

**Τμήμα Γεωπονικής Βιοτεχνολογίας
Τομέας Βιολογίας Φυτών**

Ασκήσεις Γενικής Βοτανικής

Γ. Αϊβαλάκης, Γ. Καραμπουρνιώτης, Κ. Φασσέας

Αθήνα 2008

Οι φοιτητές μπορούν να έχουν πρόσβαση σε φωτογραφίες από αντικείμενα των ασκήσεων μέσω των ιστοσελίδων των Γ. Καραμπουρνιώτη και Κ. Φασσέα.

www.aua.gr/karabourniotis

www.aua.gr/fasseas

Η συμμετοχή στις ασκήσεις προϋποθέτει την ανάγνωση της θεωρίας πριν από την προσέλευση στις αίθουσες ασκήσεων

Ασκηση 1

Το Οπτικό Μικροσκόπιο, το φυτικό κύτταρο

Σπαργή- Πλασμόλυση

A. ΤΟ ΟΠΤΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ

I. Το μηχανικό μέρος του μικροσκοπίου.

1. **Η τράπεζα.** Πρόκειται για ένα τετράγωνο επίπεδο εξάρτημα που έχει μια οπή από την οποία διέρχεται το φως και στο οποίο τοποθετείται το παρασκεύασμα.
2. **Σύστημα στερέωσης και μετακίνησης του αντικειμένου.** Βρίσκεται πάνω στην τράπεζα και αποτελείται από ένα μοχλό με ελατήριο για τη συγκράτηση της αντικειμενοφόρου και δύο κοχλίες οι οποίοι βρίσκονται είτε στο επίπεδο της τράπεζας είτε κάτω από αυτή. Ο ένας μετακινεί την αντικειμενοφόρο μπρος-πίσω και ο άλλος δεξιά-αριστερά.
3. **Κοχλίες εστίασης (Μακρομετρικός-Μικρομετρικός).** Βρίσκονται πάνω στο σώμα του μικροσκοπίου και χρησιμεύουν στην αδρή γρήγορη (μακρομετρικός) ή την ακριβή (μικρομετρικός) μετακίνηση της τράπεζας προς και από τον αντικειμενικό φακό. Τα κύτταρα έχουν τρεις διαστάσεις και όγκο και γιαυτό χρησιμοποιούμε το μικρομετρικό **διαρκώς** κατά τη διάρκεια της παρατήρησης ώστε να εστιάζουμε σε διαφορετικά επίπεδα.

II. Το οπτικό μέρος του μικροσκοπίου.

1. **Προσοφθάλμιος φακός.** Είναι ο φακός μέσα από τον οποίο παρατηρούμε. Μπορεί να είναι ένας φακός, -μονοφθάλμιο σύστημα- ή δύο, -δυσοφθάλμιο σύστημα- (**όχι στερεοσκοπικό!**)
2. **Αντικειμενικοί φακοί.** Είναι στερεωμένοι στο περιστροφικό εξάρτημα και «βλέπουν» το παρασκεύασμα». Με την περιστροφή του συστήματος επιλέγεται ο επιθυμητός φακός που θα χρησιμοποιηθεί στην παρατήρηση. Τότε ο αντικειμενικός φακός λέγεται **μετωπικός**. Με την περιστροφή του περιστροφικού εξαρτήματος θα πρέπει ο φακός να μπει στη σωστή θέση (να ακουστεί «κλίκ») αλλιώς διακόπτεται η πορεία του φωτός προς τον προσοφθάλμιο.
3. **Συμπυκνωτής.** Φακός που εστιάζει τις φωτεινές ακτίνες στο παρασκεύασμα. Η θέση του ρυθμίζεται από ένα κοχλία που βρίσκεται στο κάτω μέρος της τράπεζας.

Η **ίριδα** βρίσκεται πάνω από το συμπυκνωτή και ρόλος της είναι ο αποκλεισμός των μη εστιασμένων ακτίνων και όχι η ρύθμιση της έντασης του φωτισμού η οποία γίνεται με το πατενσιόμετρο του διακόπτη φωτισμού.

Είδωλο Αντικειμένου- Μεγέθυνση Μικροσκοπίου.

Το είδωλο του αντικειμένου είναι μεγαλύτερο και ανεστραμένο. Μετακινώντας δηλαδή το παρασκεύασμα δεξιά το είδωλο μετακινείται αριστερά. Η μεγέθυνση μικροσκοπίου με ένα δεδομένο ζεύγος προσοφθάλμιου-μετωπικού φακού δίνεται από το γινόμενο των μεγεθύνσεων των φακών αυτών.

Χρήση μικροσκοπίου.

1. Τοποθετούμε την αντικειμενοφόρο στην τράπεζα, τη στερεώνουμε, και τη μετακινούμε έτσι ώστε το παρασκεύασμα να βρίσκεται πάνω από την οπή της τράπεζας.
2. Με τον μικρότερο, 4X ή 10X φακό ως μετωπικό ανεβάζουμε με το μακρομετρικό την τράπεζα, κοιτάζοντας συγχρόνως από το πλάι, ώστε αυτός να μην ακουμπήσει στο παρασκεύασμα.
3. Ανάβουμε τη φωτεινή πηγή και παρατηρώντας μέσω του προσοφθάλμιου φακού εστιάζουμε χοντρικά το παρασκεύασμα με το μακρομετρικό απομακρύνοντας το παρασκεύασμα από το φακό. Για καλύτερη παρατήρηση μην κολλάτε το μάτι σας στο φακό, θα πρέπει η παρατήρηση να γίνεται από μια απόσταση περίπου 1 cm από το φακό (αλλιώς θα βλέπουμε μέσα τις βλεφαρίδες μας!).
4. Εστιάζουμε λεπτομερώς (νετάρουμε) με το μικρομετρικό.
5. Μετακινούμε το παρασκεύασμα έτσι ώστε να εντοπίσουμε την καλύτερη περιοχή για παρατήρηση.
6. Για παρατήρηση με μεγαλύτερο μετωπικό φακό, μετακινούμε την περιοχή του παρασκευάσματος που θέλουμε να παρατηρήσουμε στο κέντρο του οπτικού πεδίου, αλλάζουμε μετωπικό φακό και στη συνέχεια εστιάζουμε εκ νέου.

Τι δεν πρέπει να κάνουμε:

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Να εκβιάζουμε το μικρομετρικό και το μακρομετρικό να προχωρήσει ενώ βρίσκουμε αντίσταση.2. Να αρχίζουμε την παρατήρηση με φακό μεγαλύτερο από 10X.3. Να μετακινούμε το μικροσκόπιο κρατώντας το από άλλο μέρος εκτός από το βραχίονα. |
|--|

Όταν τελειώνουμε την παρατήρηση:

1. μετακινούμε το μικρότερο φακό στη θέση παρατήρησης
2. βγάζουμε το παρασκεύασμα
3. καθαρίζουμε την τράπεζα
4. σκεπάζουμε το μικροσκόπιο
5. αναφέρουμε στον υπεύθυνο της αίθουσας τυχόν πρόβλημα.

Β. ΤΟ ΦΥΤΙΚΟ ΚΥΤΤΑΡΟ.

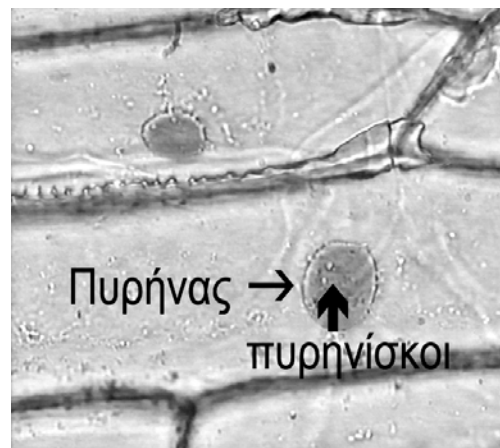
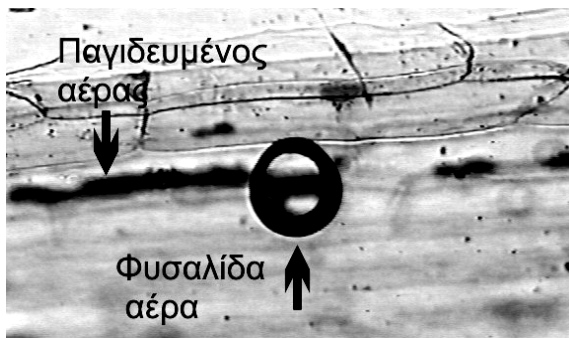
Το κύτταρο είναι η μορφολογική και φυσιολογική μονάδα κάθε οργανισμού. Τα φυτικά κύτταρα διαφέρουν από τα ζωικά στο ότι τα φυτικά έχουν πλαστίδια και κυτταρικά τοιχώματα. Υπάρχουν τρεις μεγάλες κατηγορίες φυτικών κυττάρων. Τα **μεριστωματικά** δηλαδή αυτά που διαιρούνται, τα **έμμονα** (αυτά που έχουν διαφοροποιηθεί) και τα **νεκρά**.

Τα συστατικά του κυττάρου που διακρίνεται εύκολα με το οπτικό μικροσκόπιο είναι κυρίως ο πυρήνας, τα κυτταρικά τοιχώματα τα χυμοτόπια, τα πλαστίδια και ορισμένα έγκλειστα (άμυλο, κρύσταλλοι κλπ.).

Παρατήρηση κυττάρων της προσαξονικής (επάνω) επιδερμίδας φυλλιδίου του βολβού του φυτού *Allium cepa* (οικ. Liliaceae) κοινώς κρεμμύδι.

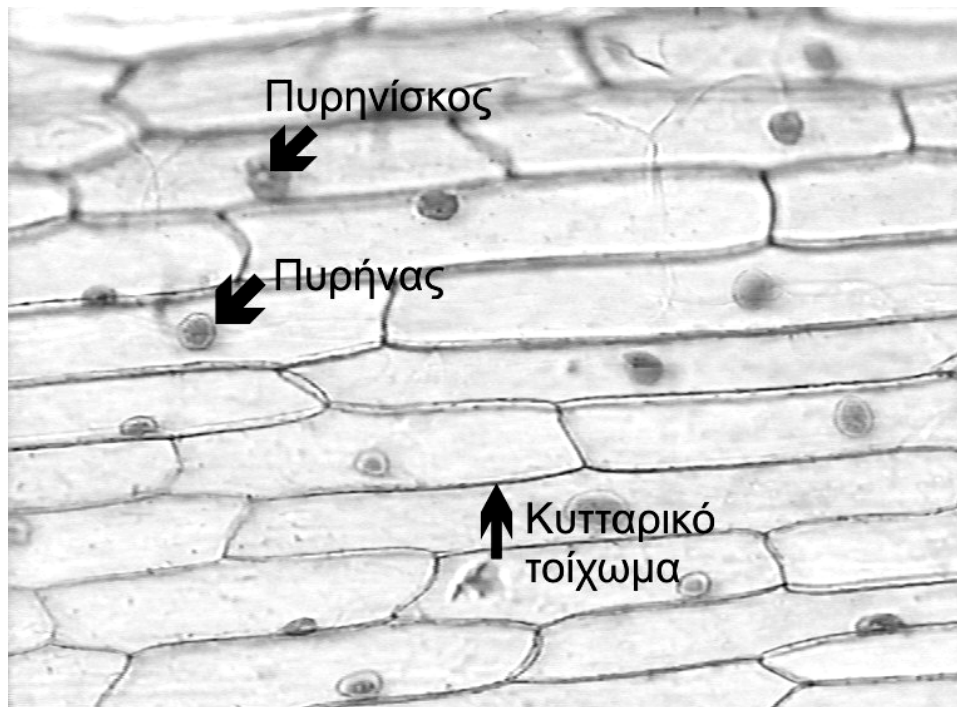
Να γίνει μικροσκοπικό παρασκεύασμα με αφαίρεση τεμαχίου από την προσαξονική (εσωτερική) επιδερμίδα ενός φυλλιδίου του κρεμμυδιού. Η παρατήρηση θα γίνει σε σταγόνα ιωδίου. Να σημειωθούν τα παρακάτω:

1. Κυτταρικό τοίχωμα.
2. Πυρήνας.
3. Πυρηνίσκος.



Φωτ. 1. Φυσαλίδα αέρα όπως φαίνεται από το μικροσκόπιο.

Εικ. 2. Πυρήνας και πυρηνίσκοι σε επιδερμικό κύτταρο κρεμμυδιού.



Εικ. 3. Γενική άποψη επιδερμίδας κρεμμυδιού. Τα επιδερμικά κύτταρα διατάσσονται παράλληλα και δεν υπάρχουν μεσοκυττάριοι χώροι.

Γ. ΣΠΑΡΓΗ- ΠΛΑΣΜΟΛΥΣΗ

Το **Δυναμικό νερού** (Ψ_w) ορίζεται ως το άθροισμα του ωσμωτικού δυναμικού (Ψ_s) και του δυναμικού πίεσης (Ψ_p), δηλαδή:

$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p \quad (1)$$

Το δυναμικό νερού εκφράζει την τάση που έχει ένα διάλυμα ή ένα κύτταρο να προσλάβει νερό. Αν π.χ. δύο κύτταρα με διαφορετικό δυναμικό νερού βρεθούν σε επαφή, το νερό θα κινηθεί προς το κύτταρο που έχει μικρότερο δυναμικό.

Αν ένα πυκνό διάλυμα που χωρίζεται από μία ημιπερατή μεμβράνη βυθιστεί σε ένα αραιότερο τότε παρατηρείται μια εισροή νερού από το αραιότερο διάλυμα στο πυκνότερο. Η πίεση που πρέπει να εφαρμόσουμε στο πυκνότερο διάλυμα ώστε να μην παρατηρηθεί εισροή νερού σε αυτό λέγεται **ωσμωτικό δυναμικό** (Ψ_s). Για αραιά διαλύματα, το ωσμωτικό δυναμικό είναι ανάλογο της συγκέντρωσης του διαλύματος και αποδίδεται από τη σχέση:

$$\Psi_s = -CiRT$$

Οπου: Ψ_s είναι το ωσμωτικό δυναμικό νερού

C, η συγκέντρωση του διαλύματος εκφραζομένη (moles/kg νερού).

i, σταθερά που εξαρτάται από το βαθμό ιονισμού της διαλυμένης ουσίας,

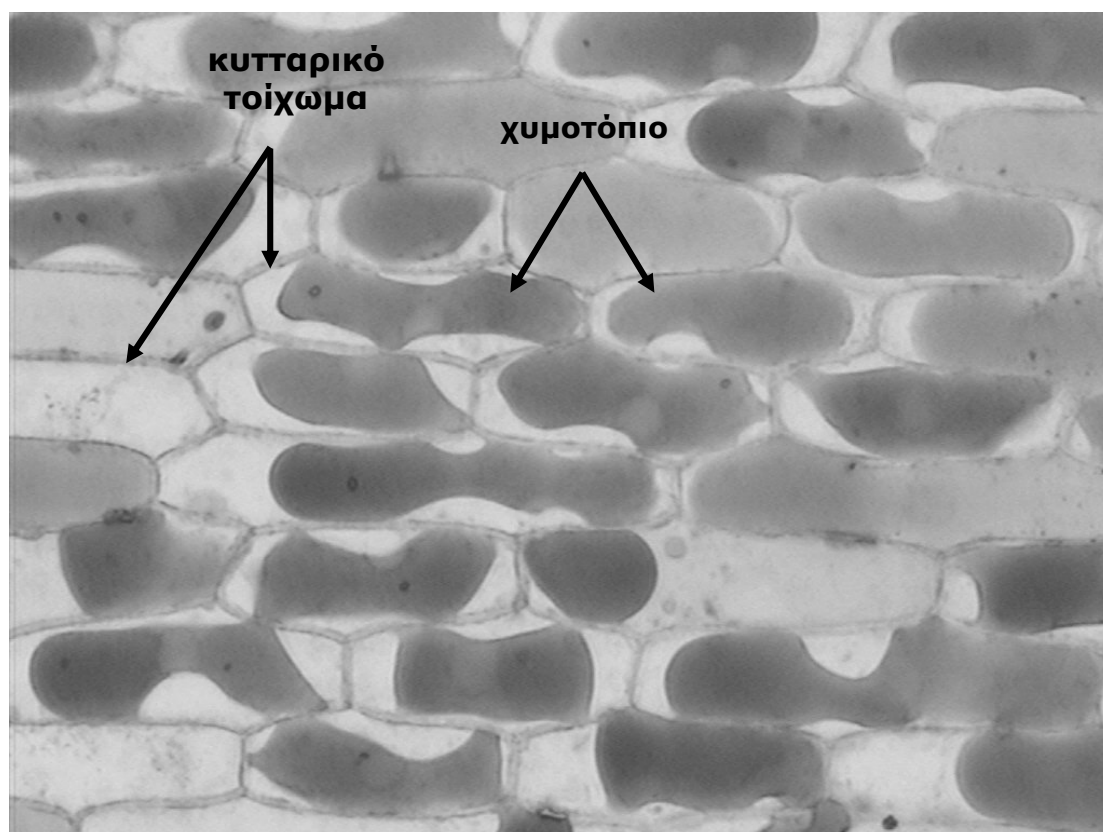
R, η παγκόσμια σταθερά των αερίων ($0,00831 \text{ kg.MPa.mol}^{-1}\text{K}^{-1}$)

T, η απόλυτη θερμοκρασία ($273+\theta^\circ\text{C}$).

Δυναμικό πίεσης (Ψ_p) ονομάζουμε την πίεση που εξασκεί ο πρωτοπλάστης στην κυτταρική μεμβράνη και αυτή στα κυτταρικά τοιχώματα.

Από τη σχέση (1) εξάγεται ότι για τα διαλύματα το δυναμικό νερού $\Psi_w = \Psi_s$ αφού το δυναμικό πίεσης είναι μηδέν.

Ισοτονικά διαλύματα λέμε τα διαλύματα που έχουν το ίδιο δυναμικό νερού με τα κύτταρα. **Υποτονικά** αυτά που έχουν μικρότερο δυναμικό νερού (δηλαδή λιγότερο αρνητικό). Όταν φυτικά κύτταρα τεθούν σε υποτονικά διαλύματα το νερό κινείται από το διάλυμα προς τα κύτταρα. Τα κύτταρα τότε αποκτούν το μέγιστο ποσό νερού που μπορεί να κρατήσουν και τότε λέμε ότι βρίσκονται σε **σπαργή**. **Υπερτονικά** λέγονται τα διαλύματα που έχουν μεγαλύτερο δυναμικό νερού από τα κύτταρα (πιο αρνητικό). Σύμφωνα με τα παραπάνω αν ένα κύτταρο εμβαπτιστεί σε υπερτονικό διάλυμα θα χάσει νερό. Σε αυτή την περίπτωση το νερό από το κυτόπλασμα και το χυμοτόπιο κινείται προς το υπερτονικό διάλυμα με συνέπεια ο πρωτοπλάστης να συρρικνώνεται και να καταλαμβάνει μέρος του όγκου που περικλείεται από τα κυτταρικά τοιχώματα. Την κατάσταση αυτή του κυττάρου ονομάζουμε **πλασμόλυση (Εικ.4)**.



Εικ. 4. Πλασμολυμένα κύτταρα της αποαξονικής επιδερμίδας φυλλιδίου του βολβού του κρεμμυδιού. Το χυμοτόπιο συρρικνώνεται συμπαρασύροντας και τον πρωτοπλάστη.

Παρατήρηση πλασμόλυσης στα κύτταρα της αποξονικής επιδερμίδας φυλλιδίου του βολβού του φυτού *Allium cepa* (οικ. Liliaceae) κοινώς κρεμμύδι.

Να γίνει μικροσκοπικό παρασκεύασμα με αφαίρεση έγχρωμων τμημάτων της επιδερμίδας του κρεμμυδιού. Το ένα τμήμα να τοποθετηθεί σε αντικειμενοφόρο και να παρατηρηθεί σε σταγόνα νερού. Το άλλο να τεθεί σε διάλυμα σακχάρου επί δεκάλεπτο και να παρατηρηθεί σε σταγόνα σακχάρου. Να σημειωθούν τα παρακάτω:

1. Κύτταρα σε σπαργή.
2. Κύτταρα σε πλασμόλυση.

***Για την καλύτερη κατανόηση της θεωρίας της άσκησης προτείνεται η ανάγνωση του Κεφαλαίου 2.3.3. (σελ 93-98) του βιβλίου**

Ασκηση 2

Ιστολογία- Ανατομική διάπλαση βλαστού κολοκυθιάς

Κατά τη μικροσκοπική εξέταση των φυτικών οργάνων (φύλλων, βλαστών, ριζών, καρπών) παρατηρούμε ομάδες κυττάρων που διαφέρουν μορφολογικά από τα υπόλοιπα. Εκτός όμως από τη διαφορετική μορφολογία τους τα κύτταρα αυτά συνεργάζονται για να επιτελέσουν μια ορισμένη λειτουργία. Τις ομάδες αυτών των κυττάρων ονομάζουμε **ιστούς**. Στα φυτά παρατηρούμε τους παρακάτω ιστούς:

Τον **προστατευτικό ιστό**. Είναι ο ιστός που περιβάλλει το φυτικό σώμα. Ρόλος του είναι η προστασία του φυτού. Στα νεαρά όργανα ο ιστός αυτός λέγεται επιδερμίδα.

Το **στηρικτικό ιστό**. Αποτελείται από δύο επιμέρους ιστούς: το κολλέγχυμα και το σκληρέγχυμα. Ο στηρικτικός ιστός χαρακτηρίζεται από κυτταρικά τοιχώματα που έχουν παχύνσεις είτε από κυτταρίνη και πηκτίνες (κολλέγχυμα) είτε από κυτταρίνη και λιγνίνη (σκληρέγχυμα).

Το **θεμελιώδη ιστό**. Βρίσκεται παντού στο φυτικό σώμα. Ονομάζεται με διαφορετικά ονόματα, ανάλογα με τη θέση ή τη λειτουργία του. Στα φύλλα λ.χ. ονομάζεται **χλωροφυλλούχο παρέγχυμα**, στα ογκώδη όργανα (καρπούς) **αποταμιευτικό παρέγχυμα**, στο βλαστό και τη ρίζα **φλοιώδες παρέγχυμα**, **εντεριώνη**. Σε μερικά υδρόβια φυτά το φλοιώδες παρέγχυμα έχει μεγάλους μεσοκυττάριους χώρους, πιθανόν για την αποθήκευση ή μεταφορά αέρα, και λέγεται **αερέγχυμα**.

Τους **μεριστωματικούς ιστούς**. Ρόλος τους η παραγωγή νέων κυττάρων. Στα φυτά υπάρχουν μερικοί μεριστωματικοί ιστοί από τους οποίους θα παρατηρήσουμε τέσσερεις: το **προκάμβιο**, το **κάμβιο**, το **φελλοκάμβιο** και το περικύκλιο. Το προκαμβιο και το κάμβιο παράγουν κυρίως αγωγούς ιστούς. Το φελλοκάμβιο ένα προστατευτικό ιστό, το φελλόδερμα. Το περικύκλιο παράγει πλάγιες ρίζες.

Τούς **ιστούς μεταφοράς** ή αγωγούς ιστούς που αποτελούνται από επιμηκυσμένα κύτταρα και έχουν ως σκοπό τη μεταφορά ουσιών. Είναι το **ξύλο** και ο **ηθμός**.

Το ξύλο μεταφέρει κυρίως νερό από τη ρίζα προς το υπέργειο μέρος του φυτού και ο ηθμός κυρίως οργανικές ουσίες από τις θέσεις παραγωγής (ώριμα φύλλα) προς τις θέσεις κατανάλωσης (ρίζα, αναπτυσσόμενους καρπούς, κορυφαία μεριστώματα). Το ξύλο αποτελείται από τα αγγεία του ξύλου, το ξυλώδες παρέγχυμα και τις τραχειίδες. Τα αγγεία του ξύλου είναι μεγάλου μήκους νεκρά κύτταρα με διαλυτοποιημένα τα εγκάρσια κυτταρικά τους τοιχώματα και

διαχωρίζονται σε πρωτοξυλικά αγγεία και μεταξυλικά. Τα αγγεία του ξύλου βρίσκονται υπό υποπίεση και γιαυτό το λόγο έχουν παχύνσεις στα κυτταρικά τους τοιχώματα. Τα πρωτοξυλικά αγγεία, που είναι και μικρότερα, έχουν μικρές σε έκταση παχύνσεις από κυτταρίνη με μορφή δακτυλίων ή έλικας (δακτυλιόγλυπτα, ελικόγλυπτα αγγεία) ενώ τα μεταξυλικά έχουν σε μεγάλη έκταση παχύνσεις από λιγνίνη (δικτυόγλυπτα, βαθμιδόκτιστα, βοθριόγλυπτα). Τα αγγεία του ξύλου απενεργοποιούνται με την απόφραξή τους από προεκβολές κυτοπλάσματος κυττάρων του ξυλώδους παρεγχύματος. Το φαινόμενο αυτό λέγεται **τύλωση**.

Ο ηθμός αποτελείται από ηθμοσωλήνες, συνοδά κύτταρα και κύτταρα ηθμώδους παρεγχύματος. Οι ηθμοσωλήνες είναι μεγάλου μήκους ζωντανά απύρνα κύτταρα. Τα εγκάρσια κυτταρικά τους τοιχώματα λέγονται **ηθμώδεις πλάκες** και είναι διαλυτοποιημένα σε διαφορετικό βαθμό. Σε περίπτωση ανενεργοποίησης των ηθμοσωλήνων οι ηθμώδεις πλάκες φράσσονται με την εναπόθεση ενός πολυσακχαρίτη της **καλόζης**. Την εναπόθεση αυτή ονομάζουμε **κάλωση**.

Διατάξεις ηθμού και ξύλου ονομάζουμε **ηθμαγγειώδεις δεσμίδες**. Αν οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες έχουν από το ένα μέρος ηθμό και από το άλλο ξύλο λέγονται **ετερόπλευρες**. Οι ετερόπλευρες ηθμαγγειώδεις δεσμίδες είναι οι πιο συνηθισμένες στο βλαστό. Σε αυτές ο ηθμός βρίσκεται προς το εξωτερικό και το ξύλο προς το εσωτερικό του βλαστού. **Αμφίπλευρες** ηθμαγγειώδεις δεσμίδες είναι αυτές που έχουν ηθμό τόσο εξωτερικά όσο και εσωτερικά του ξύλου. **Ακτινωτές** ηθμαγγειώδεις δεσμίδες είναι αυτές που το ξύλο και ο ηθμός διατάσσονται κατ' ακτίνα και βρίσκονται στις ρίζες. Αν οι ηθμαγγειώδεις έχουν κάμβιο μεταξύ του ηθμού και του ξύλου τότε λέγονται **ανοικτές** επειδή η αύξηση τους συνεχίζεται. Αντίθετα όταν δεν έχουν κάμβιο λέγονται **κλειστές**. Ανοικτές ηθμαγγειώδεις δεσμίδες βρίσκονται στα **δικοτυλήδονα** φυτά ενώ κλειστές στα **μονοκοτυλήδονα**.

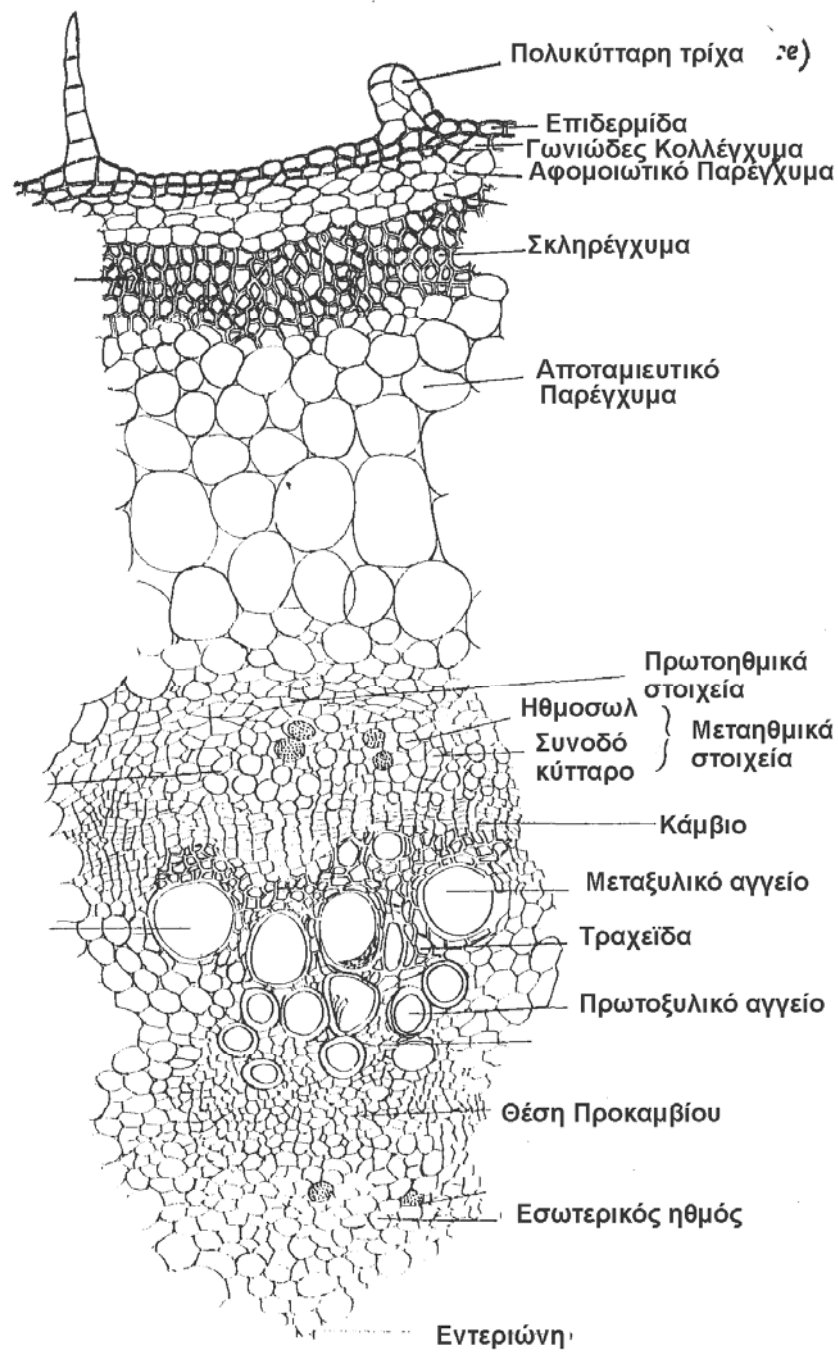
Εργαστηριακό μέρος.

Να παρασκευαστούν εγκάρσιες τομές βλαστού κολοκυθιάς σύμφωνα με τις υποδείξεις του εισηγητή. Ακολουθώντας να χρωματιστούν οι τομές για δέκα περίπου λεπτά στο ερυθρό του ρουθηνίου και μετά για πέντε λεπτά στο κυανού του μεθυλενίου. Το **ερυθρό του ρουθηνίου** προσροφάται στις πηκτίνες των κυτταρικών τοιχωμάτων δηλαδή χρωματίζει ροζ-κόκκινα τα κύτταρα που δεν έχουν αποθέσεις λιγνίνης, ενώ το **κυανού του μεθυλενίου** χρωματίζει τα κυτταρικά τοιχώματα με αποθέσεις λιγνίνης πράσινα έως μπλε, ανάλογα με το βαθμό απόθεσης της λιγνίνης,

Παρατήρηση ιστών σε εγκάρσια τομή βλαστού κολοκυθιάς (*Cucurbita pepo*, οικ *Cucurbitaceae*)

Παρατηρήστε τις χρωματισμένες τομές σε σταγόνα γλυκερίνης σχεδιάστε τα παρακάτω:

1. Εφυμενία, επιδερμίδα, πολυκύτταρες τρίχες.
2. Γωνιώδεις κολλέγχυμα
3. Θεμελιώδεις χλωροφυλλούχο παρέγχυμα.
4. Σκληρέγχυμα
5. Θεμελιώδεις αποταμιευτικό παρέγχυμα
6. Ηθμαγγειώδη δεσμίδα με:
 - α. Ηθμό εξωτερικού ηθμού με:
 - i. Πρωτοθμικά και μεταθμικά στοιχεία.
 - ii. ηθμοσωλήνες
 - iii. κάλωση
 - iv. συνοδά κύτταρα
 - v. κύτταρα ηθμώδους παρεγχύματος
 - vi. Περιοχή ξύλου με
 - β. Κάμβιο
 - γ. Ξύλο με:
 - i. Μεταξυλικά αγγεία
 - ii. Πρωτοξυλικά αγγεία
 - iii. Κύτταρα ξυλώδους παρεγχύματος με αποθέσεις λιγνίνης.
 - iv. Κύτταρα ξυλώδους παρεγχύματος χωρίς αποθέσεις λιγνίνης.
 - δ. Προκάμβιο
 - ε. Εσωτερικό ηθμό.
7. Εντεριώνη.



***Για την καλύτερη κατανόηση της θεωρίας της άσκησης προτείνεται η ανάγνωση του Κεφαλαίου 3 (σελ 161-185) του βιβλίου**

Ασκηση 3η

Δομή και λειτουργία του βλαστού

Ο βλαστός αποτελεί τον φυσικό σύνδεσμο των υπέργειων και υπόγειων οργάνων του φυτού καθώς και των ιστών που παρήχθησαν κατά το παρελθόν και αυτών που παράγονται κατά το παρόν. Είναι το όργανο του φυτού που παρεμβάλλεται μεταξύ διαφορετικών οργάνων τα οποία δεν έρχονται σε επαφή όπως η ρίζα και το φύλλο, δύο φύλλα ή το φύλλο και ο καρπός.

Οι βλαστοί και οι λειτουργίες τους

Ο βλαστός αποτελείται από διάφορους ιστούς διευθετημένους σε γόνατα και μεσογονάτια διαστήματα. Τα γόνατα είναι περιοχές όπου τα φύλλα συνδέονται με τους βλαστούς, και τα μεσογονάτια διαστήματα είναι τα μέρη των βλαστών μεταξύ δυο γονάτων. Οι σημαντικότερες λειτουργίες του βλαστού συνοψίζονται ως εξής:

- **Οι βλαστοί υποστηρίζουν τα φύλλα, τα άνθη και τους καρπούς.**
- **Οι βλαστοί παράγουν νέους ιστούς και όργανα**
- **Οι βλαστοί αναπνέουν. Εκτός αυτού οι βλαστοί ορισμένων φυτικών ειδών φωτοσυνθέτουν**
- **Οι βλαστοί αποθηκεύουν υλικά.**
- **Οι βλαστοί διακινούν το νερό και τα θρεπτικά συστατικά από τη ρίζα προς τα υπέργεια όργανα και φωτοσυνθετικά προϊόντα από τα φύλλα προς τα υπόλοιπα όργανα.**
- **Οι βλαστοί αποτελούν τους διαύλους επικοινωνίας μεταξύ υπέργειων και υπόγειων οργάνων.**
- **Οι βλαστοί αμύνονται**

Πρωτογενής και δευτερογενής ανάπτυξη.

Πρωτογενής είναι η αρχική ανάπτυξη του φυτού. Τα περισσότερα μονοκότυλα και τα ποώδη δικότυλα φυτά, συμπληρώνουν τον κύκλο της ζωής τους αναπτυσσόμενα μόνο πρωτογενώς. Η πρωτογενής ανάπτυξη είναι το αποτέλεσμα της ενεργοποίησης του κορυφαίου (ακρικού) μεριστώματος, του προκαμβίου, και μερικές φορές και του παρένθετου (intercalary) μεριστώματος στα μονοκότυλα. Πολλά φυτά συνεχίζουν να αναπτύσσονται δευτερογενώς από το κάμβιου και τα πλάγια μεριστώματα. Αυτό συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό στους θάμνους και τα δέντρα και σε μικρότερο βαθμό στα ποώδη φυτά.

Στα φυτά με πρωτογενή μόνο ανάπτυξη οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες παραμένουν διακριτές σε όλη τη ζωή του φυτού και τα κύτταρα του καμβίου παρατηρούνται μόνο μεταξύ ηθμού και ξύλου (δεσμικό κάμβιο). Ο επιδερμικός ιστός διατηρείται σε όλη τη διάρκεια της ζωής του φυτού.

Στα φυτά που εμφανίζουν δευτερογενή ανάπτυξη σταδιακά οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες αναπτύσσονται και σε διάμετρο με αντικλινείς διαιρέσεις των κυττάρων του δεσμικού καμβίου. Μεταξύ των γειτονικών ηθμαγγειωδών δεσμίδων αναπτύσσεται το μεσοδέσμιο κάμβιο και σταδιακά οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες σχηματίζουν ένα πλήρη κύλινδρο.

Η μετακίνηση συστατικών μέσα στο βλαστό.

Οι τραχειΐδες και τα αγγεία του ξύλου είναι υπεύθυνα για τη μεταφορά νερού και ανόργανων αλάτων διαλυμένων σε αυτό από τις ρίζες προς όλα τα εναέρια μέρη του φυτού. Η μετακίνηση είναι μονόδρομη (ανοδική).

Οι ηθμοσωλήνες είναι υπεύθυνοι για τη διακίνηση φωτοσυνθετικών προϊόντων (υδατάνθρακες) και άλλων προϊόντων μεταβολισμού. Ο χυμός που μεταφέρεται μέσω του ηθμού αποτελείται από ένα πυκνό σχετικά οργανικών ουσιών αλλά και ορισμένων ιόντων όπως του K^+ . Από τις οργανικές ενώσεις που μεταφέρονται το 90% περίπου είναι υδατάνθρακες, κυρίως σακχαρόζη. Η μετακίνηση μέσα στον ηθμό συνήθως είναι καθοδική, μπορεί ωστόσο να είναι αμφίδρομη. Φωτοσυνθετικά προϊόντα μεταφέρονται από τα φύλλα προς τις ρίζες ή άλλα αναπτυσσόμενα μέρη του φυτού, ενώ κατά την άνοιξη, αποθηκευμένα στις ρίζες προϊόντα μεταφέρονται στα μεριστώματα από όπου αναπτύσσεται το φυτό.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Χρειαζόμαστε:

1. δυο βλαστούς με φύλλα του φυτού *Ligustrum* sp. μήκους περίπου 25-30 cm,
 2. ένα δοχείο ζέσεως που να περιέχει κυανούν του μεθυλενίου σε ύψος περίπου 2cm ένα ξυραφάκι,
 3. αντικειμενοφόρο
 4. καλυπτρίδα
- ο Ο ένας βλαστός αποφυλλώνεται, ενώ ο δεύτερος παραμένει άθικτος.
 - ο Τοποθετούμε τους δυο βλαστούς σε δοχείο με αραιό διάλυμα (περίπου 0.1%) της χρωστικής Κυανούν του μεθυλενίου.
 - ο Οι άκρες των βλαστών δεν πρέπει να παραμείνουν καθόλου έξω από το νερό. Όταν πρόκειται να τους τοποθετήσουμε στη χρωστική κόβουμε το

τελευταίο 1 cm μέσα στο νερό και βυθίζουμε το βλαστό **αμέσως** στη χρωστική.

- ο Ύστερα από περίπου 30 min αφαιρούμε με το νύχι μας την εξωτερική μαλακή φλούδα του βλαστού (φλοιώδες παρέγχυμα και ηθμό) σε διαφορετικά ύψη και βλέπουμε μέχρι που έχει φτάσει η χρωστική.

Κόβουμε εγκάρσιες τομές από ύψος περίπου 5cm από το κάτω μέρος του βλαστού, τις τοποθετούμε σε αντικειμενοφόρο σε μια σταγόνα νερό και παρατηρούμε στο μικροσκόπιο και σχεδιάζουμε τους πιο κάτω ιστούς σημειώνοντας ποιοι έχουν χρωματιστεί και τι χρώμα.

1. Επιδερμίδα
2. Κολλέγχυμα
3. Φωτοσυνθετικό παρέγχυμα
4. Σκληρέγχυμα
5. Ηθμός
6. Κάμβιο
7. Ξύλο
8. Εντεριώνη, βοθρία.

Ανέβηκε και στους δύο βλαστούς η χρωστική; Μπορείτε να εξηγήσετε τη διαφορά;

***Για την καλύτερη κατανόηση της θεωρίας της άσκησης προτείνεται η ανάγνωση του Κεφαλαίου 6 (σελ 306-322) του βιβλίου**

Ασκηση 4

Πρωτογενής ανατομική διάπλαση της ρίζας.

Ρίζα είναι το υπόγειο μέρος του φυτού που είναι επιφορτισμένο με την απορρόφηση του νερού και των θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, την διακίνησή τους προς το υπέργειο μέρος των φυτών, τη στήριξη των φυτών και σε αρκετές περιπτώσεις (π.χ. καρότα, τεύτλα) την αποθήκευση οργανικών ουσιών. Η εξωτερική μορφολογία των ριζών διαφέρει μεταξύ των μονοκοτυλήδων και δικοτυλήδων φυτών. Στα δικοτυλήδων φυτά η κύρια ρίζα είναι προέκταση της εμβρυακής και αποτελείται από ένα κύριο άξονα (**πασσαλώδης ρίζα**) που φέρει διακλαδώσεις- τις πλάγιες ρίζες. Στα μονοκοτυλήδων φυτά η εμβρυακή ρίζα καταστρέφεται συνήθως 2-3εβδομάδες μετά τη βλάστηση του σπέρματος. Αναπτύσσονται τότε από τη βάση του βλαστού νέες ρίζες (**βλαστογενείς**) και έτσι το ριζικό σύστημα των φυτών αποκτά τη μορφή θουσσάνου (**θουσανώδης ρίζα**).

Σε επιμήκη τομή της ρίζας διακρίνονται οι εξής περιοχές.

Η καλύπτρα, η οποία προστατεύει το κορυφαίο μερίστωμα της ρίζας που βρίσκεται αμέσως κάτω από αυτήν, και υποδέχεται το ερέθισμα της βαρύτητας.

Το κορυφαίο μερίστωμα από το οποίο προέρχονται όλοι οι ιστοί της ρίζας.

Η περιοχή των ριζικών τριχιδίων. Από επιδερμικά κύτταρα αυτής της περιοχής αναπτύσσονται προεκβολές που θεωρούνται υπεύθυνες για τη απορρόφηση του μεγαλύτερου όγκου του νερού και των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων.

Η περιοχή της έκφυσης των πλαγίων ριζών.

Σε εκάρσιες τομή στην περιοχή των ριζικών τριχιδίων παρατηρούμε τα παρακάτω:

Την επιδερμίδα με τα ριζικά τριχίδια. Η επιδερμίδα της ρίζας είναι ελάχιστα εφυμενιδωμένη. Πρακτικά δηλαδή δεν υπάρχει εφυμενίδα.

Εσωτερικά της επιδερμίδας υπάρχει **το φλοιώδες παρέγχυμα**, το οποίο είναι πολύ εκτεταμένο σε σχέση με το βλαστό. Συνήθως υπάρχουν 9-13 στρώσεις κυττάρων φλοιώδους παρεγχύματος. Η τελευταία στρώση του φλοιώδους παρεγχύματος αποτελεί την **ενδοδερμίδα**. Η ενδοδερμίδα έχει αποφελλωμένα κυτταρικά τοιχώματα που συμβάλουν στην απομόνωση του κεντρικού κυλίνδρου από το φλοιώδες παρέγχυμα. Η αποφέλλωση των κυτταρικών τοιχωμάτων της νεαρής ενδοδερμίδας είναι ελάχιστη ενώ της πλήρους ανεπτυγμένης είναι πλήρης.

Μεταξύ αυτών των καταστάσεων η ενδοδερμίδα διατηρεί μερικά κύτταρα, συνήθως απέναντι από τους πόλους του ξύλου, στα οποία η αποφέλλωση είναι μικρή. Τα κύτταρα αυτά λέγονται **διεξοδικά** και θεωρείται ότι μέσα από το κυτόπλασμα τους γίνεται ο έλεγχος των ουσιών που περνούν στον κεντρικό κύλινδρο της ρίζας.

Εσωτερικά της ενδοδερμίδας υπάρχει το **περικύκλιο**, που αποτελεί την πρώτη στρώση του κεντρικού κυλίνδρου. Το περικύκλιο θεωρείται υπόλειμα μεριστώματος και συμβάλλει στην δημιουργία των πλαγίων ριζών. Εσωτερικά του περικυκλίου διατάσσονται κατ' ακτίνα ο ηθμός και το ξύλο. Οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες δηλαδή στη ρίζα είναι ακτινωτές. Στο ξύλο τα παλαιότερα αγγεία, τα πρωτοξυλικά, βρίσκονται προς το εξωτερικό του κεντρικού κυλίνδρου και τα νεώτερα, τα μεταξυλικά βρίσκονται προς το εσωτερικό. Στο κέντρο του κεντρικού κυλίνδρου συνήθως βρίσκονται μερικά κύτταρα εντεριώνης.

Σε τομές γίνουν σε υψηλότερο σημείο, δηλαδή κοντύτερα προς τη βάση του βλαστού, τα ριζικά τριχίδια έχουν πια νεκρωθεί και τα κύτταρα της επιδερμίδας καταστραφεί. Η ρίζα τότε αποφελλώνει μία ή περισσότερες στρώσεις εξωτερικών στοιβάδων του φλοιώδους παρεγχύματος που ονομάζεται **εξωδερμίδα**.

Στον κεντρικό κύλινδρο της ρίζας των δικοτυλήδων φυτών υπάρχουν μέχρι 4 ηθμαγγειώδεις δεσμίδες ενώ στα μονοκοτυλήδονα φυτά περισσότερες από πέντε. Τα δικοτυλήδονα φυτά λοιπόν έχουν μέχρι και **τετραρχικές** ρίζες ενώ τα μονοκοτυλήδονα **πολυαρχικές**.

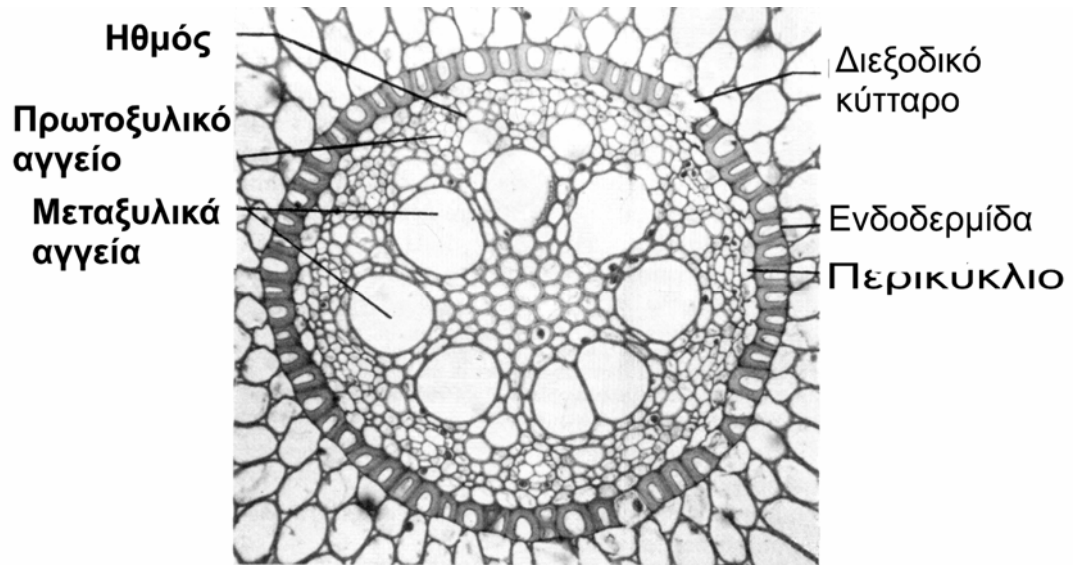
Παρατήρηση πρωτογενούς ανατομικής διάπλασης ρίζας μονοκοτυλήδονου φυτού. Εγκάρσια τομή ρίζας ίριδας (*Iris germanica* , *Iridaceae*).

Να προετοιμάσετε εγκάρσια τομή ρίζας ίριδας, να τη χρωματίσετε με τη διπλή χρώση και να παρατηρήσετε:

1. Επιδερμίδα και ριζικά τριχίδια.
2. Εξωδερμίδα, αν υπάρχει.
3. Φλοιώδες παρέγχυμα.
4. Ενδοδερμίδα με διεξοδικά κύτταρα.
5. Κεντρικό κύλινδρο
 - Περικύκλιο
 - Ηθμό
 - Ξύλο
 - Εντεριώνη.

Στο σχέδιο που θα κάνετε να φαίνεται ότι η ρίζα είναι πολυαρχική.

Κεντρικός κύλινδρος και ενδοδερμίδα ρίζας ίριδας



***Για την καλύτερη κατανόηση της θεωρίας της άσκησης προτείνεται η ανάγνωση μέρους του Κεφαλαίου 4 (σελ 193-208) του βιβλίου**

Ασκηση 5

Η ανατομία του φύλλου

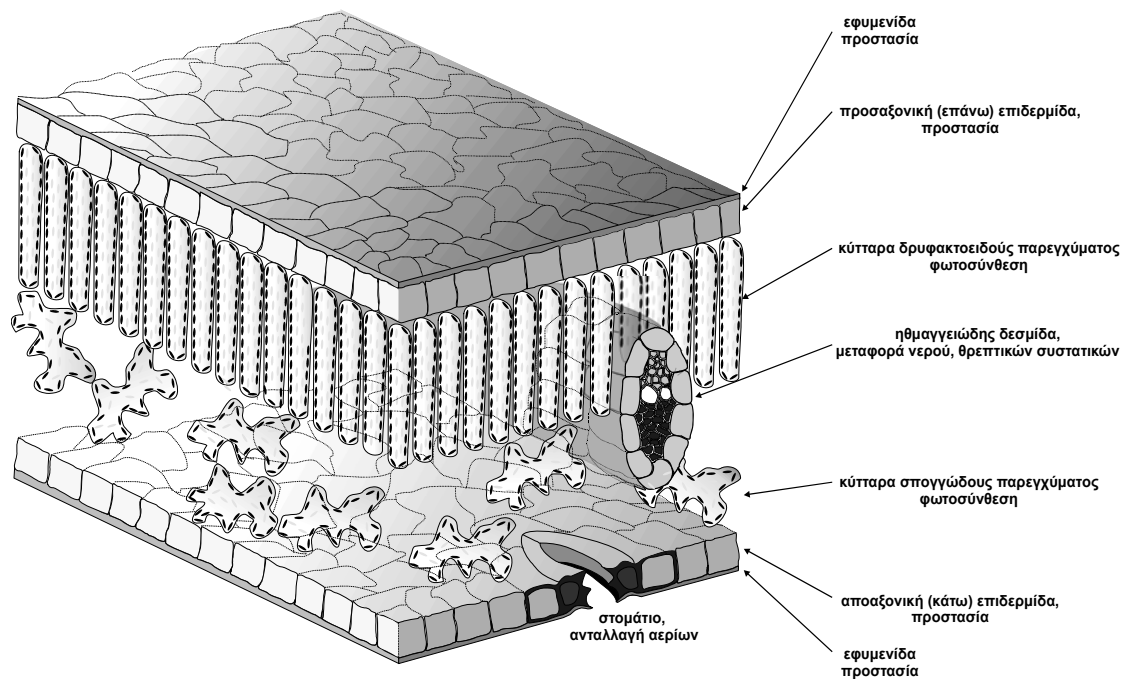
Η ανατομική παρατήρηση ενός τυπικού φύλλου αποκαλύπτει ότι το όργανο αυτό συγκροτείται από εξειδικευμένους ιστούς με αυστηρά καταμερισμένους ρόλους. Η εξωτερική επιφάνεια του φύλλου καλύπτεται από την επιδερμίδα. Η περιοχή μεταξύ της προσαξονικής και της αποαξονικής επιδερμίδας (περιοχή μεσοφύλλου) περιλαμβάνει τα φωτοσυνθετικά κύτταρα (τα οποία περιέχουν χλωροπλάστες), τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες και στηρικτικούς ιστούς.

Η επιδερμίδα συνήθως συγκροτείται από μία στρώση *κοινών επιδερμικών κυττάρων* (*μονόστρωμη επιδερμίδα*), ωστόσο η ύπαρξη *πολύστρωμης επιδερμίδας* δεν είναι ασυνήθιστο φαινόμενο, κυρίως σε ξηρόφυτα. Τα κοινά επιδερμικά κύτταρα των ανώτερων φυτών δεν διαθέτουν χλωροπλάστες. Τα κυτταρικά τοιχώματα ενός τυπικού επιδερμικού κυττάρου που προσανατολίζονται κάθετα στην επιφάνεια του ελάσματος ονομάζονται *αντικλινή*, ενώ αυτά που προσανατολίζονται παράλληλα *επικλινή*. Η εξωτερική επιφάνεια των επικλινών τοιχωμάτων των επιδερμικών κυττάρων καλύπτεται από μία λεπτή στρώση εφυμενίδας. Η εφυμενίδα δημιουργείται από την εναπόθεση των πολυμερών της υμενίνης (ή κουτίνης) και κηρών, με τη μορφή μίας συνεχούς υδρόφοβης στρώσης υλικών η οποία καλύπτει όλη την εξωτερική επιφάνεια του φύλλου (εκτός του στοματικού πόρου βλ παρακάτω) και παρεμποδίζει την εξάτμιση του νερού. Τα ξηρόφυτα συνήθως διαθέτουν ισχυρή εφυμενίδα μεγάλου πάχους.

Η επιδερμίδα δεν αποτελείται αποκλειστικά από έναν και μόνο τύπο κυττάρων. Κατά τη διάρκεια της οντογένεσης του φύλλου ορισμένα επιδερμικά κύτταρα διαφοροποιούνται και αποκτούν υψηλή εξειδίκευση. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και τα στομάτια. Τα στομάτια αποτελούν πόρους οι οποίοι σχηματίζονται μεταξύ δύο εξειδικευμένων κυττάρων, των *καταφρακτικών* κυττάρων. Τη σημαντικότερη ανατομική ιδιομορφία τους αποτελεί η χαρακτηριστική ανομοιομορφη πάχυνση του τοιχώματός τους, ενώ τη σημαντικότερη φυσιολογική διαφορά από τα υπόλοιπα επιδερμικά κύτταρα αποτελεί η ύπαρξη χλωροπλάστων. Το άνοιγμα του πόρου του στοματίου ρυθμίζεται μέσω των μεταβολών του σχήματος των καταφρακτικών κυττάρων.

Η διάταξη των στοματίων, αλλά και η μορφολογία των καταφρακτικών κυττάρων παρουσιάζεται διαφορετική μεταξύ των μονοκοτυλήδων και δικοτυλήδων φυτών. Στα παραλληλόνευρα φύλλα των μονοκότυλων τα στομάτια τοποθετούνται σε παράλληλες σειρές. Στα σιτηρά τα στομάτια χαρακτηρίζονται ως *αλτηροειδή*, επειδή τα επιμήκη καταφρακτικά κύτταρα έχουν τη μορφή αλτήρων. Παράλληλη διάταξη στοματίων παρατηρείται και στα κωνοφόρα. Στα δικτυόνευρα φύλλα των δικότυλων φυτών τα στομάτια

κατανέμονται άτακτα, και ανήκουν συνήθως στο *νεφροειδή τύπο*, αφού τα καταφρακτικά κύτταρα έχουν μορφή ημισελήνου.



Τρισδιάστατη απεικόνιση ενός τυπικού ετερόπλευρου φύλλου. Παρουσιάζονται οι κυριότεροι ιστοί, και η σημαντικότερη λειτουργία την οποία προσφέρουν. Το στομάτιο παρουσιάζεται σε εγκάρσια τομή, ώστε να φαίνεται η διάταξη των καταφρακτικών κυττάρων που δημιουργούν τον στοματικό πόρο. Οι διαστάσεις των κυττάρων δεν ανταποκρίνονται πλήρως στην πραγματικότητα.

Τα στομάτια δεν αποτελούν τα μοναδικά επιδερμικά κύτταρα που παρουσιάζουν υψηλή εξειδίκευση. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα *επιδερμικά εξαρτήματα* στα οποία περιλαμβάνονται και οι τρίχες οι οποίες μπορεί να είναι μονοκύτταρες ή πολυκύτταρες, αδενώδεις ή μη αδενώδεις. Οι αδενώδεις είναι συνήθως πολυκύτταρες και συσσωρεύουν ή απεκκρίνουν προς το εξωτερικό περιβάλλον μίγματα ουσιών.

Η περιοχή του φύλλου που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο επιδερμίδων ονομάζεται *μεσόφυλλο* και περιλαμβάνει το φωτοσυνθετικό παρέγχυμα, τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες και τους σθηκτικούς ιστούς. Τα κύτταρα του *φωτοσυνθετικού παρεγχύματος* διαθέτουν πολυάριθμους χλωροπλάστες και άφθονους μεσοκυττάριους χώρους, ώστε να διευκολύνεται η ανταλλαγή αερίων.

Στα τυπικά φύλλα των δικότυλων το μεσόφυλλο απαρτίζεται από δύο τύπους φωτοσυνθετικού παρεγχύματος, το *δρυφρακτειδές* ή *πασσαλώδες*, και το *σπογγώδες* παρέγχυμα. Τα φύλλα αυτά ονομάζονται *ετερόπλευρα*. Τα πασσαλώδη κύτταρα παρουσιάζουν τη μορφή δοκών ή πασσάλων κάθετα προσανατολισμένων στην επιφάνεια του φύλλου. Διατάσσονται σε μία ή περισσότερες επάλληλες στοιβάδες προς την πλευρά της προσαξονικής επιφάνειας.

Το σπογγώδες παρέγχυμα αποτελείται από έλοβα συνήθως, ακανόνιστα κύτταρα, με άφθονους μεσοκυττάριους χώρους. Η συγκρότησή του δίνει την εντύπωση σπόγγου. Τα ετερόπλευρα φύλλα είναι συνήθως και υποστοματικά (εκτός του στοματικού πόρου βλ παρακάτω) . Ο στοματικός πόρος σχηματίζει προς το εσωτερικό του φύλλου τον *υποστομάτιο θάλαμο* ο οποίος συνδέεται με το πλέγμα των μεσοκυττάρων χώρων.

Σε ορισμένα είδη δικότυλων φυτών, ιδιαίτερα σε ξηρόφυτα, το σπογγώδες παρέγχυμα περιορίζεται στο μέσο του ελάσματος ή απουσιάζει, ενώ το πασσαλώδες παρέγχυμα καταλαμβάνει και τις δύο πλευρές του ελάσματος. Τα φύλλα που διαθέτουν την ανατομία αυτή ονομάζονται *αμφίπλευρα* ή *ισοδιπλευρικά*.

Το μεσόφυλλο πολλών μονοκότυλων φυτών (π.χ. των περισσότερων αγρωστωδών) και γυμνοσπέρμων (π.χ. βελόνες κωνοφόρων) αποτελείται από έναν μόνο τύπο έλοβων φωτοσυνθετικών κυττάρων. Τα φύλλα αυτά χαρακτηρίζονται ως *ομοιογενή*.

Οι ηθμαγγειώδεις (αγωγοί) δεσμίδες διασχίζουν το μεσόφυλλο και γίνονται αντιληπτές με τη μορφή των νευρώσεων. Στο έλασμα καταφθάνουν οι τελικές απολήξεις του συστήματος μεταφοράς που ξεκινά από τη ρίζα και διασχίζει όλο το βλαστό και το μίσχο. Η μεταφορά νερού και θρεπτικών συστατικών επιτελείται μέσω των αγγείων του ξύλου τα οποία εντοπίζονται στην πλευρά της δεσμίδας που βρίσκεται προς την προσαξονική επιφάνεια του φύλλου, ενώ η εξαγωγή των φωτοσυνθετικών προϊόντων γίνεται μέσω των στοιχείων του ηθμού τα οποία εντοπίζονται στη πλευρά της δεσμίδας που βρίσκεται προς την αποσαξονική επιφάνεια. Οι ηθμαγγειώδεις δεσμίδες συνήθως προστατεύονται από *σκληροεγχυματικές ίνες* και περιβάλλονται από παρεγχυματικά κύτταρα του λεγόμενου *δεσμικού κολεού*.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Πραγματοποίηση εγκάρσιων τομών φύλλου ελιάς, σύμφωνα με τις υποδείξεις του διδάσκοντος.

Να χρωματίσετε τις τομές με διπλή χρώση και να παρατηρήσετε τα παρασκευάσματα σε σταγόνα γλυκερίνης.

Να σχεδιάσετε τις τομές και να σημειώσετε τα παρακάτω: Επιδερμίδα (προσαξονική, αποαξονική), εφυμενίδα (προσαξονική, αποαξονική), ιστοί μεσόφυλλου (δρυφρακτοειδές, σπογγώδες παρέγχυμα, ηθμαγγειώδεις δεσμίδες, σκληρείδες).

2. Πραγματοποίηση εγκάρσιων τομών φύλλου αγριάδας, σύμφωνα με τις υποδείξεις του διδάσκοντος.

Να χρωματίσετε τις τομές με διπλή χρώση και να παρατηρήσετε τα παρασκευάσματα σε σταγόνα γλυκερίνης.

Να σχεδιάσετε τις τομές και να σημειώσετε τα παρακάτω: Επιδερμίδα (προσαξονική, αποαξονική και κύτταρα συστροφής), εφυμενίδα (προσαξονική, αποαξονική), κύτταρα μεσόφυλλου, δεσμικός κολεός, ηθμαγγειώδεις δεσμίδες,

***Για την καλύτερη κατανόηση της θεωρίας της άσκησης προτείνεται η ανάγνωση μέρους του Κεφαλαίου 5 (σελ 241-252) του βιβλίου**

Ασκηση 6.

Η βλαστικότητα των σπερμάτων και οι μετρήσεις της.

Βλάστηση των σπερμάτων ονομάζουμε την ανάπτυξη των εμβρυακών ριζών που ακολουθείται από την ανάπτυξη ολόκληρου του εμβρύου σε νεαρό φυτό. Η βλάστηση λοιπόν γίνεται ορατή με την **επιμήκυνση του ριζιδίου του εμβρύου**. Η όλη διαδικασία όμως αρχίζει πολύ πιο νωρίς.

Τα σπέρματα των περισσότερων φυτών κατά την ωρίμανσή τους αφυδατώνονται. Έτσι, ενώ η υγρασία των σπερμάτων στο στάδιο του **γαλακτώματος** (όταν δηλαδή τα σπέρματα είναι μαλακά και δεν έχει σχηματιστεί πλήρως το ενδοσπέρμιο ή οι κοτυληδόνες του εμβρύου) είναι περίπου 80%, η υγρασία του ώριμου σπέρματος συνήθως δεν ξεπερνά το 15%. Πριν λοιπόν από τη βλάστηση των σπερμάτων προηγείται η **επανενυδάτωση** τους. Το στάδιο αυτό είναι καθαρά φυσικοχημικό και δεν εξαρτάται από τη βλαστικότητα των σπερμάτων. Τα σπέρματα δηλαδή σε αυτό το στάδιο απορροφούν νερό και «φουσκώνουν» ανεξάρτητα από το αν στη συνέχεια θα βλαστήσουν ή όχι.

Παράλληλα με την ενυδάτωση, αν το έμβρυο είναι ζωντανό, αρχίζει μια έντονη βιοσυνθετική δραστηριότητα. Παράγονται πρώτα τα ένζυμα που υδρολύουν τα θρεπτικά υποστρώματα και οι απαραίτητες ορμόνες που καθορίζουν σε ποιές περιοχές του εμβρύου θα αρχίσουν πρώτα οι κυτταροδιαιρέσεις. Ακολουθεί στη συνέχεια η διαδικασία των κυτταροδιαιρέσεων και η οικοδόμηση του φυτικού σώματος. Όπως είναι φυσικό, όλες οι διεργασίες που συνεπάγονται οι κυτταροδιαιρέσεις απαιτούν μεγάλα ποσά ενέργειας που προέρχονται από την αποδόμηση των αποθησαυριστικών ουσιών. Επί πλέον επειδή κατά την αποδόμηση αυτή η ενέργεια προέρχεται κυρίως από την μεταφορά ηλεκτρονίων στο οξυγόνο, η βλάστηση των σπερμάτων απαιτεί πολύ οξυγόνο.

Μετά την επιμήκυνση του ριζιδίου ακολουθεί η ανάδυση των φυταρίων από το έδαφος. Προυπόθεση για την ανάδυση των φυταρίων είναι το σπέρμα να έχει σπαρεί σε βάθος τέτοιο ώστε τα θρεπτικά του αποθέματα να επαρκούν για το χρόνο που απαιτείται για να αναδυθεί από το έδαφος. Πρακτικά, το βάθος αυτό είναι 2-2.5 φορές το μέγεθος του σπέρματος. Εκτός αυτού πρέπει η επιφάνεια του εδάφους να μην προβάλλει εμπόδια στην ανάδυση των νεαρών φυταρίων, γιαυτό χρησιμοποιούμε εδάφη με χαλαρή δομή και κρατούμε την επιφάνεια του εδάφους υγρή.

Οι τρόποι της ανάδυσης των φυτών από το έδαφος είναι δύο. Στον πρώτο, οι κοτυληδόνες παραμένουν στο έδαφος και για την ανάδυση επιμηκύνεται **το επικοτύλιο**, το τμήμα δηλαδή του εμβρυακού άξονα που βρίσκεται μεταξύ των κοτυληδόνων και του άκρου του βλαστιδίου. Το πρότυπο αυτό ακολουθεί το

μπιζέλι. Στο δεύτερο, επιμηκύνεται **το υποκοτύλιο**, η περιοχή δηλαδή του εμβρυακού άξονα μεταξύ των κοτυληδόνων και του ριζιδίου. Σε αυτό τον τρόπο ανάδυσης των φυταρίων οι κοτύλες αναδύονται και αυτές από το έδαφος μαζί με το άκρο του βλαστιδίου. Το πρότυπο αυτό ακολουθεί το φασόλι.

Στα μονοκοτυλήδονα φυτά επιμηκύνεται πρώτα το κολεόριζο, η θήκη δηλαδή μέσα στην οποία μεγαλώνει στην αρχή το εμβρυακό ριζίδιο. Στη συνέχεια το κολεόριζο διαρηγνύεται και ελευθερώνεται το ριζίδιο που λειτουργεί ως κανονική ρίζα τις πρώτες εβδομάδες της ζωής των μονοκοτυληδόνων. Με την πάροδο του χρόνου η εμβρυακή ρίζα στα φυτά αυτά καταστρέφεται και δημιουργούνται από τη βάση των βλαστών **βλαστογενείς ρίζες** που αναλαμβάνουν τη στήριξη των φυτών και την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων. Μετά την αύξηση του ριζιδίου αυξάνεται το κολεόπτιλο (η θήκη δηλαδή του πρώτου φύλλου) και το πρώτο φύλλο αναδύεται από το έδαφος ενώ το σπέρμα παραμένει στο έδαφος.

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 σπορείων 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.

1. Η φυσιολογική κατάσταση του σπερμάτων.

Τα σπέρματα που προορίζονται για τη σπορά θα πρέπει να έχουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυταρίων. Επίσης τα αποθέματα τους σε αποθησαυριστικές ουσίες (άμυλο στις κοτυληδόνες και το

ενδοσπέρμιο, λίπη και έλαια στον εμβρυακό άξονα και το ενδοσπέρμιο, πρωτείνες στις κοτυληδόνες, τον εμβρυακό άξονα και το ενδοσπέρμιο) θα πρέπει να είναι επαρκή ώστε να υποστηρίξουν την ανάπτυξη των φυταρίων μέχρι την ανάδυσή τους από το έδαφος. Μετά από αυτό την παραγωγή των οργανικών ουσιών αναλαμβάνουν τα εμβρυακά φύλλα δηλαδή οι κοτυληδόνες.

Είναι χαρακτηριστικό ότι τα νεαρά φυτά αναπτύσσονται καλύτερα σε πτωχότερα θρεπτικά διαλύματα από ότι τα ωριμότερα φυτά. Πιο συγκεκριμένα, απαιτούν συγκεντρώσεις λιπασμάτων που είναι το ¼ των συγκεντρώσεων που απαιτούνται για τα ώριμα φυτά. Αυτό σημαίνει ότι εκτός από τις οργανικές ουσίες τα αποθέματα των σπερμάτων σε ανόργανα θρεπτικά στοιχεία είναι αρκετά για να καλύψουν τα ¾ των αναγκών των φυταρίων για τις δύο τουλάχιστον πρώτες εβδομάδες της ζωής τους.

2. Ο χρόνος και οι συνθήκες αποθήκευσης του σπόρου.

Ο χρόνος αποθήκευσης του σπόρου ακόμη και αν οι συνθήκες αποθήκευσής του είναι «κανονικές» είναι περιορισμένος. Για την επίδραση του χρόνου και των συνθηκών αποθήκευσης του σπόρου στη βλαστικότητα τους παρατίθεται ο παρακάτω ενδεικτικός πίνακας. Σε αυτόν εκτός από το χρόνο αναφέρονται και οι συνθήκες αποθήκευσης, όπου έχουν καταγραφεί, καθώς και η βλαστικότητα των σπερμάτων κατά και μετά την αποθήκευση.

Είδος	Υγρασία του σπέρματος κατά την αποθήκευση	Αποθήκευση			Βλαστικότητα	
		Σχετική υγρασία χώρου αποθήκευσης	Χρόνος (έτη)	Θερμοκρασία °C	Κατά την αποθήκευση	Μετά την Αποθήκευση
Χρυσάνθεμο	Δεν δίνεται	Περιβάλλοντος	8	18	48	4
Γεράνι	9.1	77-87	4	5-15	99	90
Γεράνι	9.1	60-70	4	0	99	99
Γλαδίολος	Δεν δίνεται	Δεν δίνεται	5	5	82	0
Γλαδίολος	Δεν δίνεται	Δεν δίνεται	10	-4	82	4
Λίλιουμ	9,9	Δεν δίνεται	15	-5	86	74
Λίλιουμ	9,9	Δεν δίνεται	15	5	86	8
Πετούνια	Δεν δίνεται	35-40	16	5	68	74
Σκυλάκι	Δεν δίνεται	35-40	16	5	90	40
Ηλιάνθος	Δεν δίνεται	35-40	16	5	90	90

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα στα περισσότερα φυτά υπάρχει μείωση της βλαστικότητας των σπερμάτων με το χρόνο αποθήκευσης. Αυτό είναι δυνατόν να ερμηνευθεί ότι προέρχεται είτε από την εξάντληση των

αποθησαυριστικών ουσιών των σπερμάτων είτε από ζημιές στα ενζυμικά συστήματα του εμβρύου.

3. Η αρτιότητα και η φυσιολογική ωρίμανση του εμβρύου.

Η αρτιότητα του εμβρύου ως παράγοντας μείωσης της βλαστικότητας των σπερμάτων είναι παραπάνω από προφανής. Ένα κομμένο ή ατελές έμβρυο δεν είναι δυνατόν να εξελιχθεί σε κανονικό φυτό. Ο παράγοντας αρτιότητα του εμβρύου εξαρτάται από τον τρόπο της συλλογής του σπόρου ή το μηχάνημα συλλογής του σπόρου και από τη θέση του σπέρματος πάνω στην ταξικαρπία εφόσον υπάρχει.

Λήθαργος σπερμάτων.

Λήθαργο λέμε την κατάσταση των σπερμάτων κατά την οποία αν και βρίσκονται στις κατάλληλες συνθήκες δεν βλαστάνουν. Επιγραμματικά, ο λήθαργος των σπερμάτων μπορεί να οφείλεται:

- 1. Στην αδιαπερατότητα των περιβλημάτων του** στο νερό (λ.χ. βαμβάκι). Σε τέτοιες περιπτώσεις προηγείται της σποράς η χημική κατεργασία των σπερμάτων για τη διαλυτοποίηση των περιβλημάτων τους για να επιτραπεί η είσοδος του νερού (λιντάρισμα βαμβακόσπορου) ή αποκοπή (τσίμπημα) τμήματος του ενδοκαρπίου που είναι το ξυλώδες μέρος του καρπού (πυρηνόκαρπα, ελιά).
- 2. Σε ατελές έμβρυο.** Ορισμένα σπέρματα ωριμάζουν φυσιολογικά ενώ το έμβρυο είναι ακόμη ατελές και η ανάπτυξή του γίνεται μετά τη φυσιολογική ανάπτυξη του σπέρματος (ορχεοειδή).
- 3. Στην ύπαρξη παρεμποδιστών.** Μετά την ωρίμανση των σπερμάτων συσσωρεύεται στο έμβρυο μια ορμόνη, το αφισικό οξύ που παρεμποδίζει κάθε αύξηση. Ο λήθαργος αυτού του τύπου αίρεται συνήθως με χειρισμό των σπερμάτων με χαμηλές θερμοκρασίες (**εαρινοποίηση**). Κατά την εαρινοποίηση αδρανοποιείται το αφισικό οξύ επειδή σχηματίζονται αδρανή παράγωγά του και αυξάνεται η συγκέντρωση μιας άλλης κατηγορίας ορμονών, των γιβερελινών, που βοηθούν τη βλάστηση των σπερμάτων.

Σήμερα θα μετρήσουμε τη βλαστικότητα των σπερμάτων μαρουλιού και θα εξετάσουμε τη ζωτικότητα εμβρύων αραβοσίτου.

Η διαδικασία της σποράς και της μέτρησης της βλαστικότητας των σπερμάτων του μαρουλιού είναι η εξής:

1. Πλένουμε τα τριβλία με απορρυπαντικό και τα ξεπλένουμε με νερό βρύσης.
2. Πλένουμε τα τριβλία με λευκό οινόπνευμα και τα ξεπλένουμε καλά με νερό βρύσης. (Αυτό το κάνουμε για να αποφύγουμε όσο είναι δυνατόν τις μολύνσεις από μικροοργανισμούς που επηρεάζουν την βλάστηση των σπερμάτων).
3. Κόβουμε τρία φύλλα χαρτιού κουζίνας στο σχήμα της βάσης του τριβλίου.
4. Το ένα το τοποθετούμε στο καπάκι του τριβλίου και το διαβρέχουμε. Απομακρύνουμε την περίσσεια του νερού.
5. Τοποθετούμε στη βάση του τριβλίου τους άλλους δύο δίσκους του χαρτιού και τους διαβρέχουμε.
6. Κόβουμε ένα μικρό κομμάτι βαμβάκι και το ξεπλένουμε καλά , το ενυδατώνουμε έτσι ώστε να στάζει λίγο και το τοποθετούμε στην περιφέρεια του τριβλίου.
7. Διασπείρουμε ικανό αριθμό σπερμάτων μαρουλιού (περισσότερους από 80) στη βάση του τριβλίου.
8. Βάζουμε το καπάκι του τριβλίου και το μεταφέρουμε σε σημείο του δωματίου με τις λιγώτερες μεταβολές στη θερμοκρασία.
9. Μετράμε πόσα σπέρματα βλάστησαν και συμπληρώνουμε τον παρακάτω πίνακα.

Χρόνος από τη σπορά (ημέρες)	Αριθμός σπερμάτων για βλάστηση	Αριθμός σπερμάτων που βλάστησαν	Βλαστικότητα
1			
2			
3			
4			
5			

10. Σχεδιάζουμε το σχετικό διάγραμμα που δείχνει το συνολικό ποσοστό των σπερμάτων που βλάστησαν.
11. Βρίσκουμε τα ποσοστά των σπερμάτων που βλάστησαν την πρώτη, δεύτερη κλπ ημέρες και σχεδιάζουμε το αντίστοιχο διάγραμμα.
12. Ο έλεγχος της ζωτικότητας των σπερμάτων.
13. Ο έλεγχος της ζωτικότητας του σπέρματος μας δείχνει αν το σπέρμα είναι ζωντανό ή όχι. Είναι ένας έμμεσος τρόπος ελέγχου της βλαστικότητας αλλά δεν τον υποκαθιστά. Τα πλεονέκτηματά του είναι ότι γίνεται σε λιγώτερο χρόνο και ότι

δεν χρειάζονται τόσα πολλά σπέρματα όσο στον έλεγχο της βλαστικότητας. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με άλατα του τετραζολίου. Οι φυτικοί ιστοί εφόσον είναι ζωντανοί αναπνέουν. Τα ηλεκτρόνια και τα πρωτόνια που προέρχονται από τη διάσπαση των αναπνευστικών υποστρωμάτων κανονικά μεταφέρονται στο οξυγόνο και παράγουν νερό. Το τετραζόλιο δρά σαν ενδιάμεσος αποδέκτης των ηλεκτρονίων και από άχρωμο (οξειδωμένη μορφή) μετατρέπεται σε κόκκινο (αναγμένη μορφή).

14. Η διαδικασία του ελέγχου της ζωτικότητας είναι η εξής:
15. Ενυδατώνουμε καρπούς αραβοσίτου για 12 ώρες περίπου στο σκοτάδι.
16. Με ένα ξυραφάκι κόβουμε κάθε καρπό στη μέση και το τοποθετούμε πάνω σε διηθητικό χαρτί σε ένα τριβλίο.
17. Υγραίνουμε το χαρτί με 0.1% χλωριούχου τετραζολίου.
18. Αφήνουμε στο σκοτάδι τα τριβλία για 15-30 λεπτά.
19. Εξετάζουμε το χρώμα των καρπών. Οι καρποί είναι ζωντανοί αν συμβαίνει οτιδήποτε από τα παρακάτω:
20. Α. Το έμβρυο είναι εξολοκλήρου κόκκινο.
21. Β. Το έμβρυο είναι κατά μεγάλο μέρος κόκκινο.
22. Γ. Το ενδοσπέρμιο είναι κόκκινο.
23. Νεκροί καρποί θεωρούνται αυτοί με ρόζ έμβρυο ή λευκό.

***Για την καλύτερη κατανόηση της θεωρίας της άσκησης προτείνεται η ανάγνωση του Κεφαλαίου 8 (σελ 346-357) του βιβλίου**

Ασκηση 7

Μιτωτική διαίρεση.

Ο πυρήνας είναι το οργανίδιο του κυττάρου μέσα στο οποίο εδράζονται οι μηχανισμοί της κληρονομικότητας.

Εξωτερικά ο πυρήνας περιβάλλεται από τον **πυρηνικό φάκελλο** (που δεν είναι βέβαια ορατός με το οπτικό μικροσκόπιο.) που τον ξεχωρίζει από το κυτόπλασμα. Μέσα στον πυρήνα διακρίνονται 1-3 διαθλαστικά σωματίδια που λέγονται **πυρηνίσκοι** και μια πυρηνική ουσία που λέγεται **χρωματίνη** επειδή δεσμεύει διάφορες χρωστικές όπως καρμίνη, αιματοξυλίνη κ.α.

Κυτταρική διαίρεση είναι η διαδικασία με την οποία παράγονται είτε δύο κύτταρα μετά από την μίτωση (σωματικά κύτταρα) είτε τέσσερα κύτταρα μετά από μείωση (τετρασπόρια). Η μίτωση πραγματοποιείται στα μεριστώματα (οφθαλμούς, ακρορρίζιο, κάμβιο κλπ) ενώ η μείωση στα αναπαραγωγικά όργανα των φυτών.

Μιτωτική πυρηνοτομία ή απλά **μίτωση** είναι τυπική διαδικασία πυρηνικής διαίρεσης που γίνεται με το σχηματισμό των χρωμοσωμάτων και της πυρηνικής ατράκτου, καταλήγει στο σχηματισμό δύο πυρήνων με τον ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων και, συνήθως ακολουθείται από κυτταροδιαίρεση.

Κυτταρικός κύκλος λέγεται ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών κυτταρικών διαιρέσεων. Η μίτωση είναι μικρό μόνο μέρος του κυτταρικού κύκλου. Ενδεικτικά για κυτταρικό κύκλο 14 ωρών η μίτωση είναι μόνο 1.2 ώρες. Η μίτωση λοιπόν είναι το ενδιάμεσο στάδιο μεταξύ της μεσόφασης και της **κυτοκίνησης** (διαίρεσης του κυττάρου). Η μίτωση είναι συνεχής διαδικασία. Η περιγραφή διάκριτων σταδίων μας βοηθά να περιγράψουμε το φαινόμενο. Τη μίτωση τη χωρίζουμε σε τέσσερις φάσεις, την πρόφαση, τη μετάφαση, την ανάφαση και την τελόφαση.

Στα μεριστωματικά κύτταρα ο πυρήνας βρίσκεται είτε στην κατάσταση της **μεσόφασης** είτε **διαιρείται**.

Στον πυρήνα που βρίσκεται στη μεσόφαση, η χρωματίνη εμφανίζεται με τη μορφή αλληλοσυμπλεκόμενων ινιδίων τα οποία έχουν κατά τόπους μεγαλύτερη συγκέντρωση και εμφανίζονται με μορφή μικρών κόκκων.

Η μεσόφαση διαιρείται σε τρεις επιμέρους φάσεις, την G_1 , την S και την G_2 . Στη διάρκεια της G_1 γίνεται αύξηση του κυττάρου και έντονη βιοσύνθεση. Στη διάρκεια της S φάσης γίνεται η σύνθεση του DNA. Μετά το τέλος αυτής της φάσης κάθε χρωμόσωμα αποτελείται από δύο αδελφές χρωματίδες. Στη φάση G_2 συνεχίζεται η αύξηση και γίνεται η προετοιμασία του κυττάρου για τη μίτωση.

Στην **πρόφαση**. Τα ινίδια του δικτύου της χρωματίνης αποσυμπλέκονται και μέσω του σχηματισμού συμπαγούς έλικα διαμορφώνονται σε ευκρινή βραχέα σωματίδια, **τα χρωμοσώματα**. Κάθε χρωμόσωμα στο τέλος της πρόφασης

φαίνεται ότι αποτελείται από δύο παράλληλα ελικοειδώς περιεστραμένα νημάτια που λέγονται **χρωμονημάτια**. Αρχίζει να αποργανώνεται ο πυρηνικός φάκελλος και ο πυρηνίσκος.

Στην **μετάφαση**. Συμπληρώνεται η αποργάνωση του πυρηνίσκου και του πυρηνικού φακέλλου. Τα χρωμοσώματα εξακολουθούν να συμπυκνώνονται και τα συμπυκνωμένα χρωμονημάτια γίνονται ορατά με το μικροσκόπιο ως **χρωματίδες**. Τα χρωμοσώματα συγκεντρώνονται στο κέντρο του κυττάρου και τοποθετούνται με τους άξονές τους παράλληλα προς το επίπεδο αυτό, το οποίο ονομάζεται **ισημερινή πλάκα**. Συγχρόνως διαμορφώνεται ένα ατρακτοειδές σύστημα ινιδίων με δύο πόλους στα άκρα του κυττάρου το οποίο λέγεται **πυρηνική άτρακτος**. Ορισμένα ινίδια αρχίζουν από τον ένα πόλο και καταλήγουν στον άλλο. Αλλα όμως, που λέγονται και **χρωμοσωμικά ινίδια**, αρχίζουν από κάθε πόλο και προσάπτονται σε ένα ορισμένο μέρος των χρωμοσωμάτων, που λέγεται **κεντρομερές**.

Στην **ανάφαση** συστέλλονται τα χρωμοσωμικά ινίδια της ατράκτου, χωρίζονται οι δύο χρωματίδες και μετακινούνται κάθε μία προς κάθε ένα πόλο του κυττάρου.

Στην **τελόφαση**, με διεργασίες αντίστροφες εκείνων της πρόφασης, δηλαδή με χαλάρωση των ελικώσεων των χρωμονηματίων και επανασχηματισμό του δικτύου της χρωματίνης, σχηματίζονται δύο θυγατρικοί πυρήνες που περιέχουν χρωμοσώματα ίδια σε αριθμό, σε σχήμα, σε μέγεθος και σε υφή με τα αρχικά. Συγχρόνως επανα-οργανώνεται ο πυρηνικός φάκελος και ο πυρηνίσκος.

Η κυτοκίνηση που ακολουθεί αρχίζει με τη δημιουργία του **φραγμοπλάστη**, μιας περιοχής στην οποία δημιουργείται το πρώτο μεσοτοίχιο. Κατόπιν αυτού δημιουργείται και το νέο κυτταρικό τοίχωμα που αφορίζει τα νέα κύτταρα.

Μέχρι να γίνει η επόμενη διαίρεση ο πυρήνας θα βρίσκεται στην κατάσταση της μεσόφασης.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

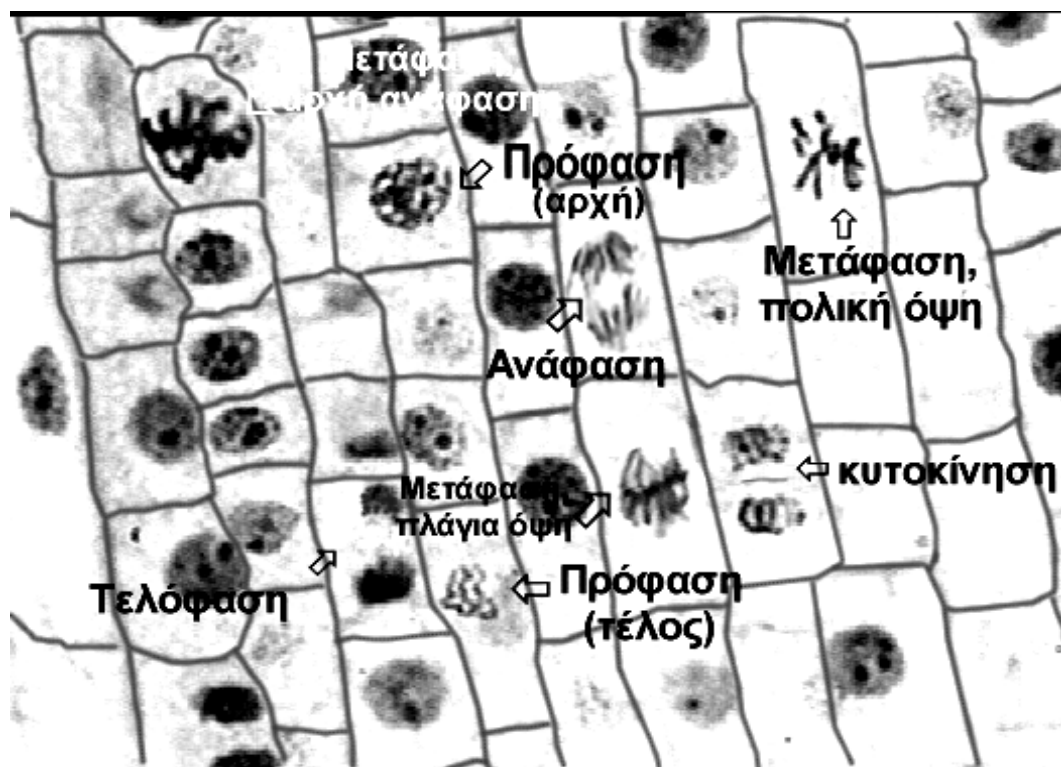
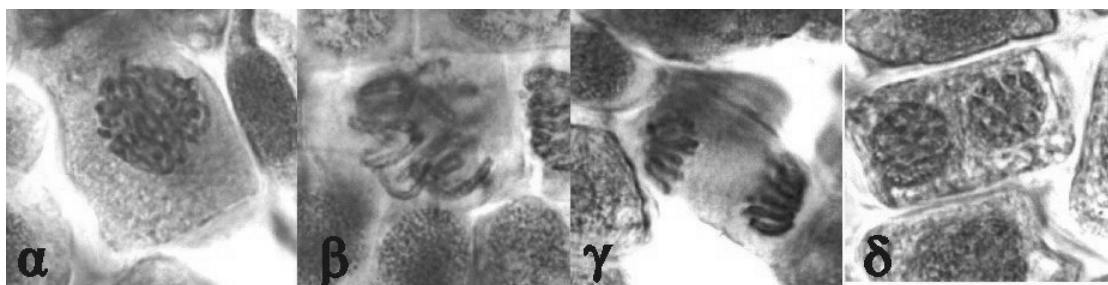
Παρατήρηση της μεσόφασης και των φάσεων της μιτωτικής διαίρεσης των πυρήνων στα μεριστωματικά κύτταρα του ακρορριζίου του φυτού *Allium cepa* (οικ. Liliaceae), κοινώς Κρεμμύδι.

Τοποθετήστε μικρή ποσότητα οξεικής καρμίνης (ακετοκαρμίνης) σε μία ύαλο ωρολογίου και εμβαπίστε δύο ακρορρίζια κρεμμυδιού μήκους περίπου 0,5cm. Θερμάνετε με παλινδρομικές κινήσεις την ύαλο επάνω από φλόγα επί 1-2 λεπτά και συμπληρώνοντας με οξεική καρμίνη για να αποφύγετε την ξήρανση των ριζιδίων.

Τοποθετήστε 2 σταγόνες οξεικής καρμίνης σε αντικειμενοφόρο μεταφέρετε εκεί το ένα ακρορρίζιο και πιέστε **ισχυρά** ώστε να διασκορπιστούν τα κύτταρα του ακρορρίζιου.

Παρατηρήστε :α) στην μικρή μεγέθυνση και μετά β) με τη μεγάλη μεγέθυνση και σχεδιάστε:

1. Πυρήνες (και κύτταρα) στη μεσόφαση.
2. Πυρήνες (και κύτταρα) σε όλες τις φάσεις της μιτωτικής διαίρεσης.α - πρόφαση, β - μετάφαση, γ - ανάφαση, δ - τελόφαση.



*Για την καλύτερη κατανόηση της θεωρίας της άσκησης προτείνεται η ανάγνωση του Κεφαλαίου 2.6. και 2.7. (σελ 126-140) του βιβλίου.