
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΣΠΟΡΩΝ
ΞΥΛΩΔΩΝ ΦΥΤΩΝ**

**ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΑΚΟΣ
ΘΕΟΔΩΡΑ ΜΕΡΟΥ**

**Τ.Ε.Ι. ΚΑΒΑΛΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΠΟΝΙΑΣ ΔΡΑΜΑΣ
ΑΥΤΟΤΕΛΗΣ ΕΚΔΟΣΗ
1995**

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΠΟΡΩΝ ΞΥΛΩΔΩΝ ΦΥΤΩΝ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΣΠΟΡΩΝ

ΞΥΛΩΔΩΝ ΦΥΤΩΝ

Προσδιορισμός • Συλλογή • Συντήρηση • Χειρισμός

ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΑΚΟΣ

ΘΕΟΔΩΡΑ ΜΕΡΟΥ

**ΜΕ 192 ΕΓΧΡΩΜΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΣΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΚΑΡΠΩΝ
4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΝΑΝ ΠΙΝΑΚΑ**

Τ.Ε.Ι. ΚΑΒΑΛΑΣ - ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΠΟΝΙΑΣ ΔΡΑΜΑΣ

ΑΥΤΟΤΕΛΗΣ ΕΚΔΟΣΗ

1995

Δ/νση συγγραφέων:

Δρ. Ιωάννης Τάκος

M.ph. Θεοδώρα Μέρου

Τ.Ε.Ι. Καβάλας (Παράρτημα Δράμας)

Τμήμα Δασοπονίας

Προάστιο

66100 Δράμα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η φύτρωση είναι φαινόμενο κατά το οποίο το έμβρυο του σπόρου (σπέρματος) με έναν εκπληκτικό τρόπο μετατρέπεται σε ένα δύορφο και, συνήθως, ρωμαλέο φυτό. Η έρευνα των σπόρων έχει βαθιές ρίζες και μακρά ιστορία. Πρώτος ο Έλληνας φιλόσοφος Θεόφραστος (372-287 π.Χ.) μελέτησε τη φυσιολογία των σπόρων. Το πολύπλοκο φαινόμενο της φύτρωσης, 2000 χρόνια μετά το θάνατό του, εξακολούθει να προβληματίζει τους ερευνητές. Παρ' όλες τις φιλότιμες προσπάθειες των επιστημόνων, ο μηχανισμός του λήθαργου, η διακοπή του και τελικά οι διεργασίες της φύτρωσης παραμένουν σε πολλές περιπτώσεις φαινόμενα καλυμμένα με μυστήριο. Η αποθήκευση των θρεπτικών συστατικών, η ωρίμανση, η διάρκεια ζωής των σπόρων και η επίδραση των παραγόντων του περιβάλλοντος στη φύτρωση, αποτελούν επί μέρους προβλήματα τα οποία δεν έχουν διευκρινισθεί πλήρως. Η γνώση της τεχνολογίας των σπόρων αποτελεί προϋπόθεση για την επιτυχή αναπαραγωγή των φυτών (με εγγενή τρόπο). Η τεχνολογία αυτή αποτέλεσε αντικείμενο πολύπλευρων ερευνών οι οποίες προέκυψαν από την αναγκαιότητα να λυθούν προβλήματα της γεωργικής και δασοπονικής πράξης. Επίσης, μέσα από αυτή την έρευνα, επιτεύχθηκε σε σημαντικό βαθμό η κατανόηση των φυσικών και βιολογικών μηχανισμών στη φυσιολογία των σπόρων.

Η έλλειψη σχετικών συγγραμμάτων στην ελληνική βιβλιογραφία, που να πραγματεύονται το εν λόγω θέμα, σε συνδυασμό με το έντονο ενδιαφέρον για τη συγκεκριμένη τεχνογνωσία, οδήγησε τους συγγραφείς στην εκπόνηση του παρόντος εγχειριδίου, πιστεύοντας ότι θα καλύψει ένα σημαντικό κενό.

Σκοπός του παρόντος εγχειριδίου είναι να δώσει στον αναγνώστη το απαραίτητο επιστημονικό υπόβαθρο σε θέματα που αφορούν στη συλλογή, στη συντήρηση και στο χειρισμό-μεταχείριση των σπόρων, ώστε η επιθυμία του για αναπαραγωγή να εκπληρωθεί εύκολα και σίγουρα. Όλες οι πληροφορίες που δίδονται καλύπτουν την τεχνική του εγγενούς πολλαπλασιασμού ώστε να διασφαλισθεί η αναπαραγωγή των πιο κοινών ξυλωδών φυτών. Στο εγχειρίδιο περιλαμβάνονται τα τελευταία αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας που πηγάζουν από την έρευνα και την εμπειρία που αποκτήθηκε στην πράξη.

Το κείμενο είναι χωρισμένο σε τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται αναφορά στη μορφολογία και φυσιολογία των σπόρων. Δίνονται οι αναγκαίες πληροφορίες γύρω από τη συλλογή των σπόρων, τη συντή-

ρηση και τη φύτρωσή τους. Με σχετική λεπτομέρεια πραγματεύεται το θέμα του ληθάργου των σπόρων και των τεχνικών που εφαρμόζονται στην πράξη για τη διακοπή του. Επίσης, στο μέρος αυτό, αναφέρονται στοιχεία για τη σπορά σε σχέση με την προετοιμασία του εδάφους, το χρόνο σποράς, την ποσότητα των σπόρων καθώς και την προστασία των αρτιφύτρων.

Στο δεύτερο μέρος γίνεται λεπτομερής αναφορά στη συλλογή, στη συντήρηση και στο χειρισμό των σπόρων κατά είδος. Με βάση την επιστημονική ονομασία των φυτών, η σειρά που ακολουθείται είναι αλφαριθμητική, χωριστά για τα πλατύφυλλα και χωριστά για τα κωνοφόρα. Για κάποια είδη οι πληροφορίες είναι ελλιπείς και το εγχειρίδιο λειτουργεί ως αρχική αναφορά για επιπλέον έρευνα.

Τέλος, ακολουθεί το τρίτο μέρος με έγχρωμη απεικόνιση των σπουδαιότερων σπόρων και καρπών. Η εικονογράφηση αυτή αποτελεί έναν εύχρηστο οδηγό στον επιτυχή προσδιορισμό των σπόρων και καλύπτει, επίσης, ένα κενό της βιβλιογραφίας.

Το εγχειρίδιο απευθύνεται σε Δασολόγους και Τεχνολόγους Δασοπονίας που ασχολούνται με τα φυτώρια. Επίσης, πιστεύουμε ότι και άλλοι επιστήμονες, συγγενών κλάδων -Γεωπόνοι και Τεχνολόγοι Γεωπονίας- θα βρουν απαντήσεις σε θέματα τεχνολογίας των σπόρων. Τέλος, επιθυμία των συγγραφέων είναι το εγχειρίδιο να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί και από ανθρώπους με ελάχιστες ή καθόλου γνώσεις στη φυσιολογία των φυτών, με μεγάλο διαφορά, για τον πολλαπλασιασμό τους. Οι αναγνώστες που στερούνται της γνώσης των επιστημονικών ονομάτων των φυτών, θα ανατρέχουν στο ευρετήριο των κοινών ονομάτων στο τέλος του βιβλίου, όπου θα παραπέμπονται στις σελίδες που γίνεται αναφορά στα συγκεκριμένα είδη.

Μεγάλες ευχαριστίες εκφράζονται από τους συγγραφείς στο συμβούλιο του Τ.Ε.Ι. Καβάλας που κατανόησε τη σπουδαιότητα του συγγράμματος και στήριξε την έκδοσή του. Ευχαριστίες, επίσης, οφείλονται στην κ. Όλγα Σταυρίδου, που με μεγάλη υπομονή προετοίμασε στο εργαστήριο πολλούς σπόρους για τη φωτογράφηση. Παράληψη θα ήταν άν δεν ευχαριστούσαμε και το σπουδαστή Ιωάννη Χρυσάφη που σχεδίασε με δεξιοτεχνία τα σχήματα στο γενικό μέρος του εγχειριδίου.

Δράμα 1995
Δρ. Ιωάννης Τάκος
Μ.φ. Θεοδώρα Μέρου

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

μέρος 1ο

1. από το σπόρο στο αρτίφυτρο	
1.1 Μορφολογία (Δομή) σπόρου - εμβρύου	3
1.2 Σχηματισμός του αρτιφύτρου	5
2. συλλογή καρπών και σπόρων - δείκτες ωρίμανσης	7
3. εξαγωγή των σπόρων από τους καρπούς και κώνους	8
4. έλεγχος ποιότητας σπόρων	9
5. διάρκεια ζωής και συντήρηση των σπόρων	11
6. φύτρωση (βλάστηση) των σπόρων	
6.1 Διαδικασία της φύτρωσης (βλάστησης)	16
6.2 Συνθήκες φύτρωσης	17
7. επεξεργασία των σπόρων πριν τη σπορά (λήθαργος)	
7.1 Αναστολή της φύτρωσης (Λήθαργος)	20
7.2 Μείωση του χρόνου στρωμάτωσης με χημικά μέσα και φυτοορμόνες	24
7.3 Γενετική διαμόρφωση των σπόρων	25
8. βασικές αρχές της σποράς	
8.1 Προετοιμασία εδάφους	26
8.2 Χρόνος σποράς	27
8.3 Βάθος σποράς	28
8.4 Επικάλυψη - Στέγαση σπόρων	28
8.5 Είδος σποράς	30
8.6 Ποσότητα σπόρων	30
8.7 Ποσότητα σπόρων και ποιότητα φυτών	31
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	32

μέρος 2ο

πλατύφυλλα	39
κωνοφόρα	103
Φυτρωτική ικανότητα, Χρόνος διατήρησης της φυτρωτικότητας και αριθμός σπόρων ανά χιλιόγραμμο	124
BΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	133

μέρος 3ο

πλατύφυλλα	141
κωνοφόρα	133

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΟΝΟΜΑΤΩΝ

-

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΚΟΙΝΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΟΝΟΜΑΤΩΝ

-

ρέρος Ιο

Το έμβρυο που βρίσκεται μέσα στο σπόρο είναι μία μικρογραφία φυταρίου. Όλα τα σπερματόφυτα (αγγειόσπερμα και γυμνόσπερμα) προκύπτουν από την εξέλιξη του εμβρύου.

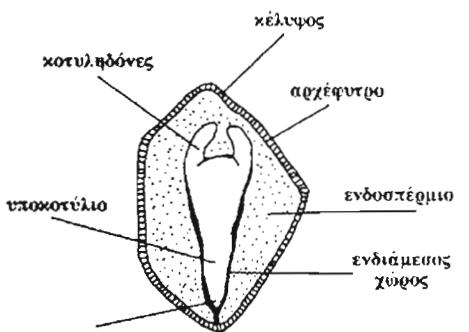
Η παραγωγή εύρωστων και υγιών φυταρίων καθώς και η μεταγενέστερη, ομαλή και απρόσκοπη, εξέλιξη τους εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την ποιότητα των σπόρων. Η καλή ποιότητα των σπόρων, σε σχέση με τη συλλογή, βασίζεται στη γνώση του χρόνου ωρίμανσης των σπόρων - ανάλογα με το είδος - στη γνώση των τοπικών καιρικών συνθηκών, των συνθηκών συλλογής και της ορθής μεθόδου αποθήκευσης μέχρι να πραγματοποιηθεί η σπορά. Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζει η γνώση του είδους και του βαθμού του λήθαργου που ενδεχομένως να έχει ο σπόρος και οι μέθοδοι που πρέπει να εφαρμοσθούν για τη διακοπή αυτού του ληθάργου, ώστε να επιτευχθεί ή να μεγιστοποιηθεί η φύτρωση των σπόρων.

1. από το σπόρο στο αρτίφυτρο

1.1 Μορφολογία (Δομή) σπόρου - εμβρύου (Σχ. 1, 2)

Τα ξυλώδη φυτά ανήκουν στα σπερματόφυτα, πολλαπλασιάζονται επομένως με σπέρματα (σπόρους). Οι σπόροι δημιουργούνται από τις γονιμοποιημένες σπερμοβλάστες και παρουσιάζουν - σε γενικές γραμμές - την ακόλουθη δομή:

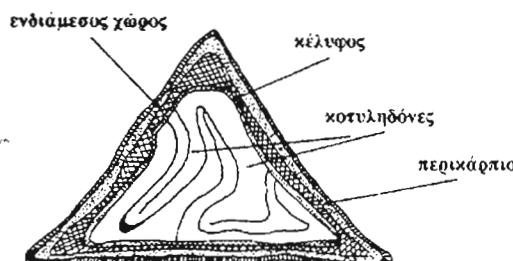
1. Κέλυφος (περίβλημα) σπέρματος [Testa]: το περίβλημα παρουσιάζει ποικιλομορφία, ανάλογα με το είδος του φυτού. Μπορεί να αποτελείται από μία ή περισσότερες στρώσεις, μπορεί να είναι λεπτό και περαμηνοειδές ή σκληρό και λιθώδες, πολλές φορές και σαρκώδες. Επίσης, η εξωτερική επιδερμίδα του περιβλήματος μπορεί να είναι λεία, με φυμάτια, με αγκάθια, με τριχίδια κλπ. Το κέλυφος προσφέρει μηχανική προστασία στους σπόρους, πολλές φορές δύναται να παρεμποδίζει τη φύτρωσή τους (βλ. κεφ. 7.1).



Σχήμα 1

Τομή σπόρου Πεύκης

(αποταμιευμένες θρεπτικές ουσίες στο ενδοσπέρμιο, έμβρυο με ριζίδιο, υποκοτύλιο, κοτυληδόνες και αρχέφυτρο)

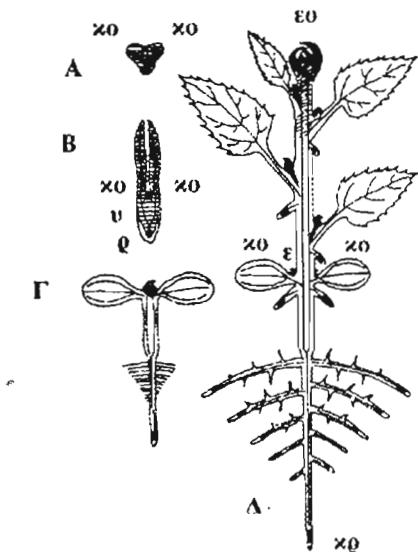


Τομή σπόρου Οξιάς

(αποξυλωμένο περικάρπιο, μεμβρανώδες κάλυμμα, έμβρυο αποτελούμενο κυρίως από πολλαπλές - διπλωμένες κοτυληδόνες, οι οποίες αναλογούν μόνες τους την αποταμίευση των θρεπτικών ουσιών) [Schütt, 1978]

2. Αποθησαυριστικές (θρεπτικές) ουσίες: Τα αποταμιευμένα θρεπτικά συστατικά στα σπέρματα είναι υδατάνθρακες, πρωτεΐνες και λίπη. Τα συστατικά αυτά αποικοδομούνται κατά τη φύτρωση και αποτελούν την κινητήρια δύναμη για τη έναρξη της φύτρωσης. Πολλές φορές τα συστατικά αυτά χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο στη διατροφή του (π.χ. δημητριακά, ελιές). Επίσης, το ενδοσπέρμιο μερικών σπερμάτων είναι εδώδιμο [π.χ. σε μερικά είδη Πεύκης: *Pinus pinea* (Κουκουναριά), *Pinus cembra*, *Pinus cembroides* (Πεύκη, Κορέας), *Pinus koraiensis* και *Pinus lambertiana*].

3. Έμβρυο: παρουσιάζει και αυτό ποικιλομορφία, όπως το κέλυφος. Γενικά, δύως, μπορούμε να διακρίνουμε σ' αυτό τις κοτυληδόνες (*Kotyledonen*), το υποκοτύλιο (*Hypokotyl*) και το ριζίδιο (*Radicula*) καθώς και το αρχέφυτρο του βλαστού (*Plumula*). Παραστατικότερα η μορφολογία και εξέλιξη του εμβρύου φαίνεται στο Σχ. 2. Το έμβρυο αποτελείται από έναν άξονα και τις κοτυληδόνες. Στο ένα άκρο του άξονα βρίσκεται το ριζίδιο, από το οποίο σχηματίζεται η ρίζα, και στο άλλο άκρο βρίσκεται το βλαστίδιο, από το οποίο σχηματίζεται ο βλαστός. Στο βλαστίδιο διακρίνονται δύο τμήματα: το κατώτερο τμήμα, το υποκοτύλιο, που βρίσκεται ανάμεσα στις κοτυληδόνες και το ριζίδιο και το αμέσως επόμενο τμήμα, το επικοτύλιο (ή στέλεχος), που δημιουργείται μεταξύ των κοτυληδόνων και των πρώτων φύλλων. Το επικοτύλιο διακρίνεται στα νεαρά φυτάρια, μετά τη βλάστηση του σπόρου. Το έμβρυο τρέφεται, κατά περίπτωση, από τις αποθησαυριστικές ουσίες του ενδοσπερμίου και περισπερμίου ή από τις θρεπτικές ουσίες των κοτυληδόνων.



Σχήμα 2

Σχηματισμός δικότυλου κορμοφύτου.

A: Νεαρό έμβρυο

B: Άριψιο έμβρυο

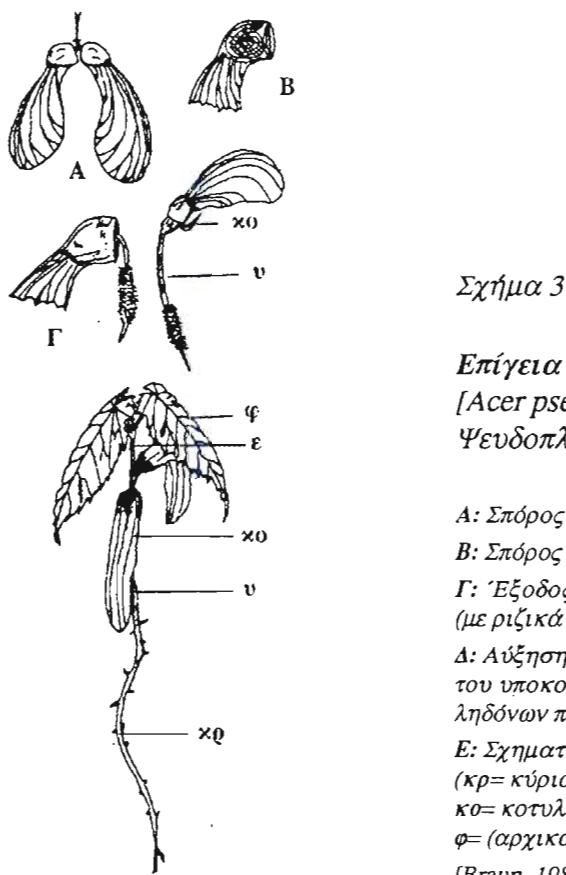
Γ: Αρτίφυτρο

Δ: Νεαρό φυτάριο (ρ=ριζίδιο,
κρ=κύρια ρίζα, πρ=πλάγιες ρίζες,
υ=υποκοτύλιο, κο=κοτυληδόνες,
ε=επικοτύλιο, εο=επάκριος οφθαλμός)
(Strasburger, 1978).

1.2 Σχηματισμός των αρτιφύτρου (Σχ. 3, 4)

Με την έναρξη της φύτρωσης, το πρώτο μέρος του εμβρύου που εξελίσσεται και αναπτύσσεται είναι το ριζίδιο. Το ριζίδιο συμβάλλει στην πρόσληψη νερού και στην αγκίστρωση του σπόρου στο έδαφος. Η ανάπτυξη του βλαστίδιου γίνεται με έναν από τους παρακάτω τρόπους και ανάλογα έχουμε **επίγεια** ή **υπόγεια** βλάστηση:

- **Επίγεια βλάστηση (Σχ. 3):** σ' αυτό το είδος της βλάστησης αυξάνεται το υποκοτύλιο και με αυτόν τον τρόπο βγαίνουν οι κοτυληδόνες στην επιφάνεια του εδάφους. Οι κοτυληδόνες αναλαμβάνουν την (αυτότροφη) διατροφή του νεαρού φυταρίου, μέχρι αυτό να αποκτήσει φύλλα. Το είδος αυτής της βλάστησης παρατηρείται π.χ. στα κωνοφόρα (*Coniferae*), στη Σημύδα (*Betula*), στο Φράξο (*Fraxinus*) και στη Φιλύρα (*Tilia*).



Σχήμα 3

Επίγεια βλάστηση

[*Acer pseudoplatanus*

Ψευδοπλάτανος]

A: Σπόρος (κάρυο) με πτερύγια

B: Σπόρος με το έμβρυο

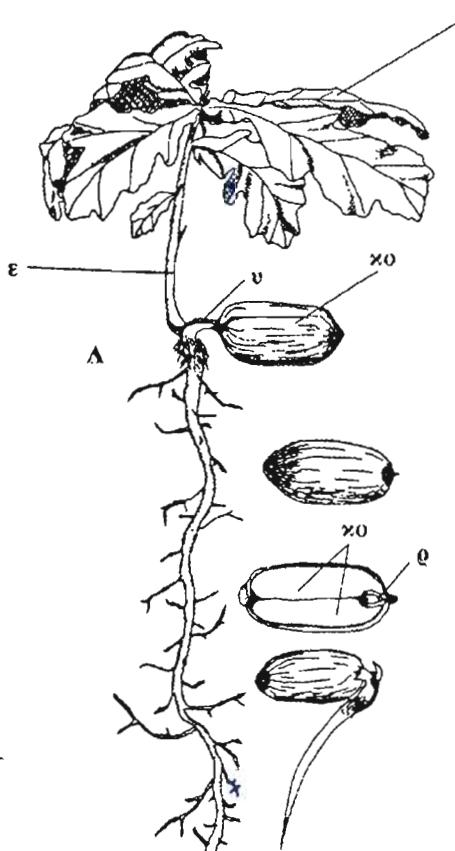
C: Έξοδος των ριζιδίων από το σπόρο (με ριζικά τριχίδια)

D: Αίξηση του εμβρύου με επιμήκυνση του υποκοτυλίου. Εμφάνιση των κοτυληδόνων που βγαίνουν από το σπόρο

E: Σχηματισμός του αρτιφύτρου
(κρ=κύρια ρίζα, υ=υποκοτύλιο,
κο=κοτυληδόνες, ε=επικοτύλιο,
φ=(αρχικά) φύλλα)

[Braun, 1982]

- **Υπόγεια βλάστηση (Σχ. 4):** σ' αυτό το είδος της φύτρωσης δεν αυξάνεται το υποκοτύλιο και οι κοτυληδόνες παραμένουν μέσα στο σπόρο, ο οποίος βρίσκεται πάνω στο έδαφος ή λίγο κάτω από αυτό. Πάνω από το έδαφος ανασηκώνεται ένας βλαστικός άξονας, το επικοτύλιο, που αποτελεί συνέχεια του υποκοτυλίου. Στο επικοτύλιο σχηματίζονται τα πρώτα πράσινα φύλλα. Στην περίπτωση της υπόγειας βλάστησης, επειδή οι κοτυληδόνες παραμένουν μέσα στο σπόρο, το αρτίφυτρο πρέπει να συντηρηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από τις αποθησαυριστικές ουσίες των κοτυληδόνων. Εξ αιτίας αυτού η υπόγεια βλάστηση παρατηρείται μόνο σε φυτά με παχύσαρκες κοτυληδόνες, πλούσιες σε αποθησαυριστικές ουσίες, π.χ. Δρυς (*Quercus*), Καρυδιά (*Juglans*), Ιπποκαστανιά (*Aesculus hippocastanum*), Ίταμος (*Taxus*), Κόρυλος (*Corylus*), Καστανιά (*Castanea*).



Σχήμα 4

Υπόγεια βλάστηση
[Quercus robur
Δρυς, ποδισκοφόρος]

A: Καρπός (βελανίδι)
 B: Τομή βελανιδιού
 Γ: Έξοδος του ριζιδίου
 Δ: Σχηματισμός ατριφύτρου
 το υποκοτύλιο (υ) επιμηκύνεται
 ελάχιστα, το επικοτύλιο (ε) αντίθετα
 επιμηκύνεται πολύ και σχηματίζονται
 στο άκρο του τα πρώτα φύλλα (φ),
 πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.
 Οι δύο παχύσαρκες κοτυληδόνες (ζο)
 παραμένουν στο βελανίδι μέσα στο
 έδαφος.
[Braun, 1982]

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι οι κοτυληδόνες παίζουν σημαντικότατο ρόλο στη βλάστηση και κατά περίπτωση τρέφουν το έμβρυο ή γίνονται τα πρώτα αφομοιωτικά όργανα (πράσινα φύλλα) της αυτότροφης διατροφής.

Όσον αφορά τον **αριθμό των κοτυληδόνων** αυτός ποικίλλει. Στα αγγειόσπερμα υπάρχει μία ή δύο κοτυληδόνες (μονοκότυλα ή δικότυλα αντίστοιχα). Στα γυμνόσπερμα ο αριθμός των κοτυληδόνων διαφέρει σημαντικά από είδος σε είδος (ακόμη και στο ίδιο είδος). Δύο κοτυληδόνες έχουν π.χ. ο *Ίταμος (Taxus)*, η *Χαμαικύπαρις (Chamaecyparis)*, η *Τούγια (Thuja)*. Από τρείς έως τέσσερις κοτυληδόνες έχουν η *Τσούγκα (Tsuga)*, η *Κρυπτομέρια (Cryptomeria)*, η *Pinus nigra*. Τέλος, από 4 έως 12 κοτυληδόνες έχουν η *Ελάτη (Abies)*, η *Ερυθρελάτη (Picea)*, η *Λάριξ (Larix)* και τα περισσότερα είδη της *Πεύκης (Pinus)*.

Σ. Συλλογή καρπών και σπόρων - Δείκτες αρίμανσης

Η συλλογή των καρπών και σπόρων απαιτεί ειδικές γνώσεις, επειδή το κάθε είδος έχει το δικό του άριστο βαθμό αρίμανσης. Υπάρχουν αρκετά κριτήρια με βάση τα οποία μπορεί να γίνει η συλλογή. Μερικοί γενικοί δείκτες αρίμανσης είναι οι παρακάτω:

- **Οπτικοί δείκτες :** Το χρώμα των καρπών και κώνων, το χρώμα των βρακτίων και του έμβρυου είναι δείκτες αριμότητας των σπόρων. Αυτοί οι δείκτες έχουν άμεση εφαρμογή στην πράξη.
- **Φυσικοί δείκτες :** Το βάρος των καρπών και κώνων καθώς και η περιεχόμενη υγρασία ανήκουν στους φυσικούς δείκτες. Η μείωση της περιεχόμενης υγρασίας και του βάρους των καρπών και κώνων σχετίζεται στενά με την αριμότητα των σπόρων. Ιδιαίτερα το βάρος των κώνων είναι εύκολα εφαρμόσιμο στην πράξη.
- **Βιοχημικοί δείκτες :** Είναι οι αλλαγές που συμβαίνουν μέσα στο σπόρο, όπως π.χ. η μείωση των περιεχομένων σακχάρων. Παρ' ότι είναι δείκτες πολύ πιο αξιόπιστοι, είναι δύσκολα εφαρμόσιμοι στην πράξη, γιατί απαιτούν εργαστηριακό εξοπλισμό.
- **Κλιματικοί δείκτες :** Άλλαγές στη θερμοκρασία, ιδίως το καλοκαίρι, μπορούν να επιδράσουν αισθητά στο ρυθμό αρίμανσης των σπόρων

και χαρακτηρίζονται ως κλιματικοί. Αυτοί οι δείκτες είναι πιο αξιόπιστοι από τους ημερολογιακούς.

Η συλλογή των σπόρων, συνήθως, δε γίνεται πριν την ωρίμανσή τους, γιατί η φυτρωτική τους ικανότητα είναι, στις περισσότερες περιπτώσεις, μικρότερη από την κανονική, αλλά και η υπάρχουσα φυτρωτική ικανότητα μειώνεται σε μικρότερο χρονικό διάστημα απ' ότι αν οι σπόροι συλλέγονταν ώριμοι. Επίσης, από ανώριμους σπόρους προέρχονται φυτάρια με μειωμένη ευρωστία και με ευαισθησία στις ασθένειες. Υπάρχουν, δημοσίευσης που μπορεί να πραγματοποιηθεί η συλλογή των σπόρων πριν από την πλήρη ωρίμανσή τους. Οι σπόροι σε τέτοια είδη είναι ώριμοι φυσιολογικά και έχει σχηματιστεί πλήρως το έμβρυο τους, χωρίς να παρουσιάζονται τα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω [π.χ. *Fraxinus* (Φράξος) και *Tilia* (Φιλύρα)]. Σε μερικά είδη μάλιστα η φύτρωση πραγματοποιείται με μεγαλύτερη επιτυχία, όταν η συλλογή τους γίνει λίγο πριν από την πλήρη ωρίμανσή τους, διαφορετικά ο λήθαργος¹ διαρκεί ένα ή και περισσότερα χρόνια. Μερικά είδη στα οποία η συλλογή γίνεται πριν από την πλήρη ωρίμανση των σπόρων, είναι τα εξής: *Cornus* (Κόρνος), *Carpinus betulus* (Γαύρος, βετουλοειδής), *Cercis siliquastrum* (Κουνσουπιά), *Hamamelis* (Αμαμηλίς), *Viburnum* (Βιβούρνο), *Magnolia kokus* (Μανόλια), *Juniperus* (Άρκευθος).

3. ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΚΑΡΠΟΥΣ ΚΑΙ ΚΑΘΝΟΥΣ

Σε μερικά πλατύφυλλα είδη οι σπόροι βρίσκονται σε κάψες, λοβούς ή χέδρωπες και πρέπει να εξαχθούν [π.χ. *Robinia pseudoacacia* (Ψευδακακία), *Salix* (Ιτιά)]. Αυτό γίνεται με ειδικές μηχανές (*Dreschmaschinen*). Σε όλα είδη οι σπόροι περιβάλλονται από σαρκώδες περίβλημα το οποίο πρέπει να απομακρυνθεί². Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση των καρπών σε σωρούς και συχνή ανακίνηση (ανακάτεμα) για μικρό χρονικό διάστημα. Στη συνέχεια η απομάκρυνση του περιβλήματος επιτυγχάνεται με ξέπλυμα σε νερό.

¹ Λεπτομέρειες για το λήθαργο βλ. στο κεφ. 7.1

² Συνήθως, το εξωτερικό σαρκώδες περίβλημα περιέχει ανασταλτικές ουσίες που παρεμποδίζουν τη φύτρωση, βλ. κεφ. 7.1(γ)

Μερικά είδη με σαρκώδες περίβλημα είναι τα ακόλουθα:

<i>Amelanchier</i> (Αμελάγχιο)	<i>Elaeagnus</i> (Ελαίαγνος)	<i>Magnolia</i> (Μανόλια)
<i>Berberis</i> (Βερβερίς)	<i>Hippophae</i> (Ιπποφαία)	<i>Rhamnus</i> (Ράμνος)
<i>Celtis</i> (Κελτίς)	<i>Ilex</i> (Ιλεξ)	<i>Rosa</i> (Ροδή)
<i>Cornus</i> (Κόρνος)	<i>Juniperus</i> (Άρκευθος)	<i>Sorbus</i> (Σορβιά)
<i>Cotoneaster</i> (Κοτονέαστρο)	<i>Ligustrum</i> (Λιγούστρο)	
<i>Crataegus</i> (Κράταιγος)	<i>Lonicera</i> (Λονίκερα)	

Η εξαγωγή των σπόρων στα κωνοφόρα είναι ακόμη πιο δύσκολη. Γίνεται σε ειδικές συσκευές, όπου το άνοιγμα των κώνων επιτυγχάνεται με ζεστό και ξηρό αέρα (*Darren*). Η απαιτούμενη θερμοκρασία για το άνοιγμα των κώνων ανέρχεται, στις περισσότερες περιπτώσεις, στους 77 °C και εφαρμόζεται για 5-6 ώρες. Η θερμοκρασία αυτή δεν επιτρέπεται να ξεπεραστεί, γιατί επηρεάζεται αρνητικά η φυτρωτικότητα των σπόρων. Γι' αυτό είναι καλύτερα να εφαρμόζονται μικρότερες θερμοκρασίες για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Κατά τη διαδικασία αυτή μόλις επιτευχθεί η κατάλληλη θερμοκρασία ανοίγουν οι κώνοι. Στη συνέχεια οι ανοιχτοί πλέον κώνοι τοποθετούνται σε ειδικά τύμπανα, όπου γίνεται το τίναγμα των σπόρων.

Σε πολλά κωνοφόρα [π.χ. *Abies* (Ελάτη), *Picea* (Ερυθρελάτη), *Larix* (Λάριξ), *Cedrus* (Κέδρος), στις περισσότερες *Πεύκες* (*Pinus*) κλπ.] καθώς και σε μερικά πλατύφυλλα [π.χ. *Acer* (Σφενδάμι), *Carpinus* (Γαύρος)] οι σπόροι έχουν πτερύγια, τα οποία απομακρύνονται με ειδικές μηχανές αποπτερύγωσης.

3. Εμεγχωρικοί ποιότητας σπόρων

Το πρώτο βήμα για τον έλεγχο των σπόρων είναι ο προσδιορισμός του δείγματος που αντιπροσωπεύει έναν πληθυσμό. Για σπόρους των οποίων το μέγεθος είναι παρόμοιο ή μεγαλύτερο της Οξιάς το δείγμα πρέπει να ζυγίζει 5 Kgr (χιλιόγραμμα) περίπου, ενώ για σπόρους με μικρότερο μέγεθος το δείγμα είναι ίσον ή μικρότερο του 1 Kgr.

Καθαρότητα

Στις δοκιμές (test) καθαρότητας υπολογίζεται το εκατοστιαίο ποσοστό (%) τεσσάρων κυρίως παραμέτρων:

- Καθαροί σπόροι του ελεγχόμενου είδους
- Σπόροι άλλων ειδών
- Σπόροι ζιζανίων
- Αδρανή υλικά (φύλλα, καρπόφυλλα κ.λ.π.)

Περιεχόμενη υγρασία

Αντή εκφράζεται ως εκατοστιαίο ποσοστό βάρους απώλειας νερού από φρέσκους σπόρους και από ξηραμένους σε κλίβανο. Τα δείγματα θερμαίνονται σε κλίβανο στους +105 °C για 16 ώρες. Αυτό ισχύει για όλα τα είδη εκτός από τα είδη των γενών *Abies* (Ελάτη), *Cedrus* (Κέδρος), *Fagus* (Οξιά), *Picea* (Ερυθρελάτη), *Pinus* (Πεύκη) και *Tsuga* (Τσούγκα) διότι οι σπόροι τους περιέχουν σημαντικές ποσότητες ελαίων και ρητίνης που καταστρέφονται με τη θέρμανση. Η μέτρηση της υγρασίας γίνεται ευκολότερα με τη χρήση ειδικών συσκευών (μετρητών υγρασίας) σε ελάχιστο χρόνο (μερικά δευτερόλεπτα).

Δοκιμές (test) βλαστικής ικανότητας (φυτρωτικότητας) των σπόρων

Το δυναμικό βλάστησης (φύτρωσης), ίσως το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό ποιότητας στον έλεγχο των σπόρων, χρησιμοποιείται για να αποφασιστεί αν η σπορά μπορεί να γίνει αμέσως ή εάν οι σπόροι πριν από τη σπορά πρέπει να υποβληθούν σε κάποια επεξεργασία. Επίσης, με τις δοκιμές (test) φυτρωτικότητας διαπιστώνεται και ο ρυθμός-ταχύτητα φύτρωσης. Αυτό το δυναμικό μπορεί να αξιολογηθεί:

- με τη φύτρωση των σπόρων κάτω από συγκεκριμένες (κατάλληλες) συνθήκες ή
- να υπολογιστεί έμμεσα με:
 - βιοχημικό βάψιμο (χρώση),
 - εξαγωγή του εμβρύου ,
 - ακτινογραφίες με ακτίνες X ή
 - test hydrogen peroxide.

Η πλέον αξιόπιστη μέθοδος είναι η φύτρωση των σπόρων σε ελεγχόμενο περιβάλλον. Τα περισσότερα είδη φυτρώνουν κάτω από εναλλασσόμενες θερμοκρασίες +30 °C για 8 ώρες σε φως και +20 °C για 16 ώρες στο σκοτάδι. Η μέθοδος αυτή είναι χρονοβόρα, ιδίως για είδη με λήθαργο και γι' αυτό το λόγο αναπτύχθηκαν γρήγορες μέθοδοι υπολογισμού της

βλαστικής ικανότητας, όπως η δοκιμή με τετραζόλιο (tetrazolium test). Σ' αυτή τη μέθοδο οι σπόροι βυθίζονται σε 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride. Τα ζωντανά κύτταρα χρωματίζονται κόκκινα. Η μέθοδος είναι γρήγορη και εύκολη, αλλά επειδή δεν υπάρχει πάντα ομοιομορφία στη χρώση, πολλές φορές είναι δύσκολο να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα.

5. Σιδρκεία ζωός και συντήρηση των σπόρων³

Τα περισσότερα είδη των σπόρων είναι εξαιρετικά ανθεκτικά σε δυσμενίες εξωτερικές συνθήκες. Σε ξηρή κατάσταση⁴ οι σπόροι μπορούν να διατηρήσουν τη βιωσιμότητά τους για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το χρονικό διάστημα που ένας σπόρος παραμένει ζωντανός εξαρτάται, κυρίως, από το γένος του. Μερικά είδη σπόρων διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα μόνο για μικρό χρονικό διάστημα, μερικές φορές μόλις λίγες ημέρες. Σ' αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι *Ιτιές* (*Salix*), οι *Λεύκες* (*Populus*), οι *Φτελιές* (*Ulmus*), το *Acer saccharinum* (Σφενδάμι, ξαχαροφόρο). Στην ομάδα των ειδών των οποίων οι σπόροι είναι **βραχύβιοι**, δηλ. διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα, σε συνήθεις συνθήκες αποθήκευσης⁵, από μερικές εβδομάδες έως το πολύ 1 χρόνο, ανήκουν - εκτός από τα είδη που αναφέρθηκαν - και τα εξής:

<i>Ελάτη</i> (<i>Abies</i>)	<i>Φιλύρα</i> (<i>Tilia</i>)	<i>Λικιδάμβαρη</i> (<i>Liquidambar</i>)
<i>Δρυς</i> (<i>Quercus</i>)	<i>Φράξιος</i> (<i>Fraxinus</i>)	<i>Μανόλια</i> (<i>Magnolia</i>)
<i>Οξιά</i> (<i>Fagus</i>)	<i>Γαύρος</i> (<i>Carpinus</i>)	<i>Σοφόρα</i> (<i>Sophora</i>)
<i>Καρυδιά</i> (<i>Juglans</i>)	<i>Οστρυά</i> (<i>Ostrya</i>)	<i>Ζέλκοβα</i> (<i>Zelkova</i>)
<i>Κόρυλος</i> (<i>Corylus</i>)	<i>Σημύδα</i> (<i>Betula</i>)	
<i>Σφενδάμι</i> (<i>Acer</i>)	<i>Κέδρος</i> (<i>Cedrus</i>)	

³ Σχεδόν κάθε ακατάλληλος συνδιασμός χρόνου, θερμοκρασίας και υγρασίας οδηγεί σε μείωση της βλαστικής ικανότητας των αποθηκευμένων σπόρων. Παράλληλα στον εναπομένοντα πληθυσμό προκαλούνται κάποιες γενετικές μεταβολές, οι οποίες μερικές φορές είναι σοβαρές. Ετσι μια παρτίδα σπόρων με μικρή μείωση της φυτρωτικότητας, είναι πιθανό να μεταφέρει ένα σημαντικό αριθμό μεταλλάξεων, που παρ' ότι δεν θα εμφανισθεί άμεσα, θα εξακολουθήσει να κληρονομείται στις επόμενες γενεές. Επίσης, κακή αποθήκευση σπόρων μιας «καθαρής» σειράς έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της καθαρότητας. Δεν έχει επεξηγηθεί γιατί τέτοιοι σπόροι υφίστανται γενετικές βλάβες (Bewley & Black, 1986).

⁴ δηλ. αφού έχει προηγηθεί φυσική ή τεχνητή ξήρανση του σπόρου, βλ. παρόν κεφ. (a).

⁵ ως συνήθεις συνθήκες αποθήκευσης, εννοούνται οι συνθήκες που υπάρχουν σε ξηρή και δροσερή αποθήκη (υπόγειο).

Οι βραχύβιοι σπόροι αναφέρονται και ως **δύστροποι** (recalcitrant). Χαρακτηριστικό των σπόρων αυτών είναι ότι δεν αντέχουν την ξήρανση, ούτε και το ψύχος. Όταν ποσοστό υγρασίας των σπόρων πέσει κάτω από 20% τότε προκαλούνται ανεπανόρθωτες ζημιές.

Μία άλλη ευρεία κατηγορία σπόρων είναι αυτοί που είναι ανεκτικοί στη αφυδάτωση-ξήρανση και επικράτησε να λέγονται **ορθόδοξοι** (orthodox). Οι ορθόδοξοι σπόροι, συνήθως, τελειώνουν την ανάπτυξή τους με την ωρίμανση και την (μερική) αφυδάτωσή τους. Μετά την πτώση (απομάκρυνση) από το μητρικό δένδρο η περιεχόμενη υγρασία τους μένει σε ισορροπία με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος. Οι σπόροι αυτοί μπορούν, συνήθως, να ξηραθούν με τεχνητό τρόπο ακόμη περισσότερο (σε ποσοστό υγρασίας των σπόρων που μπορεί να είναι και <5%) χωρίς να υποστούν ζημία και μάλιστα διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα για εξαιρετικά μεγάλο χρονικό διάστημα, όταν διατηρούνται σε ξηρό και δροσερό περιβάλλον. Οι ορθόδοξοι σπόροι, ανδλογά με το χρόνο που διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα, μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες:

- Οι σπόροι των ειδών με μέτρια διάρκεια διατήρησης της φυτρωτικής ικανότητας χαρακτηρίζονται ως **μεσόβιοι**. Σ' αυτήν την περίπτωση οι σπόροι διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα για 2-3 χρόνια κάτω από συνήθεις συνθήκες αποθήκευσης. Κάτω από ειδικές συνθήκες (ψυγείο ή κατάψυξη) οι σπόροι αυτοί μπορούν να διατηρήσουν τη φυτρωτική τους ικανότητα για 10 και πολλές φορές για 15 χρόνια. Σ' αυτήν την κατηγορία ανήκουν τα περισσότερα κωνοφόρα [*Πεύκη (Pinus)*, *Ερυθρελάτη (Picea)*, *Λάριξ (Larix)*, *Κυπαρίσσι (Cupressus)*] και τα περισσότερα πλατύφυλλα (δέντρα και θάμνοι).
- Τα είδη με τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής ανήκουν στην οικογένεια *Leguminosae* (Ακακίες, Λαβούρνο κ.α.). Τα είδη αυτά συνήθως έχουν σκληρό περίβλημα, δύσκολα διαπερατό από το νερό. Οι σπόροι αυτής της κατηγορίας, που χαρακτηρίζονται ως μακρόβιοι, διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα για 15-20 χρόνια, εφόσον παραμείνει το εξωτερικό περίβλημα των σπόρου αθικτό (δεν πληγωθεί ή δε διαβραχεί για να μαλακώσει). Κάτω μάλιστα από ειδικές συνθήκες αυτοί οι σπόροι μπορούν να διατηρήσουν τη φυτρωτική τους ικανότητα για 75, ίσως και για 100 χρόνια. Σημαντική επίδραση στη διάρκεια ζωής κάθε σπόρου ασκούν, όπως ήδη αναφέρθηκε, και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες. Δηλ. επιδρούν στο αν οι σπόροι θα διατηρήσουν τη φυτρωτική τους ικανότητα για όλη τη διάρκεια του χρόνου που επιτρέπει το

γένωμά τους. Γενικά, ευνοϊκοί για τη διατήρηση της φυτρωτικότητας είναι εκείνοι οι παράγοντες, οι οποίοι συμβάλλουν στη μείωση της μεταβολικής δραστηριότητας των σπόρων⁶ (π.χ. χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές συγκεντρώσεις CO₂). Η απώλεια της βλαστικής ικανότητας δεν είναι κάπι που συμβαίνει ξαφνικά σε όλους τους σπόρους ενός συγκεκριμένου πληθυσμού. Εμφανίζεται ως μείωση του εκατοστιαίου ποσοστού φύτρωσης, το οποίο βαθμιαία μηδενίζεται.

Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που επιδρούν στη διατήρηση της φυτρωτικότητας είναι η κατάλληλη υγρασία του σπόρου και η θερμοκρασία του χώρου συντήρησης των σπόρων.

α. Υγρασία σπόρων

Μόνον ελάχιστα είδη σπόρων χάνουν τη φυτρωτικότητά τους με τη μείωση του αρχικού ποσοστού υγρασίας. Π.χ. οι σπόροι του *Acer saccharinum* (Σφενδάμι, ζαχαροφόρο) φυτρώνουν την άνοιξη με ποσοστό υγρασίας 58%, με μείωση όμως της υγρασίας στο 30-34% η φυτρωτική ικανότητα των σπόρων μηδενίζεται. Η ίδια συμπεριφορά παρατηρείται και στα είδη της *Δρυός* (*Quercus*), της *Ιπποκαστανιάς* (*Aesculus*), της *Καστανιάς* (*Castanea*), της *Καρυδιάς* (*Juglans*) και στα είδη *Κόρυνλος* (*Corylus*), οι σπόροι των οποίων χάνουν τη φυτρωτικότητά τους όταν μετά την ωρίμανσή τους ξηραθούν. Η αδυναμία να αποθηκευθούν σπόροι τέτοιων ειδών είναι ένα σοβαρό πρόβλημα, γιατί ακόμη και όταν ο αγενής πολλαπλασιασμός είναι εφικτός για μερικά είδη, η διατήρηση των σπόρων είναι ουσιαστική για λόγους διατήρησης μέγιστης γενετικής διαφοροποίησης. Δυστυχώς, μέθοδοι αποθήκευσης χωρίς να προηγηθεί ξήρανση των σπόρων μπορούν επίσης να καταστρέψουν τους σπόρους (π.χ. οι χαμηλές θερμοκρασίες για μερικά είδη). Προς το παρόν, οι άριστες συνθήκες αποθήκευσης για βραχύβιους (ή ανορθόδοξους) σπόρους δεν αποφασίζονται παρά μόνον μετά από λάθη. Στον πίνακα που ακολουθεί δίδονται δύο παραδείγματα της επίδρασης που ασκούν οι παράγοντες του περιβάλλοντος σε βραχύβιων σπόρων.

Είδος	Διάρκεια	Συνθήκες αποθήκευσης	Συνθήκες καταστροφής
<i>Corylus avellana</i> (Λεπτοκαρνά)	6 μήνες	+1 °C σε σάκο πολυαιθυλενίου	Ξήρανση
<i>Juglans nigra</i> (καρυδιά, μαύρη)	6 μήνες	0 έως +3 °C σε αεριζόμενο δοχείο ή σε σάκο πολυαιθυλενίου	θερμοκρασία < 0 °C υπερβολικό νερό ή ξήρανση

⁶ όσο βέβαια το έμβρυο δεν έχει καταστραφεί.

Στα περισσότερα είδη η μείωση της υγρασίας των σπόρων αυξάνει τη διάρκεια της ζωής τους⁷. Η μείωση της υγρασίας επιτυχάνεται με φυσικό τρόπο ή με ειδικές συσκευές ξήρανσης (κλίβανους). Κατά την ξήρανση η ανώτερη επιτρεπτή θερμοκρασία είναι +43 °C (η άριστη είναι +32 °C, αν και κατά είδος υπάρχουν διαφορές).

Γενικά μείωση της υγρασίας των σπόρων σε ποσοστό 5-10% και στη συνέχεια κλείσιμο σε αεροστεγή γυάλινα δοχεία ή φιάλες και τοποθέτηση σε θερμοκρασία +1 έως +5 °C (συντήρηση ψυγείου) ή καλύτερα στην κατάψυξη (-3 έως -15 °C), αυξάνει σημαντικά τη διατήρηση της ζωτικότητας των σπόρων⁸. Σε μερικά είδη η μείωση της υγρασίας σε ποσοστό 4-6% αποδείχτηκε πολύ ευνοϊκή.

Για μακρόβιους (ή ορθόδοξους) σπόρους η Διεθνής Ένωση Ελέγχου των Σπόρων (International Testing Association, ISTA) δίδει τον ακόλουθο τύπο:

$$\% \text{ Περιεκτ. υγρ.} = \frac{\text{Βάρος φρέσκου σπόρου} - \text{Βάρος ξηρού σπόρου}}{\text{Βάρος φρέσκου σπόρου}} \times 100$$

Όταν η περιεχόμενη υγρασία είναι υψηλή (> 30%) τότε μπορούν να φυτρώσουν σπόροι που δεν έχουν λήθαργο. Όταν η περιεχόμενη υγρασία κυμαίνεται από 18-30% μπορεί να παρουσιασθούν προβλήματα από μικρο-οργανισμούς. Σπόροι με περιεχόμενη υγρασία > 18-20% αναπνέουν έντονα και αν υπάρχει κακός αερισμός η παραγόμενη θερμοκρασία μπορεί να τους θανατώσει. Με περιεχόμενη υγρασία 8-9% δεν υπάρχει σχεδόν καθόλου δραστηριότητα εντόμων και κάτω από 4-5% σταματάει και η δραστηριότητα των μυκήτων.

⁷ Η μείωση της υγρασίας του σπόρου είναι στενά συνδεδεμένη με τη φύτρωσή του. Ένας ώρφιος σπόρος φυτρώνει συνήθως εάν χάσει μέρος της αρχικής του υγρασίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο φαίνεται ότι σε φρέσκους σπόρους -δηλ. με μεγάλο ποσοστό υγρασίας- το ίδιο το περιβάλλον του εμβρύου αποτρέπει τη φύτρωση, λόγω του υψηλού ποσοστού υγρασίας. Κατά τη διάρκεια της ξήρανσης μειώνεται η συγκέντρωση του ABA (αμποσικού οξεώς) μέσα στο σπόρο. Φαίνεται λοιπόν, ότι κατά ένα μέρος η διαδικασία της φύτρωσης και αύξησης ελέγχεται από το ABA. Παρ' όλα αυτά όμως, το ABA δεν αποτελεί τη μοναδική ένδειξη για την μετατροπή του σπόρου σε αρτίφυτρο, καθώς η αφυδάτωση συνδέεται με πολλές άλλαγές στη σύνθεση των πρωτεΐνών.

⁸ Η βλαστική ικανότητα των σπόρων που μπορούν να αποθηκευθούν σε κατάσταση χαμηλής υγρασίας ακολουθεί τις παρακάτω γενικές αρχές:
 • Για κάθε μείωση υγρασίας του σπόρου κατά 1%, η διάρκεια ζωής του σπόρου διπλασιάζεται.
 • Για κάθε μείωση της θερμοκρασίας αποθήκευσης κατά 5,6 °C, η διάρκεια ζωής του σπόρου διπλασιάζεται.
 • Το αριθμητικό σύνολο της θερμοκρασίας αποθήκευσης σε βαθμούς F (10 °F = 5,6 °C) και το % ποσοστό της σχετικής υγρασίας (RH) δεν πρέπει να υπερβαίνει το 100, με λιγότερο του μισού να συνεισφέρεται από τη θερμοκρασία.

β. Θερμοκρασία

Ανάλογα με το είδος του σπόρου, το ποσοστό υγρασίας του, καθώς και το χρονικό διάστημα της συντήρησής του, εφαρμόζονται οι παρακάτω θερμοκρασίες:

- **Εναλλασσόμενες (μεταβαλλόμενες) συνθήκες δωματίου** (το χειμώνα +4 έως +8 °C και το καλοκαίρι +15 έως +20 °C). Κάτω από τέτοιες συνθήκες συντηρούνται σπόροι των οποίων η σπορά θα γίνει βραχυπρόθεσμα (την πρώτη άνοιξη μετά τη συλλογή), ή όταν έχει μειωθεί αρκετά η υγρασία τους.
- **Εναλλασσόμενες (μεταβαλλόμενες) συνθήκες υπογείου** (το χειμώνα θερμοκρασία +4 °C περίπου και το καλοκαίρι +10 έως +12 °C). Κάτω από τέτοιες συνθήκες διατηρούνται σπόροι των οποίων μειώθηκε σημαντικά η υγρασία και δεν πρόκειται να διατηρηθούν περισσότερο από 5-6 χρόνια.
- **Σταθερή θερμοκρασία > 0 °C** (Η θερμοκρασία είναι συνήθως +4 °C, συντήρηση ψυγείου). Κάτω από τέτοιες συνθήκες συντηρούνται είδη (κυρίως κωνοφόρα) τα οποία θα διατηρηθούν για 5-8 χρόνια.
- **Σταθερή θερμοκρασία < 0 °C**⁹ (Η θερμοκρασία είναι συνήθως -4 έως -10 °C). Κάτω από τέτοιες συνθήκες συντηρούνται είδη τα οποία πρόκειται να διατηρηθούν για πολλά χρόνια (περισσότερο από 8 χρόνια).

Διατήρηση σπόρων σε ψυχρό ή πολύ ψυχρό (ψυγείο ή κατάψυξη) και ξηρό περιβάλλον γίνεται στα παρακάτω είδη:

Ελάτη (<i>Abies</i>)	Αμαμηλίς (<i>Hamamelis</i>)	Λεύκη (<i>Populus</i>)
Σφενδάμι (<i>Acer</i>)	Άρκευθος (<i>Juniperus</i>)	Προύνος (<i>Prunus</i>)
Βερβερίς (<i>Berberis</i>)	Λάριξ (<i>Larix</i>)	Ψευδοτσούγκα (<i>Pseudotsuga</i>)
Κελτίς (<i>Celtis</i>)	Λικιδάμβωφη (<i>Liquidambar</i>)	Σορβιά (<i>Sorbus</i>)
Κουτσουπιά (<i>Cercis</i>)	Ερυθρελάτη (<i>Ricea</i>)	<i>Symporicarpus</i>
Κυπαρίσσι (<i>Cupressus</i>)	Τσουγκά (<i>Tsuga</i>)	Τούγια (<i>Thuja</i>)
Φράξος (<i>Fraxinus</i>)	Πεύκη (<i>Pinus</i>)	-

⁹ Σε θερμοκρασίες κάτω από τους 0 °C, σπουδαίο ρόλο παίζει και η περιεχόμενη υγρασία των σπόρων. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό της υγρασίας, τόσο αυξάνει ο κίνδυνος για ψύξη (πάγωμα) του σπόρου. Π.χ. σπόροι ελάτης με υγρασία 13% δεν επιβιώνουν σε θερμοκρασίες κάτω από τους -18 °C, ενώ όταν το ποσοστό της υγρασίας μειωθεί στο 7% επιβιώνουν μέχρι τους -20 °C.

Διατήρηση σε ψυχρό (ψυγείο) και υγρό περιβάλλον απαιτείται για τα παρακάτω είδη:

Σφενδόμι, ξαχαροφόρο (<i>Acer saccharinum</i>)	Γαύρος, βετουλοειδής (<i>Carpinus betulus</i>)	Οξιά (<i>Fagus</i>)
Ιπποκαστανιά (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	Κόρυνλος (<i>Corylus</i>)	Καρυδιά (<i>Juglans</i>)
		Δρυς (<i>Quercus</i>)

Η διατήρηση των παραπάνω ειδών γίνεται χωρίς να μειωθεί η αρχική τους υγρασία, σε αεροστεγή δοχεία ή στρωματώνται σε υγρή άμμο.

Χωρίς πρόβλημα στη διατήρησή τους είναι τα είδη με σκληρό περίβλημα που δεν επιτρέπει το νερό να εισέλθει μέσα. Τέτοια είδη είναι:

Μοσχοϊτία (<i>Elaeagnus angustifolia</i>)	Κύτισος, λαβούρνο (<i>Cytisus laburnum</i>)	Φιλύρα (<i>Tilia</i>)
Κελρεοντέρια (<i>Koelreuteria</i>)	Ψευδακακία (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	Άμορφα, θαμνώδης (<i>Amorpha fruticosa</i>)
Ρους (<i>Rhus</i>)		

6. φύτρωση (βλάστηση) των σπόρων

6.1 Διαδικασία της φύτρωσης (βλάστησης)

Η φύτρωση των σπόρων μπορεί να θεωρηθεί σαν μία σειρά διαδοχικών διεργασιών, που προκαλούν, με ταυτόχρονη προσρόφηση νερού, μία αύξηση της μεταβολικής δραστηριότητας του εμβρύου, που έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό αρτιφύτρου. Είναι εξαιρετικά δύσκολο να διακριθεί το ακριβές στάδιο στο οποίο σταματά η φύτρωση και αρχίζει η αύξηση.

Η διαδικασία της φύτρωσης για λόγους καλύτερης κατανόησης μπορεί να διακριθεί σε τρία στάδια:

- **Μηχανική διεργασία** (απορρόφηση νερού-διόγκωση)
- **Χημική διεργασία** (διάσπαση και μεταφορά αποθησαυριστικών ουσιών)
- **Μορφολογική διεργασία** (ανάπτυξη και αύξηση του εμβρύου)

6.2 Συνθήκες φύτρωσης

Για να φυτρώσουν οι σπόροι απαιτείται η συνεπίδραση διαφόρων συνθηκών περιβάλλοντος) που προάγουν αυτή τη διαδικασία. Οι σημαντικότεροι παράγοντες είναι:

- επαρκής ποσότητα νερού (υγρασίας)
- ευνοϊκή θερμοκρασία
- κατάλληλη σύνθεση αερίων (αρκετή παρουσία αέρα και οξυγόνου)
- φως σε ορισμένες περιπτώσεις.

Ο συνδυασμός των παραπάνω συνθηκών ποικίλλει ανάλογα με το είδος του σπόρου και εξαρτάται, επίσης, τόσο από τους παράγοντες που υπήρχαν κατά τη διάρκεια της μορφογένεσης του σπόρου, όσο και από τις γενετικές καταβολές του.

α. Νερό (Υγρασία).

Σπόροι που υπέστησαν φυσική ξήρανση περιέχουν κατά κανόνα μόνο 10-15% υγρασία. Η φύτρωση αρχίζει με την προσρόφηση νερού -λόγω της αφυδάτωσης που υπέστησαν οι σπόροι- και τη διόγκωση του σπόρου. Το ποσοστό του νερού που απαιτείται για την έναρξη της φύτρωσης, εξαρτάται από το είδος του σπόρου. Άλλα και μέσα στον ίδιο πληθυσμό ενός είδους παραπτηρούνται διαφορές μεταξύ των σπόρων. Σε γενικές γραμμές η ευνοϊκή για τη φύτρωση υγρασία κυμαίνεται μεταξύ 40 και 80%, (κατά μέσον όρο 60-80%), από το σημείο πλήρους κορεσμού του φυτρωτικού υποστρώματος. Η προσρόφηση νερού¹⁰ δεν εξαρτάται μόνο από την επάρκειά του στο φυτρωτικό υπόστρωμα. Εκείνο που παίζει αποφασιστικότερο ρόλο είναι η διαπερατότητα του εξωτερικού περιβλήματος. Σπόροι με αδιαπέραστο από το νερό περίβλημα¹¹ δε διογκώνονται ακόμη και κάτω από ιδανικές συνθήκες υγρασίας.

β. Θερμοκρασία

Εκτός από την υγρασία για την έναρξη της φύτρωσης απαιτείται και μια ελάχιστη θερμοκρασία η οποία παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των ειδών. Η φύτρωση λαμβάνει χώρα γρηγορότερα με την αύξηση της θερμοκρασίας μέχρις ενός σημείου (άριστη θερμοκρασία φύτρωσης). Μεγα-

¹⁰Η προσρόφηση νερού πρέπει να είναι σταδιακή, διαφορετικά το έμβρυο μπορεί να καταστραφεί.

¹¹Το εξωτερικό περίβλημα του σπόρου (κάλυμμα) είναι, συνήθως, μία πολυμεμβράνη που αποτελείται από πολλές επιφάνειες κυττάρων (βλ. 1.1). Συχνά, αυτή η μεμβράνη εμφανίζει επιλεκτική διαπερατότητα και είναι συχνά το αίτιο του ληθάργου στο σπόρο.

λύτερες θερμοκρασίες επιδρούν αρνητικά στη φύτρωση και από ένα σημείο και μετά (μέγιστη θερμοκρασία) οι σπόροι δεν μπορούν να επιβιώσουν.

Επειδή η άριστη θερμοκρασία¹² παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των ειδών, και πολλές φορές και μέσα στο ίδιο είδος ανάλογα με το βαθμό ωρίμανσης, την ηλικία, την ζωτικότητα, τις γενετικές καταβολές του σπόρου κλπ., είναι αδύνατο να οριστούν ακριβείς τιμές θερμοκρασίας. Ευνοϊκές θεωρούνται οι εναλλασσόμενες¹³ (χαμηλές και υψηλές) θερμοκρασίες μεταξύ +20 έως +30 °C (σε ελάχιστες περιπτώσεις μεταξύ +10 και +30 °C), ή σταθερή θερμοκρασία +20 ή +25 °C [σε μερικές περιπτώσεις +15 °C π.χ. Άρκευθος (*Juniperus*), ή +30 °C π.χ. *Mouria* (*Morus*)]. Σε μερικά πλατύφυλλα, π.χ. *Oξιά* (*Fagus*), *Σφενδάμι* (*Acer*), οι σπόροι φυτρώνουν σε θερμοκρασίες λίγο πάνω από τους 0 °C.

γ. Σύνθεση αερίων

Η φύτρωση είναι ένα φαινόμενο που συνδέεται με ζωντανά κύτταρα και απαιτεί ενέργεια. Η απαιτούμενη ενέργεια λαμβάνεται από το ATP που σχηματίζεται, συνήθως, σε αερόβιες συνθήκες. Συνεπώς η φύτρωση του σπόρου επηρεάζεται σημαντικά από τη σύνθεση της περιβάλλονσας ατμόσφαιρας. Οι περισσότεροι σπόροι φυτρώνουν σε ατμόσφαιρα που περιέχει 20% οξυγόνο και 0,03% CO₂, αν και κατά είδος υπάρχουν διαφορές. Επομένως η ύπαρξη άφθονου οξυγόνου είναι αιτονόητη. [Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται ώστε η σπορά να γίνεται σε μικρό βάθος όταν τα εδάφη είναι συνεκτικά, βαριά και κάθηνγρα (σε γενικές γραμμές πρέπει να αποφεύγονται τέτοια εδάφη, γιατί οι σπόροι δεν μπορούν να αναπνεύσουν)]. Ένα άλλο αέριο που παράγεται κατά τη διάρκεια της φύτρωσης είναι το αιθυλένιο. Το αιθυλένιο αρχίζει να παράγεται αμέσως μετά τη διαβροχή του σπόρου και αλληλεπιδρά με τις ορμόνες αύξησης.¹⁴

¹² Ως άριστη θερμοκρασία ορίζεται εκείνη, στην οποία παρουσιάζεται το μέγιστο ποσοστό φυτρωτικότητας.

¹³ Το πως ακριβώς λειτουργεί ο μηχανισμός των εναλλασσόμενων (διαφοροποιημένων) θερμοκρασιών δεν είναι γνωστό. Είναι πιθανόν η διαφοροποίηση της θερμοκρασίας να προκαλεί μία αλλαγή στη δομή των μακρομορίων του σπόρου, που στην κανονική τους μορφή αποτρέπει τη φύτρωση.

¹⁴ Πιθανολογείται, ότι το αιθυλένιο «διακόπτει» το λήθαργο ή επιδρά στην αύξηση αμέσως μετά την έναρξη της φύτρωσης.

δ.Φως

Οι σπόροι, ανάλογα με τις απαιτήσεις τους σε φως, μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες:

- Σ' αυτούς που φυτρώνουν στο σκοτάδι
- Σ' αυτούς που απαιτούν συνεχή φωτισμό για να φυτρώσουν και
- Σ' αυτούς που η ύπαρξη ή όχι του φωτός τους αφήνει αδιάφορους.

Στους δασικούς σπόρους το φως δε φαίνεται να αποτελεί απαραίτητο παράγοντα (δηλ. οι σπόροι φυτρώνουν και στο σκοτάδι και στο φως). Παρ' όλα αυτά, αύξηση της φυτρωτικότητας παρουσίασαν οι σπόροι της δασικής Πεύκης, σε εξαιρετικές περιπτώσεις μέχρι και 20%, με την επίδραση φωτός και μάλιστα αυτό συμβαίνει μόνο σε σπόρους που δεν έχουν ωριμάσει καλά ή προέρχονταν από γηραιά άτομα. Από τα δασικά είδη το μόνο είδος που χρειάζεται οπωσδήποτε φως για τη φύτρωση των σπόρων είναι ο Ιξός (*Viscum album*).

Σε πολλά ποώδη φυτά, δύμας, αυξάνεται σημαντικά το ποσοστό φυτρωτικότητάς τους με την επίδραση του φωτός. Υπάρχουν, επίσης, πολλά μη δασικά φυτά των οποίων οι σπόροι φυτρώνουν μόνο στο σκοτάδι.

Πάντως μια τέτοια ταξινόμηση, όπως περιγράφηκε παραπάνω, είναι πιθανόν υπεραπλουστευμένη, καθώς η απαίτηση σε φως ποικίλλει ανάλογα με το χρόνο αποθήκευσης των σπόρων.

Επίσης, αποθήκευση των σπόρων σε σχετικά υψηλές συνθήκες υγρασίας είναι μερικές φορές ικανή να προσδώσει ευαισθησία στο φως. Δεν είναι γνωστό, πότε ακριβώς ο σπόρος αποκτά τη μέγιστη ευαισθησία στο φως, ούτε επίσης αν η ευαισθησία αυτή φθάνει σ' ένα μέγιστο και στη συνέχεια μειώνεται ή μένει σταθερή. Από την ηλιακή ακτινοβολία θετική επίδραση στη φύτρωση των σπόρων έχουν τα μεγάλα μήκη κύματος (κόκκινο, πορτοκαλί και κίτρινο), ενώ τα μικρά μήκη κύματος (πράσινο, γαλάζιο και ιώδες) έδειξαν αρνητική ή και ουδέτερη επίδραση. Σε μερικά είδη παρατηρήθηκε, επίσης, ότι υπάρχει σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας και της διάρκειας της φωτεινής περιόδου (ημέρας). Π.χ. οι σπόροι της χνοώδους σημύδας (*Betula pubescens*) φυτρώνουν στους $+15^{\circ}\text{C}$ κάτω από συνθήκες μακράς ημέρας (φωτεινή περίοδος τουλάχιστον 12 ωρών), ενώ σε θερμοκρασίες $>+15^{\circ}\text{C}$ η φύτρωση επιτυγχάνεται σε συνθήκες βραχείας ημέρας (αδιάκοπη σκοτεινή περίοδος 12 ωρών ή φωτεινή περίοδος 8-9 ωρών).

7. Επεξεργασία των σπόρων πριν τη σπορά (Πλήθαργος)

7.1 Αναστολή της φύτρωσης (Λήθαργος)

Σε πολλά είδη η φύτρωση των σπόρων επιτυγχάνεται χωρίς καμία προεργασία ή ειδική μεταχείριση, αρκεί να βρεθούν οι σπόροι κάτω από ιδανικές συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και σύνθεσης αερίων. Σε άλλα είδη, όμως, απαιτείται ειδικός χειρισμός, χωρίς τον οποίο δε φυτρώνουν οι σπόροι. Όταν ένας ή περισσότεροι από τους παραπάνω παράγοντες δε βρίσκεται στα ευνοϊκά δρια που επιτρέπουν τη φύτρωση, τότε ο σπόρος βρίσκεται σε κατάσταση νάρκης δηλ. σε ένα είδος λήθαργου που ονομάζεται **επιβεβλημένος** (entorced). Οι σπόροι άλλων ειδών, όμως, δε φυτρώνουν μετά την ωρίμανση τους, ακόμη και κάτω από άριστες συνθήκες υγρασίας, θερμοκρασίας και σύνθεσης αερίων. Οι σπόροι, όμως, είναι ζωντανοί, γιατί φυτρώνουν εάν προηγηθεί ειδική μεταχείριση. Οι σπόροι αυτοί βρίσκονται σε λήθαργο που ονομάζεται **πρωτογενής ή εμφυνής** (innate). Αυτό το είδος λήθαργου οφείλεται σε έναν ή περισσότερους από τους παρακάτω παράγοντες, οι οποίοι παρεμποδίζουν τη διαδικασία της φύτρωσης:

- ανωριμότητα ή μη καλή ανάπτυξη του εμβρύου (έμβρυο ανολοκλήρωτο φυσιολογικά με ανάγκη μεθωρίμανσης).
- αδιαπέραστο περίβλημα (κέλυφος) του σπόρου από το νερό και το οξυγόνο (ή άλλα αέρια).
- μηχανικά αίτια που δεν επιτρέπουν την αύξηση του εμβρύου (κέλυφος μηχανικά ανθεκτικό στην επέκταση του εμβρύου).
- ουσίες που αναστέλλουν τη φύτρωση (βλαστοκαλήνες, δηλ. ενεργές ουσίες που λειτουργούν ως αναστολείς της βλάστησης).
- ανεπάρκεια αυξητικών ορμονών.
- μπλοκάρισμα της σύνθεσης νουκλεϊνικών οξέων και πρωτεΐνών.
- παρεμπόδιση της κίνησης των αποθησαύριστικών ουσιών.

Σπόροι άλλων ειδών, οι οποίοι φυτρώνουν εύκολα αμέσως μετά τη συλλογή, εάν αποθηκευθούν όμως, δηλ. δε βρεθούν αμέσως σε κατάλληλες συνθήκες φύτρωσης, αποκτούν έναν ενδογενή λήθαργο που σ' αυτή

την περίπτωση ονομάζεται **παρακινημένος** ή **δευτερογενής**¹⁵ (induced). Ο δευτερογενής λήθαργος αναπτύσσεται πολύ γρήγορα [π.χ. στον *Ίταμο* (*Taxus*) και *Φράξο* (*Fraxinus*)] και οφείλεται σε αλλαγές, πιθανότατα αντίστροφες από αυτές που συμβαίνουν κατά την ωρίμανση του σπόρου. Ο μηχανισμός του δευτερογενούς λήθαργου φαίνεται ότι είναι ο ίδιος με αυτόν του πρωτογενούς. Έτσι, ο δευτερογενής λήθαργος μπορεί να αλλάξει τη διαπερατότητα του περιβλήματος, τα επίπεδα ορμονών κ.α.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι οι κυριότεροι λόγοι που οδηγούν στην αναστολή της φύτρωσης (λήθαργου) είναι το **σκληρό περίβλημα**, η μη καλή ανάπτυξη του εμβρύου και οι ανασταλτικές ουσίες. Η διακοπή του λήθαργου, κατά περίπτωση, στην πράξη αντιμετωπίζεται ως εξής:

α. Σκληρό περίβλημα

Είναι μία από τις πιο συνηθισμένες αιτίες λήθαργου. Σπόροι με σκληρό περίβλημα θεωρούνται αυτοί οι οποίοι μετά από εμβάπτιση σε νερό για 10 ημέρες συνεχίζουν να είναι σκληροί (Penef στο Rohmeder, 1972, και Krüssmann, 1981).

Μερικά χαρακτηριστικά είδη με σκληρούς σπόρους είναι τα εξής: *Ακακία* (*Acacia*), *Ψευδακακία* (*Robinia pseudoacacia*), *Καρυδιά* (*Juglans*), *Γκλεντίσια* (*Gleditsia*), *Ελιά* (*Olea*) και γενικά τα είδη με σαρκώδεις καρπούς και λιθώδη σπέρματα.

Το σκληρό περίβλημα μπορεί να προκαλέσει λήθαργο με τρεις τρόπους:

- να είναι αδιαπέραστο στο νερό
- να είναι αδιαπέραστο σε αέρια
- να περιορίζει ή να παρεμποδίζει μηχανικά την ανάπτυξη (αύξηση) του εμβρύου.

Στη φύση οι περισσότεροι σπόροι γίνονται διαπερατοί από το νερό αν το περίβλημα σπάσει, αν εκτεθεί σε μύκητες ή φαγωθεί και περάσει από το στομάχι των ζώων. Στην πράξη το μαλάκωμα του σκληρού περιβλήματος επιτυγχάνεται με τους παρακάτω τρόπους:

¹⁵Μερικές φορές ο δευτερογενής λήθαργος προκαλείται αν στο σπόρο προσφερθούν όλες οι απαραίτητες για φύτρωση συνθήκες εκτός από μία π.χ. φως. Ακραίες θερμοκρασίες μπορούν, επίσης, να προκαλέσουν δευτερογενή λήθαργο, καθώς και χαμηλή περιεκτικότητα σε O₂. Επίσης, δευτερογενής λήθαργος μπορεί να προκληθεί μετά από επεξεργασία του σπόρου με χημικές ουσίες.

- **Μηχανική απόξεση των περιβλήματος των σπόρων (Σκαριφάρισμα)** (Schalenritzung), μέσα σε ειδικά περιστρεφόμενα τύμπανα (Ritztrommel) επενδυμένα με γυαλόχαρτο, ή τοποθέτηση εντός των τυμπάνων αιχμηρών αντικειμένων (π.χ. κομμάτια από γυαλί).
- **Τοποθέτηση των σπόρων σε πυκνό θεικό οξύ¹⁶** (αναλογία οξέος : σπόρου 1:5) για μικρό χρονικό διάστημα (90-120 λεπτά). Όσο θερμότερο είναι το θεικό οξύ, τόσο καλύτερο το αποτέλεσμα. Επεξεργασία με οξύ σε πολλές περιπτώσεις τριπλασίασε το ποσοστό της φυτρωτικής ικανότητας. Η μέθοδος δύμως αυτή είναι ακριβή και επικίνδυνη. Για 1 χιλιόγραμμο (Kgr) σπόρων απαιτούνται 200 γραμμάρια (gr) οξέος. Μετά την επεξεργασία με το οξύ ακολουθεί ξέπλυμα των σπόρων με νερό και συνήθως γίνεται αμέσως η σπορά.
- **Τοποθέτηση των σπόρων σε ζεστό νερό** (στους +80 , +90 , +100 °C), επίσης για μικρό χρονικό διάστημα , το οποίο ποικίλλει ανάλογα με το είδος του σπόρου και τη θερμοκρασία του νερού.
- Η φύτρωση των σπόρων δεν προσδιορίζεται μόνο από τη ικανότητα προσρόφησης νερού, αλλά , επίσης, και από τις συνθήκες προσρόφησης. Υπερβολική ποσότητα νερού στο σπόρο μπορεί να καταστρέψει τους ιστούς. Έτσι μεγάλες ποσότητες προσροφημένου νερού οδηγούν συχνά σε λήθαργο ή σε χαμηλό ποσοστό φυτρωτικότητας. Επίσης, ευνοούν την ανάπτυξη μικροοργανισμών που ανταγωνίζονται με το έμβρυο για το οξυγόνο. Μερικές φορές το περίβλημα είναι αδιαπέραστο σε αέρια (O_2 ή CO_2), παρ' ότι είναι διαπερατό στο νερό.¹⁷

β. Μη καλή ανάπτυξη των εμβρύων

Σε πολλά είδη σπόρων το έμβρυο κατά τη συλλογή δεν είναι πλήρως ανεπτυγμένο. Για να αναπτυχθεί και να αυξηθεί απαιτείται μια περίοδος «μεθωρίμανσης». Η μεθωρίμανση πραγματοποιείται συχνά -όχι δύμως πάντα- με αποθήκευση κάτω από ξηρές συνθήκες. Σπόροι που βρίσκονται σε λήθαργο τον χάνουν σταδιακά με τη διαδικασία της μεθωρίμανσης κάτω από «ξηρές» συνθήκες (ξηροί σπόροι μπορεί να έχουν μέχρι 18-20% υγρασία). Η μεθωρίμανση βασίζεται στις συνθήκες του περιβάλλοντος (υγρασία, θερμοκρασία και οξυγόνο). Δεδομένου ότι η μεθωρίμανση επιτυγχάνεται σε σπόρους με περιεχόμενη υγρασία κάτω από ένα δριο, τότε αυτή εμποδίζεται από την παρούσια νερού. Φαίνεται, δύμως,

¹⁶Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αλκοόλη. Πάντως η επεξεργασία με χρήση χημικών ουσιών προκαλεί και άλλες αλλαγές, όπως διαπερατότητα του σπόρου όχι μόνο στο νερό αλλά και σε άλλα αέρια, αλλαγή της ευαισθησίας στο φως και αλλαγή των υποκινητών φύτρωσης.

¹⁷Π.χ το περίβλημα στα είδη της Σφενδάμου (Acer) αποτρέπει την επαρκή παροχή O_2 στο έμβρυο, πιθανότατα και τη διαφυγή μίας ενδογενούς αναστατικής ουσίας, προκαλώντας έτσι λήθαργο.

ότι για τη μεθωρίμανση απαιτείται ένα ελάχιστο ποσοστό υγρασίας, και αν οι σπόροι γίνουν πολύ ξηροί (< 5% υγρασία) η διαδικασία της μεθωρίμανσης καθυστερεί.

Η μεθωρίμανση, δύναμη, μπορεί να επιτευχθεί και σε υγρές συνθήκες με στρωμάτωση¹⁸. Η στρωμάτωση σ' αυτή την περίπτωση πραγματοποιείται κατ' αρχήν σε χονδρή - υγρή άμμο στους +15 έως +20 °C. Στη συνέχεια, κατά κανόνα, ακολουθεί υγρή-ψυχρή στρωμάτωση στους +3 έως +5 °C για τη διάσπαση των ανασταλτικών ουσιών(βλ. παρακάτω). Υπάρχει σοβαρή διαφοροποίηση στο χρόνο και στις συνθήκες στρωμάτωσης, ανάλογα με το είδος. Π.χ. στα είδη της Φράξου, όπου το έμβρυο είναι μορφολογικά πλήρες, πρέπει δύναμη να αυξηθεί σε μέγεθος για να φυτρώσει, ακολουθείται η εξής διαδικασία: 2 μήνες στρωμάτωση στους +20 °C και 7 μήνες στρωμάτωση στους +3 έως +5 °C.

γ. Χημικές ουσίες που παρεμποδίζουν τη φύτρωση (Ανασταλτικές ουσίες, Inhibitoren)

Οι ανασταλτικές ουσίες (ή βλαστοκαλήνες) εμφανίζονται ιδιαίτερα σε καρπούς με σαρκώδες περίβλημα, αλλά όχι μόνο. Η επίδραση ανασταλτικών ουσιών του σαρκώδους περιβλήματος (π.χ. ABA, αμποτισικό οξύ) διαπιστώνεται εύκολα εάν τοποθετηθούν σπόροι ειδών που φυτρώνουν εύκολα σε υπόθεμα εμποτισμένο με χυμό από σαρκώδες περίβλημα σπόρων το οποίο περιέχει ανασταλτικές ουσίες. Στην περίπτωση αυτή το αποτέλεσμα θα είναι η μη φύτρωση των σπόρων.

Σε μερικά είδη σπόρων παρατηρείται, επίσης, αναστολή της φύτρωσης, παρόλο που το έμβρυο τους είναι καλά ανεπτυγμένο και δεν έχουν και σαρκώδες περίβλημα [π.χ. Σφενδάμι (*Acer*), Γαύρος (*Carpinus*), Οξιά

¹⁸Η λέξη στρωμάτωση προέρχεται από τη γαλλική λέξη stratifier=αποθηκεύω σε στρώσεις. Ο όρος αυτός σήμερα έχει ευρύτερη έννοια. Με τη λέξη αυτή εννοούμε την τοποθέτηση του υλικού σποράδ σε υγρή άμμο ή τύρφη, σε χαμηλή η εναλλασσόμενη (χαμηλή - υψηλή) θερμοκρασία. Σκοπός της στρωμάτωσης είναι ή εξουδετέρωση (διακοπή) της αναστολής της φύτρωσης και η δημιουργία συνθηκών για τη μεθωρίμανση του εμβρύου ή για την προφύτρωση του σπόρου. Στην πράξη η στρωμάτωση πραγματοποιείται συνήθως στην ύπαιθρο και σε ελάχιστες περιπτώσεις σε ψυχρούς ελεγχόμενους χώρους (ψυγεία). Σε ελεγχόμενες συνθήκες η εξουδετέρωση της αναστολής φύτρωσης (διακοπή του ληθάργου) επιτυχάνεται ταχύτερα και με μεγαλύτερη ασφάλεια. Ο χρόνος της στρωμάτωσης κυμαίνεται, ανάλογα με το είδος, από 4-16 εβδομάδες σε θερμοκρασία 0 έως +5°C. Η εξουδετέρωση της αναστολής της φύτρωσης σε μερικά είδη έχει καλύτερα αποτελέσματα σε εναλλασσόμενες συνθήκες (θερμή και ψυχρή φάση). Στη θερμή φάση η θερμοκρασία κυμαίνεται στους +20 έως +25°C και στη ψυχρή στους +3 έως +5°C. Η στρωμάτωση τα τελευταία χρόνια σε, πολλές περιπτώσεις, αντικαθίσται από την υγρή ψύξη. Με το όρο υγρή ψύξη εννοούμε την εμβάπτιση των σπόρων σε νερό και στη συνέχεια, μετά τη στράγγιση του νερού, την τοποθέτηση των σπόρων σε χαμηλή θερμοκρασία (ψυγείο).

(*Fagus*), Φιλύρα (*Tilia*)]. Και σ' αυτήν την περίπτωση αιτία είναι ανασταλτικές ουσίες (Κουμαρίνη, Β-Ινδολοοξικό οξύ, λακτόνη ή διάφορες χρωστικές) που υπάρχουν στο έμβρυο, στο ενδοσπέρμιο ή στο περιβλημα του σπόρου. Κατά τη διάρκεια της στρωμάτωσης, εκτός από τις αλλαγές που αναφέραμε παραπάνω (αύξηση εμβρύου, πρόσληψη O_2) πραγματοποιούνται και μεταβολικές διεργασίες, αλλαγές ενζύμων, πρωτεΐνών κ.ά. με αποτέλεσμα την αναστολή της φύτρωσης. Κατά τη διάρκεια της στρωμάτωσης γίνονται χημικές διαφοροποιήσεις (αλλαγές ενζύμων, ορμονών, πρωτεΐνών κ.α.) και εμφανίζονται ουσίες (π.χ. γιββεριλλικό οξύ) που υποκινούν τη φύτρωση ή εξαφανίζουν τις ανασταλτικές ουσίες.¹⁹

7.2 Μείωση του χρόνου στρωμάτωσης με χημικά μέσα και φυτοορμόνες.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο χειρισμός σπόρων με χημικές ουσίες με σκοπό τη μείωση του χρόνου στρωμάτωσης. Ιδιαίτερα στα είδη των οποίων η αναστολή της φύτρωσης διαρκεί περισσότερο του ενός έτους [π.χ. *Taxus baccata* (Ιταμος, ραγοφόρος), *Prunus damascena* κ.α.]. Με επιτυχία χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν διάφορες χημικές ουσίες όπως $NaNO_2$, H_2O_2 , H_2NCSNH_2 , CH_2Cl_2 , αιθανόλη, ακετόνη κλπ. καθώς και ορμόνες, όπως γιββεριλλίνες (GA_x) και κυτοκινίνη.

Τα τελευταία χρόνια η έρευνα της φυσιολογίας των σπόρων έκανε θεαματικά βήματα. Κατά τη διάρκεια της στρωμάτωσης, μετά τη μείωση του αμπσισικού οξέος²⁰, παρουσιάζεται αύξηση της κυτοκινίνης. Επίσης, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του σπόρου, αλλάζει μέχρι ενός σημείου το επίπεδο των γιββεριλλινών (GA_x)²¹. Γενικά, χειρισμός των σπόρων με κυτοκινίνες και γιββεριλλίνες οδηγεί σε πολλά είδη στη μείωση του χρόνου στρωμάτωσης. Οι αλληλεπιδράσεις, όμως, μεταξύ των φυτοορ-

¹⁹Πάντως, παρ' ότι είναι γνωστό ότι η στρωμάτωση αλλάζει την ισορροπία των ορμονών, δεν είναι γνωστό ακόμη πώς επιδρά στη φύτρωση των σπόρων, δηλ. αν οι αλλαγές είναι αποτέλεσμα της στρωμάτωσης ή οφεύλονται σε άλλες διεργασίες που γίνονται μεν κατά τη διάρκεια της στρωμάτωσης, αλλά δεν συνδέονται άμεσα με τη διακοπή του ληθάργου.

²⁰Κατά πόσον το αμπσισικό οξύ (ABA) είναι υπεύθυνο για το λήθαργο δεν έχει εξακριβωθεί. Πάντως, κατά τη στρωμάτωση, στις περισσότερες περιπτώσεις, μειώνεται η συγκέντρωση του ABA. Αυτό, όμως, δεν σημαίνει υποχρεωτικά ότι είναι το αίτιο του ληθάργου. Το ABA υποκινεί τη σύνθεση της carboxypeptidase C που είναι εξειδικευμένο ένζυμο για τη βλάστηση. Άλλά δεν είναι ξεκαθαρισμένο ακόμη, πως αυτά τα γεγονότα μπορούν να προκαλέσουν το λήθαργο. Πάντως, εξωγενής μεταχείριση με ABA αποτρέπει τη φύτρωση.

²¹Υπάρχουν πολλά στοιχεία που δείχνουν ότι, κατά τη διακοπή του ληθάργου, υπάρχει αύξηση των γιββεριλλινών. Δεν έχει όμως αποδειχθεί επαρκώς, αν η περιεχόμενη ποσότητα των GA_x έχει ως αποτέλεσμα τη διακοπή του ληθάργου.

μονών, καθώς και ο μεγάλος αριθμός των γιββεριλλινών, δημιουργούν ασαφή και πολλές φορές συγκρουόμενα ερευνητικά αποτελέσματα. Επίσης, οι κυντοκινίνες και γιββεριλλίνες διαπερνούν πάρα πολύ δύσκολα το περικάρπιο. Εξ αιτίας αυτών των προβλημάτων, προς το παρόν, η χρήση τέτοιων ουσιών δεν εφαρμόζεται στην πράξη.

7.3 Γενετική διαφοροποίηση των σπόρων

Είναι γνωστό ότι είδη με ευρεία εξάπλωση παρουσιάζουν ισχυρή γενετική διαφοροποίηση η οποία οφείλεται στον οικότυπο. Η διαφοροποίηση αυτή παρατηρείται στο ρυθμό αύξησης, το χρόνο άνθησης των φυτών καθώς και της ωρίμανσης των σπόρων, την αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες κλπ. Τελευταίες έρευνες απέδειξαν ότι αυτή η οικολογική διαφοροποίηση επιδρά έντονα και στη φύτρωση των σπόρων καθώς και στην εμφάνιση των αφτιφύτρων. π.χ. σπόροι ειδών που αναπτύχθηκαν σε ψυχρές περιοχές με έντονες χιονοπτώσεις το χειμώνα φυτρώνουν αργά, ενώ οι σπόροι των ειδών που αναπτύχθηκαν σε θερμότερες περιοχές φυτρώνουν πολύ γρήγορα. Εάν σπόροι ξυλωδών φυτών που αναπτύχθηκαν σε ψυχρές περιοχές υποστούν ψυχρή στρωμάτωση, η οποία μοιάζει με την πηγή προέλευσής τους, τότε φυτρώνουν δύο οι ζωντανοί σπόροι, επειδή έχουν προσαρμοστεί να φυτρώνουν όταν οι κίνδυνοι λόγω χαμηλών θερμοκρασιών έχουν περάσει.

Στόχος ενός φυτωρίου είναι η παραγωγή υγιών και σχετικά ομοιόμορφων φυταρίων με μεθόδους που μεγιστοποιούν την παραγωγή. Πολλές όμως διαδικασίες ρουτίνας μπορούν να επηρεάσουν τη γενετική σύνθεση του πληθυσμού των νέων φυτών. Γνωρίζοντας την πιθανή διαφοροποίηση στην αύξηση, τις απαιτήσεις φύτρωσης και των χαρακτηριστικών του σπόρου είναι δυνατόν να βρεθούν απλά μέτρα για να αποφευχθούν ανεπιθύμητες επιλογές. Αυτά τα μέτρα πρέπει να εφαρμοσθούν σ' όλα τα στάδια, δηλ. από τη συλλογή του σπόρου μέχρι την τελική διάθεση και αφορούν, όπως ήδη αναφέρθηκε, στην ορθή συλλογή, στην καθαρότητα του σπόρου, στις δοκιμές (test) φυτρωτικότητας και στη μεταχείριση πριν τη σπορά.

Συνήθως τα περισσότερα είδη απαιτούν κάποια μεταχείριση πριν τη σπορά. Εδώ όμως είναι το σημείο που γίνονται τα περισσότερα λάθη στην πράξη. Ο λήθαργος είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο, όπως φάνηκε και παραπάνω, το οποίο επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται μεταχειρίσεις εάν δεν είναι γνωστή η αποτελεσματικότητά τους. Π.χ. ψυχρή στρωμάτωση μπορεί αντί να προκαλέσει διακοπή του λήθαργου, που υποτίθεται ότι υπάρχει, να προκαλέσει δευτερογενή λήθαργο. Επίσης, για τη σωστή ερμηνεία της φύτρωσης είναι

απαραίτητο να γνωρίζουμε τη βλαστική ικανότητα του σπόρου. Διότι εάν είναι γνωστό ότι η φυτρωτικότητα των σπόρων είναι μικρή αυτό μπορεί να υπερνικηθεί με τη χρησιμοποίηση περισσοτέρων σπόρων. Αλλά εάν η ζωτικότητα είναι υψηλή και ο αριθμός των αρτιφύτρων μικρός, τότε το πρόβλημα είναι ο λήθαργος που υπάρχει, ο οποίος πρέπει να υπερνικηθεί με κάποια από τις γνωστές μεθόδους.

8. Βασικές αρχές της σποράς

8.1 Προετοιμασία εδάφους

Για την πλήρη επιτυχία της σποράς, εκτός από την καλή φυτρωτικότητα των σπόρων, σπουδαίο ρόλο παίζει και η ορθή, επιμελημένη προετοιμασία της πρασιάς. Η υγρασία στο έδαφος της πρασιάς πρέπει να είναι αρκετά υψηλή, ώστε να μπορέσει να φυτρώσει ο σπόρος σε μικρό χρονικό διάστημα και στη συνέχεια να μπορέσει να αυξηθεί ανεμπόδιστα το αρτίφυτρο. Μετά τη φύτρωση η υγρασία στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους δε χρειάζεται να είναι μεγάλη γιατί η ρίζα εισχωρεί βαθιά στο έδαφος και εξασφαλίζει το απαιτούμενο νερό στο αρτίφυτρο. Το υψηλό ποσοστό υγρασίας στο έδαφος σημαίνει, όμως, και κακό αερισμό του εδάφους και εξ αιτίας αυτού ανεπάρκεια οξυγόνου στο σπόρο που φυτρώνει. Επομένως, πρέπει να γίνεται ένας συμβιβασμός μεταξύ του νερού και του οξυγόνου, ώστε να επιτυγχάνεται η απρόσκοπη φύτρωση και ανάπτυξη του εμβρύου.

Για τη φύτρωση του σπόρου και την ανάπτυξη του εμβρύου, εκτός από το νερό βασικό ρόλο παίζει και η σύσταση του εδάφους. Ως καταλληλότερο θεωρείται το αργιλλοαμμώδες έδαφος με μεγάλο ποσοστό χούμου. Επίσης, κατάλληλο θεωρείται και το αμμώδες έδαφος με πολύ υψηλό ποσοστό χούμου. Βελτίωση ακατάλληλων εδαφών μπορεί να επιτευχθεί με προσθήκη καλά χωνεμένης ζωικής κοπριάς ή τύρφης. Με τέτοια μέτρα, όμως, βελτιώνονται περισσότερο εδάφη που είναι πολύ ελαφριά και όχι εδάφη που είναι πολύ βαριά.

Το όργωμα του εδάφους γίνεται, εάν είναι δυνατόν, το φθινόπωρο μετά τις πρώτες βροχές. Το όργωμα αυτό είναι βαθύ και με την έναρξη των πρώτων παγετών προστίθεται καλά χωνεμένη κοπριά. Την όνοιξη γίνεται εκ νέου όργωμα σε μικρό βάθος, ώστε να αναμιχθεί η κοπριά με το χώμα.

Συγχρόνως, γίνεται και η διαμόρφωση των πρασιών κατά προτίμηση με φρέζα η οποία συγχρόνως χαλαρώνει το έδαφος και το κατακερματίζει χωρίς να καταστρέψει τα λεπτά υλικά.

Παλιότερα η διαμόρφωση των πρασιών γινόταν χειρωνακτικά. Αυτός ο τρόπος δεν εφαρμόζεται σήμερα ούτε στα μικρά φυτώρια. Το φρεζάρισμα χαλαρώνει το έδαφος αρκετά, κάτι που για πολλά είδη είναι ακατάλληλο. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, μετά το φρεζάρισμα, ακολουθεί κυλίνδρισμα.

8.2 Χρόνος σποράς

Οπως αναφέρθηκε, πολλά είδη σπόρων για να φυτρώσουν απαιτούν την επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών και γι' αυτό το λόγο προηγείται ψυχρή στρωμάτωση. Σε τέτοια είδη σπόρων το αποτέλεσμα είναι εξίσου ικανοποιητικό, εάν πραγματοποιηθεί η σπορά το φθινόπωρο (δηλ. χωρίς να προηγηθεί στρωμάτωση). Παρ' όλα αυτά όμως, σήμερα, δεν εφαρμόζεται στην πράξη η φθινοπωρινή σπορά γιατί αυτή την εποχή δεν έχουν εκριζωθεί ακόμη τα παλιά φυτά και ως εκ τούτου δεν υπάρχει η απαιτούμενη επιφάνεια εδάφους. Επίσης, αυτή την εποχή είναι δύσκολη η εξεύρεση εργατικού δυναμικού, δεδομένου ότι οι εργάτες απασχολούνται με την εκρίζωση και την αποστολή παλιών φυτών. Τέλος, η φθινοπωρινή σπορά συνεπάγεται μεγάλες απώλειες από πουλιά και ποντίκια κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν η σπορά, συνήθως, γίνεται την άνοιξη. Η σπορά πρέπει να γίνει πρώτα στα είδη των οποίων οι σπόροι φυτρώνουν σε χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτά τα είδη αν φυτευτούν αργά την άνοιξη, δηλ. σε εποχή που η θερμοκρασία του εδάφους είναι αρκετά υψηλή, τότε υπάρχει κίνδυνος να πέσουν σε δευτερογενή λήθαργο. Μερικά τέτοια είδη είναι τα ακόλουθα:

<i>Malus</i> (Μηλά)	<i>Hamamelis</i> (Αμαμηλίς)	<i>Crataegus</i> (Κράταιγος)
<i>Alnus</i> (Κλήθρα)	<i>Prunus</i> (Προύνος)	<i>Tilia</i> (Φιλύρα)
<i>Carpinus</i> (Γαύρος)	<i>Berberis</i> (Βερβερίς)	<i>Taxus</i> (Ιταμος)
<i>Fraxinus</i> (Φράξος)	<i>Cotoneaster</i> (Κοτονέαστρο)	<i>Buxus</i> (Πυξάρι)
<i>Pyrus</i> (Πύρος)	<i>Sorbus</i> (Σορβιά)	<i>Elaeagnus</i> (Ελαιάγνος)
<i>Amelanchier</i> (Αμελάνχιο)	<i>Rosa</i> (Ροδή)	
<i>Celtis</i> (Κελτίς)	<i>Catalpa</i> (Κατάλπα)	

Χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις σε θερμοκρασία εδάφους, δηλ. η σπορά μπορεί να γίνει νωρίς ή αργά την όνοιξη, είναι τα παρακάτω είδη:

<i>Ulmus</i> (Φτελιά)	<i>Pseudotsuga</i> (Ψευδοτσούγκα)	<i>Robinia</i> (Ψευδακακία)
<i>Larix</i> (Λάριξ)		

Μια τρίτη κατηγορία ειδών, τα οποία για να φυτρώσουν οι σπόροι τους, απαιτούν θερμοκρασία εδάφους +20 έως +25 °C, είναι τα εξής:

<i>Abies</i> (Ελάτη)	<i>Liquidambar</i> (Λικιδάμβαρη)	<i>Pinus</i> (Πεύκη)
<i>Betula</i> (Σημύδα)		<i>Rhododendron</i> (Ροδόδενδρο)
<i>Sequoia</i> (Σεκβόια)	<i>Sequoiadendron</i> (Σεκβοϊάδενδρο)	<i>Thuja</i> (Τούγια)
<i>Picea</i> (Ερυθρελάτη)		

Εάν σ' αυτά τα είδη γίνει η σπορά πολύ νωρίς, τότε αργούν να φυτρώσουν. Η φύτρωση των σπόρων τους επιτυγχάνεται όταν το έδαφος αποκτήσει μεγάλη θερμοκρασία. Κατά κανόνα, δύναται, όταν μένουν για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα στο έδαφος τότε η φυτρωτικότά τους μειώνεται.

8.3 Βάθος σποράς

Το βάθος της σποράς είναι θέμα εμπειρίας. Πάντως, προτιμάται η σπορά σε μεγάλο βάθος, από ότι σε μικρό βάθος. Η σπορά, δύναται, σε μεγάλο βάθος καταπνίγει τα αρτίφυτρα ή οι σπόροι καταναλώνουν τις αποθησαυριστικές τους ουσίες πριν μπορέσουν τα αρτίφυτρα να βγουν από το έδαφος. Αντίθετα, η σπορά σε μικρό βάθος οδηγεί εύκολα το σπόρο σε ξήρανση, εάν στη φάση της φύτρωσης δε βρέξει ή δε γίνονται συχνά ποτίσματα. Εάν, δύναται, ο καιρός είναι υγρός, τότε η σπορά σε μικρό βάθος μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερο ποσοστό φύτρωσης, απ' ότι η σπορά σε μεγάλο βάθος. Στην πράξη ως κανόνας, μπορεί να ακολουθείται η παρακάτω αρχή: Σε ελαφρύ έδαφος η σπορά γίνεται βαθύτερα απ' ότι σε βαρύ έδαφος. Το κανονικό βάθος σποράς ανέρχεται σε 3 έως 4 φορές του μεγέθους του σπόρου.

8.4 Επικάλυψη - Στέγαση σπόρων

- Οι σπόροι των κωνοφόρων μετά τη σπόρα επικαλύπτονται με λεπτό στρώμα άμμου ύψους 0,5 - 1,0 εκατ. Η άμμος διευκολύνει τα αρτίφυτρα να διεισδύσουν μέσω αυτής και να εξέλθουν στον αέρα. Συγχρόνως αντανακλώνται οι ακτίνες του φωτός στη λευκή άμμο και έτσι σε περιόδους ισχυρής ακτινοβολίας αποφεύγεται η υπερθέρμανση του επάνω στρώματος του εδάφους, κάτι που συμβαίνει όταν το χώμα είναι σκούρου χρώματος. Οι

χονδροί κόκκοι της άμμου μειώνουν, επίσης, τον κίνδυνο των ζημιών από την αιολική διάβρωση, κάτι που δεν είναι σπάνιο σε ακάλυπτες πρασιές. Η επικάλυψη των σπόρων με άμμο πραγματοποιείται τις περισσότερες φορές με ειδικές μηχανές. Σε ελαφριά εδάφη οι ισχυροί άνεμοι σε συνδυασμό με ξηρασία προκαλούν ζημίες στα αρτίφυτρα, από κόκκους άμμου που πετούν. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με ψεκασμό μίας ουσίας από φυσική ρητίνη (*Terratur*). Για το ψεκασμό 1 εκταρίου (εκτάριο {Ha} = 10 στρέμματα) απαιτούνται 500 κιλά τα οποία διαλύνονται σε 2.000 λίτρα νερού.

Η προστασία των αρτίφυτρων από παγετούς και τη ζέστη επιτυγχάνεται με την κάλυψη των πρασιών με πλέγματα από άχυρο ή ύφασμα (πλαστικά φύλλα δεν έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα). Τα πλέγματα προστατεύουν τα αρτίφυτρα από παγετούς μέχρι -5 έως -6 °C. Τα ίδια πλέγματα ή πλαίσια με ξύλινους πήχεις προστατεύουν τα αρτίφυτρα και τα νεαρά φυτάρια από τον ήλιο (ηλιόκαυση)²². Η αντοχή των αρτίφυτρων στην υπερθέρμανση του εδάφους παρουσιάζει διαφορές. Από τον Hess-Beck (Krüssmann, 1981) δίδεται η παρακάτω κατάταξη σχετικά με την ευαίσθησία των αρτίφυτρων στην υπερθέρμανση:

Πολύ ευαίσθητα:	Μέτρια ευαίσθητα:	Λίγο ευαίσθητα:
<i>Ερυθρελάτη, ψηλή</i> <i>(Picea excelsa)</i>	<i>Ελάτη, λευκή</i> <i>(Abies alba),</i>	<i>Φτελιά (Ulmus)</i>
<i>Πεύκη, λευκή</i> <i>(Pinus strobus)</i>	<i>Ερυθρελάτη, νύσσουσα</i> <i>(Picea pungens)</i>	<i>Σφενδάμι, πεδινό</i> <i>(Acer campestre)</i>
<i>Λάριξ, ευρωπαϊκή</i> <i>(Larix decidua)</i>	<i>Picea sitchensis</i>	<i>Ιπποκαστανιά (Aesculus hippocastanum)</i>
<i>Λάριξ, ιαπωνική</i> <i>(Larix kaempferi)</i>	<i>Χαμακύπαρις, λαονσονιανός</i> <i>(Chamaecyparis lawsoniana),</i>	<i>Ψευδακακία (Robinia pseudoacacia)</i>
<i>Τούρια, πτυχωτή</i> <i>(Thuja plicata)</i>	<i>Ψευδοτσούγκα.</i> <i>πράσινη (Pseudotsuga menziesii var. <i>viridis</i>).</i>	<i>Σορβιά (Sorbus)</i>
		<i>Κερασιά (Prunus avium)</i>
		<i>Quercus rubra</i>
		<i>Πεύκη, σκληρή (Pinus rigida)</i>
		<i>Πεύκη, δασική (Pinus silvestris)</i>
		<i>Πεύκη, μαύρη (Pinus nigra)</i>
		<i>Άρκευθος, κοινή</i> <i>(Juniperus communis)</i>
		<i>Ερυθρελάτη, ομόρικα</i> <i>(Picea omorica)</i>
		<i>Ψευδοτσούγκα, γλαυκή</i> <i>(Pseudotsuga menziesii var. <i>glaucia</i>).</i>

²² Ιδιαίτερα κινδυνεύουν τα αρτίφυτρα όταν είναι αραιά φυτευένα.

8.5 Είδος σποράς

Η σπορά ανάλογα με το είδος και το σκοπό γίνεται σε σειρές (γραμμές) ή σε όλη την επιφάνεια της πρασίας (ευρυσπορά). Στην πρώτη περίπτωση η καταπολέμηση των ζιζανίων είναι ευκολότερη γιατί περιορίζεται ανάμεσα σ' αυτές. Η απομάκρυνση των ζιζανίων γίνεται μηχανικά ή χειρωνακτικά. Η σπορά στις σειρές μπορεί να γίνει πυκνότερα, απ' ότι στην ευρυσπορά, γιατί τα φυτά δεν ανταγωνίζονται πλευρικά με άλλα φυτάρια. Επίσης, η πυκνή σπορά διευκολύνει τη φύτρωση των σπόρων και συγχρόνως καταπιέζονται τα ζιζάνια. Σίγουρο είναι πάντως, ότι στη σπορά σε σειρές τα φυτά δεν εκμεταλλεύονται ισομερώς την παραγωγικότητα του εδάφους. Κατά πόσον θα γίνει ευρυσπορά ή σπορά σε σειρές εξαρτάται, εν μέρει, από το αν πριν τη σπορά πραγματοποιήθηκε απολύμανση του εδάφους με ζιζανιοκτόνα. Σε εδάφη όπου έγινε απολύμανση είναι δυνατή η ευρυσπορά. Σ' αυτή την περίπτωση όμως παρεμποδίζεται η μηχανοποίηση της εξαγωγής των φυταρίων. Στην πράξη η ευρυσπορά εφαρμόζεται κυρίως στα κωνοφόρα, ενώ στα πλατύφυλλα προτιμάται η σπορά σε σειρές [εξαίρεση αποτελούν τα γένη Κλήθρα (*Alnus*) και Σημύδα (*Betula*)]. Η ευρυσπορά πραγματοποιείται χειρωνακτικά, ενώ η σπορά σε σειρές γίνεται, συνήθως, με μηχανές.

8.6 Ποσότητα σπόρων

Πριν τη σπορά πρέπει να είναι γνωστός ο μέσος αριθμός σπόρων ανά χιλιόγραμμο και το ποσοστό της φυτρωτικής ικανότητας των σπόρων. Γνωρίζοντας αυτά τα δύο μεγέθη μπορούμε να υπολογίσουμε την ποσότητα του σπόρου που θα χρησιμοποιήσουμε για την παραγωγή συγκεκριμένου αριθμού φυταρίων. Τα πράγματα, όμως, δεν είναι τόσο απλά. Όπως αναφέρεται στον Krüssmann 1981, εάν χρησιμοποιηθούν π.χ. σπόροι Πεύκης με ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας 95% και σπόροι με αντίστοιχο ποσοστό 75%, για τα πάρουμε τον ίδιο αριθμό αρτιφύτρων δε θα απαιτηθούν 20% περισσότεροι σπόροι στη δεύτερη περίπτωση, όπως θα ήταν λογικό, αλλά περίπου η διπλάσια ποσότητα. Αυτό συμβαίνει γιατί σε σπόρους που έχουν χάσει σε μεγάλο ποσοστό τη φυτρωτική τους ικανότητα, το ποσοστό των αδυνάτων αρτιφύτρων, τα οποία στη συνέχεια υποκύπτουν (σε μικρό χρονικό διάστημα) είναι αρκετά υψηλό. Εξ αιτίας αυτού είναι πάρα πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε το ακριβές ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας πριν τη σπορά. Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω γίνεται σαφές, ότι δεν μπορούν να δοθούν ακριβείς τιμές (δηλ. αριθμός σπόρων / αριθμός αρτιφύτρων), παρά μόνον τιμές προσέγγισης

(λεπτομέρειες σχετικά με την ποσότητα των σπόρων βλ. στον πίνακα στο τέλος του Β' Μέρους)..

8.7 Ποσότητα σπόρων και ποιότητα φυτών

Στην πράξη, συχνά, η σπορά γίνεται πολύ πυκνά. Επειδή, όμως, η πυκνή σπορά οδηγεί σε μεγάλο ανταγωνισμό μεταξύ των ριζών των αρτιφύτρων, είναι προτιμότερο να γίνεται αυτή σε αραιότερα διαστήματα. Επίσης στην πυκνή σπορά περιορίζεται η πρόσληψη νερού και θρεπτικών συστατικών από το έδαφος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μικρότερη αύξηση των φυτών (το βάρος των φυτών, το ύψος τους και η διάμετρος στο ριζικό κόμβο παρουσιάζουν αισθητή μείωση). Επίσης, ο αριθμός και το μέγεθος των οφθαλμών, καθώς και οι πλευρικοί βλαστοί παρουσιάζονται μειωμένοι καθώς και οι βελόνες αραιότερες.

Με μεγαλύτερη ευαισθησία στις συνθήκες του σταθμού αντιδρούν η διάμετρος στο ριζικό κόμβο και τα όργανα της αφομοίωσης. Σύμφωνα με έρευνες του Schmidt-Voigt, 1963 (Krüssman, 1981), η επίδραση του σταθμού ποικίλει ανάλογα με τα θρεπτικά συστατικά του σταθμού. Η σχέση που διαπιστώθηκε μεταξύ της απόστασης σποράς και των θρεπτικών συστατικών του σταθμού από τον παραπάνω συγγραφέα είναι η εξής: Σε σταθμό με μικρή προσφορά θρεπτικών συστατικών, αυξήθηκε το ύψος και το βάρος των φυτών με την αύξηση της απόστασης σποράς, ενώ το βάρος των φυτών, όταν η προσφορά θρεπτικών συστατικών ήταν μεγάλη, δεν επηρεάστηκε. Με την αύξηση, όμως, της απόστασης σποράς μειώθηκε το ύψος των φυτών.

Η ποιότητα των φυτών εκτός από την απόσταση της σποράς και της προσφοράς θρεπτικών συστατικών, επηρεάζεται και από το μέγεθος των σπόρων. Κυρίως αυτό παρατηρείται σε σπόρους κωνοφόρων, όπου το μέγεθος των σπόρων έχει τη μεγαλύτερη σημασία, ως παράγοντας που επηρεάζει την ποιότητα των φυταρίων, από οποιονδήποτε άλλον παράγοντα. Αυτό αποδείχτηκε από τον Schmidt-Voigt, 1963 (Krüssman, 1981), ο οποίος μετά από ταξινόμηση σπόρων μαύρης Πεύκης κατά μέγεθος, απέδειξε ότι σε σταθμό με τις ίδιες συνθήκες, τα φυτάρια που προέρχονταν από τους μεγαλύτερους σπόρους παρουσίασαν και τα καλύτερα χαρακτηριστικά (μεγαλύτερο βάρος και ύψος καθώς και μεγαλύτερο μήκος ριζών).

BIBLIOΓΡΑΦΙΑ

- Ahuja, M. R.** 1989: *Storage of forest tree germplasm at sub-zero temperatures.* Application of Biotechnology in forestry and horticulture, Vibha Dhawan (Ed.), Plenum Press, New York : 215-228.
- Ahuja, M. R & Muhs, H. J.** 1990: *Versuche zur Tiefkühl Lagerung von Waldbaumsaatgut.* Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg Nr. 164: 383-390.
- Aldhous, R. J.** 1972: *Nursery Practice.* Edited by Forestry Commission, Bulletin, London.
- Barnett, J. P.** 1989: *Seed cultural practices, and seedling uniformity.* Forestry Supplement, Vol. 62: 95-105.
- Berjak P. et al.** 1989: *The basis of Recalcitrant seed behaviour.* Recent Advances in the development and Germination of seeds ,edited by R. Taylorson. NATO ASI Series, Plenum Press : 89-108.
- Bewley, J. D. & Black M.** 1986: *Seeds: Physiology of Development and Germination.* Edited by Plenum Press, New York, p. 353
- Bonner, F. T. ,** 1990: *Storage of seeds : Potential and limitations for germplasm conservation.* Forest Ecology and Management, 35 : 35-43.
- Bradbeer, W. J.** 1988: *Seed dormancy and germination.* Blackie academic and professional Glasgow, p.146.
- Braun, H. J.** 1982: *Lehrbuch der Forstbotanik.* Gustav Fischer Verlag, Stuttgart - New York.
- Burschel, P. & Huss, J.** 1987: *Grundriß des Waldbaus.* Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Burth, M.** 1991: *Die Anzucht von Laubholzpflanzen.* Forsttechnische Informationen, 43 Jg., 2: 12-14.
- Caron, G.E. , Wang, B.S.P. & Schooley, H.O.** 1990: *Effect of tree spacing, cone storage and prechilling on germination of Picea glauca seed.* The Forestry Chronicle: 389-392.
- Cohn, A. M.** 1989: *Factors Influencing the Efficacy of Dormancy-Breaking Chemicals.* Recent Advances in the Development and Germination of seeds, edited by R. Taylorson. NATO ASI Series. Plenum Press: 261-268.
- Côme, D. & Corbineau, F.** 1989: *Some Aspects of metabolic regulation of seed germination and dormancy.* Recent advances in the development and Germination of seeds, edited by R. Taylorson. NATO ASI Series, Plenum Press: 165-179.

- Γιατράκης, Γ. και Κέκης, Γ. 1988:** Ανθοκηπευτικές καλλιέργειες (Τόμος Β', Ανθοκομικές καλλιέργειες). Έκδοση Ιδρύματος Ευγενίδου.
- Dimpflmeier, R. 1970:** *Forstsaatgut aus Samenplantagen*. Allg. Forstz. 34: 1005-1006.
- Duryea, L. M. & Dougherty, M. P. 1991:** *Forest Regeneration Manual*. Kluwer Academic Publishers, p. 431
- Egley, H. G. 1989:** *Water-Impermeable Seed Coverings as Barriers to Germination*. Recent Advances in the Development and Germination of Seeds, edited by R. B. Taylorson NATO ASI Series Plenum Press: 207-223.
- Fenner, M. 1985:** *Seed ecology*. Chapman and hall, London. p. 150.
- Fenner, M. 1991:** *Irregular seed crops in forest trees*. Quarterly Journal of Forestry 85, 166-172.
- Geneve, R. L. 1991:** *Seed dormancy in Eastern redbud (Cercis canadensis)*. Journal of the American society for Horticultural Science. Vol. 116(1):85-88.
- Gordon, A. G. 1972:** *Seed dormancy, stratification and nursery practice for conifers*. Quart. J. For. 66: 21-25.
- Gordon, G. A. 1992:** *Seed Manual for Forest Trees*. Published by Forestry Commission, Bulletin No 83, London, p. 132
- Gordon G. A. & Rowe, D. C. F. 1989:** *Seed manual for Ornamental Trees and Shrubs*. Forestry Commission Bulletin No.59 , London. p. 132.
- Hammer, A. 1972:** *Fostsaat- und pflanzgutgesetz verabschiedet*. Holz - Zbl. 105: 1042.
- Heiseke, D. 1984:** *Untersuchungen über Eichelmasten und Pflanzenausbeute in der Goehrde von 1979-1981*. Der Forst- und Holzwirt, 39(5): 107-110 & 112-113.
- Henry, H. P. & Blazich A. F. 1988:** *Influence of Gibberellins₄₊₇ on germination of fraser fir*. J. Environ. Hort.6(3): 93-96.
- Henry, H. P. & Blazich A. F. 1990:** *Seed germination of fraser fir : Timing of irradiation and involvement of Phytochrome*. Journal of the American Society, Vol. 115(2): 231-234
- Herget, J. 1991:** *Die Verwendung längerfristige eingelagerten Fichtensaatgutes*. Forsttechnische Informationen 43 Jahrgang, 2: 9-10.
- Hilhorst, H.W.M. & KarsSEN C. M. 1989:** *The role of light and nitrate in seed of germination*. Recent advances in the Development and Germination of Seeds,edited by R. Taylorson. NATO ASI Series Plenum Press: 191-206.
- Jahnel, H. 1955:** *Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut.I*. Angew. Bot. 29: 139-151.
- Jahnel, H. 1956:** *Beiträge zum Stratifizieren von Forstsaatgut.II*. Angew. Bot. 30: 185-201.
- Καράταγλης, Σ. 1992:** *Φυσιολογία φυτών*. Εκδόσεις Art of Text. Θεσ/νίκη.
- Kozlowski, T. T. 1972:** *Seed biology Vol. 1-3*, New York.

- Krüssmann, G.** 1981: *Die Baumschule*. Paul Parey Verlag, 5.Auflage, Hamburg and Berlin.
- Leibundgut, H.** 1983: *Der Wald, eine Lebensgemeinschaft*. Verlag Hubur & Co. AG. Frauenfeld, Switzerland, 3. Auflage.
- Mayer, A. M.** 1989: *Germination Research towards the Nineties : A Summary and Prognosis*. Recent Advances in the Development and Germination of seeds, edited by R Taylorson. NATO ASI Series, Plenum Press: 281-288.
- Mayer, A. M. & Poljakoff-Mayber, A.** 1975: *The germination of seeds*. Pergamon Press, Oxford. p 270
- Mayer, H.** 1992: *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. 4. Auflage, GFV Stuttgart-Jena-New York.
- Messer, H.** 1958: *Das Fruchten der Waldbäume als Grundlage der Forstsamengewinnung*. Mitt. Hess. LFV 1.
- Messer, H.** 1958: *Über die Behandlung des Forstsamens vor der Aussaat*. Forsttechnische Information.
- Μουλόπουλος, Χ.** 1965: *Μαθήματα Δασοκομικής*. Α' Μέρος. Δασική Οικολογία.
- Ντάφης, Σ.** 1975: *Δασοκομία (Μέρος Δεύτερον)*. Εφημοσμένη Δασοκομική. Θεσ/νίκη
- Ντάφης, Σ.** 1986: *Δασική Οικολογία*. Εκδοση Γιαχούδη-Διαπούλη, Θεσ/νίκη.
- Ντάφης, Σ. & Χατζηστάθης Α.** 1989: *Αναδασώσεις, Δασικά Φυτώρια*. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.
- Παπαναστάσης, Β. & Ρωμανάς, Λ.** 1977: *Επίδραση των υψηλών θερμοκρασιών στη φύτρωση των σπόρων ορισμένων φρυγάνων*. Ι.Δ.Ε.Θ. Δελτίο ερευνών αριθμ. 86.
- Pandley, D. K.** 1992: *Conductivity Testing of Seeds*. Seed analysis, edited by H. Liskens and J. Jackson, Springer-Verlag, pp: 273-304.
- Rohmeder, E.** 1951: *Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen*. München.
- Rohmeder, E.** 1953: *Der unterschiedliche Keimverlauf von Samen der europäischen und japanischen Lärche*. Forstwiss. Clb. 72: 210-220.
- Rohmeder, E.** 1967: *Beziehungen zwischen Frucht- bzw. Samenerzeugung der Waldbäume*. Allg. Forstz. 22: 33-39.
- Rohmeder, E.** 1972: *Das Saatgut in der Forstwirtschaft*. Paul Parey Verlag, Hamburg and Berlin.
- Rohmeder, E. & Schönbach, H.** 1959: *Genetik und Züchtung der Waldbäume*. Paul Parey Verlag, Hamburg und Berlin.
- Röhrlig, E.** 1976: *Einfluß unterschiedlicher Saattiefe auf die Entwicklung von einjährigen Eichen-Sämlingen*. Forst- und Holzwirt 31: 119-121.

-
- Schmitt, H. P.** 1991: *Zapfenpflückereinsatz bei der Saatguternte*. Forsttechnische Informationen, 43 Jg., 2: 14-15.
- Schmidt, H. P.** 1991: *Längerfristige Erfahrung von Bucheckern und Eicheln in Escherode*. Forsttechnische Informationen, 43 Jg., 2: 10-12.
- Schmidt, W.** 1976: *The need for early tests that predict plant productivity*. Proceedings of the Second International Symposium on Physiology of seed germination, Fuji - Japan: 141-144.
- Schubert, J.** 1990: *Untersuchungen zur langfristigen Lagerung von Bucheckern*. Allgemeine Forstzeitschrift, 45: 1152-1155.
- Scönborn, A. v.** 1964: *Die Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume*. München, Basel, Wien.
- Schubert, J.; Brockhof, G. & Nehme, G.** 1960: *Beiträge zur Verbesserung der Forstpflanzenanzucht*. Mitteilung II. Ein Vergleich verschiedener Vorbehandlungsmethoden bei Saatgut von Pinus sylvestris L., Picea abies (L.) Karst., Larix decidua Mill. und Abies alba Mill. Arch. Forstw. 9: 639-664.
- Schütt, P. & Koch, W.** 1978: *Allgemeine Botanik für Forstwirte*. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Strasburger, F.** 1978: *Lehrbuch der Botanik*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- Τσέκος, Ι. & Κουκόλη, Ε.** 1985: *Βοτανική (Τόμος Α)*. Εκδοτικός Οίκος Αφών Κυριακίδη, Θεσ/νίκη.
- Verlag das Beste,** 1978: *Mehr Freude am Garten* (Zier -und Nutzpflanzen für drinnen und draußen). S.640, Stuttgart.
- Waisgeber, H.** 1981: *Das neue Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut*. Fortschritte und Probleme aus der Sicht der Forstpflanzenzüchtung. Der Forst- und Holzwirt 36
- Walkenhorst, R.** 1984: *Die Saatgut-Vorbehandlung*. Allgemeine Forstzeitschrift Nr.36: 890-893.
- Walkenhorst, R.** 1976: *Die langfristige Aufbewahrung von Bucheckern*. In: Fortschritte des forstl. Saatgutwesens III. Mitt. Hess. Landesforstverw. 14.
- Yacubson, D.** 1976: *Germination and dormancy in forest seeds of cultivated trees in Argentina*. Proceedings of the Second International Symposium on Physiology of seed germination, Fuji- Japan: 219-231.
- Young, A. J. & Young G. Ch.** 1986: *Seeds of Wildland Plants*. Edited by Timber Press, Portland, Oregon. p. 236
- Υφούλης, Αγ.** 1994: *Φυτική παραγωγή*. Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα
- Zentsch, W.** 1957: *Erfahrungsaustausch 1959 über die Vorbehandlung von Forstsaatgut für die Aussaat in Tharandt*. Forst u. Jagd 7: 323-325.

