



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

# Δομή και Λειτουργία Φυτικών Οργανισμών (ΒΙΟΛ-152)

## 4<sup>η</sup> Ενότητα

Κατηγορίες διαφοροποιημένων φυτικών  
κυττάρων

**Κοτσαμπάσης Κυριάκος**  
Καθηγητής

Τμήμα Βιολογίας

## Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Κρήτης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



## Σημείωμα αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση, Όχι Παράγωγο Έργο 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

- Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:
  - που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
  - που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
  - που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο
- Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ενότητα 4

# **ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΜΕΝΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ**

## Διαφοροποιημένο Φυτικό Κύτταρο

Στα τυπικά χαρακτηριστικά ενός διαφοροποιημένου φυτικού κυττάρου περιλαμβάνονται τα **νεκρά έγκλειστα** : **Χυμοτόπιο, αμυλόκοκκοι/πρωτεϊνόκοκκοι, Κρύσταλλοι.**

Τα **χυμοτόπια** αποτελούν τυπικό χαρακτηριστικό των διαφοροποιημένων φυτικών κυττάρων. Στα πρώτα στάδια της οντογένεσης του κυττάρου διακρίνονται πολυάριθμα μικρά χυμοτόπια, που καταλαμβάνουν μικρό ποσοστό του συνολικού όγκου του κυττάρου. Κατά την αύξηση του κυττάρου, τα χυμοτόπια διογκώνονται και συνενώνονται καταλήγοντας σε ολιγάριθμους σχηματισμούς ή ακόμα και σε ένα μοναδικό χυμοτόπιο, που καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος του κυττάρου.



Το περιεχόμενο των χυμοτοπίων αποτελείται συνήθως από πλήθος ανόργανων και οργανικών ουσιών ( $O_2$  και  $CO_2$ , νιτρικά, φωσφορικά, θειικά, χλωριούχα άλατα του Na, Ca, K, Fe και Mg, οργανικά οξέα και άλατα, μονοσακχαρίτες, δισακχαρίτες, πολυσακχαρίτες) και σε εξειδικευμένες περιπτώσεις από αποταμιευτικές ουσίες όπως οι ταννίνες, οι ανθοκυάνες, τα αλκαλοειδή, τα αιθέρια έλαια κ.ά. Ο **τονοπλάστης**, η μεμβράνη δηλαδή του χυμοτοπίου, είναι πλούσιος σε λιποειδή γεγονός που του προσδίδει μεγάλη ανθεκτικότητα.

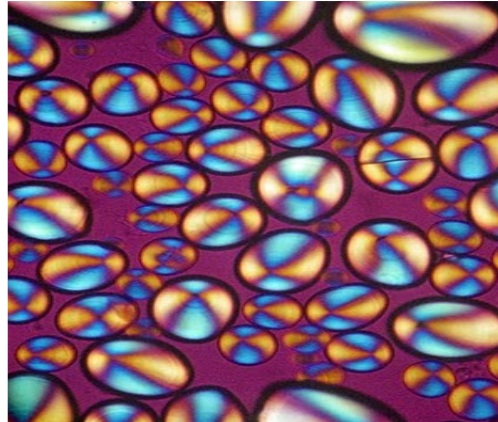
## Αμυλόκοκκοι και πρωτεϊνόκοκκοι

Οι **αμυλόκοκκοι** συναντώνται τόσο στους χλωροπλάστες (πολυάριθμοι και μικροί αμυλόκοκκοι που συνιστούν αφομοιωτικό υλικό) όσο και στους λευκοπλάστες (λίγοι και ογκώδεις ως αποθήκες αμύλου) των φυτικών κυττάρων. Ο αριθμός των αμυλοκόκκων σε έναν λευκοπλάστη ποικίλει ανάμεσα στα διαφορετικά φυτικά είδη και στους διαφορετικούς ιστούς, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις συναντώνται έως και 40 αμυλόκοκκοι στον ίδιο πλάστη. Για παράδειγμα, στους γυρεόκοκκους του *Zea mays* (καλαμπόκι) σχηματίζεται ένας μοναδικός αμυλόκοκκος, ενώ στα κύτταρα της καλύπτρας (στην εξωτερική επιφάνεια της ρίζας) του ίδιου φυτού υπάρχουν αρκετοί.

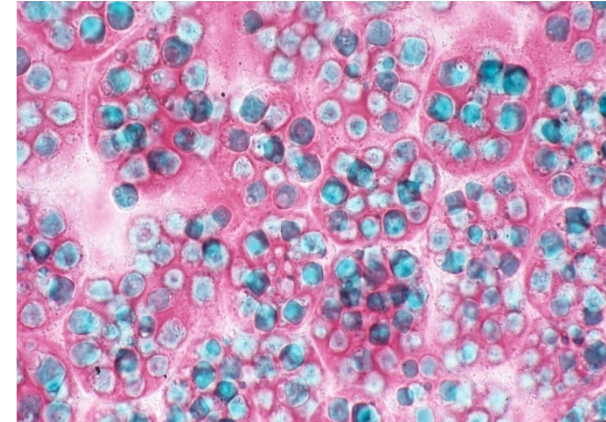
Αν και οι αμυλόκοκκοι σχηματίζονται συνήθως στα αποταμιευτικά όργανα του φυτού (κόνδυλοι, σπέρματα κ.ά.), είναι πιθανό να παρατηρηθούν και σε άλλους ιστούς (ενδοδερμίδα, καλύπτρα ρίζας).

**Πρωτεϊνόκοκκοι:** Οι πρωτεϊνόκοκκοι είναι έγκλειστα στο περιφερειακό στρώμα του ενδοσπερμίου που προκύπτουν από τη συσσωμάτωση πρωτεϊνών (π.χ. αλβουμίνες).

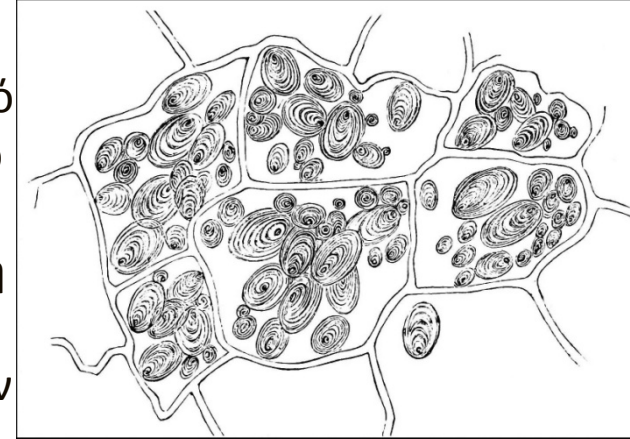
Αμυλόκοκκοι



Πρωτεϊνόκοκκοι



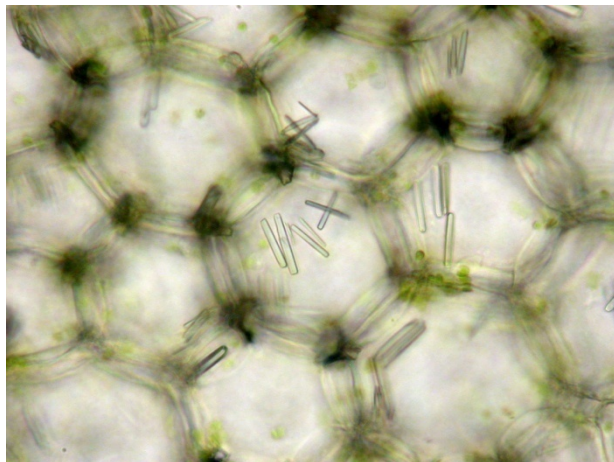
Οι αμυλόκοκκοι αποτελούν τα πιο σημαντικά έγκλειστα του φυτικού κυττάρου. Οι χλωροπλάστες αποθηκεύουν αφομοιωτικό άμυλο, ενώ οι λευκοπλάστες συσσωρεύουν αποταμιευτικό άμυλο με αποτέλεσμα τη δημιουργία αμυλοπλαστών όπου αποθηκεύονται αμυλόκοκκοι. Οι αμυλόκοκκοι έχουν στρωματική διάταξη αμύλου με συγκεντρικούς κύκλους αποθέσεως από εναλλαγή ημέρας –νύχτας. Οι αμυλόκοκκοι υδρολύονται από την α- και β-αμυλάση.



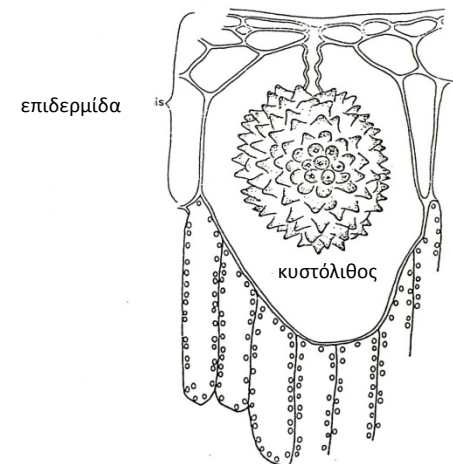
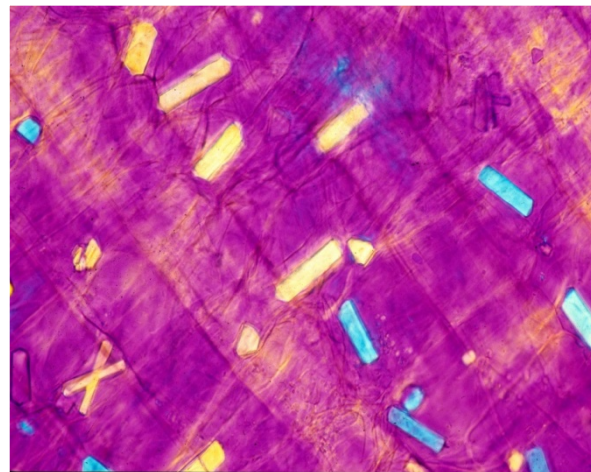
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/19/PSM\\_V21\\_D306\\_Potato\\_cells\\_containing\\_starch\\_grains.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/19/PSM_V21_D306_Potato_cells_containing_starch_grains.jpg)

## Κρύσταλλοι

Οι κρύσταλλοι προκύπτουν ως παραπροϊόντα εναλλαγής της ύλης από την αμοιβαία αντίδραση ουσιών π.χ.: οξαλικό οξύ +  $\text{Ca}^{2+}$  → οξαλικό ασβέστιο. Οι κρύσταλλοι μπορεί να έχουν τις παρακάτω μορφές: Μονήρης, συσσωματώματα, άμμος, ραφίδες, οκτάεδροι ή πρισματικοί. Οι **κυστόλιθοι** είναι προεξοχές του κυτταρικού τοιχώματος εμποτισμένες με  $\text{CaCO}_3$ . Άλλοι κρύσταλλοι περιέχουν  $\text{SiO}_2$  και  $\text{CaSO}_4$



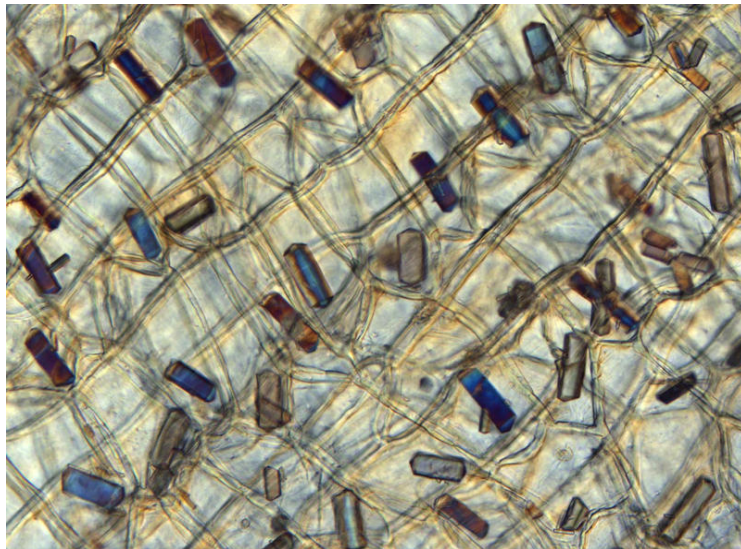
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Raphide.jpg>



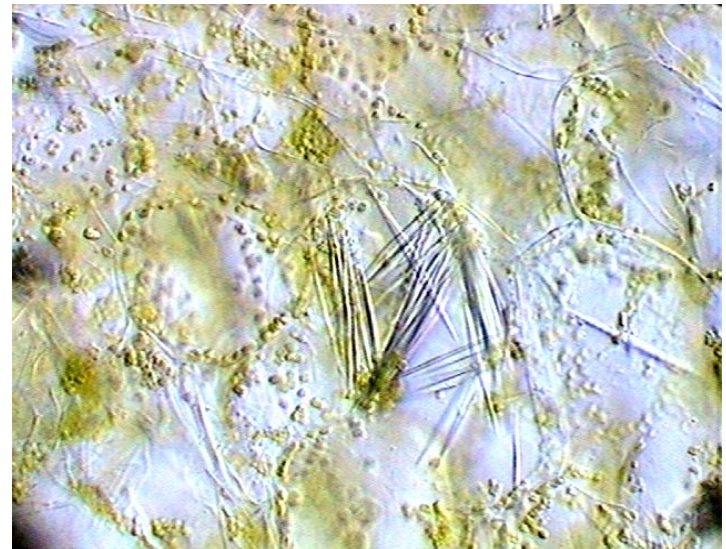
Οι κρύσταλλοι συναντώνται σε διαφορετικά φυτικά είδη, είτε σε οποιοδήποτε κύτταρο, είτε σε κύτταρα ορισμένων ιστών ή σε εξειδικευμένα μόνο κύτταρα με μορφολογία διαφορετική από αυτή των κυττάρων του ιστού που τα περιβάλλει. Η πλειονότητα των κρυστάλλων προκύπτουν από την ένωση ασβεστίου και οξαλικού οξέος (ενδιάμεσο προϊόν της κυτταρικής αναπνοής). Ο σχηματισμός του αδιάλυτου οξαλικού ασβεστίου εξουδετερώνει την τοξική δράση αυξημένων συγκεντρώσεων οξαλικού οξέος στο κυτταρόπλασμα.

Οι οξαλικοί κρύσταλλοι εμφανίζονται ως μονήρεις, ως συσσωματώματα ή ως κρυσταλλική άμμος. Χαρακτηριστικές μορφές αποτελούν τα οκτάεδρα (*Begonia*), οι πρισματικοί τύποι, απλοί ή σύνθετοι (επιδερμικά κύτταρα *Allium*) και οι σχηματισμοί των παράλληλα (ραφίδες) ή ακτινωτά (σφαιρίτες) διευθετημένων βελονοειδών κρυστάλλων.

Μία άλλη κατηγορία κρυστάλλων, που συναντώνται τόσο σε επιδερμικά κύτταρα όσο και στον ενδοκυτταρικό χώρο, είναι οι κρύσταλλοι  $\text{SiO}_2$ , ενώ σπανιότερα απαντώνται και κρύσταλλοι  $\text{CaSO}_4$ .



<https://www.prirodovedci.cz/fotogalerie/20>

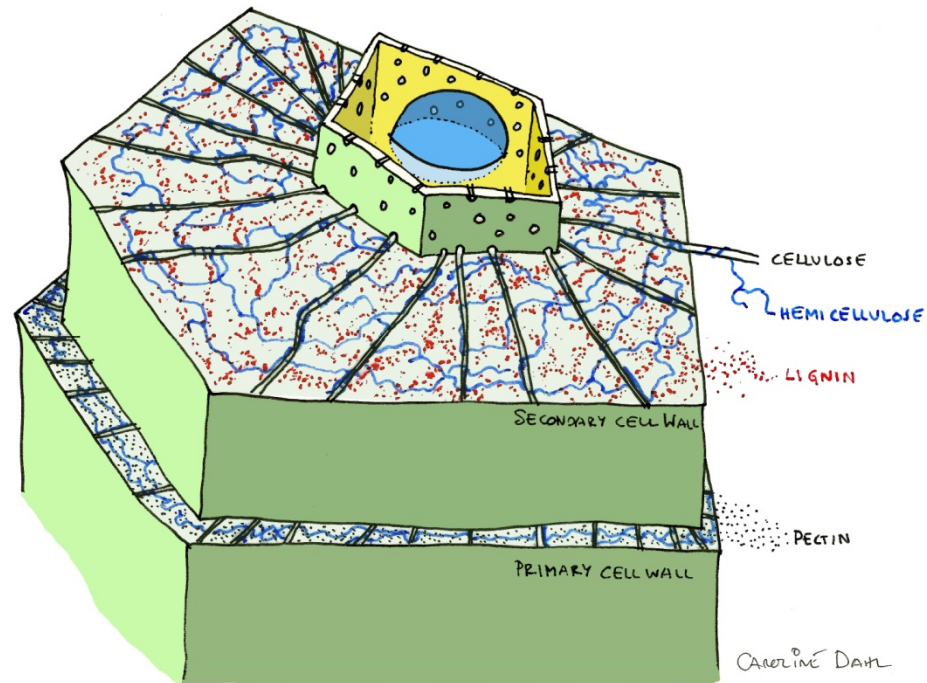
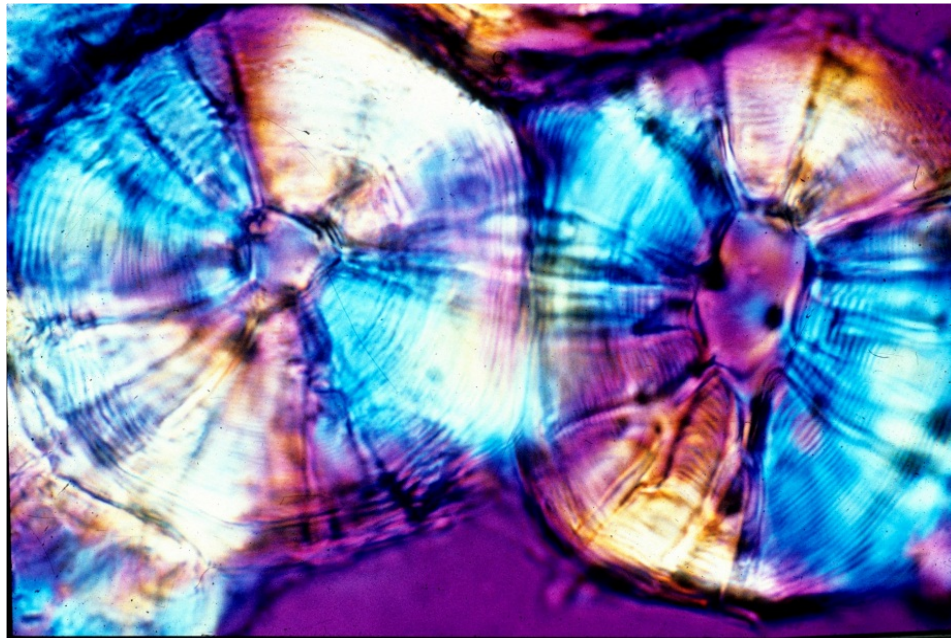


<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/imgaug04/wd/018-Aptenia.jpg>

## Δευτερογενές κυτταρικό τοίχωμα

Οι διαφορές του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος με το πρωτογενές είναι η **πάχυνση** του κυτταρικού τοιχώματος, η **μεγάλη περιεκτικότητα του σε κυτταρίνη** και η **κανονικότερη διάταξη μικροϊνιδίων κυτταρίνης** και η **εξαλλοίωση** του κυτταρικού τοιχώματος με απόθεση κυρίως λιγνίνης, φελλίνης ή υμενίνης. Τυπική περίπτωση είναι οι τραχεΐδες του αγωγού ιστού και τα σκληρηνυματικά κύτταρα. Η υφή των δευτερογενών στρωμάτων μπορεί να είναι **ινώδης, δακτυλιοειδής ή κοχλιώδης**.

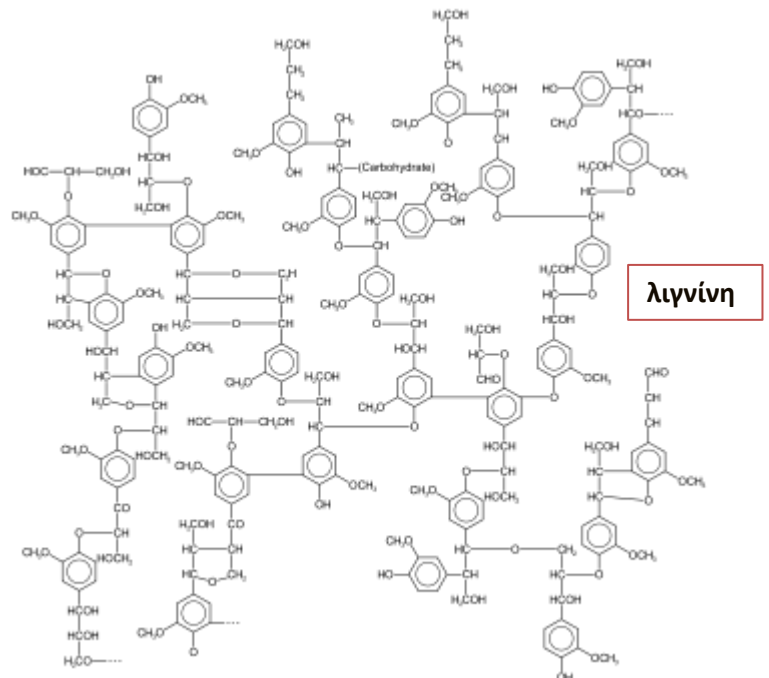
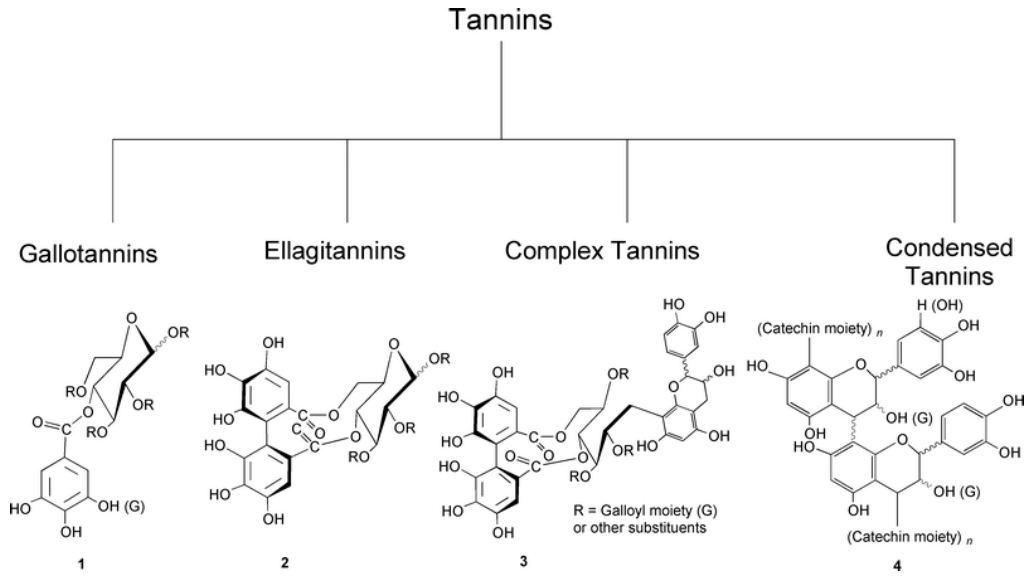
Το άτυπο «δευτερογενές» κυτταρικό τοίχωμα του κολλεγχύματος δημιουργείται όταν στα πρωτογενή παχιά τοιχώματα προστίθενται εναλλάξ μικροϊνίδια κυτταρίνης και πηκτινικού υλικού.



# Εξαλλοίωση Κυτταρικού Τοιχώματος

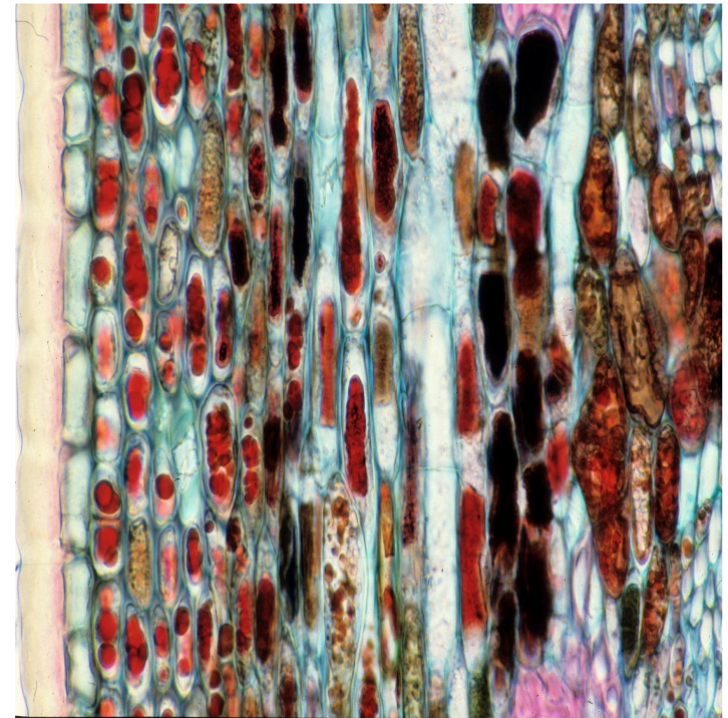
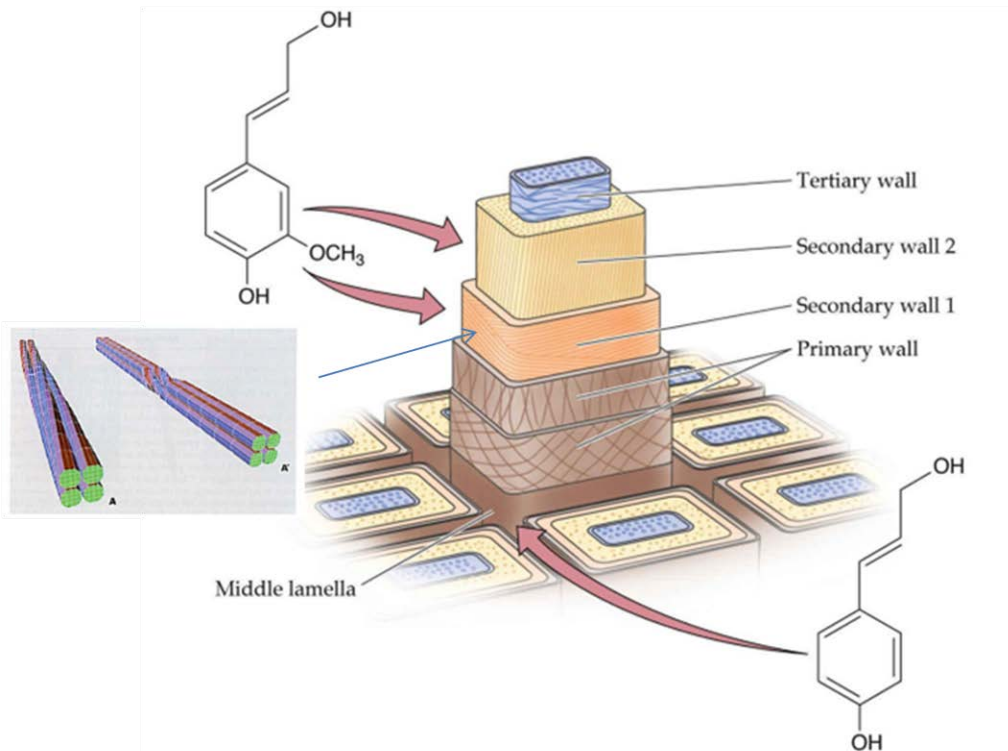
Η εξαλλοίωση του κυτταρικού τοιχώματος εξαρτάται από τη χημική σύσταση της ουσία που αποτίθεται στο κυτταρικό τοίχωμα.

- Η απόθεση **λιγνίνης** δημιουργεί αποξυλωμένο κυτταρικό τοίχωμα (τραχεόφυτα).
- Η εναπόθεση **φελλίνης** δημιουργεί αποφελλωμένο κυτταρικό τοίχωμα
- Η απόθεση **υμενίνης** δημιουργεί αφυμενιωμένο κυτταρικό τοίχωμα.
- Η φελλίνη και η υμενίνη παράγονται στο κυτόπλασμα και μεταφέρονται από τα Golgi στο κυτταρικό τοίχωμα. Στην εξωτερική πλευρά του κυτταρικού τοιχώματος εναποτίθενται και **φαινολικές ενώσεις** εναποτίθενται στους μεσομικροϊνδιακούς χώρους, όπου προσδίδουν στερεότητα και δρουν ως αναστολείς ενζύμων ρυθμίζοντας έτσι την αύξηση του κυττάρου.





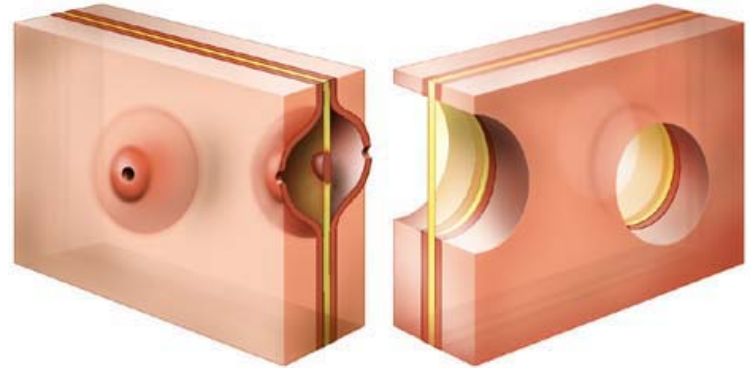
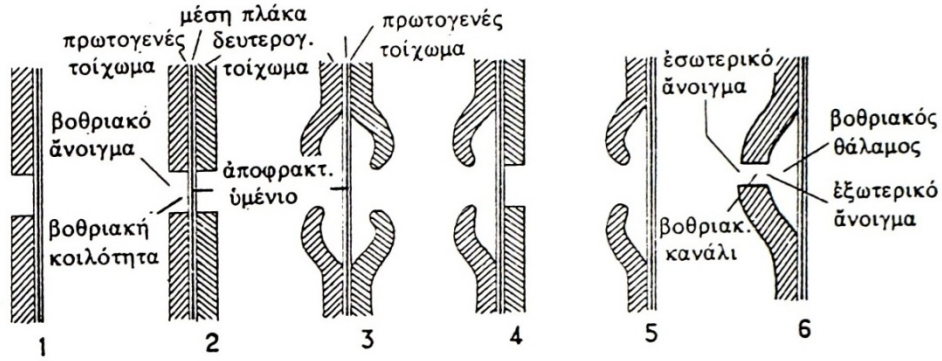
- Εναπόθεση κηρών στο κυτταρικό τοίχωμα
- Απόθεση τανινών. Οι τανίνες είναι ετερογενές άθροισμα πολύ-υδροξυφαινολικών ενώσεων. Διακρίνονται σε υδρολυόμενες και κατεχίνες και εντοπίζονται στα χυμοτόπια.
- Απόθεση βλεννών (αποβλένωση). Οι βλέννες είναι προϊόν πολυμερισμού πεντοζών, εξοζών και ουρονικών οξέων. Προέρχονται είτε από το σύμπλεγμα Golgi είτε από αποδιοργάνωση των κυτταρικών τοιχωμάτων. Οι βλέννες απορροφούν νερό και διογκώνονται.
- Κόμμεα (μίγμα ρητινών και πολυσακχαριτών) είναι σύνθετοι πολυσακχαρίτες που δρουν ως γραμμή άμυνας σε επιθέσεις εξωτερικών εχθρών.
- Απόθεση ανόργανων αλάτων ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4\text{Ca}$ ,  $\text{CaCO}_3$ ) ισχυροποιεί το κυτταρικό τοίχωμα.



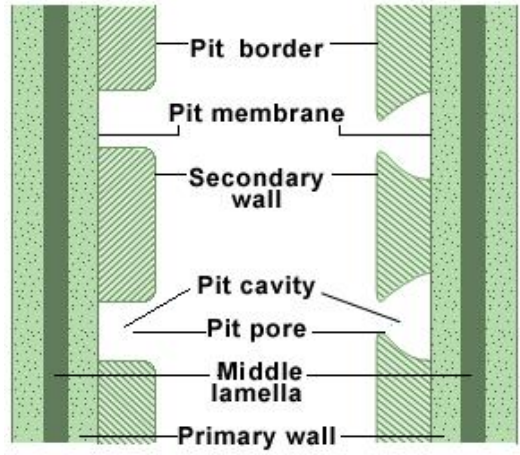
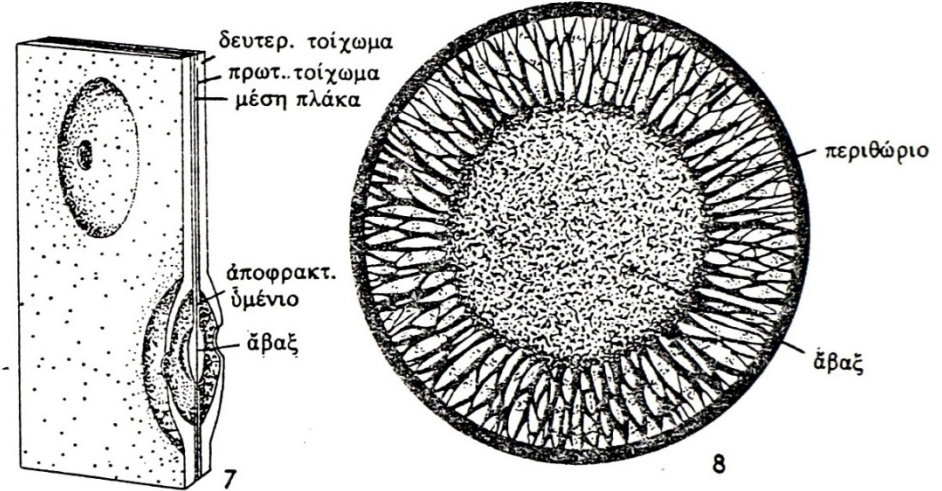
Τα **βοθρία** που συναντάμε σε κύτταρα με δευτερογενές κυτταρικό τοίχωμα διακρίνονται σε:

- **Απλά βοθρία**, τα οποία απαντώνται πρωτίστως στα σκληρεγχοματικά κύτταρα
- **Αλωφόρα βοθρία**, τα οποία απαντώνται στις τραχεΐδες (αποφρακτικό υμένιο, άβαξ)

Στα αλωφόρα βοθρία με την αποκόλληση του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος από το πρωτογενές, εκτός από το **βοθριακό άνοιγμα** δημιουργείται ένας **βοθριακός θάλαμος** που καταλήνει στο **αποφρακτικό υμένιο**. Το υμένιο αποτελείται από τον **άβακα** και το **περιθώριο**.



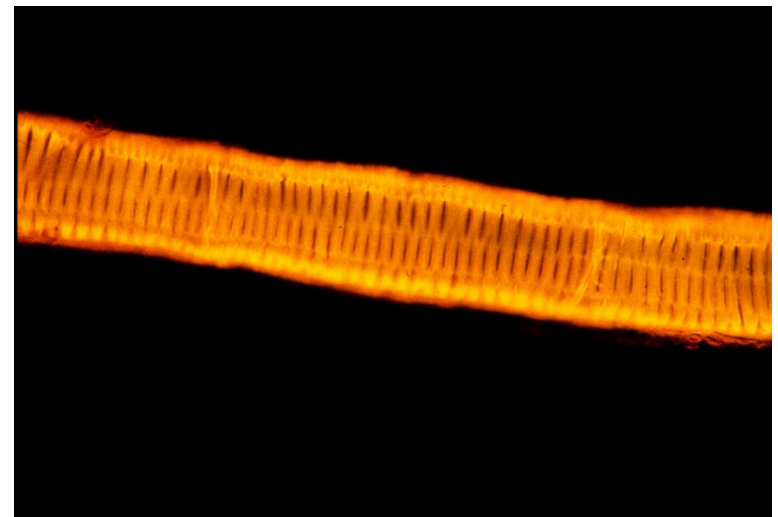
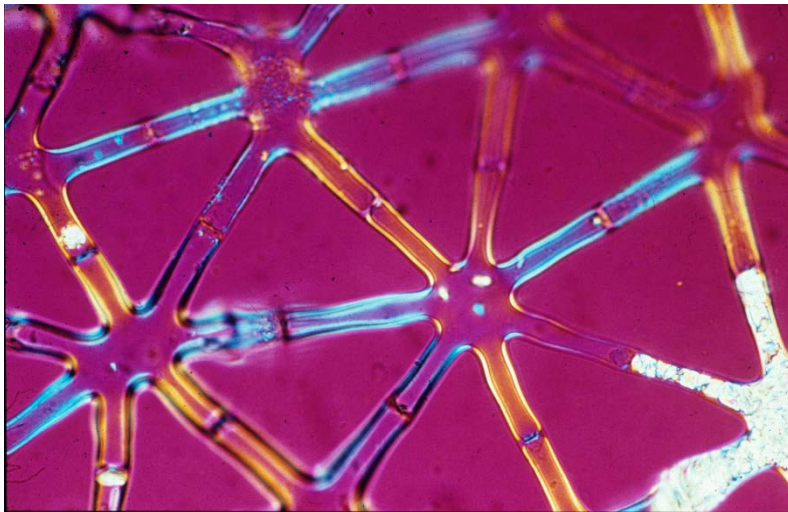
<http://finkbeiner.com/Scientific/pits.html>



<http://www.tutorvista.com/content/biology/biology-iii/cell-organization/cell-wall.php>

## Κατηγορίες φυτικών κυττάρων

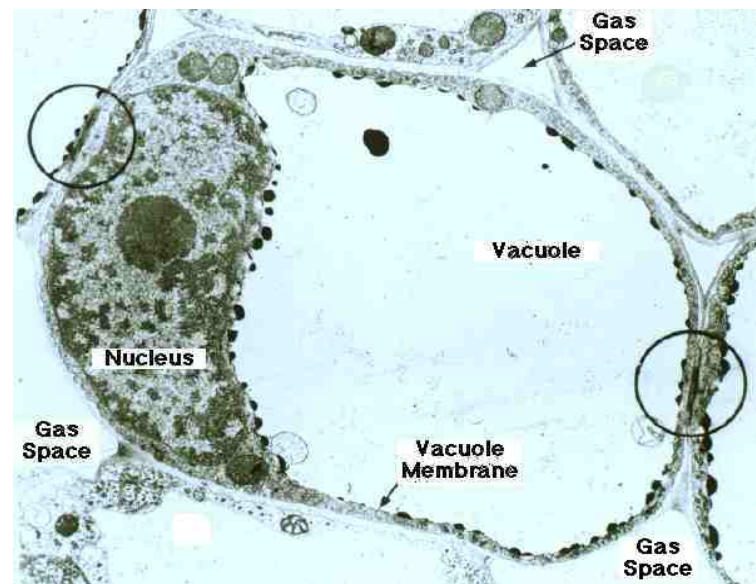
Συγκρίνοντας τα φυτικά με τα ζωικά κύτταρα, τα φυτικά κύτταρα είναι πολύ μεγάλα, πολλά από αυτά είναι νεκρά (π.χ. σκληρεγχυματικά) και παράγονται περισσότερα νέα κύτταρα σε αραιότερα χρονικά διαστήματα. Η απαραίτητη εισροή θρεπτικών στοιχείων μέσα στο κύτταρο περιορίζεται από τη **σχέση όγκου/επιφάνειας του κυττάρου**. Κατά την ανάπτυξη του κυττάρου ο όγκος αυξάνει με μεγαλύτερο ρυθμό ( $r^3$ ) από ότι η επιφάνεια του κυττάρου ( $r^2$ ) με αποτέλεσμα να υπάρχει περιορισμένη πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων. Τα κύτταρα μπορούν να υπερβούν αυτό το εμπόδιο αλλάζοντας το σχήμα τους αλλά διατηρώντας τον ίδιο όγκο. Τα διαφοροποιημένα φυτικά κύτταρα περιέχουν ένα μεγάλο **χυμοτόπιο** που καταλαμβάνει τον μεγαλύτερο χώρο του κυτοπλάσματος μειώνοντας με αυτό τον τρόπο την ακτίνα ( $r$ ) του «λειτουργικού» κυττάρου. Με αυτό τον τρόπο το φυτικό κύτταρο αυξάνει περαιτέρω τη συνολική επιφάνεια του κυττάρου χωρίς να αλλάζει ο «λειτουργικός» όγκος του κυττάρου. Έτσι τα φυτικά κύτταρα μπορούν να κάνουν την υπέρβαση της σχέσης **όγκου/επιφάνειας** και να δημιουργήσουν μεγάλα κύτταρα (π.χ. τραχειίδες).



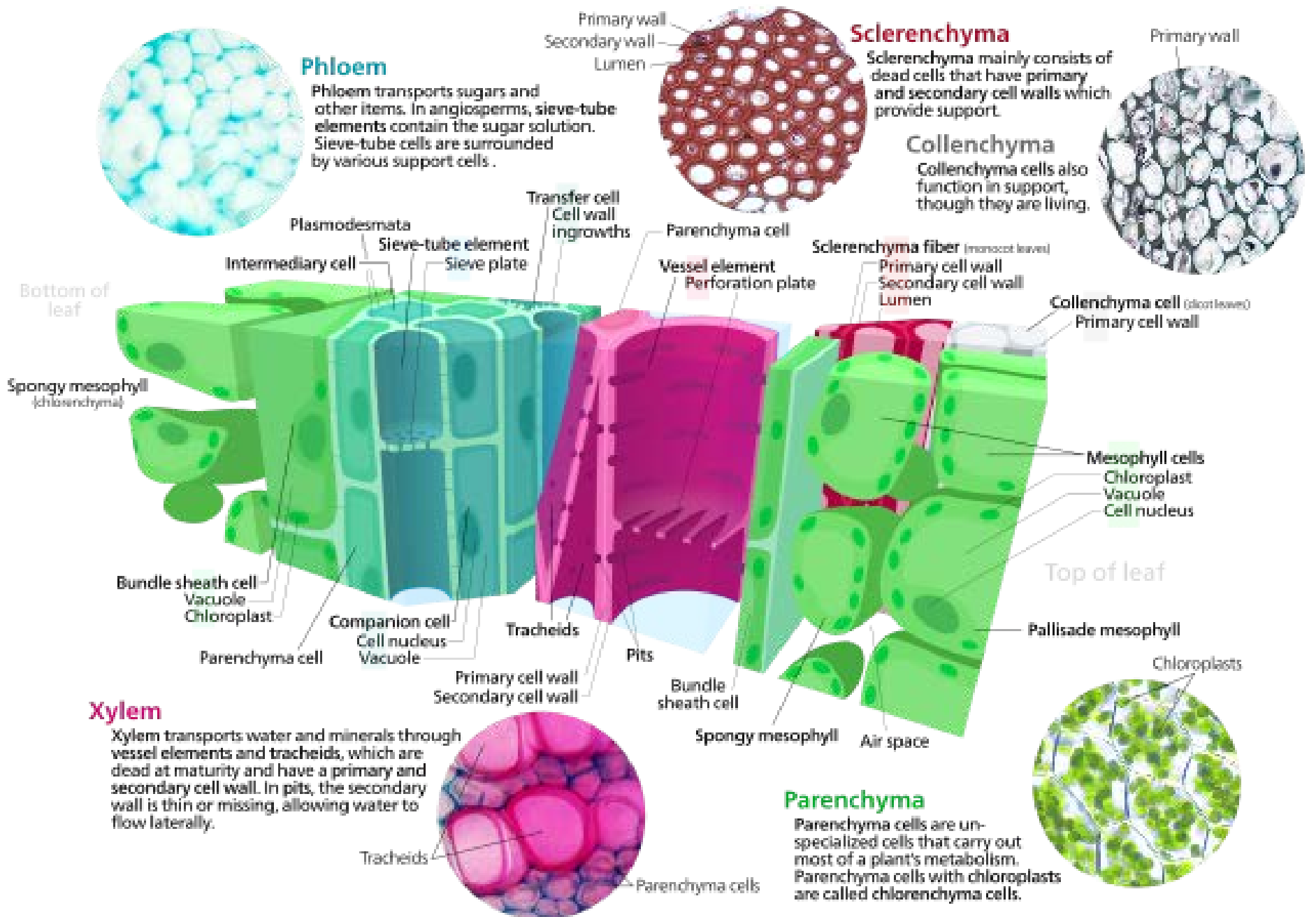
## Μεσοκυττάρια χώροι:

Μεσοκυττάρια χώροι είναι οι χώροι που παρεμβάλλονται μεταξύ των φυτικών κυττάρων, οι οποίοι εξυπηρετούν την ανταλλαγή αερίων κατά τις λειτουργίες της φωτοσύνθεσης, της αναπνοής και της διαπνοής. Οι μεσοκυττάρια χώροι στα φυτά είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένοι στο παρέγχυμα, με μέγιστη ανάπτυξη στο χλωρέγχυμα, όπου συντελείται η φωτοσύνθεση. Ανάλογα με τον τρόπο σχηματισμού τους, οι μεσοκυττάρια χώροι των φυτικών ιστών διακρίνονται κυρίως σε δύο τύπους: σε **σχιζογενείς** και σε **λυσιγενείς**. Οι πρώτοι είναι αποτέλεσμα διαχωρισμού των τοιχωμάτων δύο γειτονικών κυττάρων, ενώ οι δεύτεροι προκύπτουν με λύση ολόκληρων κυττάρων. Όταν η δημιουργία μεσοκυττάρια χώρου γίνεται με τη μηχανική ρήξη κάποιων κυττάρων τότε αυτοί οι μεσοκυττάρια χώροι ονομάζονται **ρηξιγενείς**.

Ένας ιδιαίτερος τρόπος σχηματισμού μεσοκυττάρια χώρων συναντάται σε φυτά που διαβιούν σε εδάφη πλημμυρισμένα με νερό και φτωχά σε οξυγόνο. Οι χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου ενεργοποιούν το ένζυμο κυτταρινάση, το οποίο ευνοεί την υδρόλυση της κυτταρίνης και, κατά συνέπεια, την αποικοδόμηση των τοιχωμάτων των κυττάρων, με αποτέλεσμα στη θέση τους να δημιουργούνται μεσοκυττάρια χώροι.



# Τομή φύλλου που απεικονίζει διάφορους ιστούς και κατηγορίες κυττάρων



## Phloem

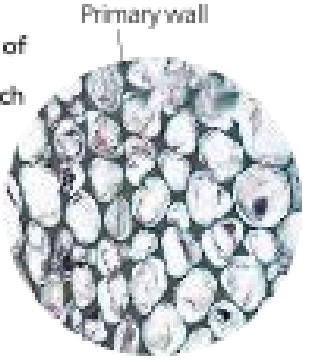
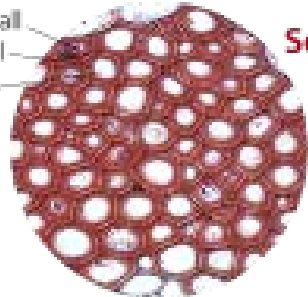
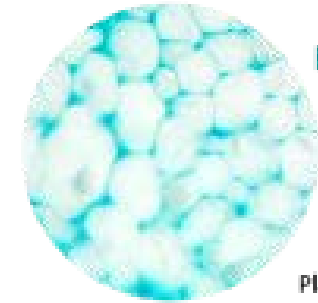
Phloem transports sugars and other items. In angiosperms, sieve-tube elements contain the sugar solution. Sieve-tube cells are surrounded by various support cells.

## Sclerenchyma

Sclerenchyma mainly consists of dead cells that have primary and secondary cell walls which provide support.

## Collenchyma

Collenchyma cells also function in support, though they are living.



Bottom of leaf

Spongy mesophyll (chlorenchyma)

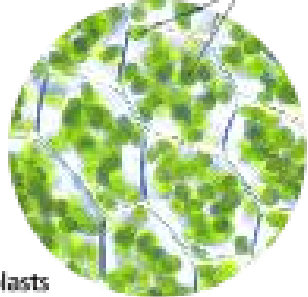
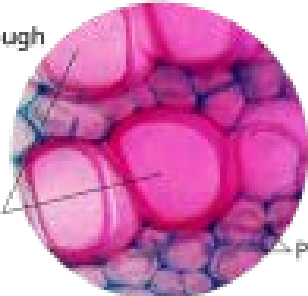
Top of leaf

## Xylem

Xylem transports water and minerals through vessel elements and tracheids, which are dead at maturity and have a primary and secondary cell wall. In pits, the secondary wall is thin or missing, allowing water to flow laterally.

## Parenchyma

Parenchyma cells are unspecialized cells that carry out most of a plant's metabolism. Parenchyma cells with chloroplasts are called chlorenchyma cells.



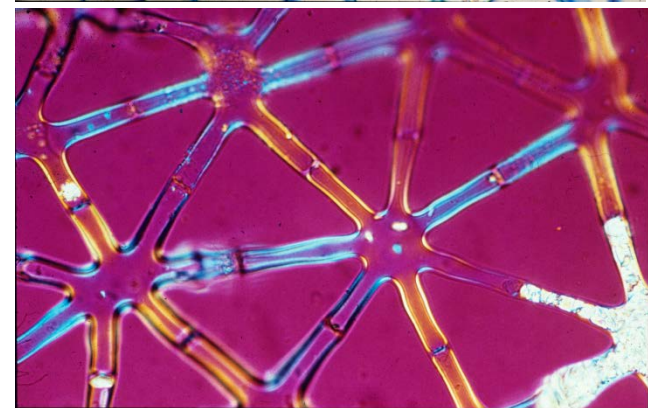
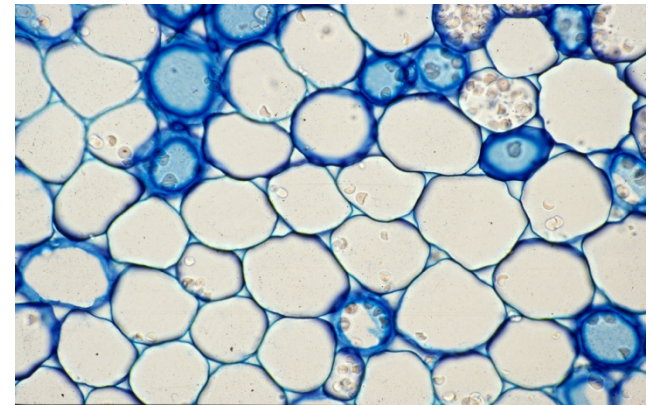
# Μορφολογικοί Τύποι Κυττάρων

## 1. Παρεγχυματικά

Τα πιο απλά δομικά φυτικά κύτταρα είναι τα **παρεγχυματικά κύτταρα**, που εμφανίζονται συνήθως ως ισοδιαμετρικοί σχηματισμοί.

Ο όρος παρέγχυμα περιγράφει γενικά κύτταρα με μικρό βαθμό διαφοροποίησης και δυνατότητες διαίρεσης και εξέλιξης προς διαφορετικές κατευθύνσεις. Στα ανώτερα φυτά, τα παρεγχυματικά κύτταρα συναντώνται σε πολλές θέσεις ανάμεσα σε πιο εξειδικευμένους ιστούς. Το **μεσόφυλλο**, η **εντεριώνη** (αποταμιευτικό παρέγχυμα), ο **πρωτογενής φλοιός** (περιφερειακό τμήμα νεαρών βλαστών) αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από παρεγχυματικά κύτταρα.

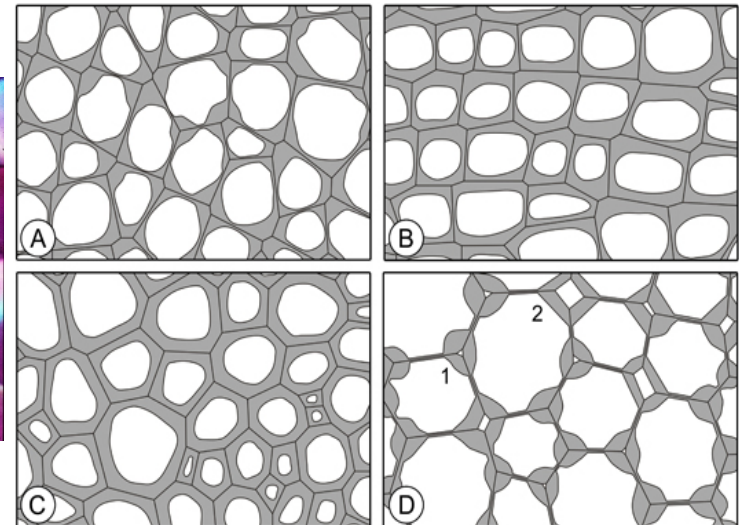
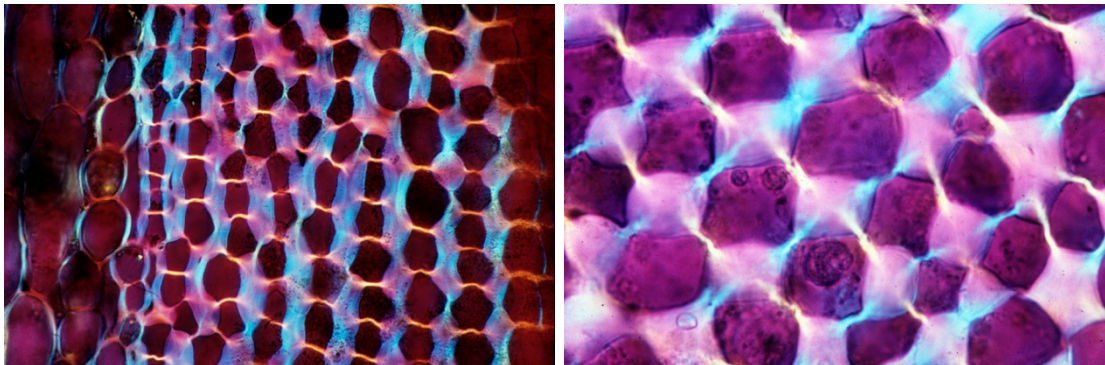
Ανάλογα με τη θέση τους στο φυτικό σώμα και τη λειτουργική τους εξειδίκευση, τα παρεγχυματικά κύτταρα μπορεί να είναι **χλωροφυλλούχα** (χλωρέγχυμα, παρουσία χλωροπλαστών), όπως τα κύτταρα των φύλλων και των νεαρών βλαστών, **αποταμιευτικά** (παρουσία αμυλόκοκκων, πρωτεϊνόκοκκων, λιπιδίων), όπως τα κύτταρα των σπερμάτων και των υπόγειων οργάνων, **υδροφόρα** (παρουσία ενός μεγάλου χυμοτόπιου), **αερεγχυματικά** (παρουσία μεγάλων αεροφόρων μεσοκυττάρων χώρων μεταξύ τους), **κρυσταλλοφόρα** (παρουσία κρυστάλλων) ή **ιδιόβλαστα** (κύτταρα εξειδικευμένα ως προς το περιεχόμενο και τη μορφολογία σε σχέση με τα γειτονικά τους).



## 2. Κολλεγχυματικά

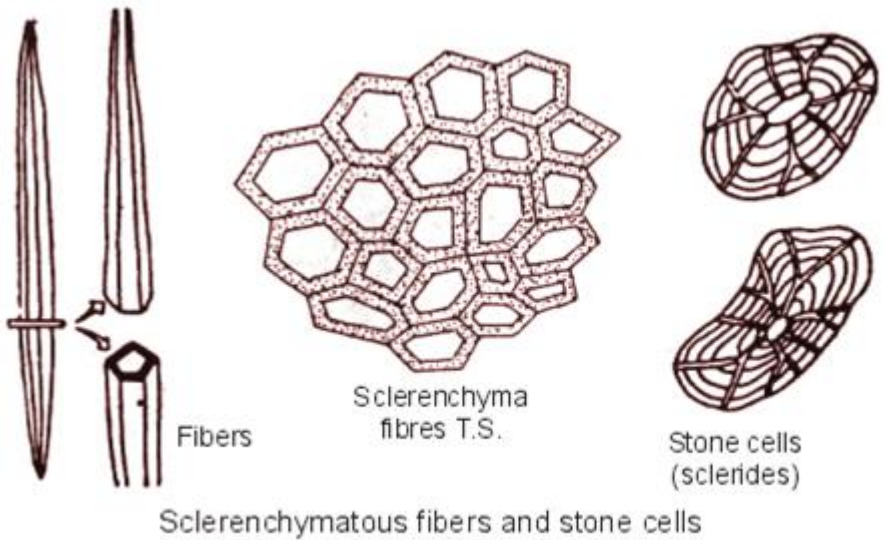
Τα **κολλεγχυματικά κύτταρα**, μαζί με τα σκληρεγχυματικά, ανήκουν στα κύτταρα του στηρικτικού ιστού. Παρέχουν μηχανική στήριξη και αντοχή σε νεαρά φυτά και όργανα. Είναι επιμήκη ορθογώνια, διατηρούν τον πρωτοπλάστη τους και έχουν χαρακτηριστικές, ανομοιόμορφες παχύνσεις στο πρωτογενές (εν μέρει δευτερογενές) κυτταρικό τους τοίχωμα. Διακρίνονται μορφολογικά σε:

- **Γωνιώδες**, όπου η πάχυνση του κυτταρικού τοιχώματος περιορίζεται στις γωνίες του.
- **Πλακοειδές**, όπου η πάχυνση του κυτταρικού τοιχώματος περιορίζεται στις κατ'εφαπτομένη περιοχές του κυττάρου.
- **Θυλακοειδές**, όπου η πάχυνση του κυτταρικού τοιχώματος περιορίζεται στις περιοχές που συνορεύουν με τους μεσοκυττάριους χώρους.

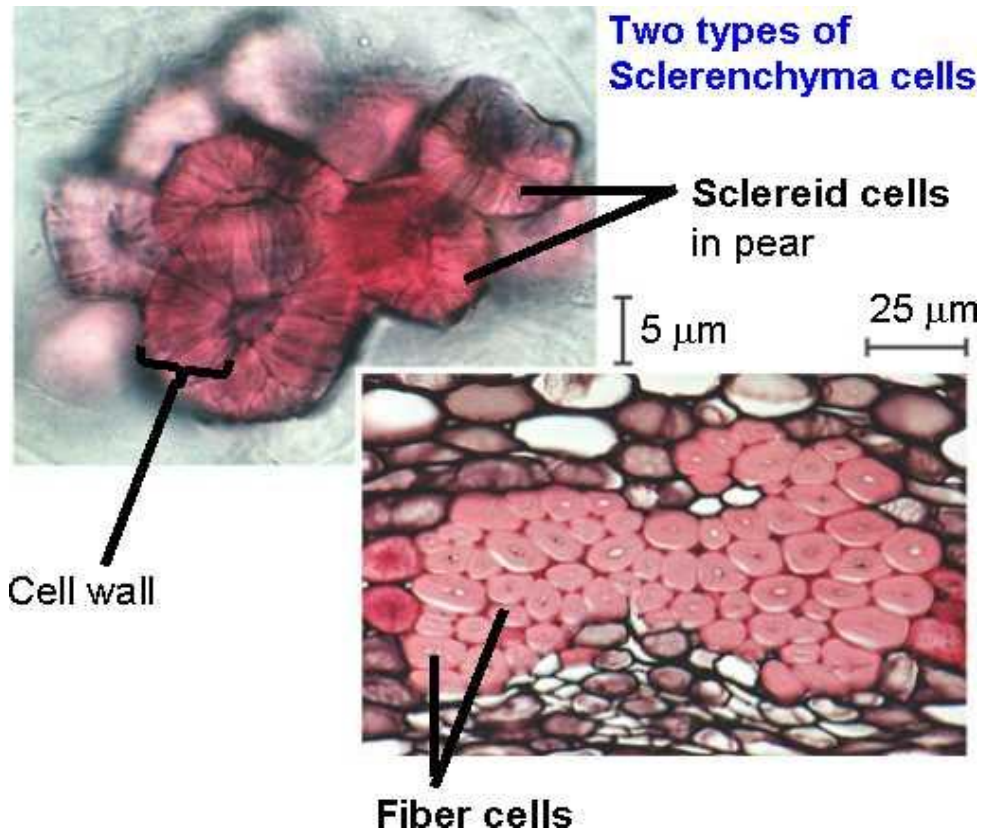
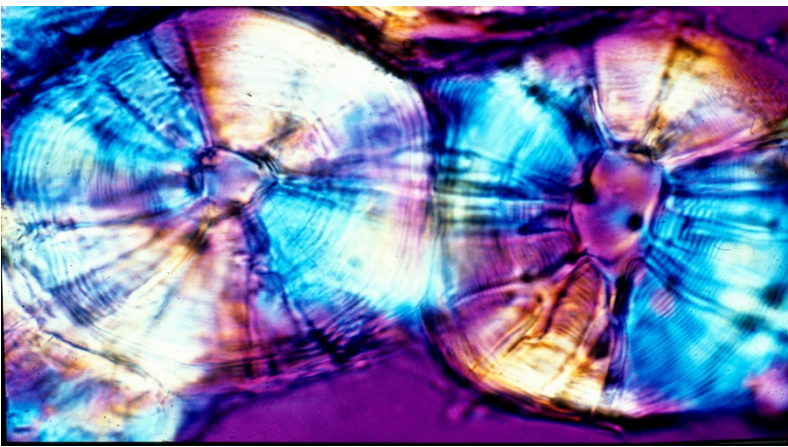


### 3. Σκληρεγχοματικά

Τα σκληρεγχοματικά κύτταρα είναι κυρίως νεκρά μετά το σχηματισμό τους και την αποξύλωση του κυτταρικού τους τοιχώματος. Έχουν ιδιαίτερα ενισχυμένη πάχυνση του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος (απόθεση λιγνίνης) που τα καθιστά σκληρά και με μεγάλη μηχανική αντοχή. Διακρίνονται σε **λιθώδη κύτταρα** και **σκληρεγχοματικές ίνες**.



[http://www.transtutors.com/Uploadfile/CMS\\_Images/2871\\_Sclerenchymatous.JPG](http://www.transtutors.com/Uploadfile/CMS_Images/2871_Sclerenchymatous.JPG)

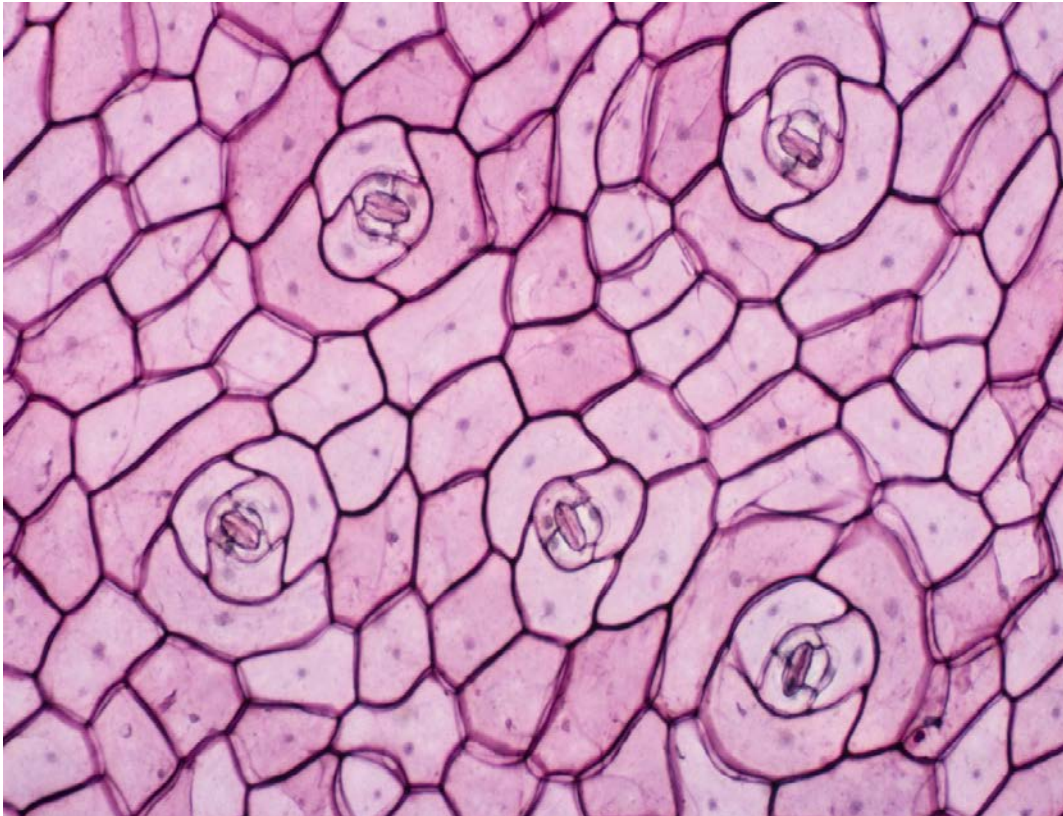


[https://classconnection.s3.amazonaws.com/959/flashcards/1239959/jpg/sclerenchyma\\_cells1\\_333244198908.jpg](https://classconnection.s3.amazonaws.com/959/flashcards/1239959/jpg/sclerenchyma_cells1_333244198908.jpg)

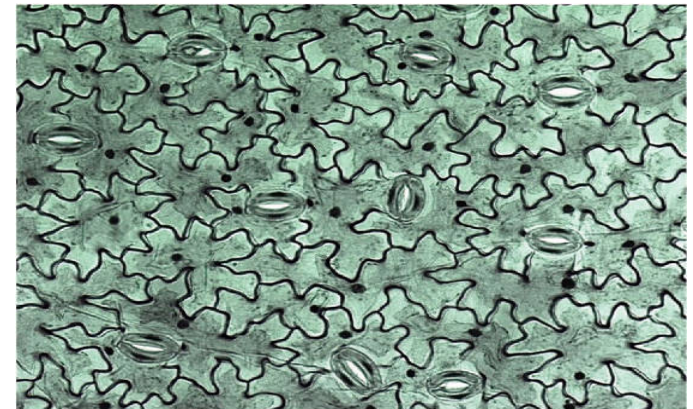


## 4. Επιδερμικά

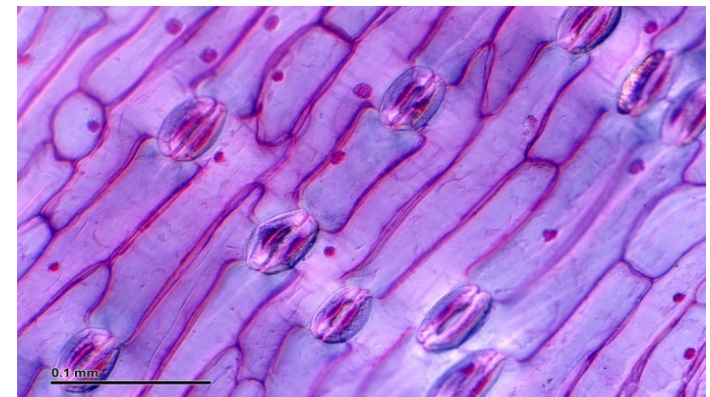
- ι. **Τυπικά επιδερμικά κύτταρα:** ανήκουν στους προστατευτικούς ιστούς και ο βασικός τους ρόλος είναι η προστασία του φυτού έναντι απωλειών νερού και προσβολής από παθογόνους μικροοργανισμούς. Είναι ζωντανά κύτταρα με **αφυμενιωμένη εξωτερική επιφάνεια** και απλά βοθρία. Περιέχουν ένα μεγάλο χυμοτόπιο ενώ στερούνται χλωροπλαστών. Ως αποτέλεσμα η επιδερμίδα είναι διάφανη και επιτρέπεται η διέλευση φωτός.



<http://images.botany.org/set-17/17-069h.jpg>

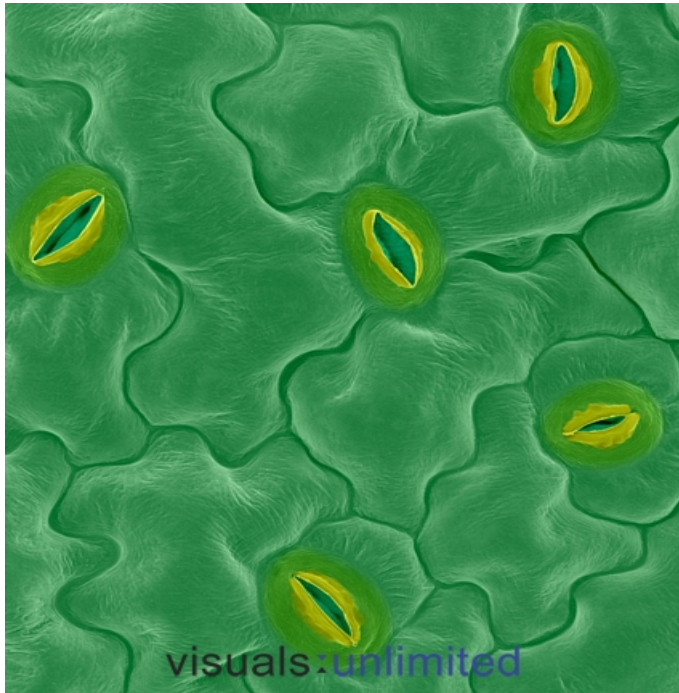


[http://www.bioimager.com/sitebuildercontent/sitebuilderpictures/LumaScope/\\_pond/BF\\_epidermis.jpg.w560h420.jpg](http://www.bioimager.com/sitebuildercontent/sitebuilderpictures/LumaScope/_pond/BF_epidermis.jpg.w560h420.jpg)



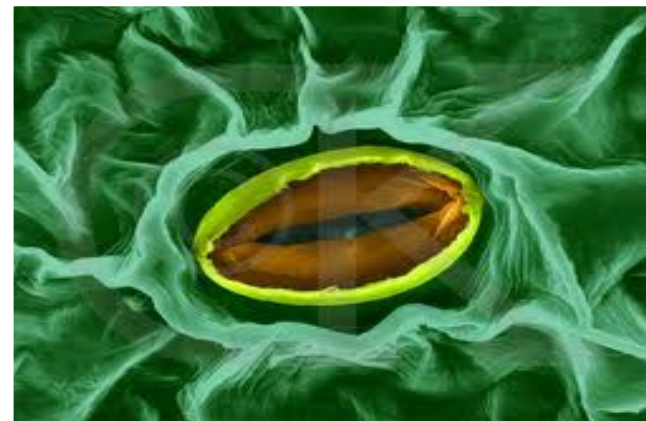
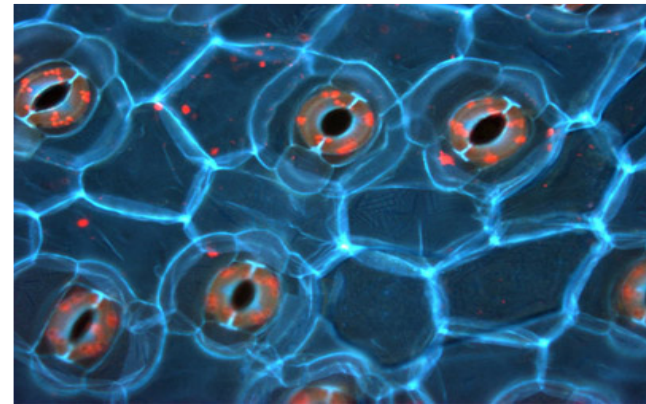
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Plant leaf epidermis \(248 34\) Tulip leaf epidermis.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/29/Plant_leaf_epidermis_(248_34)_Tulip_leaf_epidermis.jpg)

- ii. **Στόματα (καταφρακτικά και παραστοματικά κύτταρα):** τα καταφρακτικά κύτταρα, με την λειτουργική υποστήριξη των παραστοματικών κυττάρων, σχηματίζουν ένα πόρο (στοματικό πόρο) μέσω του οποίου γίνεται ανταλλαγή αερίων και η διαπνοή του φυτού. Τα στόματα μπορούν να κλείσουν ή να ανοίξουν ανάλογα με τις ανάγκες του φυτού. Η κατάσταση των στομάτων επιτυγχάνεται μέσω ρύθμισης της σπαραγής των καταφρακτικών κυττάρων. Τα καταφρακτικά κύτταρα έχουν ανισομερή πάχυνση με ακτινωτή μικυλλίωση του κυτταρικού τους τοιχώματος και περιέχουν χλωροπλάστες, ενώ τα παραστοματικά κύτταρα δεν περιέχουν χλωροπλάστες. Η δομή των στομάτων περιλαμβάνει τα επάρματα ή όφρυες, το προαύλιο, την οπίσθια αυλή και την αναπνευστική κοιλότητα.

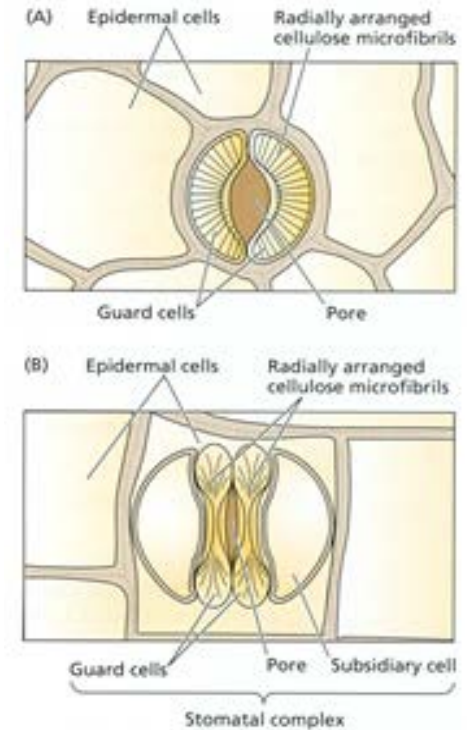
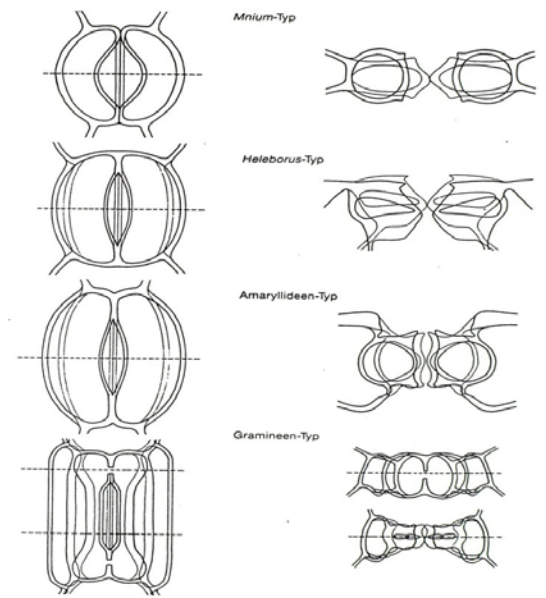


visuals:unlimited

<http://mail.colonial.net/~jliu/stomata.jpg>

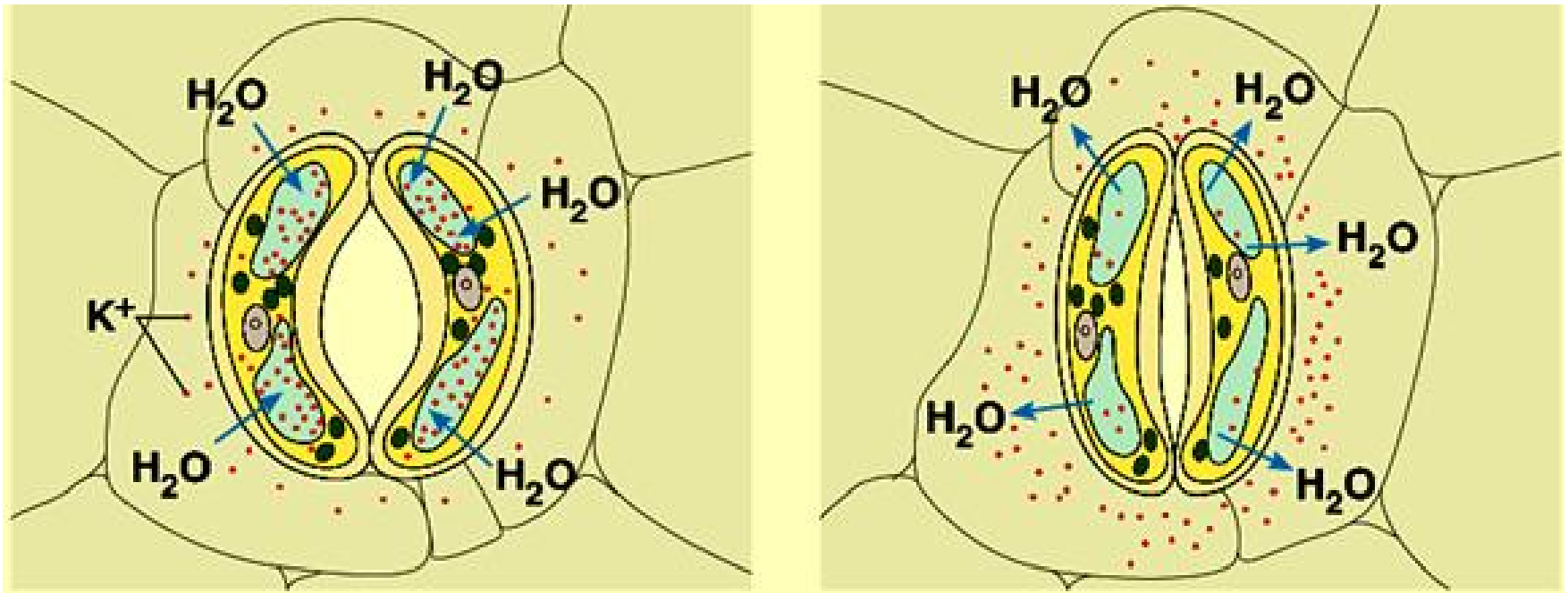


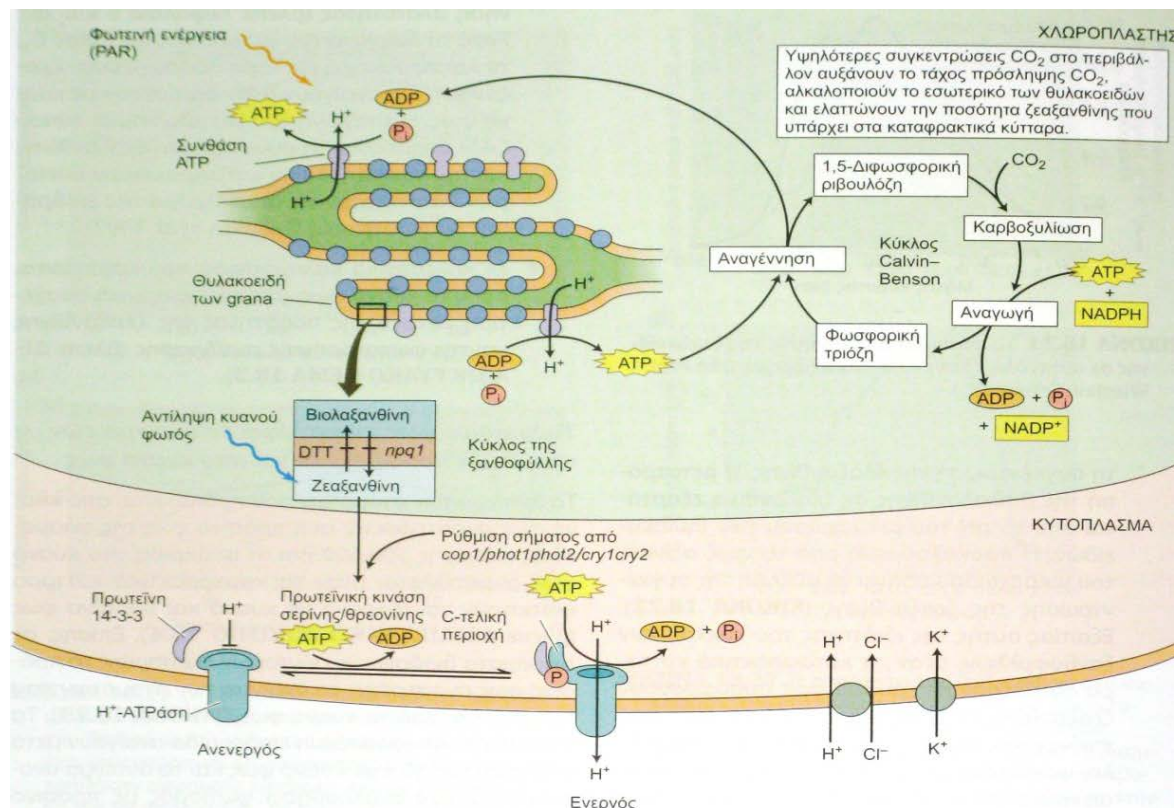
Τα στόματα ανοίγουν παρουσία φωτός, το διοξείδιο του άνθρακα διαχέεται στο εσωτερικό του φύλλου, όπου θα μετατραπεί σε οργανική ύλη μέσω της **φωτοσύνθεσης**. Ταυτόχρονα, υδρατμοί από το εσωτερικό του φυτού εξέρχονται από τα στόματα, στην ατμόσφαιρα που περιβάλλει το φυτό με τη διαδικασία της **διαπνοής**. Έτσι, τα φυτά αντιμετωπίζουν το "δίλημμα" να προσλάβουν διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα ή να χάσουν νερό μέσω της διαπνοής. Αν η απώλεια νερού γίνει ανεξέλεγκτα, θα εξαντλήσει τα αποθέματα νερού. Η απώλεια αυτή μπορεί να αποβεί καταστροφική για το φυτό, καθώς το νερό είναι απαραίτητο για όλες τις βιοχημικές διαδικασίες που συμβαίνουν σε αυτό. Σύμφωνα με τη Νεοδαρβινική θεωρία και τον παράγοντα της φυσικής επιλογής, τα φυτά απέκτησαν, με την πάροδο του χρόνου, χαρακτηριστικά που τους επιτρέπουν να αναπτύσσονται ταχύτερα χωρίς όμως να μειώνονται οι πιθανότητες επιβίωσης. Αν τα φυτά δεν είχαν προσαρμοστεί με τρόπο που να αντιμετωπίζουν τη διαθεσιμότητα ή μη νερού στο περιβάλλον τους, δεν θα ήταν σε θέση να την αντιμετωπίζουν ρυθμίζοντας το μέγεθος του ανοίγματος των στομάτων με το βέλτιστο δυνατό τρόπο και πιθανόν θα είχαν αποτύχει να επιζήσουν, όταν η διαθεσιμότητα νερού είναι ελάχιστη.



## Ρύθμιση ανοίγματος στομάτων

Το άνοιγμα των στομάτων εξαρτάται από τη ξηρασία και το φως. Σε περίπτωση ξηρασίας τα στόματα κλείνουν για να αποφευχθεί η απώλεια νερού. Στο φως το άνοιγμα των στομάτων συνδέεται με τη φωτοσυνθετική διαδικασία και την αφομοίωση του διοξειδίου του άνθρακα από τον κύκλο του Calvin. Σε έλλειψη διοξειδίου του άνθρακα τα στόματα ανοίγουν. Ο ρυθμιστικός κύκλος του νερού υπερτερεί του κύκλου του  $\text{CO}_2$ . Παράλληλα με τους δύο ρυθμιστικούς κύκλους υπάρχει και ο ρυθμιστικός παράγοντας του φωτός και ιδιαίτερα της κυανής ακτινοβολίας (BL). Η παρουσία BL σε συνδυασμό με υγρασία στον αέρα, την αφομοίωση του διοξειδίου του άνθρακα και την παρουσία νερού στους φυτικούς ιστούς επάγουν το άνοιγμα των στομάτων.





Λόγω της ιδιαιτερότητας των χλωροπλαστών των καταφρακτικών κυττάρων (αυξημένο επίπεδο του φωτοσυστήματος II), με το πρώτο φως της ημέρας έχουμε έντονη φωτοσυνθετική δραστηριότητα που οδηγεί στην **έντονη οξύτητα του μικροχώρου** των θυλακοειδών και αυτή με τη σειρά της επάγει τη βιοσύνθεση της **ζεαξανθίνης**. Η ζεαξανθίνη είναι ο φωτοϋποδοχέας της κυανής ακτινοβολίας, που επάγει μία **H<sup>+</sup>-ATPάση**, η οποία βγάζει H<sup>+</sup> από τα καταφρακτικά στα παραστοματικά κύτταρα και για την εξισορρόπηση του φορτίου εισέρχονται από ειδικά κανάλια ιόντα **K<sup>+</sup>**. Η αύξηση της συγκέντρωσης του K<sup>+</sup> επάγει την είσοδο νερού, αυξάνει την ωσμωτική πίεση και ανοίγει ο **στοματικός πόρος**. Στο σκοτάδι αδρανοποιείται η H<sup>+</sup>-ATPάση, εξέρχονται ιόντα καλίου από τα καταφρακτικά κύτταρα, μειώνεται η ωσμωτική πίεση και τα στόματα κλείνουν.

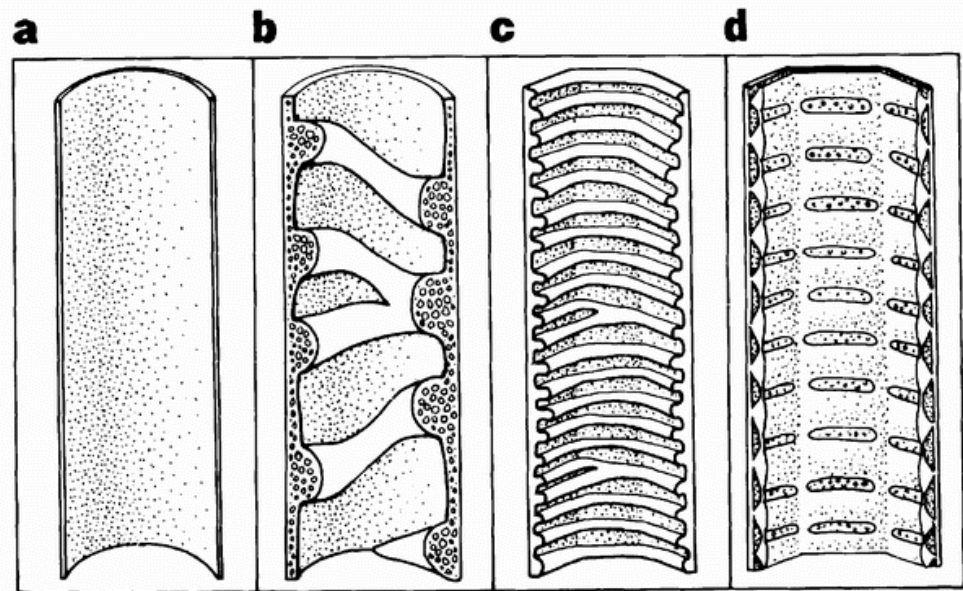
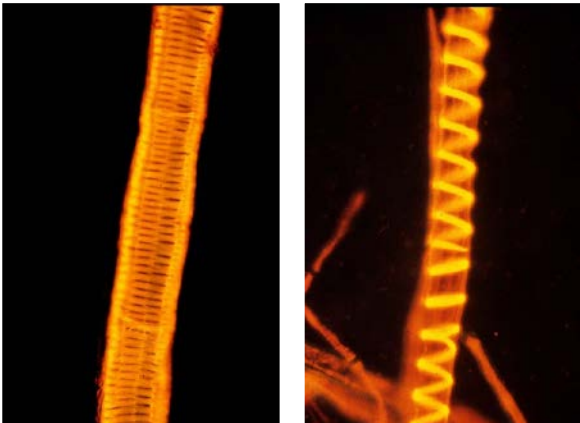
## 5. Τραχειίδες-Αγγεία

Είναι εξειδικευμένοι τύποι κυττάρων που στο τελικό στάδιο της διαφοροποίησης τους εξυπηρετούν ανάγκες αγωγής και κυκλοφορίας νερού και αλάτων στα αγγειώδη φυτά, με κατεύθυνση από κάτω προς τα επάνω.

### i. Τραχειίδες

Πρόκειται για νεκρά, επιμήκη κύτταρα με μυτερές άκρες και ισχυρά δευτερογενή κυτταρικά τοιχώματα. Το σύμπλεγμα Golgi και το ενδοπλασματικό δίκτυο συμμετέχουν στη διαδικασία πάχυνσης του κυτταρικού τοιχώματος. Οι τραχειίδες επικοινωνούν με βοθρία και οργανώνονται σε δεσμίδες, παρέχοντας τη δυνατότητα διαμόρφωσης ογκωδών, ανορθωμένων, υψηλών βλαστών. Διακρίνονται, βάσει της υφής των παχύνσεων του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος, στους παρακάτω μορφολογικούς τύπους:

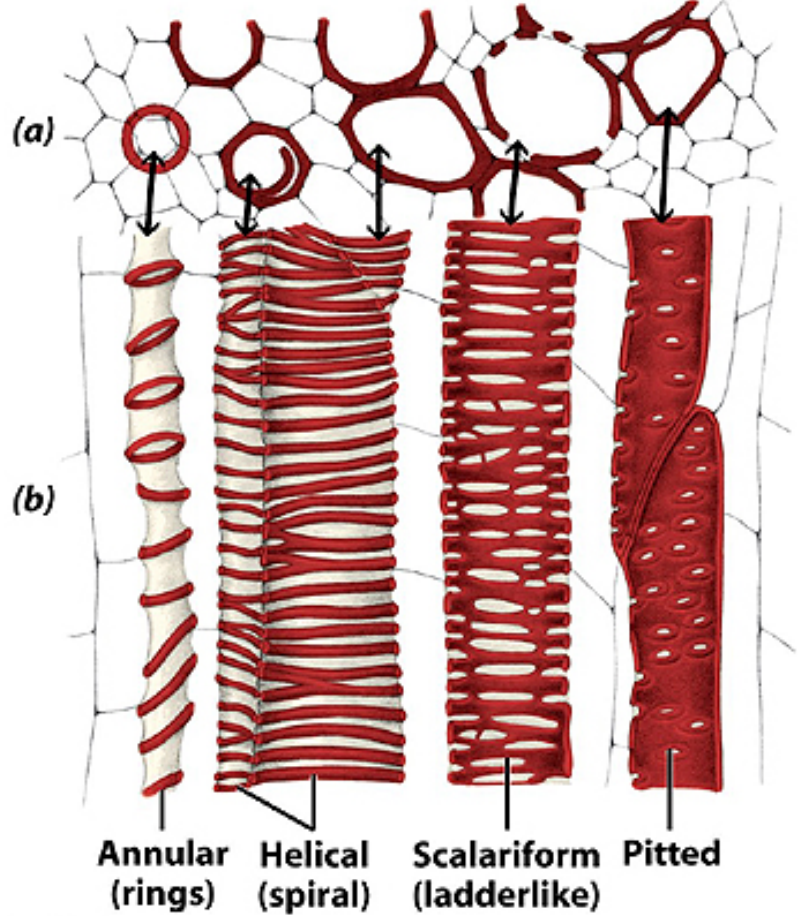
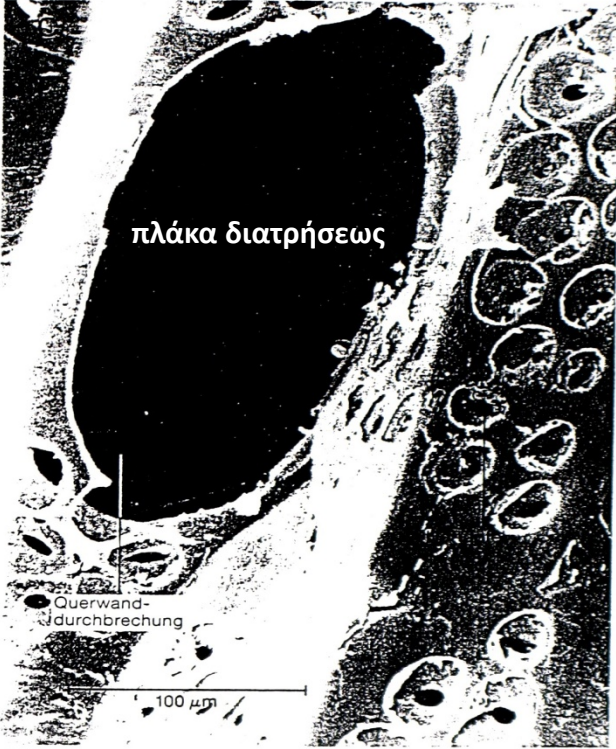
- Δακτυλιόγλυπτες
- Ελικόγλυπτες
- Δικτυόγλυπτες
- Βοθρυόγλυπτες
- Βαθμιδόδικτες



## II. Τραχείες ή αγγεία

Οι τραχείες, όπως και οι τραχεΐδες είναι νεκρά κύτταρα, αλλά πιο κοντά και πιο πλατιά με άκρα συνήθως επίπεδα και αποτελούν μεταγενέστερη βαθμίδα φυλογενετικής εξέλιξης σε σχέση με τις τραχεΐδες. Οι **πλάκες διατήσεως** είναι αποτέλεσμα ενζυμική δραστηριότητας του πρωτοπλάστη στα άκρα των κυττάρων, δίνοντας τη δυνατότητα δημιουργίας σωληνωτών συστημάτων. Διακρίνονται, βάσει της υφής των παχύνσεων του δευτερογενούς κυτταρικού τοιχώματος, όπως και οι τραχεΐδες στους παρακάτω μορφολογικούς τύπους:

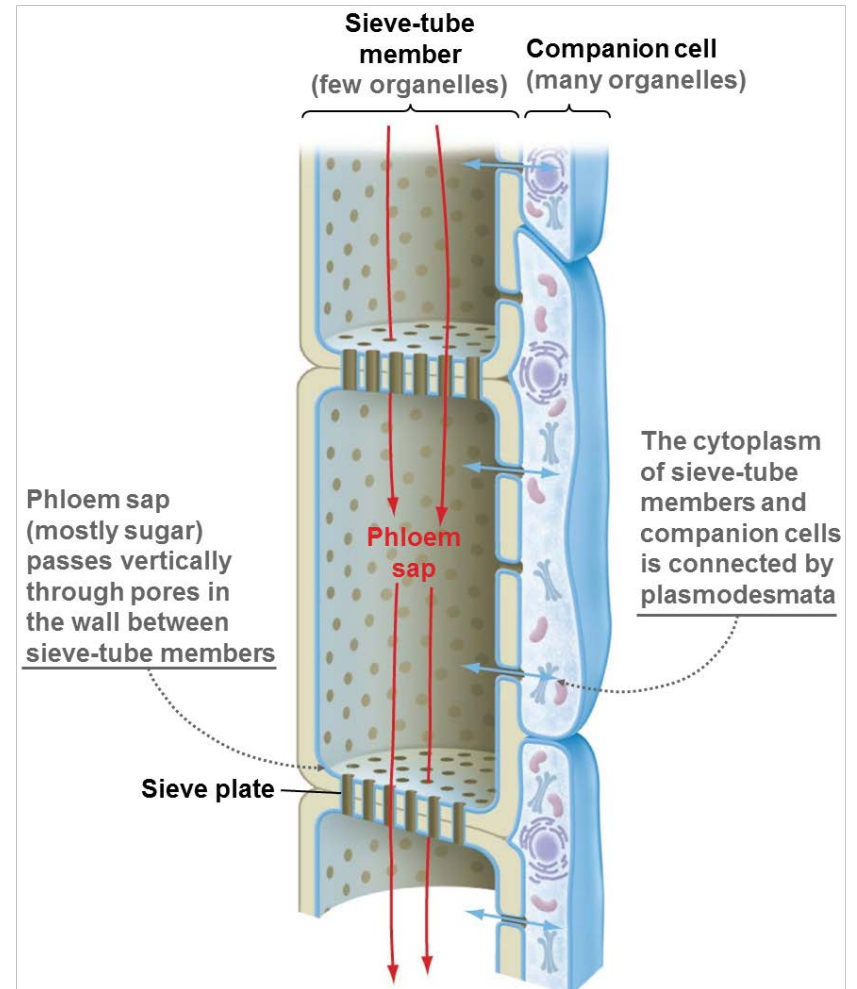
- Δακτυλιόγλυπτες
- Ελικόγλυπτες
- Δικτυόγλυπτες
- Βοθριόγλυπτες



## 6. Ηθμοσωλήνες

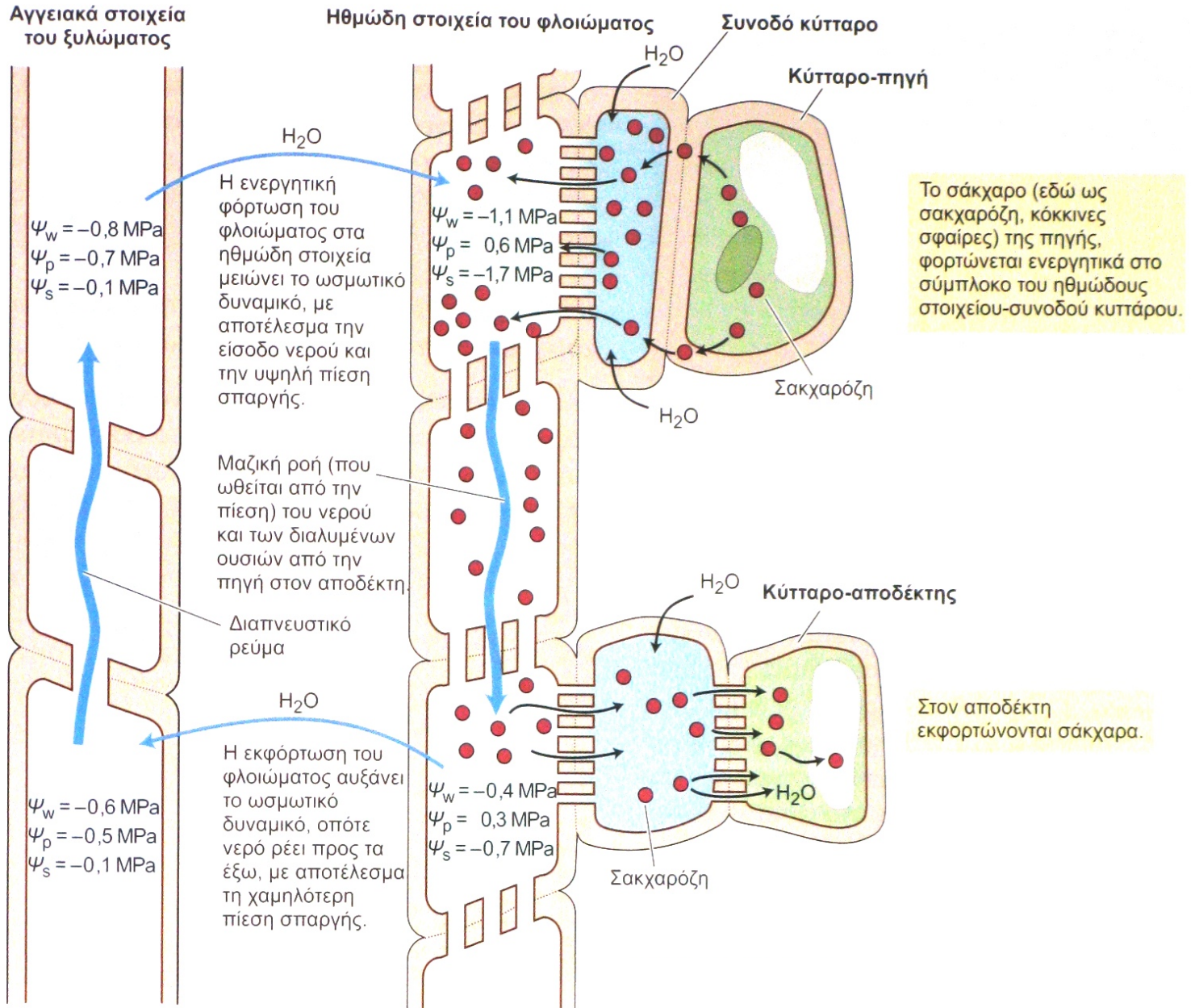
Οι ηθμοσωλήνες δομούνται από τα ηθμώδη στοιχεία, αγωγά κύτταρα ενωμένα μέσω των οποίων μεταφέρονται οργανικές ουσίες. Στο ώριμο φυτό τα ηθμώδη στοιχεία είναι ζωντανά κύτταρα που συνδέονται μεταξύ τους μέσω πόρων στο ακραίο τους τοίχωμα, που ονομάζεται **ηθμώδης πλάκα**. Η ηθμώδης πλάκα σχηματίζεται από τροποποιημένα πλασμοδέσματα με εναπόθεση καλλόζης και μιας βλέννας (Ρ-πρωτεΐνη).

Στην τελική φάση της οντογένεσης λαμβάνει χώρα η αποδιοργάνωση του τονοπλάστη, το σύμπλεγμα Golgi, τα ριβοσώματα και ο πυρήνας εξαφανίζονται και το ενδοπλασματικό δίκτυο μετασχηματίζεται. Το κυτταρικό τοίχωμα στους ηθμοσωλήνες παραμένει αποκλειστικά πρωτογενές, δομείται δηλαδή από κυτταρίνη. Λόγω της απώλεια του πυρήνα τα κύτταρα των ηθμοσωλήνων εξαρτώνται από συνοδά κύτταρα για την επιβίωσή τους. Τα **συνοδά κύτταρα** είναι παρεγχυματικά κύτταρα που συνοδεύουν τους ηθμοσωλήνες στα αγγειόσπερμα και ρυθμίζουν τις συνθήκες πίεσεως στους ηθμοσωλήνες. Στα γυμνόσπερμα ανάλογα κύτταρα είναι τα **αλβουμινικά κύτταρα**.





# Το μοντέλο πίεσης-ροής για τη μεταφορά στο φλοιώμα



## 7. Εκκριτικά κύτταρα

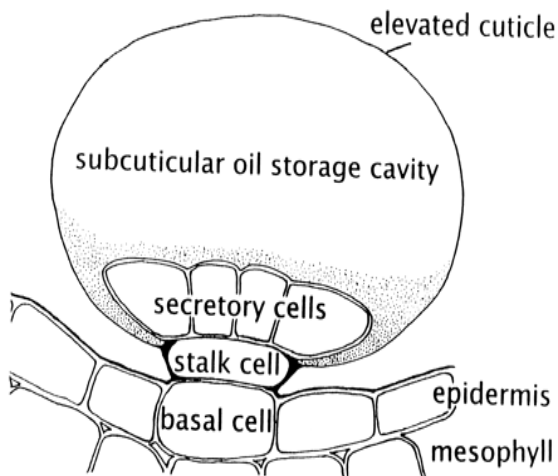
Τα εκκριτικά κύτταρα είναι εξειδικευμένα για την αποβολή ουσιών από τον πρωτοπλάστη. Οι εκκριτικοί μηχανισμοί εμφανίζονται ως ιδιόβλαστα κύτταρα, ως επιδερμικά εξαρτήματα ή ως διαφοροποιημένα παρεγχυματικά κύτταρα.

Τα εκκριτικά κύτταρα διακρίνονται σε:

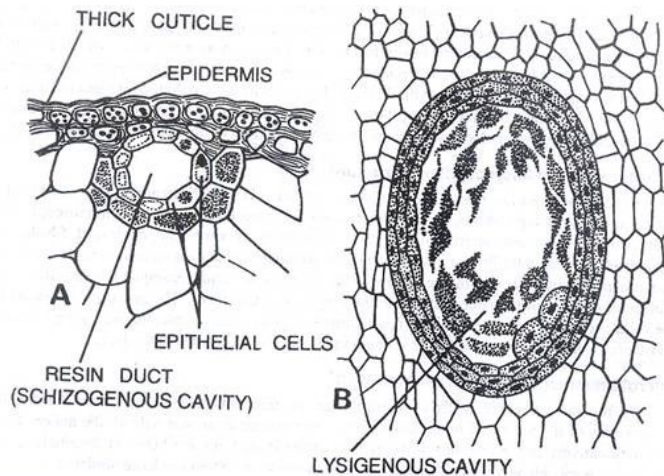
- **Εκκριματοφόρα**, στα οποία ο πρωτοπλάστης νεκρώνεται και δρουν ως λυσιγενή δοχεία
- **Αδενικά**, τα οποία είναι πλούσια σε πρωτόπλασμα και απεκκρίνεται συνεχώς ουσίες.

Οι **γαλακτοφόροι σωλήνες** είναι ειδικά εκκριτικά κύτταρα με ανώτερη οργάνωση. Ο γαλακτικός χυμός μπορεί να περιέχει καουτσούκ, μίγμα πολυτερπενικών ενώσεων, ρητίνες, κηρούς, πρωτεΐνες κ.α. Διακρίνονται μορφολογικά σε:

- **Διαρθρωμένους**, οι οποίοι αποτελούνται από σειρές κυττάρων απλές ή διακλαδισμένες
- **Αδιάρθρωτους**, οι οποίοι είναι στην ουσία ένα πολυπυρηνικό κύτταρο (συγκύτιο



<http://indekoperenketel.nl/wp-content/uploads/2011/01/lavender-oil-gland.gif>



[http://www.yourarticlelibrary.com/wp-content/uploads/2013/07/clip\\_image0023.jpg](http://www.yourarticlelibrary.com/wp-content/uploads/2013/07/clip_image0023.jpg)



<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e9/Latex-production.jpg>