για 2 μήνες. Τέλος η πληροκαρπία εμφανίζεται κάθε 2-4 έτη. Σε πιο πρόσφατη μελέτη της φυσικής αναγέννησης της κεφαλληνιακής ελάτης (Σταματόπουλος 1995) αναφέρεται ότι τα

δυνητικά φυτρώσιμα σπέρματα από τον πληθυσμό της Πάρνηθας ανέρχονται στο 11%. Τα τεκμηριωμένα στοιχεία για την παρατηρηθείσα θνησιμότητα του είδους στον Εθνικό Δρυμό καθώς και για τη γήρανση του δάσους είναι ακόμα φτωχότερα (Tsopelas *et al.* 2004). Ιδιαίτερα σημαντική έχει αποδειχθεί η παρουσία των άδειων, νεαρών και προσβεβλημένων σπερμάτων (65,8 19,2 και 11,1% αντίστοιχα) στο σύνολο των 17368 συλλεχθέντων σπερμάτων. Τα φαινομενικά βιώσιμα σπέρματα εκπροσωπούνται από πολύ μικρά ποσοστά (3,9%), ενώ τα ικανά για βλάστηση σπέρματα (μετά από κατεργασία στρωμάτωσης 4 εβδομάδων στους 2 °C) μόλις 2,1% του συνόλου. Ο αριθμός των κοτυληδόνων (n=135 αρτίβλαστα) υπολογίστηκε σε $5,81 \pm 0,01$.

Σύμφωνα με το Μητσόπουλο (1983) που χρησιμοποίησε προελεύσεις ελάτης από το σύνολο της χώρας για τον προσδιορισμό της ποικιλότητας του είδους διαπίστωσε ότι οι προελεύσεις της Πελοποννήσου (Μαίναλο, Ταΰγετος, Πάρνωνας) ξεχωρίζουν από εκείνες της Στερεάς (Παρνασσός, Οίτη, Ελικώνας, Πάρνηθα), ενώ τονίζει ότι η γενετική ποικιλότητα στις γειτονικές ομάδες είναι μικρή χωρίς να παύει να υπάρχει.

Χαρακτηριστικά αναφέρει την εμφάνιση γενετικών ασυνεχειών, οι οποίες οφείλονται στη ληστρική εκμετάλλευση των ελατοδασών κατά το παρελθόν και την επαναδημιουργία των σημερινών δασών από αποκομμένους πληθυσμούς.

Μολονότι έχει υποστηριχθεί από πολλούς ότι η εγκατάσταση της ελάτης θα πρέπει να αποφεύγεται σε υπαίθρια ανοικτά περιβάλλοντα, πειράματα έδειξαν ότι η ελάτη μπορεί να εγκατασταθεί και να επιβιώσει σε ανοικτούς χώρους.

Παρατηρήσεις επίσης σε αναδασώσεις καμένου ελατοδάσους στον Παρνασσό σε ανοικτά περιβάλλοντα δείχνουν ότι η ελάτη εξελίσσεται μέχρι σήμερα κανονικά (ηλικία αναδασώσεων κατ' εκτίμηση μεγαλύτερη των 12 ετών).

Οι φωτιές στα έλατα είναι πολύ καταστρεπτικές και αυτό γιατί οι κώνοι της ελάτης είναι λεπτοί και εύφλεκτοι και δεν μπορούν σε καμιά περίπτωση να προστατέψουν τους σπόρους από τις φλόγες. Έτσι μετά τη φωτιά δεν υπάρχει το απαραίτητο υλικό που θα υποστηρίξει τη φυσική αναγέννηση. Άλλος σημαντικός λόγος είναι ότι τα σπέρματα της ελάτης ωριμάζουν μετά την περίοδο των δασικών πυρκαγιών δηλαδή κατά τους μήνες Σεπτέμβριο – Οκτώβριο του έτους άνθησης.

Όμως ούτε και η τεχνητή αναδάσωση είναι εξασφαλισμένη. Η ελάτη, ως σκίοφυτο και σκίοφιλο είδος, σε νεαρή ηλικία διαθέτει έναν ιδιαίτερα λεπτό και ευαίσθητο φλοιό, που είναι ανίκανος να προστατέψει το κάμβιο, ακόμη και από μέτριες

θερμοκρασίες. Έτσι οι φλοιοκαύσεις στο απογυμνωμένο από την πυρκαγιά έδαφος είναι συχνές, με αποτέλεσμα την αποτυχία κάθε προσπάθειας.

Η μοναδική εμπειρία που έχουμε από πυρκαγιές σε ελατοδάση, είναι αυτές του Μαίναλου, όπου οι μεταπυρικοί διαχειριστές από την τοπική δασική υπηρεσία, επέλεξαν τη δημιουργία προ-δάσους με μαύρη πεύκη και στη συνέχεια την επανεισαγωγή φυσικά ή τεχνητά της ελάτης υποσκίως.

Εάν επιλεγθεί η δημιουργία προδάσους μαύρης πεύκης, θα πρέπει να υπάρχουν επαρκείς ποσότητες φυταρίων. Σε αντίθετη περίπτωση είναι απαραίτητο η πρόβλεψη για τα επόμενα χρόνια, η δημιουργία νέων φυταρίων στα κρατικά φυτώρια και μάλιστα εάν είναι δυνατό με τοπικό σπόρο.

Για την κεφαλληνιακή ελάτη τα πράγματα είναι ακόμα πιο δύσκολα, γιατί είναι ένα είδος που δημιουργεί τελικές φυτοκοινωνίες και συνεπώς είδος με μικρότερο εύρος οικολογικής ανοχής. Μπορεί όμως και εδώ να χρησιμοποιηθούν φυτεύσεις τετραετών φυταρίων, τα οποία έχουν σκληρυνθεί τα 2 τελευταία χρόνια (τρίτο, τέταρτο) πριν από τη φύτευση. Δεν χρειάζεται πάντοτε προδάσος γιατί υπάρχει διαφορά μεταξύ δασικού εδάφους, το οποίο έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε χούμο, και ορυκτού εδάφους, έπειτα από πυρκαγιά, γιατί η ελάχιστη ποσότητα υγρασίας που απαιτείται για την επιβίωση των φυταρίων ανέρχεται στο μισό μέχρι και το ένα τρίτο στο ορυκτό έδαφος από ότι στο χουμώδες δασικό έδαφος. Αν επισκεφθεί κάποιος ένα δάσος ελάτης θα δει ότι ακόμα και τα ηλιαζόμενα πρηνή των δασικών δρόμων είναι γεμάτα από φυτάρια ελάτης. Στον Ταΰγετο βλέπει κανείς την ελάτη να εγκαθίσταται σε εγκαταλειμμένους αγρούς. Συνεπώς μπορούμε να εγκαταστήσουμε την ελάτη και χωρίς προδάσος και εδώ παίζει μεγάλο ρόλο η περιογή προέλευσης των σπόρων. (Μ. Αριανούτσου 2007).

Το θέμα της επανεγκατάστασης της ελάτης (*A. cephalonica*) σε περιοχές ή θέσεις που καταστράφηκαν από πυρκαγιά, μεταλλεία κλπ είναι πάρα πολύ μεγάλο και ενδιαφέρον τόσο από περιβαλλοντική άποψη όσο και από άποψη παραγωγής ξύλου.

Στη δασική πράξη συνήθως, ακολουθείται η ασφαλής πρακτική της δημιουργίας προδάσους ώστε δια της φυσικής εξάπλωσης να έχουμε την εγκατάσταση της ελάτης σε συγκεκριμένη έκταση. Για την άμεση όμως εγκατάσταση της ελάτης σε γυμνές ή καταστραφείσες περιοχές και επειδή δεν υπάρχει επαρκής εμπειρία στο θέμα αυτό, θα πρέπει να ακολουθήσουμε την φυσική διαδικασία και να μιμηθούμε προς τούτο την φύση.

Συνεχείς παρατηρήσεις, επί 30 έτη, στη ζώνη εξάπλωσης της ελάτης στους Νομούς Εύβοιας, Βοιωτίας και Φωκίδας δηλαδή στην οριακή ζώνη εξάπλωσής της, έδειξαν ότι οι γενικοί καθοριστικοί παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η εξάπλωση της ελάτης στην ζώνη αυτή είναι οι ακόλουθοι:

A. Η επάρκεια καλής ποιότητας σπόρων. Όπως είναι γνωστό η πληροκαρπία και η ύπαρξη σπόρων είναι περιοδική και η ποιότητα των (φυτρωτικότητα) εξαρτάται από την ηλικία των δένδρων της ελάτης και ενδεχομένως και από άλλους παράγοντες.

B. Οι επαρκείς βροχοπτώσεις τα χρονικά διαστήματα από 1ης Μάη έως 15 Ιουνίου και από 20 Ιουλίου έως 20 Αυγούστου. Είναι δηλαδή τα κρίσιμα χρονικά διαστήματα που υποφέρουν λόγω της ξηρασίας τα αρτίβλαστα της ελάτης. Ανυπαρξία συνήθως βροχών αυτές τις περιόδους έχει ως αποτέλεσμα την ολοκληρωτική καταστροφή των.

Γ. Το έδαφος – μητρικό πέτρωμα Στις περιοχές των ανωτέρω Νομών και στην ζώνη της ελάτης απαντώνται συνήθως οι ασβεστόλιθοι, με διαφόρους τύπους και τα αντίστοιχα εδάφη που προκύπτουν από την αποσάθρωσή των. Σε πολύ λίγες περιπτώσεις απαντώνται άλλα πετρώματα και εδάφη (αργιλικοί σχιστόλιθοι, πυριγενή) στα οποία η ελάτη ευδοκιμεί καλύτερα και εγκαθίσταται ευκολότερα.

Δ. Το υψόμετρο. Γενικά με την αύξηση του υψομέτρου βελτιώνονται οι φυσικές συνθήκες εγκατάστασης της ελάτης.

E. Η ύπαρξη βοσκής είναι καταστροφική για την επιβίωση των νεαρών φυτών ελάτης και δυστυχώς ασκείται έντονα με ορατές τις συνέπειές της.

Στ. Η θερμοκρασία εδάφους, η οποία καθορίζεται – ρυθμίζεται από την ύπαρξη προδάσους (σκιά) και από την έκθεσή του στον ορίζοντα (νότιες, βόρειες κλπ).

Όπως γίνεται αντιληπτό, για να υπάρξει και να επιβιώσει αναγέννηση της ελάτης πρέπει να συνδυασθούν απαραίτητα τουλάχιστον οι A και B παράγοντες, γεγονός σπάνιο και γι αυτό έχουμε βραδεία και εξαιρετικά δύσκολη την εξάπλωσή της αφού συνήθως δεν συνυπάρχουν, παράλληλα όμως υπάρχει η βοσκή.

Γενικά όμως οι συνθήκες εξάπλωσης καθορίζονται αποφασιστικά από την έκθεση ως προς τον ορίζοντα των εδαφικών επιφανειών.

Έτσι οι νότιες εκθέσεις έχουν τις δυσμενέστερες συνθήκες οι οποίες ελάχιστα διαφοροποιούνται από το υψόμετρο των 900μ. και άνω καθώς και οι ανατολικές - δυτικές εκθέσεις. Απεναντίας στις βόρειες εκθέσεις επικρατούν οι πλέον ευνοϊκές συνθήκες και γι αυτό έχουμε εκεί την φυσική εξάπλωση της ελάτης σε αντίθεση με τις νότιες εκθέσεις του ίδιου ή και μεγαλύτερου υψομέτρου.

Στο μεγαλύτερο τμήμα της ζώνης της ελάτης και κυρίως στα μικρά υψόμετρα μετά την πυρκαγιά αναδημιουργείται προδάσος από πολλά και διάφορα είδη που υπάρχουν ως υποόροφος στο πριν την πυρκαγιά δάσος ελάτης .

Εφ' όσον έχουμε επάρκεια καλής ποιότητας σπόρων, προδάσος, βόρειες και σκιερές εκθέσεις και αναμοχλευθέντα εδάφη στις καταστραφείσες επιφάνειες (πυρκαγιές, μεταλλεία, τεχνικά έργα) αργά ή γρήγορα θα δημιουργηθεί πάλι δάσος ελάτης.

Δυστυχώς όμως οι πυρκαγιές στα ελατοδάση καταστρέφουν όχι μόνο τα δένδρα και τους σπόρους αλλά και όλα τα δένδρα, ακόμα και αυτά που δεν θα καούν αρκεί η φωτιά να αγγίξει τον λεπτό φλοιό των οπότε έχουμε νέκρωση του καμβίου και στη συνέχεια σάπισμα του κορμού και καταστροφή του δένδρου.

Όπως γίνεται αντιληπτό, ο συνδυασμός των ανωτέρω παραγόντων έχει ως αποτέλεσμα να μην επανέρχονται τα ελατοδάση που καίγονται στις ανωτέρω περιοχές και να έχουμε τεράστιες εκτάσεις στα βουνά της περιοχής (Γκιώνα, Βαρδούσια, Παρνασσός, Ελικώνας, Κιθαιρώνας, Δίρφος, Ξεροβούνι κλπ) γυμνές αφού καμιά προσπάθεια ανόρθωσης και επαναφοράς του δάσους δεν έγινε. Η δε βοσκή ολοκληρώνει την καταστροφή και διατηρεί την γύμνια των εδαφών.

Στις μεγάλες λοιπόν καμένες εκτάσεις των δασών της ελάτης δεν υπάρχουν κυρίως σπόροι για την αναγέννηση του δάσους και κατά συνέπεια εφ' όσον θέλουμε την αποκατάσταση και επαναφορά του δάσους σε σύντομο χρονικό διάστημα (20 έτη) αυτό μπορεί να γίνει μόνο με τεχνητό τρόπο, δηλαδή την φύτευση βωλοφύτων ηλικίας τουλάχιστον τριών ετών.

Τα φυτά πρέπει να προέρχονται από σπόρους που θα συλλέγονται από δένδρα με τους καλύτερους φαινότυπους της περιοχής όπου και θα φυτευτούν. Εφόσον δεν υπάρχουν κατάλληλοι σπόροι, μπορεί ή επιβάλλεται να δημιουργηθούν φυτά από την καλλιέργεια κατάλληλων κυττάρων των δένδρων με την εφαρμογή μεθόδων της Βιοτεχνολογίας.

Οι φυτεύσεις των φυτών όλων των ειδών και ειδικότερα της ελάτης πρέπει να γίνονται σε κατάλληλα προετοιμασμένο έδαφος, σε λάκκους ή αυλάκια βάθους τουλάχιστον μέχρι τα 0,70 m (περίπου του σημείου μονίμου μαρασμού του εδάφους), χωρίς σκίαση στις βόρειες εκθέσεις, με ατομική όμως σκίαση στις νότιες, ανατολικές και δυτικές εκθέσεις. Οι λάκκοι και τα αυλάκια πρέπει να διανοίγονται με επιμέλεια (μηχανικά μέσα, εκρηκτικά) και εφ' όσον δεν υπάρχει φυτική γη να συμπληρώνεται. Στις νότιες εκθέσεις οι φυτεύσεις της ελάτης πάντα με ατομική σκίαση θα γίνονται από το υψόμετρο των 800 m και άνω. Κάτω από αυτό το υψόμετρο επιβάλλεται να

δημιουργείται προδάσος με είδη την Τραχεία, Χαλέπιο, Μαύρη πεύκη, κέδρα, σπάρτα, κράταιγο κλπ ανάλογα με το έδαφος και την περιοχή.

Για την εξασφάλιση της επιτυχίας των φυτεύσεων επιβάλλεται να κατασκευάζεται δίκτυο στάγδην ποτίσματος με συχνότητα ανάλογα την περιοχή και τις ανάγκες των φυτών. (Γεώργιος Καρέτσος 2008)

3.5 Σταθμολογικές απαιτήσεις

Η ελάτη είναι είδος σκιόφυτο και αντέχει σε σκίαση 50 με 100 έτη και συναντάται σε εδάφη πλούσια σε οργανική ύλη και θρεπτικά συστατικά. Τα είδη της ελάτης απαντώνται στη ζώνη οξιάς- ελάτης και είναι προσαρμοσμένα στο ορεινό μεσογειακό κλίμα. (www.el.wikipedia.gr)

3.6 Κίνδυνοι και εχθροί

Είναι ευπαθής στους όψιμους παγετούς και στα χιόνια. Προσβάλλεται από το παράσιτο *Viscum album*, κοινώς γκυ και από σηψιρριζίες προκαλούμενες από μύκητες όπως ο *Armillaria mellea* και το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*. Επίσης δημιουργούνται προβλήματα από ζώα όπως τα γίδια, τα πρόβατα, το ζαρκάδι και ο σκίουρος που τρώει τους σπόρους των κουκουναριών.

3.7 *Abies cephalonica*.

Η Κεφαλληνιακή Ελάτη είναι ένα από τα τρία είδη ελάτης που συναντάμε στην Ελλάδα και αποτελεί και ενδημικό είδος της χώρας μας. Φύεται στο νησί της Κεφαλλονιάς όπου, λόγω γεωγραφικής απομόνωσης του νησιού, το είδος εκεί έχει παραμείνει αμιγές. Για αυτό, το όνομα του δένδρου φέρει και το όνομα του νησιού, αλλά σχηματίζει ολόκληρα δάση και στον ηπειρωτικό κορμό της Ελλάδας: στα βουνά της Πελοποννήσου και της Στερεάς Ελλάδας.

3.7.1 Χαρακτηριστικά

Η Κεφαλληνιακή Ελάτη, σχηματίζει δάση σε υψόμετρα μεταξύ 600-2000 m ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και το τοπικό κλίμα. Προτιμά τα βαθιά και γόνιμα εδάφη, αλλά μπορεί και αναπτύσσεται και σε αβαθή ξηρότερα εδάφη. Είναι δέντρο που μπορεί να αναπτυχθεί και υπό σκιά, είναι δηλαδή σκιάντοχο είδος ελάτης στα πρώτα χρόνια του βίου της και μπορεί να αντέχει σε συνθήκες καταπίεσης πλέον των

60 χρόνων. Όταν όμως εξασφαλίσει το απαραίτητο φως αναπτύσσεται κανονικά. Τα πρώτα έτη η ελάτη αναπτύσσει πλάγιους βλαστούς και στη συνέχεια αναπτύσσεται σε ύψος. Επίσης μπορεί να αντέξει δυσκολότερες συνθήκες, όπως η ανομβρία και αυξημένη θερμοκρασία εδάφους. Ο κορμός του είναι ίσιος και όρθιος και έχει πυραμιδοειδή κόμη που φθάνει σε ύψος μέχρι 30 m και οι νεαροί βλαστοί του είναι καστανοπράσινοι και πιο λείοι. Τα βελονοειδή φύλλα σκουροπράσινου χρώματος είναι τοποθετημένα σε σπειροειδή διάταξη πάνω στον βλαστό και οι βελόνες είναι απλές σκληρές και μυτερές στην άκρη με μήκος μέχρι 22 mm. Στο κάτω μέρος τους έχουν δύο παράλληλες ανοιχτόχρωμες γραμμές. (Γ. Σφήκας).

Η άνθιση του δένδρου γίνεται τους μήνες Μάιο-Ιούνιο και έχει τα αρσενικά και θηλυκά άνθη του χωριστά πάνω στο ίδιο δένδρο, όπως και όλα τα έλατα άλλωστε. Οι αρσενικές ταξιανθίες έχουν χρώμα πορφυρό και οι θηλυκές είναι κιτρινωπές, δημιουργώντας αργότερα κυλινδρικού σχήματος, όρθιους κώνους (κουκουνάκια).

Η ρητίνη του δένδρου έχει φαρμακευτικές ιδιότητες και χρησιμοποιείται στην πρακτική ιατρική. Έχει πολύ ανθεκτικό ξύλο και χρησιμοποιούνταν ευρέως σε οικοδομικές και ναυπηγικές κατασκευές.

Είναι γενικά ένα όμορφο και αρκετά κομψό δέντρο και για αυτό φυτεύεται συχνά σε πάρκα και δενδροστοιχίες ως καλλωπιστικό.

3.7.2 Μορφολογικοί χαρακτήρες

Το *Abies cephalonica* είναι ένα είδος με 12 χρωμοσώματα (Quartier, Bauer 1982). Ο Αθανασιάδης (1985) και Σταματόπουλος (1991) περιγράφουν τους ακόλουθους χαρακτήρες ως εξής :

- ο φ θ α λ μ ο ί: Συνήθως ανά τέσσερις σχηματίζουν πραγματικούς σπονδύλους ωοειδείς, οξείς, περιχυμένοι με πολλή ρητίνη. Σκεπάζονται από αδρά λέπια με καστανωπό χρώμα.
- κ λ α δ ί σ κ ο ι: Οι ετήσιοι είναι γυμνοί, στιλπνοί, καστανωποί.
- ά ν θ η: Μονογενή (φυτό μόνοικο)
- κ ώ ν ο ι: Όρθιοι, κυλινδρικοί, πρασινοκαστανοί, με οξεία κωνική κορυφή, μήκους 12-20 cm, περιχυμένοι με πολλή ρητίνη. Τα καρπόφυλλα έχουν σφηνοειδή βάση, στο άνω μέρος είναι πλατιά και στρογγυλεμένα. Τα καλυπτήρια λέπια είναι σφηνοειδή, μακρύτερα των καρποφύλλων και προβάλλουν με την οξύληκτη κορυφή τους. Μετά

την ωρίμανση των κώνων τα καρπόφυλλα πέφτουν αμέσως και παραμένει μόνο ο κεντρικός άξονας. Ωρίμανση Σεπτέμβριο-Οκτώβριο του έτους της άνθησης.

- σ π έ ρ μ α τ α: Τριγωνικά-ωοειδή, ανοικτά καστανόχροα, με κύστεις αιθερίων ελαίων και ξανθόχρωμο περύγιο που τους καλύπτει σαν μανδύας και επιτρέπει να μεταφέρονται από τον αέρα (είδος ανεμόχωρο).

3.8 Σπέρματα των γυμνοσπέρμων

Ο σπόρος ή το σπέρμα όπως ονομάζεται το αναπαραγωγικό όργανο που περιέχεται στον καρπό προήλθε ύστερα από γονιμοποίηση από τις σπερμοβλάστες. Τα λειτουργικά μέρη του σπόρου είναι το έμβρυο ή φυτάριο, δύο κοτυληδόνες (εκ των οποίων τουλάχιστο η μια λειτουργική), το ενδοσπέρμιο και το περισπέρμιο. Οι κοτυληδόνες και το ενδοσπέρμιο χρησιμοποιούνται κυρίως για αποθήκευση αποθησαυριστικών ουσιών που είναι απαραίτητες κατά τα διάφορα στάδια της βλάστησης. Στα μονοκότυλα η λειτουργική κοτυληδόνα ονομάζεται ασπίδιο (scutellum) ενώ η δεύτερη μένει ατροφική. Να σημειωθεί πως σε μερικά είδη στο σπέρμα το ενδοσπέρμιο είναι τόσο περιορισμένο που θεωρείται πως δεν υπάρχει. Το περισπέρμιο (seed coat) είναι το προστατευτικό κάλυμμα όλου του σπόρου και ενσωματώνει μηχανισμούς για τον έλεγχο της διέλευσης του νερού, ουσίες παρεμποδιστές της βλάστησης (germination inhibitors). Πολλές φορές το περισπέρμιο δεν αφήνει δίοδο για να εισέλθει νερό ή ακόμα και οξυγόνο στο εσωτερικό του σπόρου με αποτέλεσμα μια κατάσταση εξαναγκασμένου ληθάργου. Η μόνη εν δυνάμει είσοδος αυτών των στοιχείων είναι η μικροπύλη (micropyle), ενώ hilum λέγεται η ασυνέχεια του περισπερμίου γύρω από αυτήν. Κατά τη διάρκεια του ληθάργου, αυτή παραμένει ανοιχτή όταν ο σπόρος περιέχει περισσότερο από το επιθυμητό νερό (για να βγει έξω), ενώ κλείνει όταν τα επίπεδα υγρασίας πέφτουν σε επιθυμητά όρια.

Ο σχηματισμός των σπερμάτων ολοκληρώνει τη διαδικασία της αναπαραγωγής στα φυτά που ξεκίνησε με την ανάπτυξη των λουλουδιών και την γονιμοποίηση. Το έμβρυο αναπτύχθηκε από τον ζυγώτη και το περίβλημα του σπόρου από τους υμένες του ωαρίου.

Τα σπέρματα έχουν υποστεί μια σημαντική εξέλιξη στην αναπαραγωγή και την εξάπλωση των ανθοφόρων φυτών σε σχέση με τις πιο πρωτόγονες εγκαταστάσεις,

όπως βρύα, φτέρες, οι οποίες δεν διαθέτουν τα σπέρματα και χρησιμοποιούν άλλα μέσα για να αναπαραχθούν. Αυτό μπορούμε να το δούμε από την επιτυχία των φυτών και των σπόρων (γυμνόσπερμα και αγγειόσπερμα) στην ξηρά, στα δάση και τους λειμώνες τόσο στο ζεστά και κρύα κλίματα.

Ένα τυπικό σπέρμα περιλαμβάνει τρία βασικά μέρη: (1) ένα έμβρυο, (2) ένα ενδοσπέρμιο πού περιέχει θρεπτικά συστατικά στο έμβρυο, και (3) ένα περίβλημα του σπέρματος.

Το έμβρυο είναι ένα ανώριμο φυτό από το οποίο θα προέλθει μια νέα μονάδα παραγωγής που θα αυξηθεί υπό κατάλληλες συνθήκες. Το έμβρυο έχει κοτυληδόνες, δύο κοτυληδόνες σε όλες σχεδόν τα δικοτυλήδονα και δύο ή περισσότερες σε γυμνόσπερμα. Το ριζίδιο είναι η εμβρυϊκή ρίζα. Τα εμβρυϊκά βλαστικά κύτταρα πάνω από το σημείο στερέωσης των κοτυληδόνων είναι το επικοτύλιο. Τά εμβρυϊκά βλαστικά κύτταρα κάτω από το σημείο πρόσδεσης είναι το υποκοτύλιο. Εντός των σπόρων, συνήθως υπάρχουν τα θρεπτικά συστατικά για το σπορόφυτο πού θα αυξηθεί από το έμβρυο. Η μορφή των αποθηκευμένων ουσιών διατροφής ποικίλλει ανάλογα με το είδος του φυτού.

Στα αγγειόσπερμα, οι αποθηκευμένες ουσίες ξεκινούν ως ιστός που ονομάζεται ενδοσπέρμιο το οποίο προέρχεται από το μητρικό φυτό μέσω της διπλής γονιμοποίησης. Το συνήθως τριπλοειδές ενδοσπέρμιο είναι πλούσιο σε λίπη ή άμυλο και πρωτεΐνη.

Στα γυμνόσπερμα, όπως τα κωνοφόρα ο αποθηκευτικός ιστός είναι μέρος του γυναικείου γαμετόφυτου, ενός απλοειδούς ιστού. Σε ορισμένα είδη, το έμβρυο είναι ενσωματωμένο στο ενδοσπέρμιο ή θηλυκό γαμετόφυτο, το οποίο το σπορόφυτο θα χρησιμοποιήσει κατά την βλάστηση. Σε άλλες περιπτώσεις, το ενδοσπέρμιο απορροφάται από το έμβρυο. Οι σπόροι με το ενδοσπέρμιο κατά την ωριμότητα ονομάζονται λευκωματώδεις σπόροι. Όλοι οι σπόροι των Γυμνοσπέρμων είναι λευκωματώδεις.

Το περίβλημα του σπόρου αναπτύσσεται από τον ιστό, το εξωτερικό περίβλημα, που περιβάλλει το ωάριο αρχικά. Το περίβλημα του σπόρου βοηθά στην προστασία του εμβρύου από μηχανικές βλάβες και από την αποξήρανση.

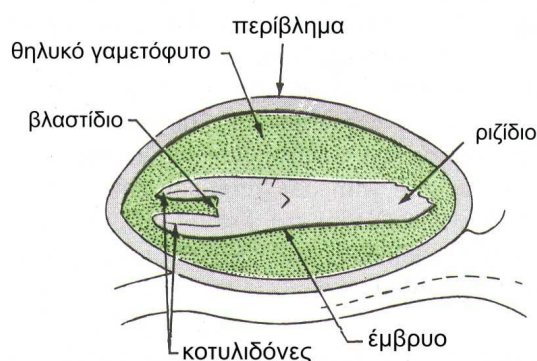
Εκτός από τα τρία βασικά μέρη των σπερμάτων, ορισμένοι σπόροι έχουν ένα προσάρτημα στο περίβλημα τους το περικάρπιο όπως στο πουρνάρι και το μοσχοκάρυδο, ή τρίχες όπως στο βαμβάκι.

Τα αγγειόσπερμα (κλειστοί σπόροι προς σπορά) διαφέρουν με τα γυμνόσπερμα (γυμνοί σπόροι προς σπορά) ως προς τον τρόπο παραγωγής των σπερμάτων τους.

Οι αγγειόσπερμοι σπόροι παράγονται σε μια σκληρή ή σαρκώδη δομή που ονομάζεται καρπός και εσωκλείει τους σπόρους, ενώ στα γυμνόσπερμα οι σπόροι δεν περικλείονται σε μία ειδική δομή, αλλά αρχίζουν την ανάπτυξή τους "γυμνοί" στα βράκτια των κώνων. Ωστόσο, τα σπέρματα καλύπτονται από τις κλίμακες των κώνων καθώς αυτές αναπτύσσονται σε ορισμένα είδη κωνοφόρων.

Η σποροπαραγωγή σε φυσικούς πληθυσμούς των φυτών ποικίλλει ευρέως από έτος σε έτος σε απάντηση στις καιρικές μεταβλητές, τα έντομα και ασθένειες, και τους εσωτερικούς κύκλους εντός των μονάδων τους. (www.l.wikipedia.gr).

Δομή των σπόρων



Διάγραμμα της εσωτερικής δομής του δικοτυλήδονου σπόρου και του εμβρύου. (α) το περίβλημα του σπέρματος, (β) ενδοσπέρμιο ή το θηλυκό γαμετόφυτο, (γ) οι κοτυληδόνες, (δ) το υποκοτύλιο ή βλαστίδιο και (ε) το ριζίδιο.

Το σπέρμα, είναι ένα έμβρυο με δύο σημεία της ανάπτυξης, και είναι

κλεισμένο σε ένα περίβλημα μαζί με κάποια αποθέματα τροφίμων. Οι αγγειόσπερμοι σπόροι αποτελούνται από τρία γενετικά διακριτά συστατικά: (1) του εμβρύου που σχηματίζεται από το ζυγωτό, (2) του ενδοσπερμίου το οποίο είναι κανονικά τριπλοειδές και (3) του περιβλήματος του σπόρου που προέρχεται από ιστούς του μητρικού ιστού του ωαρίου.

Στα αγγειόσπερμα, η διαδικασία της ανάπτυξης σπόρων αρχίζει με διπλή γονιμοποίηση και αφορά τη σύντηξη των πυρήνων ωαρίου και σπερματοζωαρίου σε ένα ζυγωτό. Το δεύτερο μέρος αυτής της διαδικασίας είναι η τήξη των πολικών πυρήνων του ωαρίου με ένα δεύτερο πυρήνα του σπερματοζωαρίου, αποτελώντας έτσι ένα πρωτεύον ενδοσπέρμιο. Αμέσως μετά από τη γονιμοποίηση, ο ζυγώτης είναι ως επί το πλείστον αδρανής, αλλά το πρωταρχικό ενδοσπέρμιο διαιρείται γρήγορα για να αποτελέσει τον ιστό του ενδοσπερμίου. Αυτός ο ιστός γίνεται η τροφή

που θα καταναλώσει το νεαρό φυτό μέχρι να αναπτυχθούν οι ρίζες μετά από βλάστηση ή εξελίσσεται σε ένα σκληρό περίβλημα του σπόρου. Το περίβλημα του σπόρου προέρχεται από τα εξωτερικά στρώματα κυττάρων του ωαρίου.

Στα γυμνόσπερμα, οι δυο γενετήσιοι πυρήνες που μεταφέρονται από τη γύρη, δεν αναπτύσσουν σπόρους από διπλή γονιμοποίηση αλλά ο ένας ενώνεται με τον πυρήνα των ωοκυττάρων και το άλλο δεν χρησιμοποιείται. Μερικές φορές το ζυγωτό που προέρχεται όταν ένα γενετήσιο πυρήνα γονιμοποιεί ένα ωοκύτταρο και που στη συνέχεια απορροφάται κατά τη διάρκεια της πρώιμης ανάπτυξης.

Στα κωνοφόρα φυτά, όπως το Πεύκο και το Έλατο ο σπόρος αποτελείται από το έμβρυο και τους ιστούς από το μητρικό φυτό, οι οποίοι αποτελούν έναν κώνο γύρω από τον σπόρο. Μετά την γονιμοποίηση των ωοκυττάρων αυτά θα αναπτυχθούν σε σπόρους.

Το σχήμα των ωοκυττάρων κατά την ανάπτυξή τους επηρεάζει συχνά το τελικό σχήμα των σπόρων. Στην πλειονότητα των ανθοφόρων φυτών, πρώτης κατηγορίας ο ζυγώτης έχει εγκάρσιο προσανατολισμό σε ό, τι αφορά τον επιμήκη άξονα, και αυτό καθορίζει την πολικότητα του εμβρύου. Το έμβρυο αποτελείται από διάφορα τμήματα:

Το επικοτύλιο που θα αυξηθεί και θα μεταμορφωθεί σε βλαστό, το ριζίδιο που αναπτύσσεται στην πρωτοβάθμια ρίζα, και το υποκοτύλιο που συνδέει το επικοτύλιο και το ριζίδιο, ενώ οι κοτυληδόνες αποτελούν τα φύλλα του σπόρου, που θα αποτελέσουν το εξωτερικό περίβλημα του σπόρου.

3.9 Είδη Σπερμάτων

Τα σπέρματα είναι πολύ διαφορετικά σε μέγεθος. Φυτά που παράγουν μικρότερα σπέρματα μπορούν να δημιουργήσουν πολύ περισσότερους σπόρους ανά άνθος, ενώ τα φυτά με μεγαλύτερα σπέρματα κανονικά παράγουν λιγότερους σπόρους. Τα ποώδη πολυετή και τα ξυλώδη φυτά έχουν συχνά μεγαλύτερους σπόρους και μπορούν να παράγουν σπόρους για πολλά χρόνια.

Τα μεγαλύτερα σπέρματα έχουν περισσότερα αποθέματα ενέργειας για τη βλαστητική ικανότητα και ανάπτυξη των φυταρίων και παράγουν πολύ μεγαλύτερα, πιο εδραιωμένα σπορόφυτα μετά τη βλαστητική περίοδο.

3.10 Λειτουργίες των Σπερμάτων

Τα σπέρματα εξυπηρετούν πολλές λειτουργίες και οι κυριότερες από αυτές είναι η τροφή του εμβρύου, ο διασκορπισμός τους σε μια νέα θέση και η αδράνεια τους σε δυσμενείς συνθήκες. Τα σπέρματα ουσιαστικά είναι ένα μέσο αναπαραγωγής και οι περισσότεροι σπόροι είναι το προϊόν της αμφιγονικής αναπαραγωγής η οποία παράγει μια ανάμιξη του γενετικού υλικού και μεταβλητότητα φαινοτύπου που ενεργεί ως φυσική επιλογή.

3.11 Θρέψη εμβρύων

Αποστολή του σπέρματος είναι η προστασία αλλά και η θρέψη του εμβρύου πράγμα που γίνεται από τις αποθηκευτικές ουσίες που βρίσκονται στο ενδοσπέρμιο.

3.12 Η διασπορά των σπερμάτων

Σε αντίθεση με τα ζώα, τα φυτά έχουν περιορισμένες δυνατότητες να αναζητήσουν ευνοϊκές συνθήκες για τη ζωή και την ανάπτυξη. Ως αποτέλεσμα αυτού στα φυτά έχουν εξελιχθεί πολλοί τρόποι για να διασκορπίσουν τους απογόνους τους με το διαχωρισμό των σπόρων τους. Ένας σπόρος πρέπει με κάποιο τρόπο να "φτάσει" στην περιοχή και να υπάρχει εκεί σε μια εποχή ευνοϊκή για τη βλαστική ικανότητα και την ανάπτυξη, όταν δηλ. οι καρποί είναι ανοικτοί και ικανοί να απελευθερώσουν τους σπόρους τους με ένα κανονικό τρόπο. Ορισμένα είδη σπόρων, είναι διάσπαρτα ενώ είναι ακόμα μέσα σε ένα καρπό ή κώνο, ο οποίος αργότερα ανοίγει ή διαλύεται για να απελευθερώσει τους σπόρους. Άλλα σπέρματα απελευθερώνονται από τα φρούτα πριν από την διασπορά. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι διασποράς των σπερμάτων η οποία γίνεται είτε με μέσα που διαθέτει το ίδιο το φυτό είτε με ξένα μέσα διασποράς. Στην πρώτη περίπτωση τα φυτά ονομάζονται αυτόχωρα ενώ στη δεύτερη αλλόχωρα. Για τα αυτόχωρα φυτά η διασπορά γίνεται με τους παρακάτω μηχανισμούς:

α. Μηχανισμός εκσφενδονίσεως. Αυτός οφείλεται στην ελαστικότητα του ξηρού μίσχου και σε μια εξωτερική δύναμη που επενεργεί πάνω του.

β. Μηχανισμός αποδιογκώσεως. Αυτός επιφέρει κυρτώσεις των νεκρών ιστών όταν αυτοί ξηραίνονται.

γ. Μηχανισμός διογκώσεως. Αυτός εκδηλώνεται σε ζώντα κύτταρα, που βρίσκονται σε σπαργή πριν από το θάνατο των κυττάρων του καρπικού τοιχώματος. Παράλληλα

με την ανόμοια αναπτυσσόμενη ωσμωτική πίεση εκδηλώνεται και μια αντίθετη προς αυτή των κυτταρικών τοιχωμάτων, οπότε μπορεί να συμβεί διάσταση των ιστών.

δ. Μηχανισμός αυξητικός. Αυτός εκδηλώνεται με την κίνηση των ανώριμων καρπών που γίνεται με την αύξηση των καρπικών μίσχων.

Για τα αλλόχωρα φυτά η διασπορά των καρπών και σπερμάτων γίνεται κυρίως με τον αέρα, το νερό και τα ζώα, έτσι αυτά ονομάζονται αντίστοιχα ανεμόχωρα, υδρόχωρα και ζωόχωρα. (N. Αθανασιάδης 1985).

α) Από τον άνεμο (ανεμόχωρα)

- Πολλοί σπόροι (π.χ. σφεντάμι, πεύκο) έχουν ένα πτερύγιο που βοηθά τον άνεμο.
- Τα μικροσκοπικά σπέρματα της ορχιδέας μεταφέρονται αποτελεσματικά από τον άνεμο.
- Μερικοί σπόροι, (π.χ. πικραλίδα, milkweed, λεύκα) έχουν τρίχες σαν ενισχύσεις στον άνεμο.
- Ορισμένοι φτερωτοί σπόροι έχουν δύο, και κάποιοι διαθέτουν μόνο ένα πτερύγιο.

β) Από το νερό (υδρόχωρα)

- Συμβαίνει σε ορισμένα φυτά, όπως η *Mucuna* και *Dioclea*, όπου οι σπόροι παρασύρονται επιπλέοντας στα ποτάμια τους ωκεανούς και στις παραλίες. Τέτοια σπέρματα διαθέτουν αεροφόρους κύστεις, ή οι καρποί γίνονται σπογγώδεις και μικρού βάρους με αδιάβροχα εξωτερικά καλύμματα των σπερμάτων. Τα σπέρματα του κοκκοφοίνικα για παράδειγμα διασκορπίζονται σε μεγάλες αποστάσεις από τα ωκεάνια ρεύματα.

γ) Με τα ζώα (ζωόχωρα)

- Διασπορά των σπόρων με ακίδες ή άγκιστρα (π.χ. *acaena*), τα οποία αγκιστρώνονται σε ζωική γούνα ή στα φτερά, και στη συνέχεια μικραίνουν. Με αυτό τον τρόπο προσκολλούνται στο τοίχωμα των ζώων και του ανθρώπου

- Σπόροι με ένα σαρκώδες κάλυμμα που καλύπτει τον καρπό (για παράδειγμα, μήλο, κεράσι, άρκευθος). Τρώγονται από τα ζώα (πτηνά, θηλαστικά, ερπετά, ψάρι), τα οποία διασκορπίζουν στη συνέχεια τους σπόρους αυτούς με τα περιττώματά τους.
- Σπόροι (ξηροί_καρποί), οι οποίοι αποτελούν μία ελκυστική μακροπρόθεσμη αποθεματοποιήσιμη πηγή τροφής για τα ζώα (π.χ. βελανίδια, φουντούκι, καρδιά) Οι σπόροι αποθηκεύονται σε κάποια απόσταση από το μητρικό φυτό, και μερικές δεν τρώγονται αν το ζώο τους ξεχνά. Επίσης πολλά σπέρματα μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις μαζί με τα εμπορεύματα.
- Myrmecochory είναι η διασπορά των σπόρων με μυρμήγκια, τα οποία είναι σε αναζήτηση τροφής από τα μυρμήγκια που διασκορπίζουν τους σπόρους που έχουν εξαρτήματα που ονομάζονται elaiosomes. (Π.χ. bloodroot, trilliums, Ακακίες, καθώς και πολλά είδη Proteaceae). Elaiosomes είναι μαλακές σαρκώδεις δομές που περιέχουν θρεπτικές ουσίες για τα ζώα που τα τρώνε. Τα μυρμήγκια φέρνουν τέτοιου είδους σπόρους πίσω στη φωλιά τους, από τους οποίους έχουν φάει το elaiosomes. Το υπόλοιπο των σπόρων προς σπορά, το οποίο είναι σκληρό και ανεξίτηλο για τα μυρμήγκια, τότε βλασταίνει είτε μέσα στη φωλιά ή σε μια τοποθεσία όπου η απομάκρυνση των σπόρων έχει απορριφθεί από τα elaiosomes.

3.13 Λήθαργος των σπερμάτων

Ο λήθαργος των σπερμάτων έχει δύο κύριες λειτουργίες:

Η πρώτη είναι ο συγχρονισμός της βλάστησης με τις ιδανικές συνθήκες για την επιβίωση του προκύπτοντος δενδρυλλίου

Η δεύτερη είναι η εξάπλωση της βλαστικής ικανότητας μιας παρτίδας σπόρων με την πάροδο του χρόνου, έτσι ώστε μία καταστροφή μετά την βλαστική ικανότητα (π.χ. όψιμοι παγετοί, ξηρασία, φυτοφαγίας) να μην έχει ως αποτέλεσμα το θάνατο όλων των απογόνων ενός φυτού (στοίχημα-αντιστάθμισης).

Σπόρος σε λήθαργο ορίζεται ως ο σπόρος ο οποίος παραλείπει να βλαστήσει υπό περιβαλλοντικές συνθήκες βέλτιστες για τη βλάστηση, κανονικά, όταν το περιβάλλον είναι σε κατάλληλη θερμοκρασία και με την κατάλληλη υγρασία του εδάφους.

Αυτό ισχύει για το λήθαργο αλλά και για την έμφυτη παραμονή του σπόρου σε λανθάνουσα κατάσταση που προκλήθηκε από τις συνθήκες στο εσωτερικό του

σπόρου που εμποδίζουν τη βλαστική ικανότητα. Προκαλούνται επίσης εξαναγκασμοί σε λήθαργο από τις εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες που είναι ακατάλληλες για τη βλαστική ικανότητα, κυρίως σε συνάρτηση με τις συνθήκες με σκοτάδι ή φως, πολύ κρύο ή ζέστη, ή πάρα πολύ ξηρό κλίμα.

Οι αιτίες λήθαργου των σπόρων υποδιαιρούνται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: **εξωγενείς, ενδογενείς, συνδυαστικές και δευτεροβάθμιας**. Μια πιο πρόσφατη ταξινόμηση διακρίνει πέντε κατηγορίες του λήθαργου: **μορφολογικό, φυσιολογικό, μορφοφυσιολογικό φυσικό και συνδυαστικό λήθαργο**.

α) Εξωγενής λήθαργος: προκαλείται από συνθήκες έξω από το έμβryo, συμπεριλαμβανομένων:

- 1) **Σωματική αδράνεια σπόρων** εμφανίζεται όταν οι σπόροι έχουν σκληρό περίβλημα και είναι στεγανοί στο νερό. Αν ενώ είναι σε λήθαργο σπάσει μια εξειδικευμένη δομή, το «χάσμα του νερού», έτσι ώστε το νερό να μπορεί να εισέλθει στους σπόρους τότε μπορεί να συμβεί η φύτευση. Φυτικές οικογένειες στις οποίες εμφανίζεται ο φυσικός λήθαργος αποτελούν τα Anacardiaceae, Cannaceae, Convolvulaceae, Fabaceae και Malvaceae.
- 2) **Χημική αδράνεια** έχουμε όταν ένα χημικό προϊόν εμποδίζει τη βλαστική ικανότητα, με έκπλυση των αναστολέων χημικών από το σπόρο από το νερό της βροχής ή του χιονιού που λιώνει, πράγμα που αναφέρεται συχνά ως σημαντική αιτία της απελευθέρωσης λήθαργου των σπόρων προς σπορά φυτών στην έρημο, ωστόσο λίγα στοιχεία υπάρχουν για την υποστήριξη αυτού του ισχυρισμού.

β) Ενδογενής λήθαργος που προκαλείται από τις συνθήκες μέσα το ίδιο το έμβryo, όπως:

- 1) **Μορφολογική λήθαργου** όπου η βλαστική ικανότητα εμποδίζεται λόγω των μορφολογικών χαρακτηριστικών του εμβρύου. Σε ορισμένα είδη το έμβryo είναι απλώς μια μάζα κυττάρων όταν οι σπόροι είναι διασκορπισμένοι και δεν διαφοροποιείται. Πριν από τη βλαστική ικανότητα πρέπει να συμβεί τόσο η διαφοροποίηση όσο και η ανάπτυξη του εμβρύου. Σε άλλα είδη το έμβryo είναι διαφοροποιημένο αλλά δεν έχει πλήρως αναπτυχθεί (υπανάπτυκτα). Τόσο όμως η ανάπτυξη όσο και η διασπορά του εμβρύου είναι απαραίτητη για να μπορεί να

συμβεί η βλαστική ικανότητα. Παραδείγματα οικογενειών φυτών, όπου μορφολογικά συμβαίνει λήθαργος είναι Apiaceae, Cycadaceae, Liliaceae, Magnoliaceae και Ranunculaceae.

2) Μορφοφυσιολογικός λήθαργος σπόρων με υπανάπτυκτα έμβρυα, και τα οποία επιπλέον έχουν φυσιολογικά στοιχεία για το λήθαργο. Αυτοί οι σπόροι απαιτούν επομένως μια θεραπεία «αδράνεια-σπάσιμο», καθώς και ένα χρονικό διάστημα για να επιτευχθεί η πλήρης ανάπτυξη των εμβρύων. Οικογένειες φυτών όπου εμφανίζεται μορφοφυσιολογικός λήθαργος περιλαμβάνουν τα Apiaceae, Aquifoliaceae, Liliaceae, Magnoliaceae, Papaveraceae και Ranunculaceae. Μερικά φυτά με μορφοφυσιολογικό λήθαργο, όπως τα Asarum, έχουν πολλαπλούς τύπους του λήθαργου, ο ένας επηρεάζει το ριζίδιο (root) για την ανάπτυξη, ενώ ο άλλος αφορά την πλήρη ανάπτυξη. Οι όροι "διπλός λήθαργος" και "διετείς σπόροι προς σπορά" χρησιμοποιούνται για τα είδη των οποίων οι σπόροι χρειάζονται δύο χρόνια για να ολοκληρώσουν τη βλαστική ικανότητα τους, ή τουλάχιστον δύο χειμώνες και ένα καλοκαίρι. Ο λήθαργος των ριζιδίων κατανέμεται κατά τη διάρκεια του πρώτου χειμώνα μετά τη διασπορά, ενώ ο λήθαργος των οφθαλμών του βλαστού κατά τη διάρκεια του δεύτερου χειμώνα.

3) Φυσιολογικός λήθαργος σημαίνει ότι δεν μπορεί το έμβρυο λόγω των φυσιολογικών αιτιών, να παράγει αρκετή ενέργεια για να σπάσει το περίβλημα του σπόρου που καλύπτουν το ενδοσπέρμιο ή άλλες κατασκευές. Ο αναστολέας της ανάπτυξης στον τομέα των σπόρων είναι συνήθως το αμψισικό οξύ και η παραγωγή του μπορεί να επηρεαστεί από το φως.

4) Ξήρανση Ορισμένες εγκαταστάσεις που περιλαμβάνουν μια σειρά από αγρωστώδη φυτά και εκείνα από ξηρές περιοχές χρειάζονται μια περίοδο ξήρανσης πριν να βλαστήσουν. Οι σπόροι απελευθερώνονται, αλλά πρέπει να έχουν χαμηλότερη περιεκτικότητα σε νερό για να μπορεί να αρχίσει η βλαστική ικανότητα. Εάν οι σπόροι παραμένουν υγροί μετά τη διασπορά, η βλαστική ικανότητα μπορεί να καθυστερήσει για πολλούς μήνες ή και χρόνια. Πολλοί σπόροι ποωδών φυτών από εύκρατες ζώνες του κλίματος έχουν φυσιολογικό λήθαργο που εξαφανίζεται με την ξήρανση των σπόρων. Άλλα είδη θα γονιμοποιηθούν μετά τη διασπορά μόνο σε πολύ στενό εύρος θερμοκρασίας, αλλά οι ξηροί σπόροι είναι σε θέση να βλαστήσουν σε ένα ευρύτερο φάσμα θερμοκρασιών.

γ) **Συνδυαστική λήθαργου** Είναι σπέρματα με συνδυασμό λήθαργου σπόρων όπου το περίβλημα τους είναι αδιαπέραστο από το νερό και το έμβρυο έχει φυσιολογικό λήθαργο. Ανάλογα με το είδος φυσικού λήθαργου αυτός μπορεί να σπάσει, πριν ή μετά τον φυσιολογικό λήθαργο.

δ) **Λήθαργος δευτεροβάθμιας** Προκαλείται από τις συνθήκες μετά τη σπορά και εμφανίζεται σε μερικούς σπόρους, όταν αυτοί εκτίθενται σε συνθήκες που δεν είναι ευνοϊκές για τη βλάστηση, π.χ. πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Οι μηχανισμοί του δευτεροβάθμιου λήθαργου δεν είναι ακόμη πλήρως κατανοητοί, αλλά θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι συνεπάγεται την απώλεια της ευαισθησίας στους υποδοχείς της κυτταρικής μεμβράνης.

Τέλος υπάρχουν και τα ακόλουθα είδη λήθαργου σπόρων που δεν περιλαμβάνουν το λήθαργο σπόρων αυστηρά αλλά με την έννοια της έλλειψης βλάστησης η οποία εμποδίζεται από το περιβάλλον, με βάση τα χαρακτηριστικά των σπόρων.

α) **Photodormancy** ή ευαισθησία στο φως που επηρεάζει την βλάστηση ορισμένων σπόρων. Αυτοί οι σπόροι (photoblastic) χρειάζονται μια περίοδο σκότους ή φωτός για να βλαστήσουν. Σε είδη με λεπτές στρώσεις σπόρων, το φως μπορεί να διεισδύσει στο έμβρυο που βρίσκεται σε νάρκη. Η παρουσία του φωτός ή η απουσία του μπορεί να ενεργοποιήσει τη διαδικασία βλάστησης, αναστέλλοντας τη βλαστική ικανότητα σε μερικούς σπόρους.

β) **Thermodormancy** είναι η ευαισθησία του σπόρου στη ζέστη ή το κρύο. Μερικοί σπόροι βλασταίνουν μόνο σε υψηλές θερμοκρασίες (30 °C), ενώ πολλά φυτά που έχουν σπόρους, φυτρώνουν μόνο όταν η θερμοκρασία εδάφους είναι ζεστή. Άλλα σπέρματα από την άλλη μεριά έχουν ανάγκη δροσερά εδάφη για να βλαστήσουν, ενώ άλλα, όπως οι σπόροι του σέλινου είναι αδρανείς όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι πολύ ζεστή. Δεν υποβάλλονται όλοι οι σπόροι σε περίοδο λήθαργου. Σπόροι ορισμένων ριζοφόρων αρχίζουν να βλασταίνουν, ενώ εξακολουθούν να συνδέονται με το μητρικό σώμα. Η μεγάλη βαριά ρίζα επιτρέπει στο σπόρο να διεισδύσει στο έδαφος, όταν πέφτει. Πολλά φυτά κήπου έχουν σπόρους που θα βλαστήσουν εύκολα από τη στιγμή που έχουν το νερό και ο καιρός είναι αρκετά ζεστός, και παρόλο που οι άγριοι πρόγονοι τους μπορεί να είχαν λήθαργο, στα εν λόγω καλλιεργούμενα φυτά αυτός να λείπει. Μετά από πολλές γενιές επιλεκτική πίεση από τους καλλιεργητές

των φυτών και των κηπουρών ο λήθαργος έχει πάψει να υπάρχει. Για τα μονοετή φυτά, οι σπόροι είναι ένας τρόπος για την επιβίωση των ειδών σε ξηρές ή κρύες εποχές.

3.14 Η βλάστηση των σπερμάτων

Η βλαστική ικανότητα των σπόρων είναι μια διαδικασία κατά την οποία ένας σπόρος με έμβρυο αναπτύσσεται σε ένα δενδρύλλιο. Αφορά την επανενεργοποίηση του μεταβολικών οδών που οδηγούν στην ανάπτυξη και την εμφάνιση της ρίζας των σπόρων και του βλαστού. Η εμφάνιση των σποριόφυτων πάνω από την επιφάνεια του εδάφους είναι η επόμενη φάση της ανάπτυξης των φυτών και ονομάζεται εγκατάσταση σποριόφυτων.

Καθώς η βλάστηση αρχίζει, μπαίνουν σε κινητοποίηση πολλές μεταβολικές διαδικασίες που μέχρι στιγμής ήταν σε αδράνεια όπως:

- 1) η ενυδάτωση των σπερμάτων
- 2) η αύξηση της κυτταρικής διαίρεσης και επιμήκυνσης
- 3) η αύξηση της αναπνοής
- 4) η ενεργοποίηση των ενζύμων
- 5) η αύξηση των νουκλεϊκών οξέων και
- 6) η αποικοδόμηση των αποταμιευμένων θρεπτικών ουσιών και η μεταφορά των αποικοδομημένων προϊόντων στο έμβρυο όπου συντίθενται κυτταρικά συστατικά.

Τρεις θεμελιώδεις προϋποθέσεις πρέπει να υπάρχουν πριν από την βλαστική ικανότητα για να μπορεί να συμβεί.

- (1) Το έμβρυο πρέπει να είναι ζωντανό, πράγμα που ονομάζεται βιωσιμότητα των σπόρων.
- (2) Οι απαιτήσεις που εμποδίζουν το λήθαργο και τη βλαστική ικανότητα πρέπει να ξεπεραστούν.
- (3) Οι εύρυθμες περιβαλλοντικές συνθήκες που πρέπει να υπάρχουν για τη βλαστική ικανότητα.
- (4) Βιωσιμότητα του σπόρου είναι η ικανότητα του εμβρύου να βλαστήσει και επηρεάζεται από μια σειρά από διαφορετικές συνθήκες.

Μερικά φυτά δεν παράγουν σπόρους που έχουν λειτουργική ολοκλήρωση στα έμβρυα ή οι σπόροι μπορεί να είναι κενοί εμβρύων. Αρπακτικά και παθογόνοι παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν βλάβες ή να σκοτώσουν τους σπόρους ενώ

είναι ακόμα στον καρπό ή μετά την διασπορά. Περιβαλλοντικές συνθήκες όπως οι πλημμύρες ή η θερμότητα μπορούν επίσης να σκοτώσουν τους σπόρους πριν ή κατά τη βλαστική ικανότητα. Η ηλικία των σπόρων επίσης επηρεάζει την υγεία και τη βλαστική ικανότητα τους. Δεδομένου ότι οι σπόροι αυτοί έχουν ένα ζωντανό έμβρυο, ενώ με την πάροδο του χρόνου τα κύτταρα πεθαίνουν και δεν μπορούν να αντικατασταθούν. Μερικοί σπόροι μπορούν να ζουν για μεγάλο χρονικό διάστημα πριν από τη βλάστηση, ενώ άλλοι μπορούν να επιβιώσουν μόνο για ένα μικρό χρονικό διάστημα μετά τη διασπορά πριν πεθάνουν.

Σθένος των σπόρων είναι ένα μέτρο της ποιότητας των σπόρων και αφορά τη βιωσιμότητα των σπόρων, το ποσοστό βλαστικής ικανότητας, το ποσοστό βλαστητικής ικανότητας καθώς και την αντοχή των φυταρίων που παράγονται.

Το ποσοστό βλαστικής ικανότητας είναι απλά το ποσοστό των σπόρων που βλασταίνουν από όλους τους σπόρους με την επιφύλαξη των κατάλληλων συνθηκών για την ανάπτυξη.

Ο ρυθμός βλάστησης είναι το μέγεθος του χρόνου που χρειάζεται για να βλαστήσουν οι σπόροι. Τα ποσοστά βλαστικής ικανότητας επηρεάζονται από τη βιωσιμότητα σπόρου, το λήθαργο και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχουν αντίκτυπο στην σπορά των σπόρων και φυταρίων. Στον τομέα της γεωργίας και της ποιότητας σπόρου οι σπόροι κηπουρικών έχουν υψηλή βιωσιμότητα, που μετράται με το ποσοστό βλαστητικής ικανότητας καθώς και το ποσοστό βλαστικής ικανότητας. Πολλά φυτά παράγουν σπόρους με ποικίλους βαθμούς λήθαργου και διαφορετικοί σπόροι από τα ίδια τα φρούτα μπορεί να έχουν διαφορετικούς βαθμούς λήθαργου.

Υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ των φυτών και ένας σπόρος σε μια λανθάνουσα κατάσταση εξακολουθεί να είναι βιώσιμος σπόρος παρόλο που το ποσοστό βλαστικής ικανότητας μπορεί να είναι πολύ χαμηλό. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες πραγματοποιείται βλάστηση των σπόρων περιλαμβάνουν 1) το νερό, 2) το οξυγόνο, 3) τη θερμοκρασία και το 4) το φως.

Τρεις διακριτές φάσεις της βλάστησης των σπόρων μπορεί να συμβούν όπως:

1) απορρόφηση νερού 2) φάση υστέρησης και 3) εμφάνιση του ριζιδίου (και στη συνέχεια του βλαστιδίου).

Για να χωριστεί το περίβλημα του σπόρου από το έμβρυο πρέπει το σπέρμα να απορροφήσει το νερό, και έτσι να προκληθεί διόγκωση, διαχωρίζοντας το περίβλημα του σπόρου από το έμβρυο. Ωστόσο, η φύση του περιβλήματος του σπέρματος καθορίζει το πόσο γρήγορα μπορεί να διαπεράσει το νερό τον σπόρο και στη

συνέχεια να ξεκινήσει η βλάστηση. Το ποσοστό της απορρόφησης εξαρτάται από την διαπερατότητα του περιβλήματος του σπέρματος, το ύψος των υδάτων στο χώρο που το περιβάλλει και στο πόσο κοντά είναι οι σπόροι στην πηγή του νερού.

Για μερικούς σπόρους, αν απορροφήσουν πάρα πολύ νερό πολύ γρήγορα, αυτό μπορεί να τους σκοτώσει. Σ άλλους σπόρους που μπορεί να απορροφούν και να χάνουν το νερό μερικές φορές δεν προκαλούνται μόνο ανεπαρκή αποτελέσματα, αλλά μπορεί να προκληθεί και δευτερογενής λήθαργος από το πλήρες στέγνωμα.

3.15 Εργασίες που επάγουν τη βλαστική ικανότητα

Μια σειρά από διαφορετικές στρατηγικές που χρησιμοποιούνται από τους κηπουρούς μπορούν να σπάσουν το λήθαργο των σπόρων όπως π.χ.: η γρατζουνιά η οποία επιτρέπει στο νερό και τα αέρια να εισχωρήσουν στην σπόρους, ή μέθοδοι που χρησιμοποιούν χημικές ουσίες οι οποίες σπάνε και το πιο σκληρό περίβλημα των σπόρων ή τους μαλακώνουν.

Η μέθοδος με την γρατζουνιά περιλαμβάνει εμβάπτιση των σπόρων σε ζεστό νερό ή δημιουργία οπών σ' αυτούς με μια καρφίτσα ή τριβή τους στο γυαλόχαρτο ή σκάσιμο τους με ένα σφυρί. Άλλη μέθοδος είναι ο εμποτισμός των σπόρων σε διαλύτες και οξέα που είναι επίσης αποτελεσματική για πολλούς σπόρους. Μερικές φορές οι καρποί συγκομίζονται και οι σπόροι τους σπέρνονται αμέσως ενώ είναι ακόμα ανώριμοι και το περίβλημα του σπόρου δεν έχει πλήρως αναπτυχθεί και δεν έχει γίνει αδιάβροχο. Επίσης όταν το περίβλημα ενός σπόρου είναι εξαντλημένο από το μάσημα των τρωκτικών ή όταν οι σπόροι με τριβή στα πετρώματα (σπόροι που μεταφέρονται με τον αέρα ή το νερό και τα ρεύματα), μέσω της πραγματοποίησης κατάψυξης και απόψυξης των επιφανειακών υδάτων, ή αφού έχει διέλθει από πεπτικό σύστημα ενός ζώου. Στην τελευταία περίπτωση, το περίβλημα του σπόρου προστατεύει το σπόρο από την πέψη. Η αποδυνάμωση συχνά του περιβλήματος του σπόρου έτσι συντελεί ώστε το έμβρυο να είναι έτοιμο να βλαστήσει όταν τοποθετηθεί με λίγο λίπασμα μακριά από το μητρικό φυτό. Οι μικροοργανισμοί είναι συχνά αποτελεσματικοί στην κατάρριψη σκληρών περιβλημάτων των σπόρων.

Η Στρωμάτωση (ονομάζεται επίσης υγρή ψύξη), είναι μια μέθοδος για να σπάσει το φυσιολογικό λήθαργο και περιλαμβάνει την προσθήκη υγρασίας στους σπόρους ώστε να απορροφήσουν νερό. Επίσης ένας αποτελεσματικός τρόπος για τη διαστρωμάτωση των σπόρων είναι η σπορά τους έξω, στα τέλη του καλοκαιριού και του φθινοπώρου και επιτρέποντας να περάσουν το χειμώνα έξω με δροσερές συνθήκες .

Η έκπλυση ή η διαβροχή τους με νερό αφαιρεί χημικές αναστολές σε μερικούς σπόρους που εμποδίζουν τη βλαστική ικανότητα.. Η βροχή και η τήξη του χιονιού φυσικά θα ολοκληρώσουν αυτό το έργο. Για τους σπόρους που φυτεύτηκαν σε κήπους, τα τρεχούμενα νερά είναι η καλύτερη μέθοδος (αν και οι σπόροι είναι εμποτισμένοι σε ένα δοχείο 12 και 24 ώρες, το μούλιασμα είναι επαρκές). Ο εμποτισμός πλέον, ειδικά σε στάσιμο νερό που δεν έχει αλλάξει, μπορεί να οδηγήσει σε έλλειμμα οξυγόνου και το θάνατο των σπόρων. Σπόροι επίσης με σκληρά περιβλήματα μπορούν να βυθιστούν σε καυτό νερό για να διαρραγούν τα αδιαπέραστα στρώματα κυττάρων που εμποδίζουν την πρόσληψη νερού.

Άλλες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν στην βλάστηση των σπερμάτων που έχουν λήθαργο περιλαμβάνουν προξήρανση, καθημερινή εναλλαγή της θερμοκρασίας, την έκθεση στο φως, το νιτρικό κάλιο, η χρήση των ρυθμιστών ανάπτυξης των φυτών, όπως γιβεριλλίνες, κυτοκινίνες, αιθυλένιο, θειουρία, υποχλωριώδες νάτριο καθώς και άλλα. Ορισμένα σπέρματα μπορούν να βλαστήσουν καλύτερα μετά από μια πυρκαγιά, ενώ σε άλλα μπορεί να δημιουργηθεί λήθαργος σαν αντίδραση στις χημικές ουσίες από την παρουσία του καπνού.

Το πρώτο συμβάν κατά τη βλάστηση των σπερμάτων αποτελεί η προσρόφηση νερού από το περιβάλλον. Το βήμα αυτό είναι εξαιρετικά κρίσιμο, αν λάβει κανείς υπόψη ότι τα σπέρματα είναι αφυδατωμένες δομές που περιέχουν μόνον 5-10% νερό. Η ποσότητα του νερού που απορροφά ένα σπέρμα δεν ξεπερνά τις 2-3 φορές το ξηρό βάρος του σπέρματος, αρκεί ωστόσο για να προκαλέσει διόγκωση του σπέρματος και διάρρηξη των περιβλημάτων. Η προσρόφηση νερού οφείλεται στη διαφορά υδατικού δυναμικού μεταξύ του σπέρματος (το οποίο λόγω της αφυδατωμένης κατάστασης στην οποία συνήθως βρίσκεται παρουσιάζει πολύ χαμηλό δυναμικό νερού) και του περιβάλλοντος διαλύματος.

Η διόγκωση των σπερμάτων αποτελεί μια καθαρά αυθόρμητη φυσική διαδικασία και οφείλεται στην προσρόφηση νερού από τα αφυδατωμένα συστατικά του σπέρματος και δεν σχετίζεται κατ' ανάγκη με τη ζωτικότητα (ικανότητα της αύξησης και ανάπτυξης) του εμβρύου. Συνεπώς κατά την εκτίμηση της **βλαστικότητας** των σπερμάτων, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η εμφάνιση του ριζιδίου και όχι η διόγκωση του σπέρματος. Κατά τη διάρκεια της προσρόφησης νερού παρατηρείται ενυδάτωση των κυττάρων τα οποία παρέμεναν σε αφυδατωμένη μορφή, ανάκτηση της δομής των οργανιδίων και ενεργοποίηση υδρολυτικών ενζύμων, τα οποία

ευθύνονται για τη διάσπαση των αποθεμάτων. Παράλληλα παράγονται ορμόνες οι οποίες συντονίζουν την όλη διαδικασία.

Όταν ολοκληρωθεί η διόγκωση του σπέρματος ακολουθούν έντονες κυτταροδιαιρέσεις και ταχύτατη επιμήκυνση του εμβρύου. Το ριζίδιο διαπερνά το περίβλημα και ξεκινά η ανάπτυξη του νεαρού αρτίβλαστού. Οι διαδικασίες αυτές απαιτούν μαζική κινητοποίηση των αποθεμάτων του σπέρματος ώστε να συντηρήσουν το αρτίβλαστο έως ότου αυτό καταστεί αυτότροφο. Κατά τη διάρκεια της βλάστησης παρατηρείται έντονη μεταβολική και αναπνευστική δραστηριότητα η οποία συνοδεύεται από ενεργοποίηση γονιδίων και ενζύμων. Ανάλογα με το φυτικό είδος, η βλάστηση του σπέρματος μπορεί να είναι υπόγεια ή υπέργεια. (www.el.wikipedia.gr).

Ανακεφαλαιώνοντας λοιπόν θα μπορούσαμε να πούμε τα εξής για τη βλάστηση:

-Όποτε οι συνθήκες γίνουν ευνοϊκές, το έμβρυο θα μεγιστοποιήσει το αυξητικό/βλαστικό του δυναμικό (growth potential) και θα εντείνει τις μεταβολικές διεργασίες..

-Καθοριστικό βήμα είναι η διάσπαση της στεγανότητας του περισπερμίου και η ενυδάτωση του σπόρου. Γίνεται επομένως κατανοητό πως το ίδιο το περισπέρμιο, (σαν ρυθμιστής της ενυδάτωσης του σπόρου) μπορεί να αποτελέσει σοβαρό εμπόδιο στη βλαστικότητα των σπόρων.

-Στην ευνοϊκή πάντως περίπτωση, η ενυδάτωση των εμβρυικών ιστών γίνεται βάσει κάποιων δυνάμεων που αναπτύσσονται στην επιφάνεια των κυττάρων. Ουσιαστικά υπάρχει ηλεκτροχημικό δυναμικό που έλκει το νερό στα κυτταρικά τοιχώματα, τις πρωτεΐνες και τα άλλα υδρόφιλα μόρια, με άμεση συνέπεια τη διόγκωση των κυττάρων και μεγαλύτερο αυξητικό δυναμικό. Αυτό το δυναμικό πλέον μπορεί να διασπάσει το περισπέρμιο και να επιτρέψει τη βλάστηση του φυταρίου. Στη συνέχεια εντείνεται η αναπνοή (όπως και όλος ο μεταβολισμός συνολικά), ενεργοποιούνται υδρολυτικά ένζυμα και τα κύτταρα αρχίζουν να πολλαπλασιάζονται. (www.el.wikipedia.gr).

3.16 Η βλαστικότητα των σπερμάτων

Βλαστικότητα των σπερμάτων ονομάζουμε την ικανότητα βλάστησης των σπερμάτων όταν βρεθούν στις συνθήκες κάτω από τις οποίες συνήθως βλαστάνουν. Η βλαστικότητα μετράται ως ποσοστό των σπερμάτων που βλάστησαν επί του συνόλου

που σπάρθηκαν. Η μέτρηση της βλαστικότητας γίνεται κάτω από καθορισμένες για κάθε είδος ή ποικιλία συνθήκες. Η μέτρηση της βλαστικότητας είναι πολύ βασική γιατί μπορούμε να ελέγξουμε την ποιότητα του σπόρου και να προσδιορίσουμε το ποσό του σπόρου που απαιτείται για την σπορά. Η βλαστικότητα των σπερμάτων εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες όπως: 1. Η φυσιολογική κατάσταση των σπερμάτων. 2. Ο χρόνος και οι συνθήκες αποθήκευσης του σπόρου. 3. Η αρτιότητα και η φυσιολογική ωρίμανση του εμβρύου. Η βλάστηση των σπερμάτων εξαρτάται και από τις συνθήκες των σπορειών ή του αγρού. Έτσι λ.χ. αν και η βλαστικότητα των σπερμάτων μπορεί να είναι μεγάλη η βλάστηση των φυτών στο σπορείο ή τον αγρό μπορεί να είναι μικρή επειδή:

1. Η θερμοκρασία κατά την περίοδο της βλάστησης είναι δυσμενής.
2. Η υγρασία είναι ανεπαρκής.
3. Ο αερισμός του εδάφους δεν είναι ικανοποιητικός.

(Αϊβλάκις et al. 2005).

3.17 Σκοπός της εργασίας είναι:

- η μελέτη της ανατομίας των σπερμάτων και του αρτίβλαστου του έλατου (*Abies cephalonica*).
- ο προσδιορισμός των συστατικών και των δυο, με τη βοήθεια τού οπτικού μικροσκοπίου με ιστοχημικές μεθόδους.
- συνθήκες που ευνοούν τη βλάστηση των σπερμάτων.
- βλαστικότητα των σπερμάτων.

4 Υλικά και μέθοδοι

Χρησιμοποιήθηκαν σπέρματα τα οποία παραχωρήθηκαν από την κεντρική αποθήκη Δασικών σπόρων του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και αφορούν το είδος *Abies cephalonica* προέλευσης Βυτίνας ΑΚ/Π: 1270/334, 509,00 g. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν δύο μικρά αρτίβλαστα 4-5 εβδομάδων προερχόμενα από την επιστημονική ομάδα του Καθηγητή Κ. Θάνου (Τμήμα Βιολογίας, ΕΚΠΑ) τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην ιστοχημική και μορφολογική μελέτη.

Η μεταφορά των σπερμάτων έγινε στη συσκευασία που μας παραδόθηκαν σε υφασμάτινη σακούλα και η φύλαξη τους έγινε στο ψυγείο του εργαστηρίου.

Τα σπέρματα για να βλαστήσουν ακολουθήθηκε η διαδικασία που μας προτάθηκε από το Εργαστήριο Βοτανικής του Τμήματος Βιολογίας του Ε.Κ.Π.Α. (Κ. Θάνος, προσωπική επικοινωνία). Τα σπέρματα για το σκοπό αυτό, αφέθηκαν στο ψυγείο στους 4 °C σε τρυβλία επιστρωμένα με διηθητικό χαρτί εμποτισμένο με νερό, για περίπου ένα μήνα και στη συνέχεια τα τρυβλία τοποθετήθηκαν στο σκοτάδι σε θερμοκρασία δωματίου 23-25 °C.

Τα σπέρματα ελεγχόντουσαν καθημερινά για τη βλάστησή τους.

4.1 Πειράματα βλαστικότητας.

Για να προσδιοριστεί το ποσοστό των άδειων ή γεμάτων σπερμάτων πήραμε τυχαίο δείγμα 100 σπερμάτων τα οποία κόψαμε στη μέση με ξυραφάκι για τον εντοπισμό τους.

Σε όλα τα πειράματα που σχετίζονταν με τη βλάστηση των σπερμάτων χρησιμοποιήθηκε μυκητοκτόνο εφόσον σε όλα τα προκαταρκτικά πειράματα η ανάπτυξη μυκήτων αποτελούσε πρόβλημα. Για το σκοπό αυτό τα σπέρματα προς βλάστηση τοποθετήθηκαν σε τρυβλία με διηθητικό χαρτί, και μυκητοκτόνο (Rimidol:H₂O 1:50) και αφέθηκαν εκεί για χρονικό διάστημα δύο – τριών εβδομάδων.

4.2 Πειράματα ζωτικότητας.

Η διαδικασία του ελέγχου της ζωτικότητας που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

Ενυδατωμένα σπέρματα κεφαλληνιακής ελάτης τα κόψαμε με ένα ξυραφάκι στη μέση καταμήκος του εμβρύου και τα τοποθετήσαμε πάνω σε διηθητικό χαρτί σε ένα τρυβλίο το οποίο είχε εμποτιστεί με διάλυμα 0.1% χλωριούχου τετραζολίου και αφέθηκαν στο σκοτάδι τα για 30 – 60 λεπτά.

Κατόπιν έγινε παρατήρηση των σπερμάτων για να διαπιστωθεί κατά πόσο αναπτύχθηκε κόκκινος χρωματισμός.

4.3 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ ΣΑΡΩΣΗΣ.

Το Η.Μ.Σ παράγει καλά εστιασμένες τρισδιάστατες εικόνες με μεγάλη λεπτομέρεια. Ένα σύγχρονο Η.Μ.Σ έχει διακριτική ικανότητα που φτάνει τα 3 nm.

Το Η.Μ.Σ χρησιμοποιεί μία δέσμη ηλεκτρονίων που σαρώνουν την επιφάνεια του παρασκευάσματος με πολύ μεγάλη ταχύτητα. Η δέσμη των ηλεκτρονίων παράγεται από ένα νήμα και ένα σύστημα ανόδου-καθόδου, όπου εφαρμόζεται υψηλή τάση, συνήθως της τάξης των 15-40 kV, για την επιτάχυνση των ηλεκτρονίων. Η δέσμη των ηλεκτρονίων αφού εστιαστεί από σύστημα συγκεντρωτικών φακών, βομβαρδίζει το παρασκεύασμα με αποτέλεσμα κάποια από τα ηλεκτρόνια να το διαπερνούν, κάποια να σκεδάζονται ή να άγονται ενώ συγχρόνως να προκαλείται η παραγωγή δευτερογενών ηλεκτρονίων, ακτίνων X και ηλεκτρονίων Auger. Τα δευτερογενή ηλεκτρόνια, που προέρχονται από την επιφάνεια του παρασκευάσματος έχουν σχετικά μικρή ενέργεια που σχετίζεται με την τοπογραφία του. Αυτά τα ηλεκτρόνια συλλέγονται, ψηφιοποιούνται και το σήμα μεταβιβάζεται σε Ηλεκτρονικό υπολογιστή όπου γίνεται η παρατήρηση, επεξεργασία της εικόνας και η αποθήκευση. Ένα παρασκεύασμα για να παρατηρηθεί με το Η.Μ.Σ. πρέπει να είναι:

1. αφυδατωμένο
2. καλός αγωγός του ηλεκτρισμού και
3. να αντέχει σε υψηλό κενό

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

1. Μονιμοποίηση (στερέωση), με γλουταρική αλδεΐδη 2,5% σε φωσφορικό ρυθμιστικό διάλυμα 0,1 M με pH=7,2 για 24 h.
2. Έκπλυση των δειγμάτων με ρυθμιστικό διάλυμα για 20 λεπτά, 3 φορές.

3. Σταδιακή αφυδάτωση σε σειρά ανιούσης συγκέντρωσης ακετόνης 30%, 50%, 70%, 90% επί 20 min για κάθε συγκέντρωση και στη συνέχεια 100% ακετόνη 3 φορές για 1 h κάθε φορά. Σε διάλυμα ακετόνης 100% τα δείγματα παρέμειναν για 24 h.
4. Ξήρανση στη συσκευή κρίσιμου σημείου (Critical Point Dryer, POLARON 3000). Στη συσκευή αυτή γίνεται αντικατάσταση της ακετόνης με υγρό CO₂ το οποίο στη συνέχεια απομακρύνεται αφού αυτό μετατραπεί σε αέριο αδιαβατικά (κρίσιμο σημείο).
5. Επικόλληση των δειγμάτων σε υποδοχές (stabs) με αυτοκόλλητη ταινία διπλής όψης.
6. Επικάλυψη των δειγμάτων με καθαρό χρυσό, με εκκένωση αίγλης σε ατμόσφαιρα Ar. Η διαδικασία αυτή έγινε στον εξαχνωτή Denton- Vacuum DV-502 εφοδιασμένο με τα κατάλληλα εξαρτήματα.

Μετά το στάδιο (6) το παρασκεύασμα ήταν έτοιμο για παρατήρηση στο Η.Μ.Σ. Η φύλαξη των παρασκευασμάτων πρέπει να γίνεται προσεκτικά σε κλειστά κουτιά προστατευμένα από σκόνες και υγρασία.

Η παρατήρηση και η φωτογράφιση των παρασκευασμάτων έγινε σε ΗΜΣ τύπου Jeol 6360 του Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας..

4.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΝΩΠΩΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ.

Για παρατήρηση με το Ο.Μ. (Olympus BX40 εφοδιασμένο με σύστημα φθορισμού και φωτεινού πεδίου), κόπηκαν εγκάρσιες και κατά μήκος τομές πάχους 25 μm με κρυτόμο (κρυοστάτη) τύπου Leica CM1850 σε θερμοκρασίες από -10 °C μέχρι -35 °C και με χρήση υγρού ψύξης - έγκλεισης Jung, Tissue Freezing Medium (Leica Microsystems Nussloch GmbH, Germany).

4.5 ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΑ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ

Για παρατήρηση με το μικροσκόπιο φθορισμού οι τομές ξεπλύθηκαν αρχικά με αποσταγμένο νερό σε ύαλο ωρολογίου και στη συνέχεια είτε παρατηρήθηκαν απευθείας σε σταγόνα νερού είτε ύστερα από κατάλληλη χρώση.

Το οπτικό μικροσκόπιο που χρησιμοποιήθηκε για όλες τις παρατηρήσεις και τη φωτογράφιση ήταν τύπου OLYMPUS BX40 του Εργαστηρίου Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας εφοδιασμένο με τα κατάλληλα εξαρτήματα. Τα φίλτρα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν φίλτρο διέγερσης BP 330-385 (που επιτρέπει τη διέλευση ακτινοβολιών μεταξύ 330 και 385 nm) και φίλτρο φραγμού BA 420, που απορροφά όλα τα μήκη κύματος κάτω από 420 nm.

Τα παρασκευάσματα παρατηρήθηκαν είτε αχρωμάτιστα (αυτοφθορισμός) είτε ύστερα από επεξεργασία με διάλυμα 5% σε νερό τριχλωριούχου αργιλίου ($AlCl_3$) ως επαγωγέα φθορισμού.

Το διάλυμα αυτό χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό φλαβονών (flavones), φλαβονολών (flavonols) και φλαβανονών (flavanones) με το μικροσκόπιο φθορισμού. Ο φθορισμός που προκύπτει είναι πρασινοκίτρινος για τις φλαβόνες, κίτρινος για τις φλαβονόλες και μπλε για τις φλαβανόνες. (Guerin et al. 1971)

Ο αυτοφθορισμός των διαφόρων συστατικών αναγνωρίστηκε βάση των χρωμάτων που αναφέρονται από τον Rost (1992), για φυτικούς ιστούς. Τα χρώματα αυτά, όταν ο ιστός φωτιστεί με υπεριώδη ακτινοβολία (330-385nm) είναι τα εξής:

Κυτταρίνη → δεν φθορίζει

Λιγνίνη → φωτεινό γαλάζιο

Χλωροφύλλη → κόκκινο

Σουμπερίνη → γαλάζιο

Κουτίνη → γκρι

Φαινολικά οξέα → κίτρινο

4.6 ΙΣΤΟΧΗΜΕΙΑ.

Στη μελέτη αυτή εφαρμόστηκαν οι πιο κάτω ιστοχημικές μέθοδοι:

6.7.1 Ιώδιο για τον εντοπισμό αμυλοκκόκων. Τα δείγματα τοποθετούνται σε αντικειμενοφόρους σε σταγόνα ιωδίου και παρατηρούνται αμέσως μετά στο Ο.Μ.

6.7.2 Αντιδραστήριο Nadi για τον εντοπισμό τερπενοειδών, τα οποία αποκτούν χρώμα ιώδες-βιολετί. Το διάλυμα παρασκευάζεται λίγο πριν χρησιμοποιηθεί γιατί οξειδώνεται σχετικά γρήγορα. Επίσης επειδή είναι φωτοευαίσθητο διατηρείται σε

σκουρόχρωμο μπουκαλάκι και η χρώση των τομών γίνεται στο σκοτάδι (Pasqua et al. 2003).

Για την παρασκευή του διαλύματος αναμιγνύονται 0,5 ml από 1% a-naphtol σε 40% αλκοόλη, με 0,5 ml από 1% N,N-dimethyl-p-phenylenediamine monohydrochloride σε αποσταγμένο νερό, και με 49 ml φωσφορικού ρυθμιστικού διαλύματος 0,05 M (pH 7,2) Οι τομές παραμένουν στο αντιδραστήριο για 1 h.

Η παρατήρηση γίνεται σε γλυκερόλη στο O.M.

6.7.3 Sudan IV για τον εντοπισμό λιπιδίων, κουτίνης και σουβερίνης, εκτός των φωσφολιπιδίων, τα οποία και χρωματίζονται κόκκινα. Η αντίδραση στηρίζεται στην επιλεκτική διαλυτότητα της χρωστικής στα λιπίδια. Πιο συγκεκριμένα η χρωστική είναι πιο διαλυτή στα λιπίδια του ιστού από ότι στο διαλύτη, στον οποίο αρχικά διαλύθηκε (εδώ στην αλκοόλη), και έτσι με την απλή τοποθέτηση του ιστού στη χρωστική, τα λιπίδια την προσλαμβάνουν. Η αποτελεσματικότητα της αντίδρασης στηρίζεται σε πολλούς παράγοντες ανάμεσα στους οποίους και η φυσική κατάσταση των λιπιδίων. Γενικά, η αντίδραση για τα έλαια είναι πολύ πιο αποτελεσματική από ότι για τα λίπη, τα οποία και παρουσιάζουν ασθενή αντίδραση (Jensen 1962).

Επειδή χρησιμοποιείται διάλυμα σε αλκοόλη απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην διατήρηση των χρόνων, διότι η αλκοόλη είναι διαλύτης των λιπών και μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα από την μεγάλη παραμονή τους στο διάλυμα (Johansen 1940).

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κορεσμένο διάλυμα σε αλκοόλη:

Οι τομές εμβαπτίζονται στο διάλυμα για 5 min.

Ακολουθεί γρήγορη έκπλυση σε απόλυτη αλκοόλη και ακολουθεί παρατήρηση σε 25% γλυκερόλη στο O.M.

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί 0,5% Sudan IV σε 85% αλκοόλη:

Οι τομές εμβαπτίζονται στο διάλυμα για 2-5 min.

Ακολουθεί γρήγορη έκπλυση σε 50% αλκοόλη και παρατήρηση σε γλυκερόλη στο O.M._

6.7.4 Κυανούν της τολουιδίνης (Toluidine Blue). 1% Κυανούν της τολουιδίνης σε νερό. Αν η χρώση είναι πολύ έντονη μπορεί η χρωστική να διαλυθεί με νερό μέχρι 1:10. Η χρωστική καλό είναι να διηθείται ή να φυγοκεντρίζεται.

Το κυανό της τολουιδίνης συμπεριφέρεται ως μεταχρωματική χρωστική. Έτσι η κυτταρίνη και άλλα κυτταρικά συστατικά χρωματίζονται μπλε ενώ η λιγνίνη ιώδης.

4.6.1 Τριχλωριούχο Αργίλιο (Aluminium Trichloride (AlCl₃))

Το διάλυμα αυτό χρησιμοποιείται στον εντοπισμό φλαβονών (flavones), φλαβονολών (flavonols) και φλαβανονών (flavanones) με το μικροσκόπιο φθορισμού. Ο φθορισμός που προκύπτει είναι πρασινοκίτρινος για τις φλαβόνες, κίτρινος για τις φλαβονόλες και μπλε για τις φλαβανόνες. Το διάλυμα παρασκευάζεται είτε με νερό είτε με αιθυλική αλκοόλη, το αποτέλεσμα είναι το ίδιο (Guerin et al. 1971)

Το διάλυμα προκύπτει με διάλυση 5% χλωριούχου αργιλίου σε νερό ή σε αιθυλική αλκοόλη.

Οι τομές τοποθετούνται σε λίγες σταγόνες διαλύματος.

Τέλος, γίνεται άμεση παρατήρηση σε μικροσκόπιο φθορισμού.

4.6.2 Dragendorf.

Είναι αντιδραστήριο που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό αζωτούχων ενώσεων όπως τα αλκαλοειδή ενώ είναι επίσης και καλός δείκτης για φαινολικά.

Υπάρχουν δύο είδη προετοιμασίας για κάθε διαδρομή που θα ακολουθήσουμε:

Διάλυμα Α και διάλυμα Β και στη συνέχεια και τα δύο ανακατεύονται για να χρησιμοποιηθούν.

Διάλυμα Α: 1.7 gr βασικό βισμούθιο νιτρικού άλατος διαλύεται σε 100ml νερό ή ακετόνη (4:1).

Διάλυμα Β: 40.0 gr ιωδιούχο κάλιο διαλύεται σε 100 ml νερό.

Ανακατεύουμε τα αντιδραστήρια ως ακολούθως:

5mlA + 5ml ακετόνη + 70ml νερό.

Αναπτύσσονται αφροί ύδατος με πορτοκαλί κηλίδες. Οι κηλίδες δείχνουν αν ψεκάστηκαν αργότερα με HCl και 50% νερό – φωσφορικό οξύ. Καλό για φαινολικά.

5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων βλαστικότητας που κάναμε στο εργαστήριο δεν ήταν τα αναμενόμενα καθώς δεν βλάστησαν παρά ελάχιστα απ' όπου και πάρθηκε το υλικό για την ιστοχημεία και την μικροσκοπική παρατήρηση.

Ανάλογα ήταν και τα αποτελέσματα από τα πειράματα ζωτικότητας με τετραζόλιο που κάναμε και μας έδειξαν ότι η ζωτικότητα των σπερμάτων της Κεφαλληνιακής ελάτης είναι της τάξης του 1% περίπου ποσοστό που είναι το ίδιο με τη βλαστικότητα.

Ο έλεγχος για το αν τα σπέρματα ήταν γεμάτα ή άδεια έδειξε ότι περίπου το 50% των σπερμάτων ήταν άδεια.

Κατά την τμήση των τομών με τον κρυοστάτη διαπιστώθηκε ότι τα σπέρματα δεν ήταν δυνατό να κοπούν στις συνηθισμένες θερμοκρασίες που κόβονται τα όργανα άλλων φυτών που είναι συνήθως -10 έως -15 °C αλλά για να παγώσουν απαιτούνται θερμοκρασίες κάτω των -25 °C.

Στην **Εικόνα 1** παρατηρείται σπέρμα *A. cephalonica* έτσι όπως αυτό απεικονίζεται και από τις δύο του πλευρές. Λόγω του τρόπου συλλογής των σπερμάτων λείπει το πτερύγιο που θα είχε στην εξωτερική πλευρά του περισπεμίου. Αυτό το πτερύγιο συμβάλλει στην διασπορά των σπερμάτων με τη βοήθεια του ανέμου. Το πτερύγιο στα ανέπαφα σπέρματα βρίσκεται στην πλευρά που δείχνει το βέλος της ίδιας εικόνας.

Εικόνα 2. Φωτογραφία του εμβρύου που αφαιρέθηκε από ξερό σπέρμα. Φαίνεται μέρος του εμβρύου με τις 5 κοτυληδόνες, το κορυφαίο μερίστωμα το υποκοτύλιο και τα στόματα που όπως φαίνεται καθαρά από την εικόνα κυριαρχούν στην εσωτερική πλευρά των κοτυληδόνων και όχι στην εξωτερική τους. Από τα διάφορα σπέρματα που μελετήσαμε προκύπτει ότι ο αριθμός των κοτυληδόνων κυμαίνεται από 5 μέχρι 7 (βλ. και Εικόνες 9 & 10).

Στόματα παρατηρούνται και στο υποκοτύλιο (Εικόνα 2, στ), ενώ τα στόματα στις κοτυληδόνες σε αυτή τη φάση δεν είναι ευδιάκριτα και βρίσκονται μόνο στην προσαξονική (εσωτερική) τους επιφάνεια.

Στην **Εικόνα 3** βλέπουμε την εσωτερική (προσαξονική) πλευρά μιας κοτυληδόνας όπου παρατηρούμε ότι τα στόματα εντοπίζονται σε μεγαλύτερη πυκνότητα προς την κορυφή της.

Η **Εικόνα 4** δείχνει σε μεγέθυνση ένα στόμα στην επιφάνεια της κοτυληδόνας ξερού σπέρματος το οποίο δεν έχει ανοίξει ακόμα και επομένως φαίνεται να είναι μη λειτουργικό.

Στην **Εικόνα 5** που είναι με το ΗΜΣ παρατηρούμε το εσωτερικό του ενδοσπερμίου. Τα αποταμιευτικά κύτταρα από τα οποία αποτελείται έχουν λεπτά κυτταρικά τοιχώματα και μεταξύ των κυττάρων παρατηρείται εκτεταμένο δίκτυο μεσοκυττάρων χώρων. Τα σφαιρικά έγκλειστα που παρατηρούνται μέσα στα κύτταρα είναι κυρίως πρωτεϊνοσώματα ενώ μικρός αριθμός από αυτά πιθανό να είναι αμυλόκοκκοι όπως έδειξε η ιστοχημεία. Μερικά από τα συστατικά των κυττάρων όπως λιπίδια και τερπενοειδή τα οποία είναι λιποδιαλυτά πιθανό να έχουν απομακρυνθεί με τους οργανικούς διαλύτες που χρησιμοποιήθηκαν κατά την επεξεργασία των δειγμάτων.

Η **Εικόνα 6** δείχνει με το ΗΜΣ εγκάρσια τομή κοτυληδόνας αρτίβλαστου το οποίο φαίνεται να έχει παρόμοια δομή με εκείνη του φύλλου της ελάτης (Ζουρμπάκη, 2008). Τα αποταμιευτικά συστατικά φαίνεται να έχουν πλέον απομακρυνθεί και παρατηρούνται μεγάλοι μεσοκυττάριοι χώροι μεταξύ των κυττάρων του φωτοσυνθετικού παρεγχύματος.

Στην **Εικόνα 7** φαίνεται τμήμα του αγωγού ιστού της ενυδατωμένης κοτυληδόνας του αρτίβλαστου όπου παρατηρούνται τραχεΐδες και αλωφόρα βοθρία.

Εικόνα 8. Εδώ απεικονίζεται ρητινοφόρος αγωγός που εντοπίζεται στις ακμές της βελονοειδούς κοτυληδόνας και γύρω από τον οποίο διακρίνονται τα εκκριτικά κύτταρα (ενδοθήλιο).

Στην **Εικόνα 9** παρατηρούμε έμβρυο το οποίο έχει ήδη βλαστήσει και έχει παρατηρηθεί στο στερεοσκόπιο αφού προηγουμένως αποκολλήθηκε με προσοχή από το περισπέρμιο. Φαίνονται χαρακτηριστικά οι κοτυληδόνες το ριζίδιο και ενδιάμεσα αυτών το υποκοτύλιο.

Στην **Εικόνα 10** βλέπουμε με το ΗΜΣ το αρτίβλαστο με τις 7, αυτή τη φορά, κοτυληδόνες του στο οποίο δεν έχει ακόμα αρχίσει η ανάπτυξη των πραγματικών φύλλων του.

Στην **Εικόνα 11** φαίνεται το αρτίβλαστο σε πιο προχωρημένο στάδιο όπου φαίνονται τα άτακτα διαταγμένα στόματα στην προσαξονική πλευρά των κοτυληδόνων ενώ τα πρώτα φύλλα έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται από το κορυφαίο μερίστωμα.

Στην **Εικόνα 12** βλέπουμε στόματα ενυδατωμένου σπέρματος τα οποία είναι ελαφρά βυθισμένα και φαίνονται να έχουν ανοίξει σηματοδοτώντας έτσι την αρχή των μεταβολικών λειτουργιών της βλάστησης.

Εικόνα 13 Φωτογραφία της ρίζας του εμβρύου με το ακρορίζιο όπου φαίνεται η ινώδης υφή της εξωτερικής επιφάνειας αυτής.

5.1 ΙΣΤΟΧΗΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Εικόνα 14. Δείγμα επεξεργασμένο με χρώση ιωδίου που μας δείχνει την παρουσία αμυλοκκόκκων στα κύτταρα του αποταμιευτικού παρεγχύματος.

Εικόνα 15, Είναι καταμήκος τομή ολόκληρου εμβρύου το οποίο περιβάλλεται από το ενδοσπέρμιο. Η χρώση έγινε με κυανό της τολουιδίνης. Εδώ φαίνονται τα διάφορα μέρη του ξερού σπέρματος (έμβρυο και ενδοσπέρμιο).

Εικόνες 16 και 17 έχει γίνει με χρώση Nadi που εντοπίζει τα τερπένια. Από την εικόνα 16 προκύπτει ότι στις εξωτερικές κυτταρικές στρώσεις τα τερπένια είναι πιο πυκνά και εντοπίζονται μέσα σε κυστίδια (χυμοτόπια). Στην εικόνα 17 φαίνεται ότι το έμβρυο αποτελείται από πυκνά μικρά κύτταρα με λίγα τερπένια ενώ το ενδοσπέρμιο αποτελείται από μεγαλύτερα κύτταρα με την παρουσία τερπενίων πιο έντονη.

Τέλος στην **Εικόνα 18** έχει γίνει χρώση με Sudan IV με την οποία εντοπίζονται λιπίδια, τα οποία εμφανίζονται ως κόκκινα χρωματισμένα σταγονίδια ενώ τα σταγονίδια με χρώμα πορτοκαλί φαίνεται να αντιστοιχούν στα τερπένια.

Με το μικροσκόπιο φθορισμού και με τη χρήση του αντιδραστηρίου $AlCl_3$ για τον εντοπισμό φλαβονοειδών το αποτέλεσμα ήταν αρνητικό για όλα τα μέρη του σπέρματος.

Αρνητικό, επίσης, αποτέλεσμα έδωσε και η χρώση dragendorff για τον εντοπισμό αλκαλοειδών.

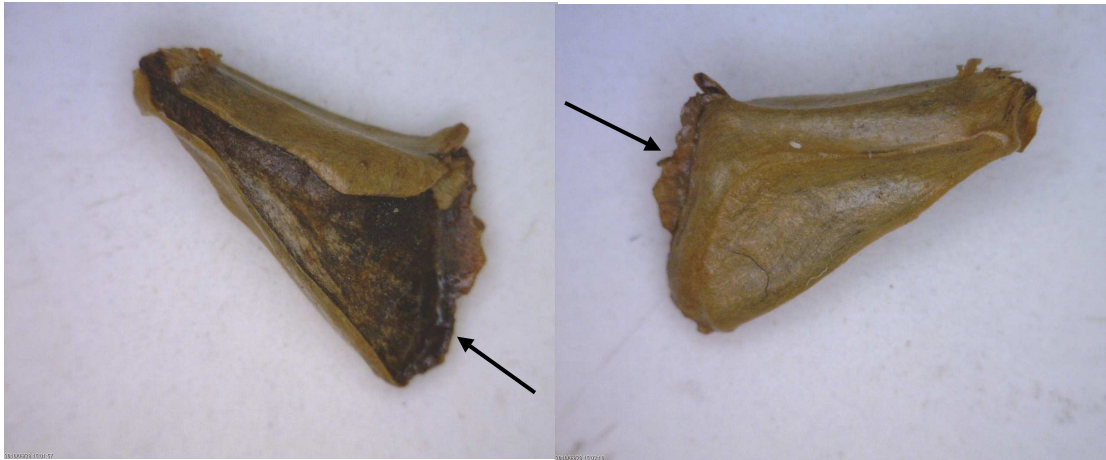
Ο Πίνακας δείχνει συνοπτικά τις ιστοχημικές μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν και το αντίστοιχο αποτέλεσμα για τα διάφορα μέρη του ξερού σπέρματος.

Πίνακας 1. Χρωστικών που χρησιμοποιήθηκαν και αποτελέσματος αυτών στα διάφορα σημεία που χρησιμοποιήθηκαν.

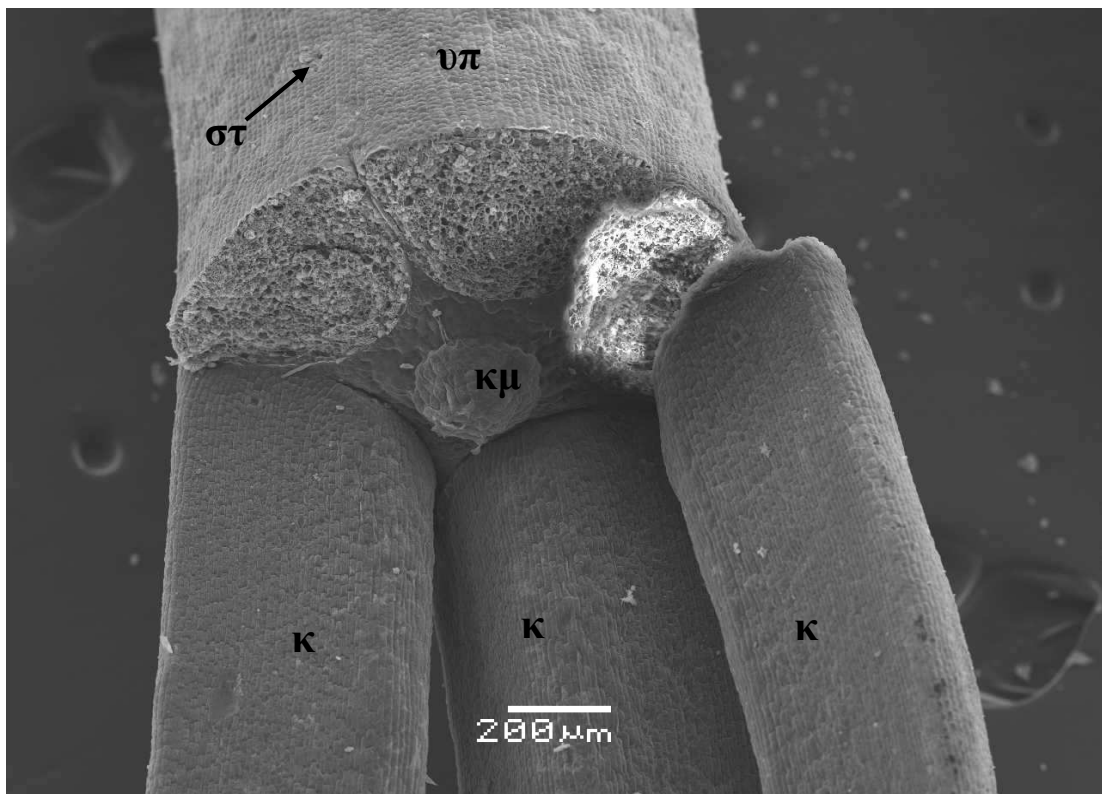
Στοιχείο που ανιχνεύεται	Αντιδραστήριο	έμβρυο	ενδοσπέρμιο	Εφυμενίδα ακρορίζιο
Τερπενοειδή	Nadi	+	++	+++
	Toluidini	+	+	++
Λιπίδια	Sudan IV [*]	+	++	++
Αμυλόκκοκοι	Ιώδιο	-	+	-
Φλαβονοειδή	AlCl ₃	-	-	-
Αλκαλοειδή	Dragendorff	-	-	-
Πρωτείνες				

* Το αντιδραστήριο Sudan IV δίνει θετική αντίδραση και με τα τερπενοειδή τα οποία εμφανίζονται με πορτοκαλί χρώμα αντί για το έντονο κόκκινο που δίνουν τα λιπίδια.

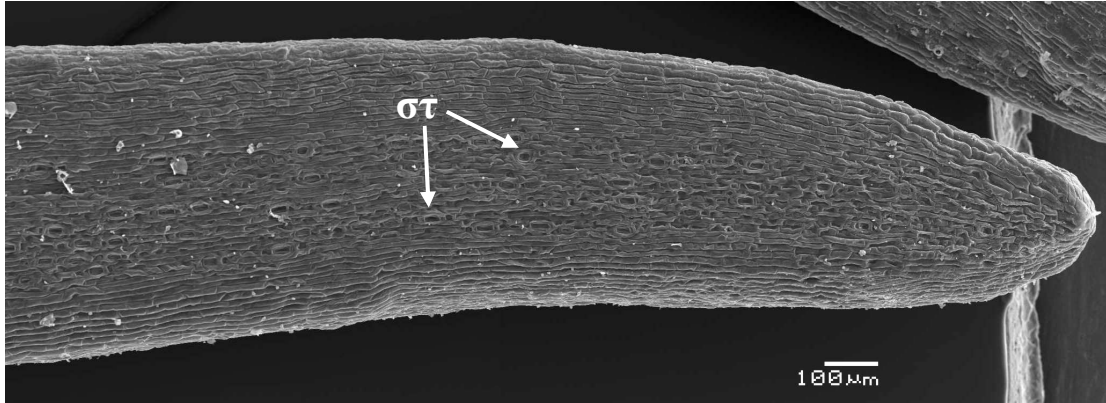
5.2 ΕΙΚΟΝΕΣ



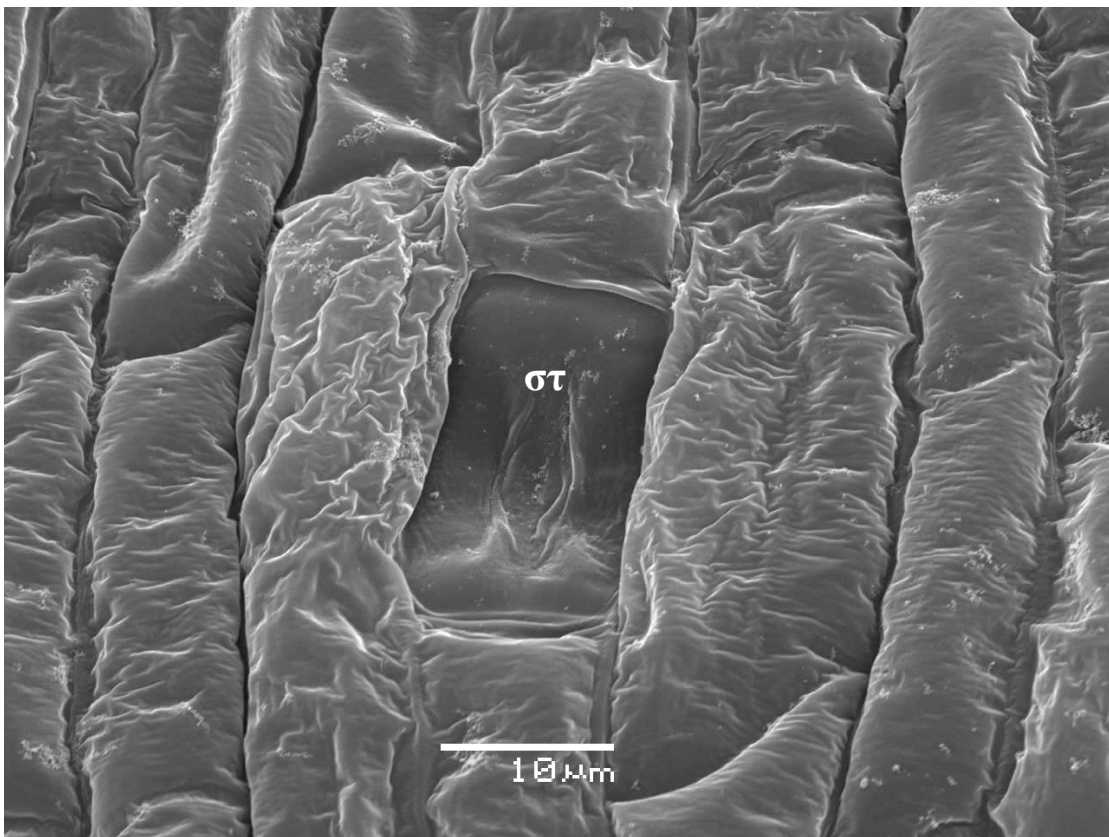
Εικόνα 1. Φωτογραφία ξερού σπέρματος και από τις δύο πλευρές έτσι όπως συλλέχθηκε χωρίς το πτερύγιο που το περιέβαλλε εξαιτίας του τρόπου συλλογής του. Τα βέλη δείχνουν το σημείο πρόσφυσης του πτερυγίου.



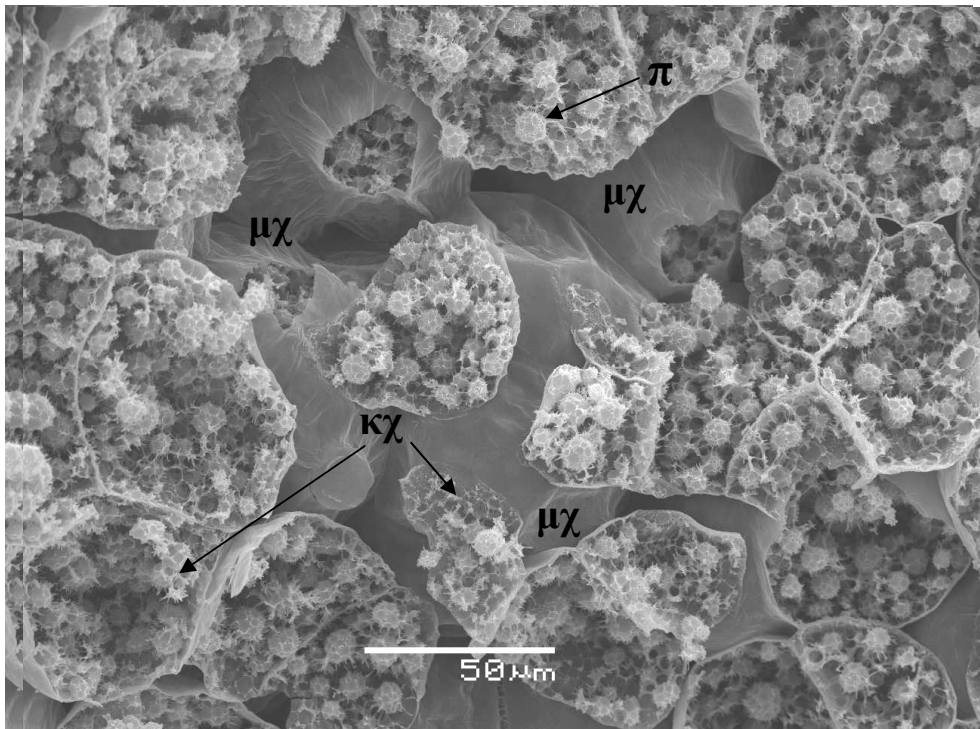
Εικόνα 2. Φωτογραφία εμβρύου το οποίο αφαιρέθηκε από ξερό σπέρμα. Φαίνεται μέρος του εμβρύου με τις πέντε κοτυληδόνες, από τις οποίες οι δυο έχουν αφαιρεθεί και στη βάση τους παρατηρείται το κορυφαίο μερίστωμα (κ - κοτυληδόνα, κμ - κορυφαίο μερίστωμα, βλαστίδιο, στ - στόμα, υπ - υποκοτύλιο).



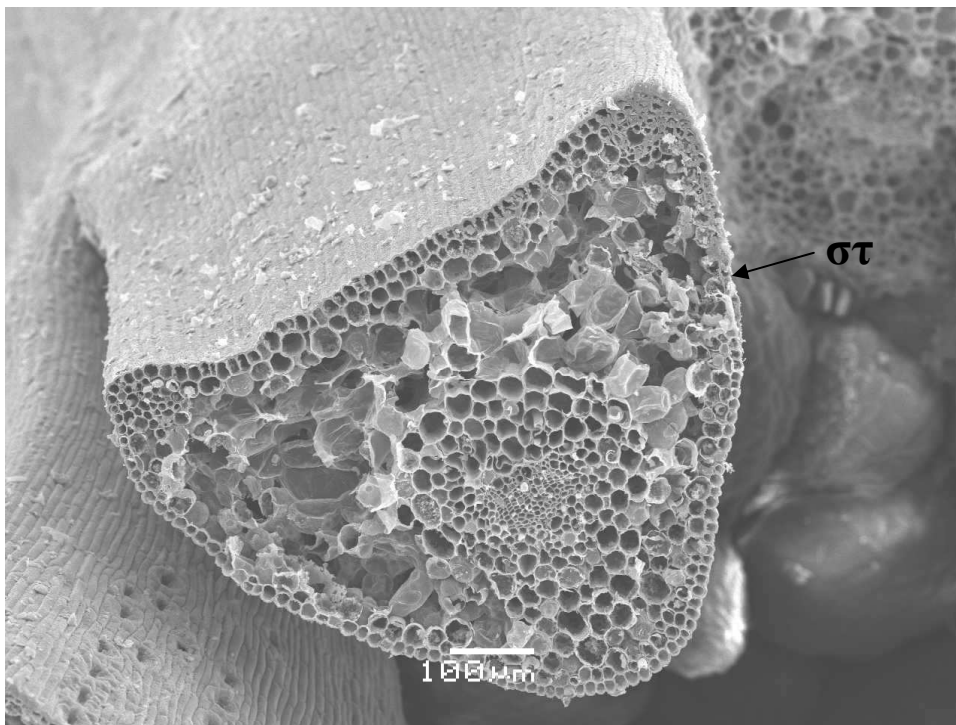
Εικόνα 3 Βλέπουμε την φωτογραφία της προσαξονικής (εσωτερικής) πλευράς της κοτυληδόνας ξερού σπέρματος με τα στόματα που εντοπίζονται κυρίως στην κορυφή της.



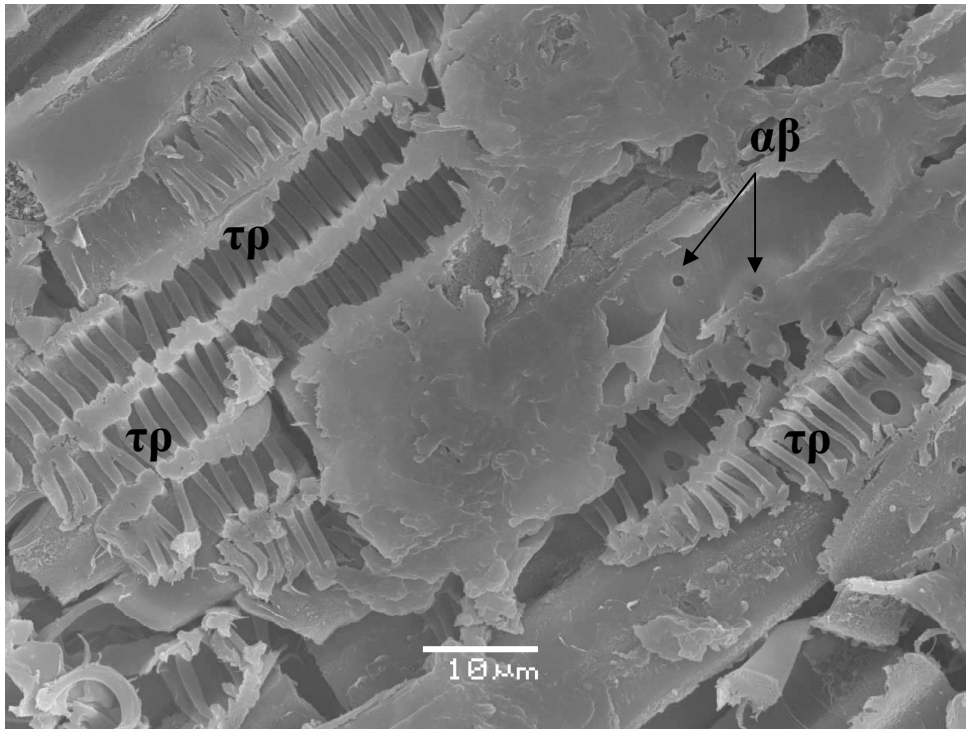
Εικόνα 4. Στόμα σε κοτυληδόνα ξερού σπέρματος το οποίο εμφανίζεται κλειστό και επομένως μη λειτουργικό.



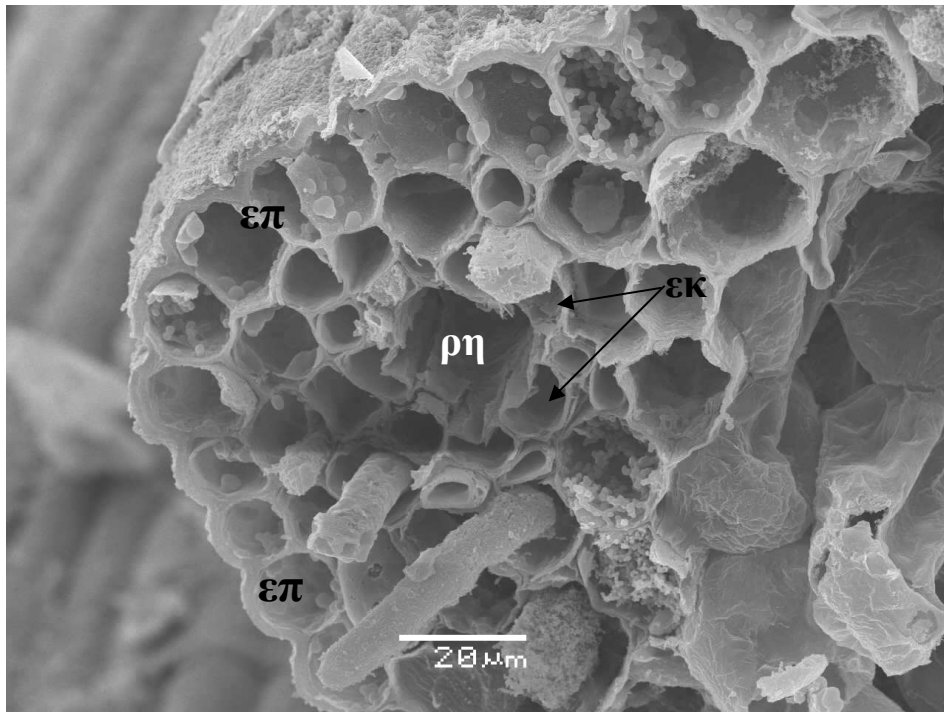
Εικόνα 5. Εσωτερικό του ενδοσπερίου όπου απεικονίζονται μεσοκυττάριοι χώροι και στο εσωτερικό των κυττάρων παρατηρούνται πρωτεϊνόκκοκοι και λίγοι αμυλόκκοκοι, ενώ παράλληλα τα τερπένια φαίνεται να έχουν απομακρυνθεί με την επεξεργασία (κενοί χώροι).



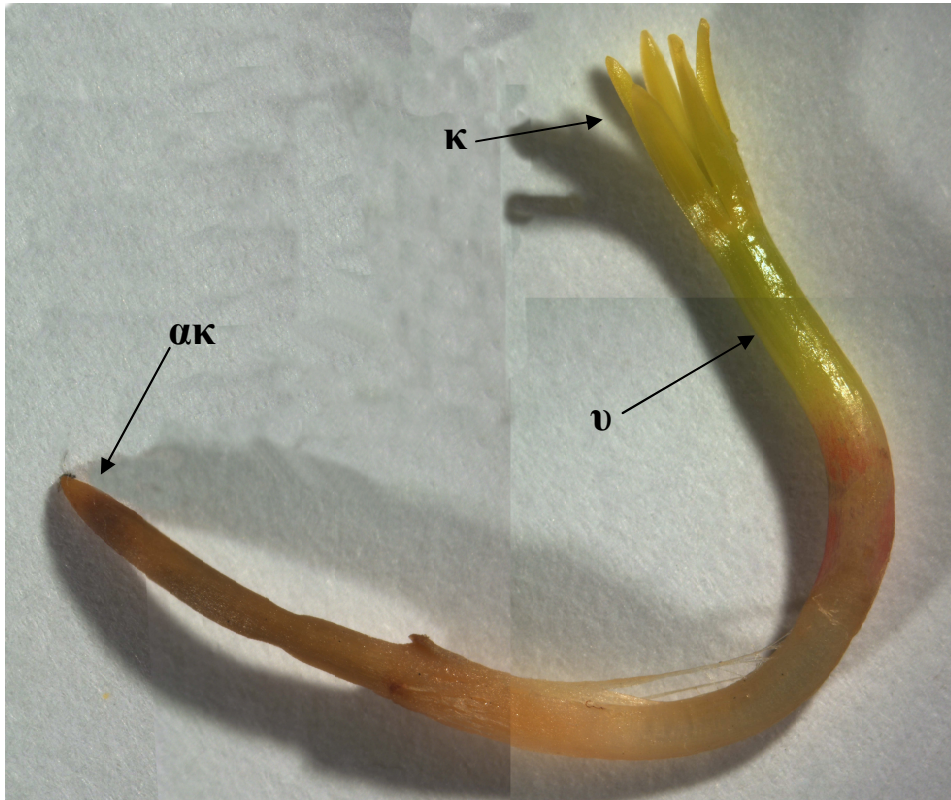
Εικόνα 6. Εγκάρσια τομή ενυδατωμένης κοτυληδόνας με το ΗΜΣ που δείχνει την ανατομία της.



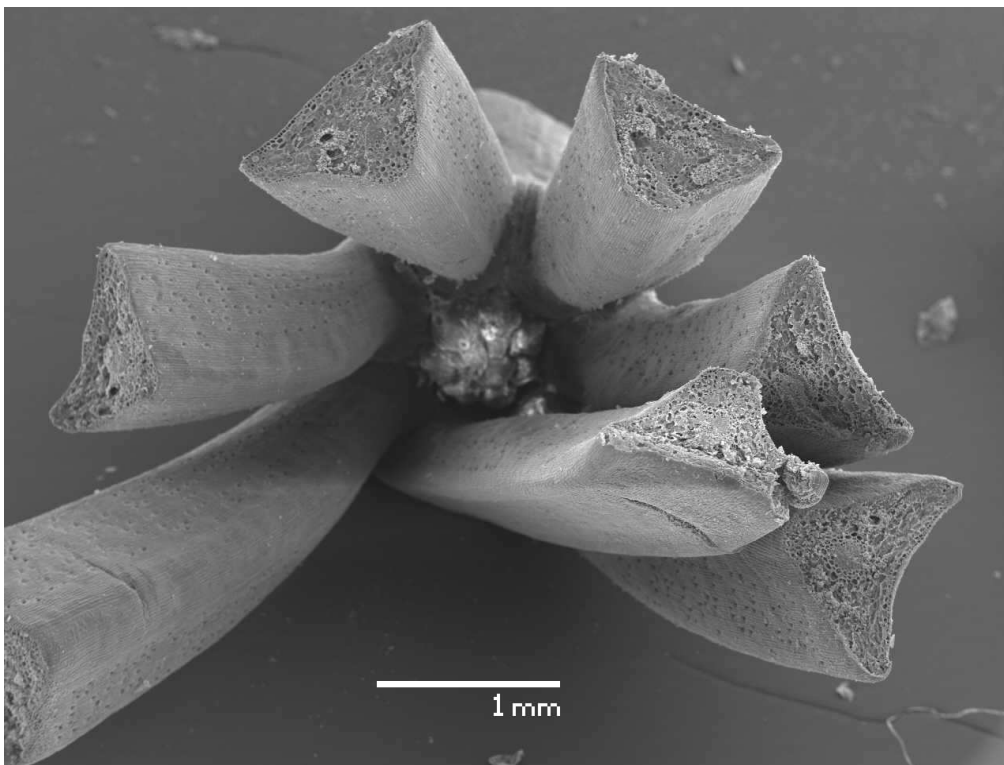
Εικόνα 7. Λεπτομέρεια της ηθμαγγειώδους δεσμίδας της κοτυληδόνας βλαστημένου σπέρματος όπου παρατηρούνται τραχεΐδες με αλωφόρα βοθρία. (τρ – τραχεΐδα, αβ – αλωφόρα βοθρία).



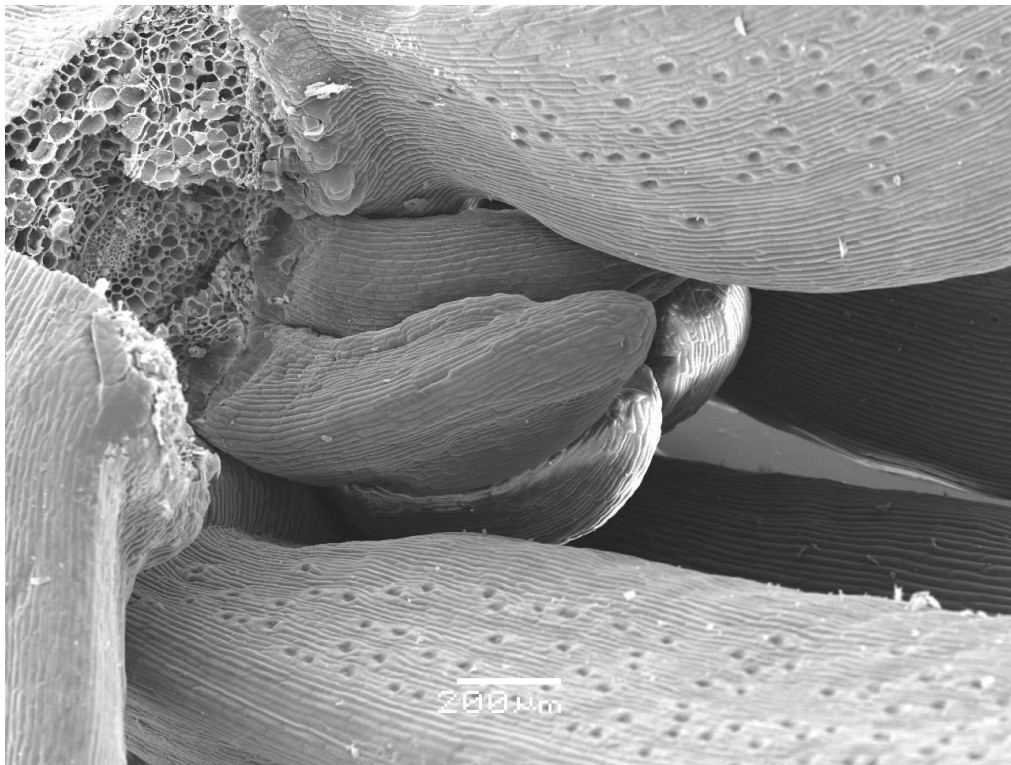
Εικόνα 8. Απεικόνιση ρητινοφόρων αγωγών στην οποία βλέπουμε περιφερειακά ρη – ρητινοφόρος αγωγός, εκ – εκκριτικά κύτταρα, επ – επιδερμικά κύτταρα).



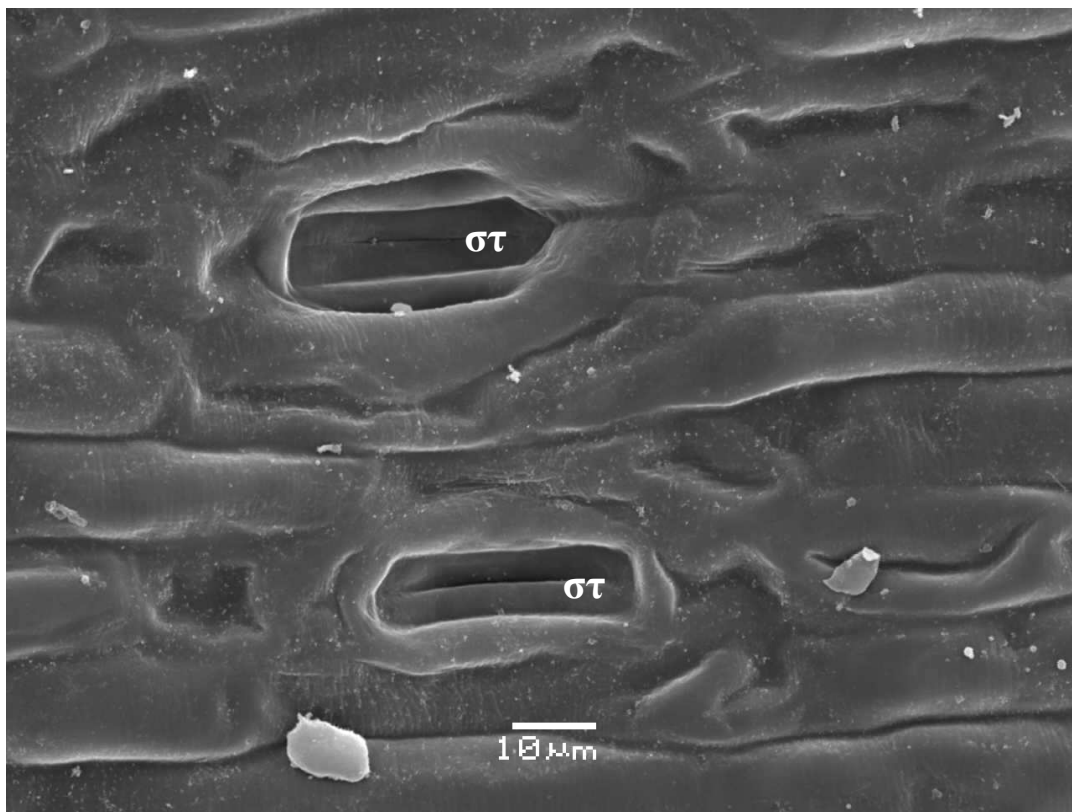
Εικόνα 9. Φωτογραφία εμβρύου που έχει αρχίσει να βλαστάνει και το οποίο έχει αποκολληθεί από το περισπέρμιο έτσι όπως φαίνεται με το στερεοσκόπιο.



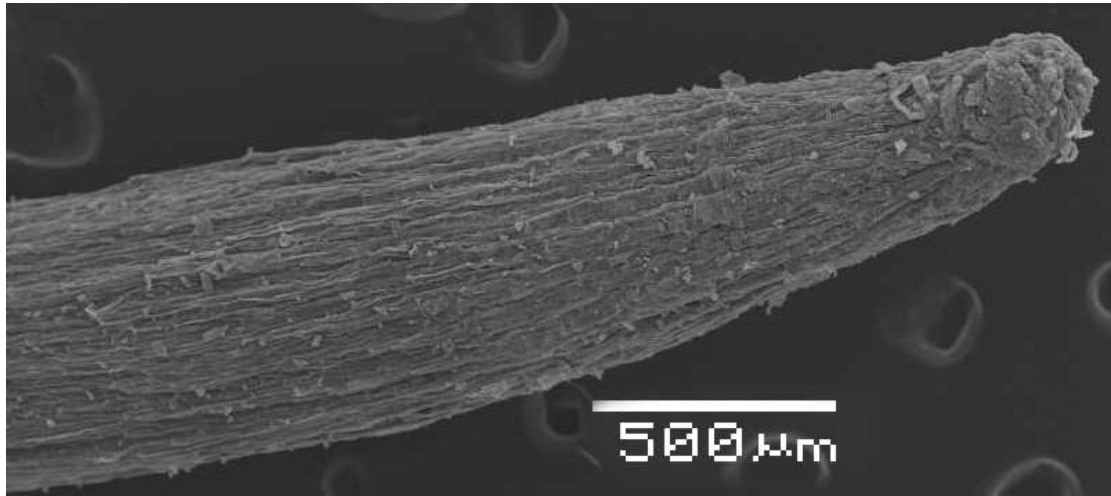
Εικόνα 10. Το αρτίβλαστο με το ΗΜΣ. Φαίνονται οι επτά κοτυληδόνες σε τομή και το κορυφαίο μερίστωμα το οποίο έχει αρχίσει να αναπτύσσεται.



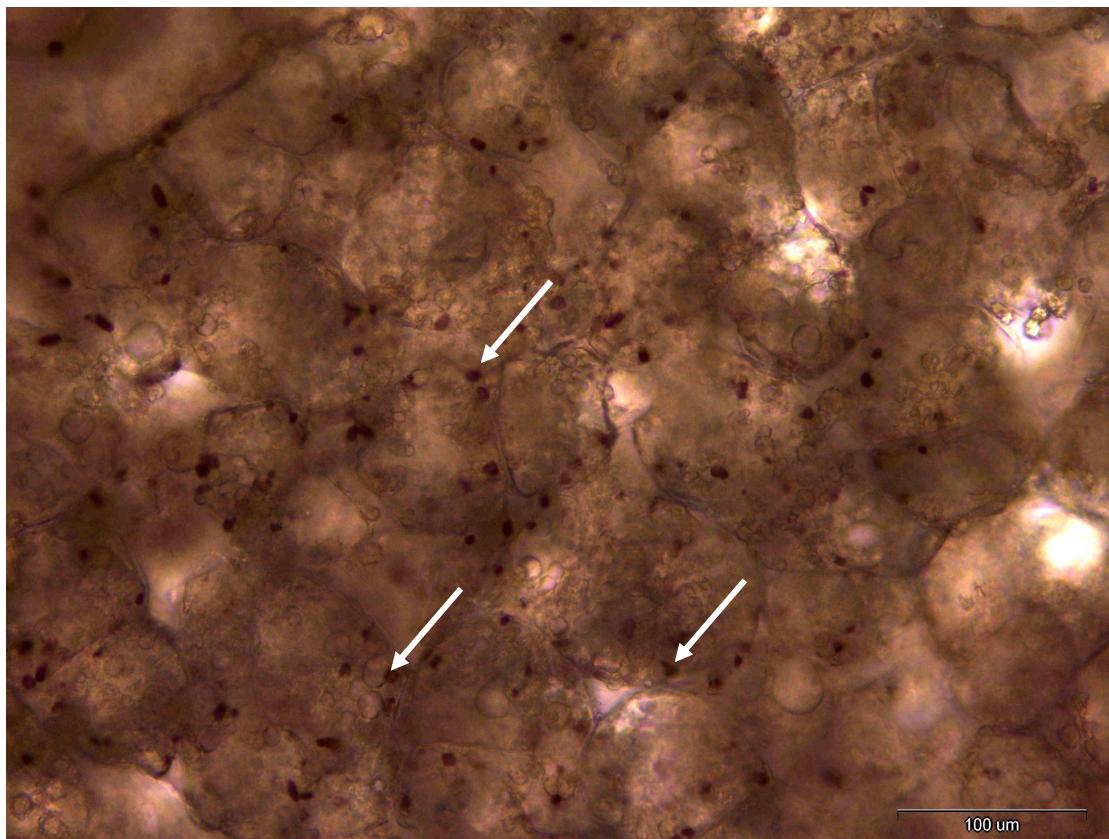
Εικόνα 11. Οι κοτυληδόνες και τα πρώτα φύλλα του αρτίβλαστου. Παρατηρούνται στόματα στην προσαξονική επιφάνεια των κοτυληδόνων.



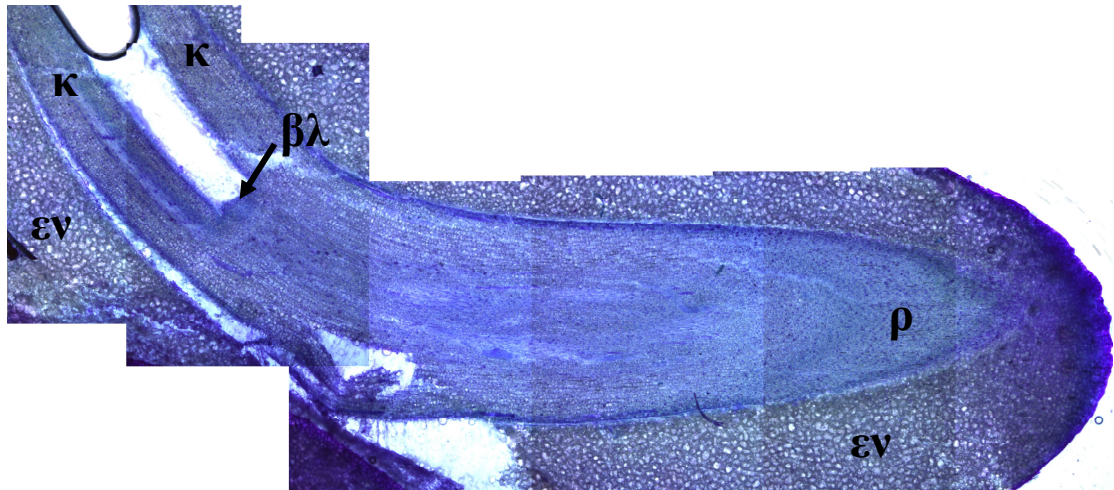
Εικόνα 12. Στόματα από ενυδατωμένες κοτυληδόνες που έχουν ανοίξει. (στ – στόμα).



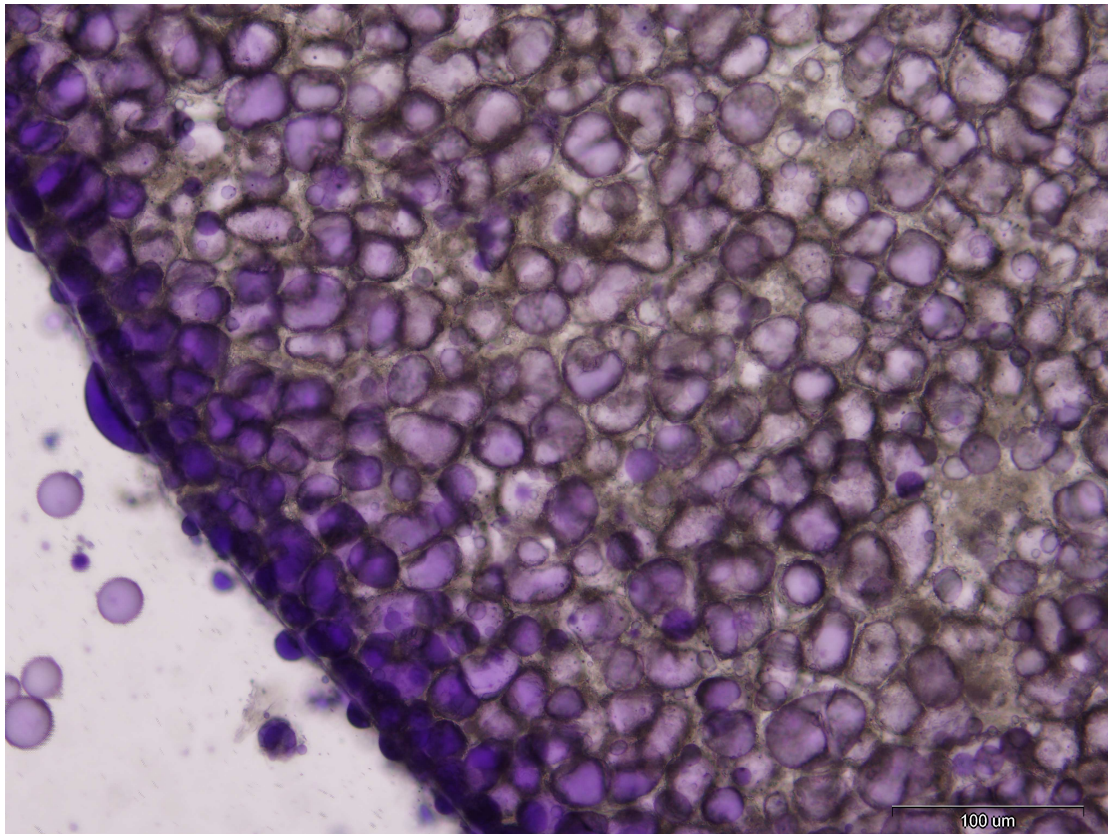
Εικόνα 13. Ρίζα του εμβρύου με το ακρορίζιο



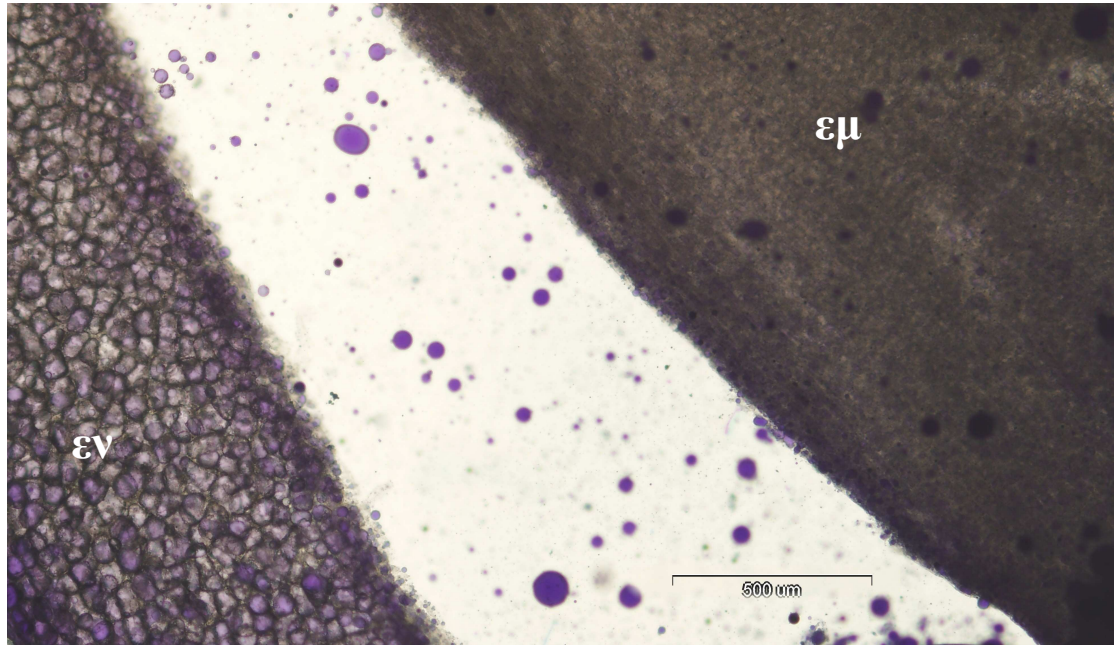
Εικόνα 14. Κύτταρα του ενδοσπερμίου ξερού σπέρματος. Η χρώση έχει γίνει με ιώδιο και δείχνει την κατανομή του αμύλου (βέλη).



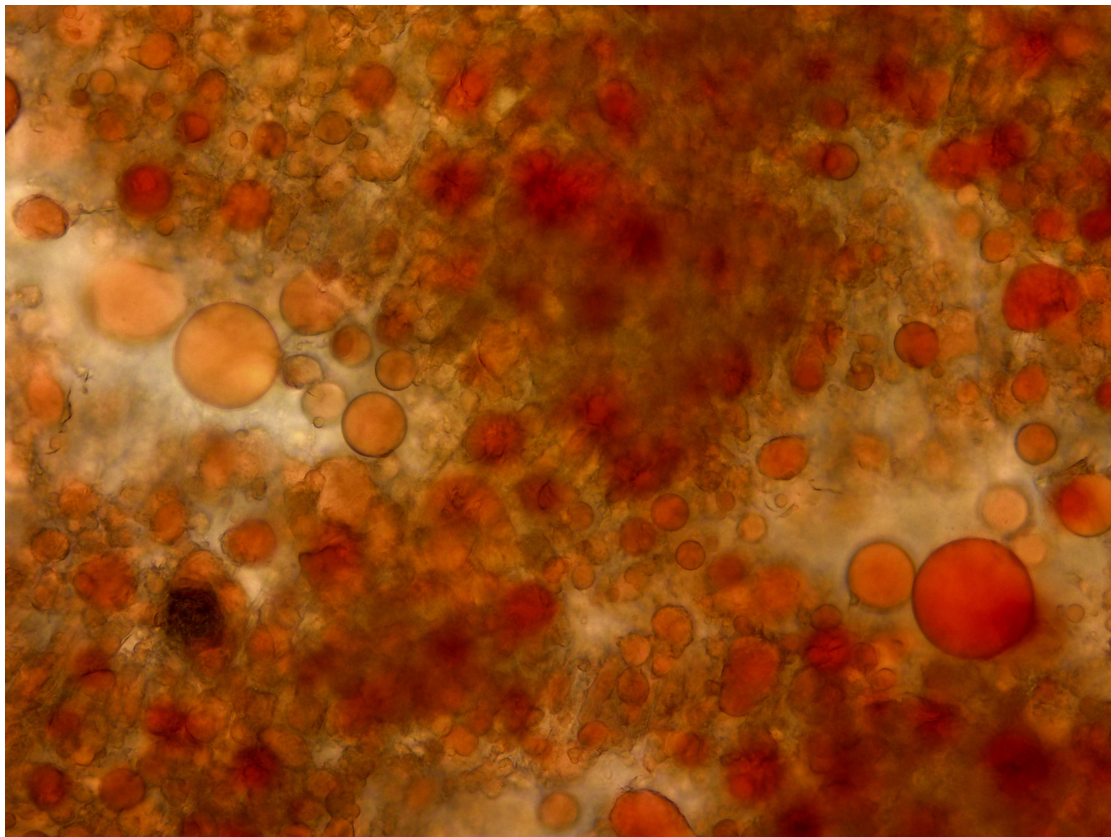
Εικόνα 15. Φωτογραφία από καταμήκος τομή του ξηρού σπέρματος με τον ψυκτικό μικροτόμο στη οποία έγινε χρώση με κυανό της τολουιδίνης (εν – ενδοσπέρμιο, ρ – ριζίδιο, βλ – βλαστίδιο, κ – κοτυληδόνα).



Εικόνα 16. Τμήμα του ξηρού ενδοσπερμίου σε τομή με τον κρυοτόμο, στην οποία έχει γίνει η χρώση Nadi. Τα τερπενοειδή, σωματίδια με ιώδες χρώμα, εντοπίζονται περισσότερο στις εξωτερικές κυτταρικές στοιβάδες.



Εικόνα 17. Χρόση Nadi όπου διακρίνεται η διαφορά στην περιεκτικότητα σε τερπένια μεταξύ των ιστών του εμβρύου (εμ) και εκείνων του ενδοσπερμίου (εν).



Εικόνα 18. Στην φωτογραφία αυτή παρατηρούμε την παρουσία τερπενίων και λιπιδίων που έχουν χρωματιστεί με Sudan IV.

6 Συζήτηση

Ως προς τη μορφολογία του σπέρματος το περύγιο, το οποίο βοηθάει στη διασπορά του σπέρματος με τον αέρα (Greene and Johnson, 1989), είναι τοποθετημένο με τέτοιο τρόπο ώστε κατά την πτώση του σπέρματος στο έδαφος να προσπίπτει με τη μυτερή πλευρά του και αυτό πιθανό να βοηθάει στη διείσδυση του στα επιφανειακά στρώματα της οργανικής ύλης (τον λεγόμενο χούμο), που συνήθως καλύπτει το χώμα κάτω από τα έλατα.

Η διάταξη των στομάτων στην προσαξονική επιφάνεια των κοτυληδόνων είναι άτακτη σε σχέση με μεταγενέστερα στάδια ανάπτυξης των φύλλων (νεαρών και ενηλίκων) όπου αυτά εμφανίζουν μια διατεταγμένη σειρά κατά μήκος της εξωτερικής επιφάνειας αυτών (Ζουρμπάκη, 2008).

Η ιστοχημική μελέτη έδειξε την έλλειψη αλκαλοειδών από όλα τα τμήματα του σπέρματος πράγμα που μας κάνει να υποθέσουμε ότι η άμυνα του σπέρματος και του πολύ νεαρού αρτίβλαστου οφείλεται στα τερπένια. Τα αλκαλοειδή εμφανίζονται στο μετέπειτα στάδιο σε όλα τα υπέργεια μέρη του αρτίβλαστου (Ζουρμπάκη, 2008).

Τα αλκαλοειδή αποτελούν ίσως την περισσότερο διαδεδομένη ομάδα αμυντικών μορίων (έχουν αναφερθεί περισσότερα από 50.000 μέλη της ομάδας αυτής), με τοξική δράση έναντι κυρίως ζωικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένου και του ανθρώπου. Η τοξική δράση σε κυτταρικό επίπεδο δεν παρουσιάζεται ομοιόμορφη. Εξαρτάται από το είδος του αλκαλοειδούς και από το είδος του ζωικού οργανισμού. Ορισμένα αλκαλοειδή επηρεάζουν την περατότητα των μεμβρανών, άλλα την πρωτεϊνοσύνθεση ή την δραστηριότητα ενζύμων και αντλιών των μεμβρανών και άλλα προκαλούν τερατογενέσεις σε θηλαστικά. Ορισμένες ωστόσο ενώσεις της ομάδας αυτής επηρεάζουν το κεντρικό νευρικό σύστημα λόγω της ικανότητας τους να προσδένονται σε θέσεις νευροδιαβιβαστών. Φαρμακευτικά φυτά τα οποία περιέχουν τα αλκαλοειδή αυτά ήταν γνωστά από την αρχαιότητα για τη φαρμακολογική τους δράση. Η μορφίνη, η κωδεΐνη και η καφεΐνη, η νικοτίνη, η κοκαΐνη κ.ά. ως διεγερτικά ή καταπραϋντικά. Ωστόσο, σε υψηλές συγκεντρώσεις ορισμένα αλκαλοειδή όπως η στρυχνίνη, η ατροπίνη, η σολανίνη και η κωνεΐνη αποτελούν ισχυρά δηλητήρια.

(Καραμπουρνιώτης 2003)

Οι ανθοκυάνες είναι χρωστικές στην ύπαρξη των οποίων, κυρίως στον επιδερμικό ιστό, οφείλονται οι καφέ και κόκκινοι χρωματισμοί που υπερισχύουν έναντι του πράσινου χρώματος της χλωροφύλλης. Έτσι παρατηρούμε και στο αρτίβλαστο στην εικόνα 9 ότι οι κοτυληδόνες με τα πρώτα φύλλα του είναι πράσινα πράγμα το οποίο οφείλεται στην ύπαρξη χλωροφύλλης σε υψηλή συγκέντρωση όπως συμβαίνει και στα περισσότερα ώριμα φύλλα, ενώ το υποκοτύλιο και το ακρορίζιο βάφονται κόκκινο-καφέ εξαιτίας των ανθοκυανών που αναπτύσσονται και εξυπηρετούν την άμυνα του φυτού. Επίσης οι ανθοκυάνες προσδίδουν στα άνθη και τους καρπούς τους χαρακτηριστικούς χρωματισμούς, μέσω των οποίων προσελκύονται οι επικονιαστές ή οι καταναλωτές. (Καραμπουρνιώτης 2003).

Ταυτόχρονα αρνητική είναι και η παρουσία φλαβονοειδών. Τα φλαβονοειδή περιλαμβάνονται στην ομάδα των φαινολικών ουσιών και είναι μεταβολίτες οι οποίοι χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη ενός τουλάχιστον αρωματικού δακτυλίου στο μόριο τους και συντίθενται μέσω των βιοσυνθετικών οδών του σικιμικού ή και του μολονικού οξέος. Οι φαινολικές ουσίες αποτελούν αφενός φράγματα μηχανικής και χημικής προστασίας έναντι εντόμων και παθογόνων, αφετέρου συνιστούν αποτελεσματικά φίλτρα έναντι της υπεριώδους ακτινοβολίας. Επίσης χρωστικές τύπου φλαβονοειδών εμπλέκονται στις αμοιβαία επωφελείς σχέσεις μεταξύ φυτών και ζώων τα οποία συμβάλλουν στη μεταφορά των γυρεόκοκκων και τη διασπορά των σπερμάτων και ορισμένα φλαβονοειδή χρησιμεύουν ως εξειδικευμένα σήματα τα οποία προσανατολίζουν την προβολή του γυρεόκοκκου προς τη σπερματική βλάστη. (Καραμπουρνιώτης 2003).

Από την άλλη μεριά ορισμένες φαινολικές ουσίες όπως τα φλαβονοειδή αλλά και άλλοι δευτερογενείς μεταβολίτες (π.χ.τερπένια, αλκαλοειδή) μπορεί να επηρεάζουν αρνητικά τη βλάστηση των σπερμάτων και την ανάπτυξη των νεαρών γειτονικών φυτών. Εμφανίζουν δηλ. ένα φαινόμενο αλληλοπάθειας όπου από την μία μεριά παρεμποδίζουν τη βλάστηση σπερμάτων άλλων φυτών, από την άλλη είναι τοξικά έναντι φυτοπαθογόνων βακτηρίων και μυκήτων. Επίσης παρ' όλο που η σύνθεση φαινολικών ουσιών σχετίζεται με την άμυνα των φυτικών οργάνων, εν τούτοις σε ορισμένες περιπτώσεις ενώσεις του είδους αυτού εμπλέκονται σε αμοιβαία επωφελείς σχέσεις φυτών – μικροοργανισμών. (Καραμπουρνιώτης, 2003).

Με τη χρήση ιωδίου εντοπίστηκε, σε νωπές τομές, πολύ μικρή ποσότητα αμύλου στα αποταμιευτικά μόνο κύτταρα του σπέρματος. Συνήθως στα σπέρματα το άμυλο βρίσκεται σε μεγαλύτερες ποσότητες αφού αποτελεί τη μοναδική πηγή σακχάρων για

την βλάστηση του σπέρματος. Το μικρό ποσοστό αμύλου συμφωνεί με το ποσοστό πολυσακχαριτών που έχει βρεθεί σε σπέρματα του *Pinus pinea* το οποίο είναι και το πιο συγγενικό είδος στο οποίο βρήκαμε να έχει γίνει τέτοια μελέτη. (Bewley & Black, 1983). Άλλη μελέτη στα σπέρματα του *Picea abies* με το οπτικό και ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης επίσης δείχνει το πολύ μικρό ποσοστό αμύλου και πρωτεΐνης ενώ το μεγαλύτερο μέρος του σπέρματος καταλαμβάνεται από λιπίδια (Hakman, 1993). Στα λιπίδια που αναφέρονται στην εργασία του Hakman (1993) πιθανό να συμπεριλαμβάνονται και τα τερπένια. Τα αποτελέσματα αυτά ταιριάζουν επίσης και με τα δικά μας αποτελέσματα από το ΗΜΣ όπου φαίνονται κυρίως τα πρωτεϊνοσώματα ενώ τα λιπίδια φαίνεται να έχουν απομακρυνθεί από τον οργανικό διαλύτη (ακετόνη) που είχε χρησιμοποιηθεί κατά την αφυδάτωση των δειγμάτων.

Η παρουσία τερπενίων τα οποία είναι υδρογονάνθρακες των οποίων το μόριο προκύπτει με πολυμερισμό μονάδων ισοπεντανίου και παράγονται μέσω της βιοσυνθετικής οδού του μεβολονικού και πρόδρομο μόριο το ακέτυλο συνένζυμο Α ή μέσω της βιοσυνθετικής οδού του πυροσταφυλικού - φωσφογλυκεριναλδεϋδης, πιθανά να παίζουν ρόλο στην προστασία των σπερμάτων από την σήψη που προκαλούν οι μικροοργανισμοί (μύκητες βακτήρια) και από τα ζώα που καταναλώνουν σπέρματα. Αυτό οφείλεται μάλλον στο γεγονός, ότι οι ουσίες αυτές έχουν μια δυσάρεστη μυρωδιά και πικρή και δυσάρεστη γεύση και έτσι τα σπέρματα δεν τρώγονται από τα ζώα, τα φυτοφάγα έντομα και τους μικροοργανισμούς. Παράλληλα εκδηλώνουν τον αμυντικό τους ρόλο και με έντονη τοξικότητα απέναντι στα έντομα. Εκτός αυτού τα τερπένια (μεταξύ άλλων πτητικών μορίων) προσελκύουν μέσω της όσφρησης τους επικονιαστές ή τα ζώα τα οποία θα συμβάλλουν στη διασπορά των σπερμάτων (Καραμπουρνιώτης, 2003).

Τα δικά μας αποτελέσματα έδειξαν την παρουσία ιδιαίτερα μεγάλης ποσότητας τερπενίων στα σπέρματα ενώ δεν βρέθηκαν άλλες παρόμοιες μελέτες για σύγκριση. Στην περίπτωση του *A. cephalonica*, η ύπαρξη πολλών τερπενίων πιθανό, εκτός από προστατευτικό ρόλο από φυτοφάγα και μικροοργανισμούς να χρησιμεύει και ως αντιπηκτική ουσία που να προστατεύει από τον παγετό. Αυτό φάνηκε από τη θερμοκρασία στην οποία χρειάστηκε να ψυχθούν τα σπέρματα για να γίνει δυνατή η τμήση τομών με τον ψυκτικό μικροτόμο. Σε θερμοκρασίες άνω των $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ το περιεχόμενο των σπερμάτων παρέμενε σε ρευστή κατάσταση και χρειάστηκαν θερμοκρασίες κάτω των $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ για να στερεοποιηθεί. Αυτό φάνηκε να οφείλεται στην παρουσία των τερπενίων στο σπέρμα.

Το ότι τα σπέρματα παγώνουν σε θερμοκρασία κάτω των $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ σημαίνει ότι αυτά είναι προσαρμοσμένα στις αλπικές συνθήκες ώστε τα σπέρματα να μην καταστρέφονται από τον παγετό που επικρατεί κατά τους χειμερινούς μήνες στο υψόμετρο των 800 – 1600 m που αναπτύσσεται το *A. cephalonica*.

Άλλο ενδιαφέρον συμπέρασμα που βγαίνει από την παραπάνω μελέτη είναι ότι παρατηρούνται μεγάλοι μεσοκυττάριοι χώροι στο εσωτερικό του ενδοσπερμίου οι οποίοι διευκολύνουν την διακίνηση του ύδατος μέσα από αυτούς κατά τη βλάστηση.

Επίσης μεγαλύτεροι μεσοκυττάριοι χώροι παρατηρούνται στο εσωτερικό των ενυδατωμένων κοτυληδόνων σε σχέση με το εσωτερικό των κοτυληδόνων ξερού σπέρματος όπου όλα τα κύτταρα έχουν αποθηκευτικό ρόλο. Τα κύτταρα των κοτυλών πριν την ενυδάτωση είναι γεμάτα από αμυλόκκοκους, πρωτεϊνόκκοκους και ελαιώματα. Με την έναρξη της ενυδάτωσης αρχίζει η αποδόμηση των αποθεμάτων αυτών και η μεταφορά των προϊόντων της υδρόλυσης προς τον άξονα του εμβρύου.

Τέλος ένα από τα συμπεράσματα που βγάλαμε από την έρευνα που κάναμε σχετικά με το *A. cephalonica*, είναι ότι δεν έχουν γίνει εμπειριστατωμένες έρευνες που να σχετίζονται με τη βιολογία και οικολογία του συγκεκριμένου είδους. Για παράδειγμα ενώ αναφέρεται ότι η βλάστηση και ανάπτυξη κατά τα πρώτα έτη της ζωής του αυτό δεν αποδεικνύεται πειραματικά αλλά τα συμπεράσματα προέρχονται από εμπειρίες καλλιεργητών. Άλλες διαφορές που παρατηρήθηκαν είναι ως προς το μέγεθος του δένδρου, την ηλικία του καθώς επίσης και το υψόμετρο στο οποίο φύεται.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε σχετικά με τα σπέρματα της κεφαλληνιακής ελάτης ότι:

-Το πτερύγιο που έχουν στην επιφάνεια τους είναι έτσι τοποθετημένο ώστε να βοηθά το σπέρμα να διασπείρεται μακριά από το μητρικό φυτό παρασυρόμενο από τον αέρα και να διευκολύνεται η διείσδυση του στο έδαφος.

-παγώνουν σε θερμοκρασίες κάτω των $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Αυτό φαίνεται να οφείλεται στην παρουσία τερπενίων (ρητινών) στο σπέρμα.

-Παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση τερπενίων στα εξωτερικά στρώματα του ενδοσπερμίου παρά στο εσωτερικό αυτού, όπως επίσης και περισσότερα τερπένια στο έμβρυο και λιγότερα στο ενδοσπέρμιο.

-Η διάταξη των στομάτων στην προσαξονική επιφάνεια της κοτυληδόνας είναι άτακτη σε σχέση με μεταγενέστερα στάδια ανάπτυξης των φύλλων όπου είναι κατά σειρές.

-Το καφε-κόκκινο χρώμα του υποκοτυλίου οφείλεται στην ύπαρξη των ανθοκυανών.

-Παρατηρήθηκαν μεγάλοι μεσοκυττάριοι χώροι στο εσωτερικό του ενδοσπερμίου καθώς επίσης και σε εγκάρσια τομή ενυδατωμένης κοτυληδόνας.

-Βρέθηκαν ελάχιστες ποσότητες αμύλου στα αποταμιευτικά κύτταρα του σπέρματος.

-Δεν ανιχνεύτηκαν καθόλου φλαβονοειδή ούτε και αλκαλοειδή με την ιστοχημική μέθοδο σ' όλα τα μέρη του σπέρματος.

-Βρέθηκαν λίγα λιπίδια μαζί με τερπένια.

-Ακόμα μπορούμε να αναφέρουμε ότι δεν υπάρχουν εμπεριστατωμένες μελέτες στην ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με το *Abies cephalonica* και όλες οι πληροφορίες μας προέρχονται κυρίως από αλληλογραφία μεταξύ των δημοσίων υπηρεσιών. Μετά τις πυρκαγιές του 2007 ευαισθητοποιήθηκε η επιστημονική κοινότητα σχετικά με το είδος και ορισμένοι επιστήμονες το ερεύνησαν συγκλίνοντας πολλοί από αυτούς στο συμπέρασμα από τις παρατηρήσεις που έγιναν, ότι η φύση μας δείχνει ότι τα σπέρματα της ελάτης όντως απαιτούν σκοτάδι και χαμηλές θερμοκρασίες για να φυτρώσουν, (πράγμα στο οποίο συμφωνούμε και εμείς) αλλά σύμφωνα με τις μέχρι τώρα μετρήσεις η μεγαλύτερη πυκνότητα νεαρών ατόμων ελάτης εντοπίζεται στα διάκενα που δημιουργούν μεταξύ τους τα ώριμα άτομα.

Η αναδάσωση με μαύρη πεύκη μπορεί όντως να καταφέρει να λειτουργήσει ως το μέσο δημιουργίας σκότους στο καμένο έδαφος, αλλά καλύτερα να περιμένουμε να το κάνουν αυτό οι θάμνοι του υποορόφου του δάσους όταν αυτοί αναβλαστήσουν, όπως και θα γίνει πιθανότατα πολύ σύντομα. Είναι προτιμότερο και εντιμότερο αρχικά να αφήσουμε το ελατοδάσος να ανακάμψει μόνο του, με όποιες διαδικασίες του επιτρέπουν τα όριά του. Οι μέχρι τώρα προσπάθειες αναδάσωσης έχουν οδηγήσει σε αμφιλεγόμενα, αν όχι καταστροφικά αποτελέσματα (μέθοδοι εκσκαφής, οργώματος κτλ).

Τα προαναφερθέντα ειπώθηκαν και σε ημερίδα που έγινε με θέμα: «ΔΑΣΙΚΕΣ ΠΥΡΚΑΓΙΕΣ Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΝΗΘΑΣ» που διοργάνωσε ο σύλλογος Μεταπτυχιακών Φοιτητών του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών στην Αθήνα στις 20/ Ιουλίου /2007).

-Για αυτό θα πρέπει να εξαχθούν οπωσδήποτε ασφαλή επιστημονικά συμπεράσματα σχετικά με το είδος πριν οποιαδήποτε παρέμβαση στο μέλλον, έτσι ώστε να αποφευχθούν τα λάθη του παρελθόντος.

7 Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αθανασιάδης Νικόλαος Δασική Βοτανική Συστηματική σπερματοφύτων Μέρος Ι εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη Θεσσαλονίκη 1985 σελ. 20-21 και 59.
- Απατσίδης Λ. Δ., Τσόπελας Π., Αγγελόπουλος Α. 2005. Δασοκομικά προβλήματα στο ελατοδάσος της Πάρνηθας, Γεωτεχνικά Επιστημονικά Θέματα, Τόμος 16, Σειρά ΙΙ, Νούμερο 1/2005. Γεωτεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. Θεσσαλονίκη.
- (Ανδριόπουλος Π., Αριανούτσου Μ. 2007. Η προτεραιότητα προστασίας του Εθνικού Δρυμού της Πάρνηθας. ΕΚΠΑ. Υπουργείο Γεωργίας. Γενική Γραμματεία Δασών & φυσικού Περιβάλλοντος, Δασαρχείο Πάρνηθας. Αθήνα.
- Αμοργιανιώτης Γ., 1997. Σχέδιο Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας. Τόμοι Α-Θ Δασαρχείο Πάρνηθας Αχαρναί.
- Αϊβαλάκης, Γ., Καραμπουρνιώτης, Γ., Φασσέας, Κ., 2005. Γενική Βοτανική. Έμβρυο. Αθήνα
- Ζουρμπάκη Ευθυμία. 2008. Ο διμορφισμός νεανικότητας των φύλλων του ελάτου. Μεταπτυχιακή εργασία, ΓΠΑ.
- Διαπούλης Χ.Α (1958) Από την χλωρίδα της Πάρνηθος, 1958.
- Καραμπουρνιώτης, Γ. Α. 2003. Φυσιολογία καταπονήσεων. Έμβρυο. Αθήνα.
- Καρέτσος Γεώργιος Δασολόγος Ερευνητής, Εργαστήριο Δασικής Οικολογίας Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΓΕΩΤ.Ε.Ε .ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΝΗΘΑΣ Θεσσαλονίκη Μάιος 2008.
- Μητσόπουλος Δ. 1983. Προσδιορισμός Ποικιλότητας της Ελάτης της Ελλάδος με τη χρήση Χημικών και Μορφολογικών Χαρακτηριστικών.

Διδακτορική Διατριβή. Επιστ. Επετ. Τμ. Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ. Παράρτημα 1 του ΚΣΤ' Τόμου, Θεσσαλονίκη

- Πανέτσος Κ. 1975, 1976 C. 1975. Monograph of *Abies cephalonica* (Loudon). Annales Forestales.
- Σφήκας Γεώργιος Δέντρα και Θάμνοι της Ελλάδας (σελ.25 και 42).
- Σταματόπουλος Ε. (1995) Η αναγέννηση της ελάτης στον Εθνικό δρυμό Πάρνηθας

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία.

- Bewley J.D. & M. Black 1983. Physiology and Biochemistry of Seeds. Springer-Verlag, Berlin.
- Barnett, A. P., Diseker, E. G., and Richardson, E. C., 1967. Evaluation of mulching methods for erosion control on newly prepared and seeded highway black-slopes. Agron. J., 59: 83-85.
- Fenner M., Thompson K. 2005. The ecology of seeds. Cambridge University Press, United Kingdom.
- Greene, D.F., and E.A. Johnson. 1989. A model of Wind Dispersal of Winged or Plumed Seeds. Ecology, 70(2):339-347..
- Hakman I. (1993). Embryology in Norway spruce (*Picea abies*). An analysis of the composition of seed storage proteins and deposition of storage reserves during seed development and somatic embryogenesis. PHYSIOLOGIA PLANTARUM 87: 148-159.
- Loudon J.C. 1838 Aboretum et Fruticetum Britannicum I.V. 2325, Longman Brown. Green and Longmans, London.
- Mattfeld j. 1927 Aus Wald und Macche in Griechenland Mitteil D. Deutsch Dendrolod Griechenland Mitteil D, Deutsch Dendrolog Ges 38 106-151.
- Mattfeld j. 1930 Uber hybriddogene Sippen der Tannen Nachgewieseen an den Formen der Dalkon Halbinsel Bibliotheca Botanica 100 : 1-84
- SOMATIC EMRYOGENESIS IN HYBRID FIRS Mayer H. 1981

Βιβλιογραφία από το Διαδίκτυο.

- www.el.wikipedia.gr

