



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΑΘΗΜΑ 153
ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΦΥΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 03
ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ

Πλαστίδια: χλωροπλάστες, χρωμοπλάστες, λευκοπλάστες
Έγκλειστα: κρύσταλλοι, πρωτεϊνόκοκκοι, αμυλόκοκκοι



Δρ. Ελευθερία Φανουράκη
ΕΔΙΠ, Τμήμα Βιολογίας

Ηράκλειο, Φεβρουάριος 2023

ΦΥΤΙΚΟ ΚΥΤΤΑΡΟ

1. Τι είναι το πλαστίδιο;

Το πλαστίδιο είναι ένα κύριο οργανίδιο **διπλής μεμβράνης** που βρίσκεται, μεταξύ άλλων, στα κύτταρα των φυτών και των φυκών. Τα πλαστίδια είναι ο τύπος παραγωγής και αποθήκευσης σημαντικών χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται από το κύτταρο. Συχνά περιέχουν **χρωστικές** ουσίες που χρησιμοποιούνται στη φωτοσύνθεση και οι τύποι των χρωστικών που υπάρχουν μπορούν να καθορίσουν το χρώμα του κυττάρου.

Έχουν κοινή εξελικτική προέλευση και διαθέτουν ένα **δίκλωνο μόριο DNA** που είναι **κυκλικό**, όπως αυτό των προκαρυωτικών κυττάρων.

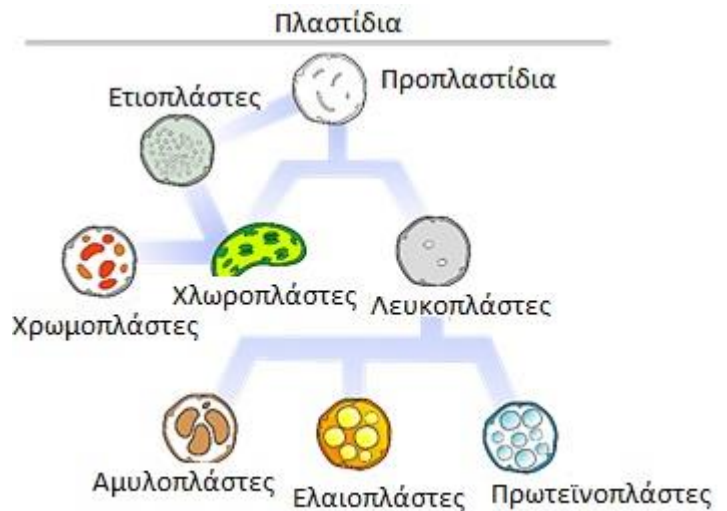
Στα φυτά, τα πλαστίδια μπορεί να διαφοροποιηθούν σε διάφορες μορφές, ανάλογα με τη λειτουργία που παίζουν στο κύτταρο. Τα αδιαφοροποίητα πλαστίδια (**προπλαστίδια**) μπορεί να αναπτυχθούν σε οποιαδήποτε από τις ακόλουθες παραλλαγές:

1. Πράσινα πλαστίδια, **χλωροπλάστες**: για φωτοσύνθεση.
2. **Χρωμοπλάστες**, έγχρωμα πλαστίδια: για σύνθεση και αποθήκευση χρωστικών
3. Γεροντοπλάστες: ελέγχουν την αποσυναρμολόγηση της φωτοσυνθετικής συσκευής κατά τη γήρανση των φυτών
4. **Λευκοπλάστες**, άχρωμα πλαστίδια τα οποία μερικές φορές διαφοροποιούνται σε πιο εξειδικευμένα πλαστίδια όπως:
 - α. **Αμυλοπλάστες**: για αποθήκευση αμύλου και ανίχνευση της βαρύτητας
 - β. **Ελαιοπλάστες**: για αποθήκευση λίπους και ελαίων
 - γ. **Πρωτεϊνοπλάστες**: για αποθήκευση και τροποποίηση πρωτεΐνης
 - δ. **Τανοσώματα**: για τη σύνθεση και την παραγωγή τανινών και πολυφαινολών

Ανάλογα με τη μορφολογία και τη λειτουργία τους, τα πλαστίδια έχουν την ικανότητα να διαφοροποιούνται, ή να επαναδιαφοροποιούνται, μεταξύ αυτών και άλλων μορφών.

Σκοπός εργαστηριακής άσκησης

- Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι να αναγνωρίσουν οι φοιτητές τα διάφορα είδη πλαστιδίων, τη δομή και τις λειτουργίες τους.
- Να εξασκηθούν στις τομές φυτικών οργάνων και την παρασκευή νωπών παρασκευασμάτων για μικροσκοπική παρατήρηση.
- Να εξασκηθούν στον εντοπισμό και την αναγνώριση των διαφόρων τύπων πλαστιδίων, εγκλείστων, κρυστάλλων (ιδιόβλαστα, ραφίδες, βοτρυόμορφους, πολυεδρικούς κρυστάλλους οξαλικού οξέος) σε διάφορους φυτικούς ιστούς.



Σχήμα 1. Είδη πλαστιδίων και πιθανοί μετασχηματισμοί τους

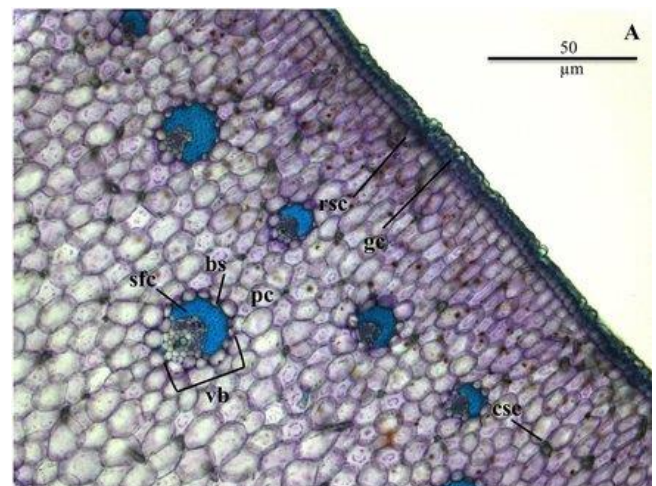
Δραστηριότητα 1α: Παρατήρηση Φύλλου αθάνατου, *Agave americana*

- Κατασκευάστε παρασκεύασμα εγκάρσιας τομής φύλλου αθάνατου
- Παρατηρήστε και σχεδιάστε την **επιδερμίδα** με την **εφυμενίδα** της, το **χλωρέγχυμα** και τους **χλωροπλάστες**
- Παρατηρήστε τη δομή (μέγεθος και σχήμα) των κυττάρων του χλωρεγγύματος και την πυκνότητα των χλωροπλαστών προχωρώντας προς στο εσωτερικό του φύλλου.

Παρατηρούμε ότι το φύλλο αθάνατου έχει **δίοστιβη επιδερμίδα** (συνήθως η επιδερμίδα είναι μονόστοιβη) με παχιά κυτταρικά τοιχώματα εξωτερικά και την **εφυμενίδα**. Παρατηρούμε επίσης ότι τα κύτταρα της επιδερμίδας είναι διάφανα για την διέλευση του φωτός στα βαθύτερα φωτοσυνθετικά κύτταρα.

Στην επιδερμίδα δεν υπάρχουν **μεσοκυττάριοι χώροι** για λόγους προστασίας του φυτού. Αντίθετα, παρατηρούνται μεσοκυττάριοι χώροι στο χλωρέγχυμα εσωτερικά της επιδερμίδας. Επιπλέον, παρατηρούμε το μεταβαλλόμενο μέγεθος και σχήμα των κυττάρων του **χλωρεγγύματος** από την εξωτερική επιφάνεια του φύλλου προς το εσωτερικό του (αύξηση μεγέθους και μήκους).

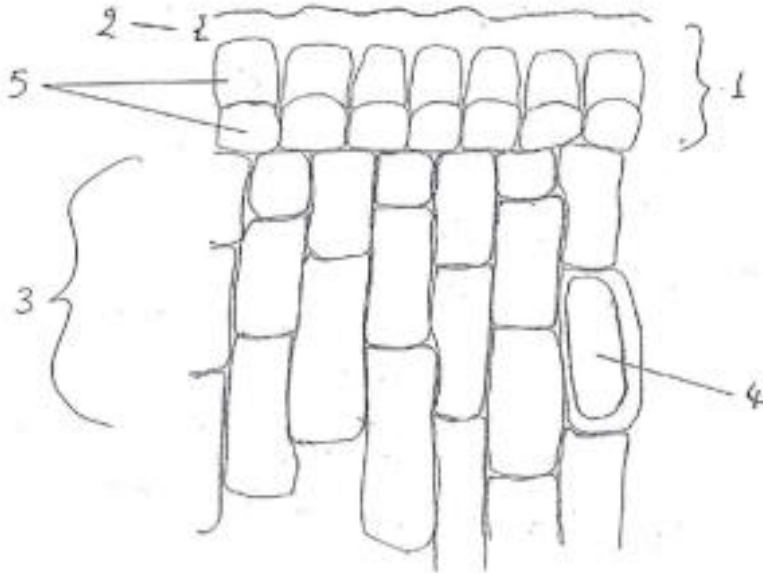
Αυτή η δομή των στηλών κυττάρων προσομοιάζει τούβλα και δίνει σταθερότητα στο φύλλο.



Εικόνα 1. Δομή φύλλου αθάνατου. Εγκάρσια τομή με χρώση μπλε της τολουιδίνης. Παρατηρούνται κυβικού σχήματος κρύσταλλοι (csc); Ραβδόμορφοι κρύσταλλοι (rsc) Ηθμαγγειώδεις δεσμίδες (vb). Corbin et al., 2015.

Δραστηριότητα 1β: Παρατήρηση σχηματικής δομής Φύλλου αθάνατου, *Agave americana*

- Σημειώστε το όνομα των δομών που αντιστοιχούν οι αριθμοί στο σχήμα 1.
- Μεταβάλλοντας την μικροεστίαση του δείγματός σας, παρατηρείστε και σχεδιάστε την κατανομή των χλωροπλαστών στα κύτταρα του σχήματος.



Σχήμα 1. Γκομπόιτσος, 2018

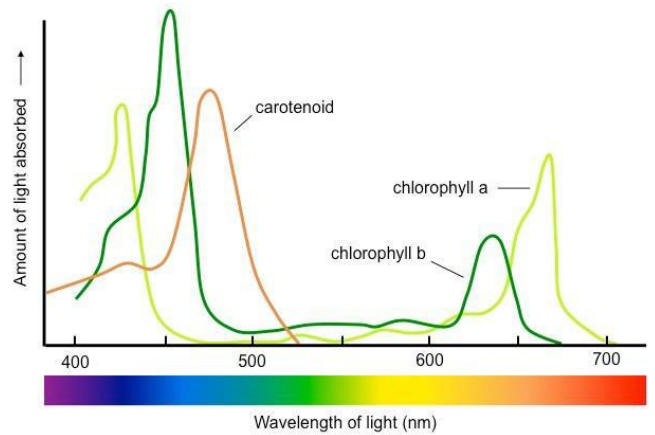
Οι **χλωροπλάστες** είναι είδος πλαστιδίων που χαρακτηρίζονται από συγκεντρώσεις χλωροφύλλης και περιέχουν όλα τα ένζυμα που απαιτούνται για τις διεργασίες της **φωτοσύνθεσης**.

Οι χλωροπλάστες έχουν **σχήμα φακοειδές** και οι διαστάσεις τους κυμαίνονται από 4 έως 6 μm. Περιβάλλονται από **διπλή μεμβράνη** που τους απομονώνει από το υπόλοιπο κύτταρο. Το εσωτερικό των χλωροπλαστών διακρίνεται στην υδατώδη μήτρα που ονομάζεται **στρώμα** και σε ένα εκτεταμένο δίκτυο πεπλατυσμένων μεμβρανικών σάκων που ονομάζονται **θυλακοειδή**. Τα θυλακοειδή σιβάζονται προκειμένου να σχηματίσουν φωτοσυνθετικά συσσωματώματα (**grana**). Οι χλωροπλάστες περιέχουν δικό τους **DNA και ριβοσώματα**, όπως τα μιτοχόνδρια.

Παρ'ότι οι χλωροπλάστες βρίσκονται μόνο στα φωτοσυνθετικά κύτταρα, η γλυκόζη και το οξυγόνο που παράγουν είναι απαραίτητα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών και τη διατήρηση της ζωής όλων των οργανισμών της Γης.

Οι **χλωροπλάστες** της τομής αναγνωρίζονται από το πράσινο χρώμα της χλωροφύλλης που περιέχουν. Οι χλωροφύλλες α και β που περιέχει το φυτικό κύτταρο απορροφούν κυρίως στο κυανό και στο ερυθρό φάσμα (430 - 660 nm).

Η **χλωροφύλλη** είναι μια χρωστική ουσία με **δακτύλιο πορφυρίνης**, η οποία είναι δομικά παρόμοια, και παράγεται μέσω της ίδιας μεταβολικής οδού, με άλλες χρωστικές πορφυρίνης όπως η αίμη. Στο κέντρο του δακτυλίου χλωρίου βρίσκεται ένα ιόν **μαγνησίου**. Η **πυκνότητα των χλωροπλαστών** στα κύτταρα του φύλλου, **μειώνεται** όσο προχωράμε από την εξωτερική επιφάνεια της τομής προς το **εσωτερικό** του φύλλου, λόγω της μειωμένης ακτινοβολίας και CO₂ που περνάει στο εσωτερικό. Το εσωτερικό παρέγχυμα έχει ρόλο στηρικτικό, αποταμιευτικό κ.α.



Μεταβάλλοντας την **μικροεστίαση** του δείγματός,

παρατηρούμε ότι οι χλωροπλάστες κατανέμονται με δύο τρόπους μέσα στο κύτταρο:

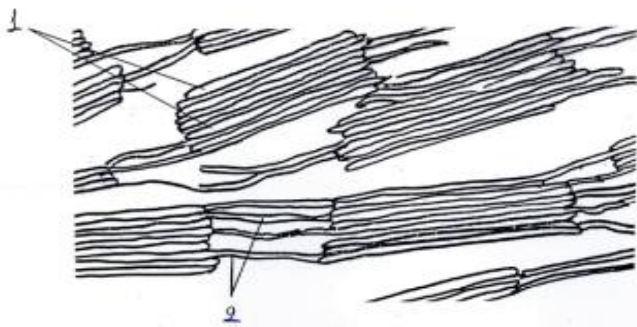
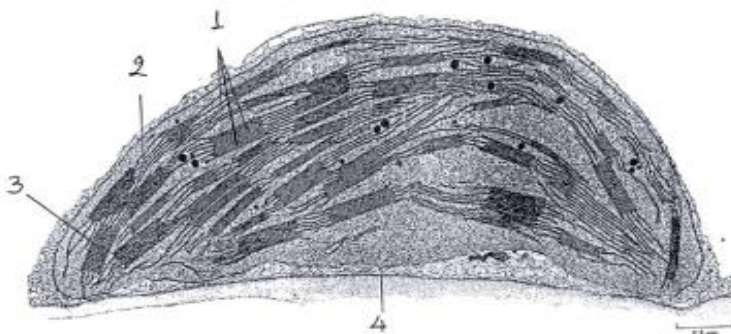
α) Την χαρακτηριστική τοποθέτησή τους σαν **σε σειρά** περιμετρικά του κυττάρου και σε στενή επαφή με το εσωτερικό της πλασματικής μεμβράνης και

β) Την σχετικά ομοιόμορφα **διάσπαρτη** κατανομή τους στο εσωτερικό του κυττάρου.

Η τοποθέτηση των πλαστιδίων εντός του κυττάρου ελέγχεται από τις συνθήκες φωτός και οι χλωροπλάστες φαίνεται να εντοπίζονται κατά προτίμηση σε κυτταρικές επιφάνειες που εκτίθενται σε χώρους αέρα στο φύλλο.

Δραστηριότητα 2: Παρατήρηση σχηματικής δομής χλωροπλάστη

- Χρωματίστε πράσινα τα θυλακοειδή του σχήματος 2. Σημειώστε το όνομα των δομών που αντιστοιχούν οι αριθμοί στο σχήμα 2.
- Σχεδιάστε **χλωροπλάστες** σε κύτταρα του χλωρεγχύματος.
- Πόσοι χλωροπλάστες περιέχονται σε ένα κύτταρο του χλωρεγχύματος;
- Υπολογίστε το μέγεθος του χλωροπλάστη (με τη διάμετρο του οπτικού πεδίου).



Σχήμα 2. Γκομπόιτσος, 2018

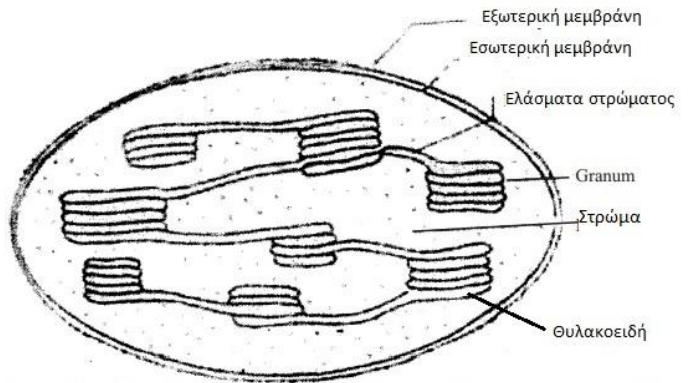
Ποιος είναι ο ρόλος του χλωροπλάστη;

1. Στα φυτά όλα τα κύτταρα συμμετέχουν στην **ανοσολογική απόκριση** των φυτών καθώς δεν διαθέτουν εξειδικευμένα ανοσοκύτταρα. Οι χλωροπλάστες μαζί με τον πυρήνα, την κυτταρική μεμβράνη και το ER είναι τα βασικά οργανίδια της άμυνας έναντι των παθογόνων.

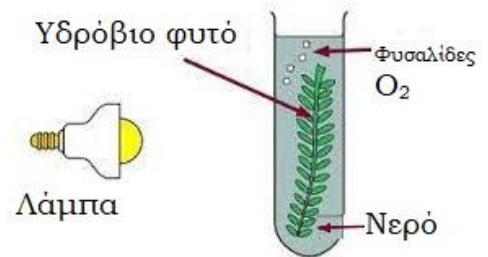
2. Η πιο σημαντική λειτουργία του χλωροπλάστη είναι να παράγει τροφή με τη διαδικασία της **φωτοσύνθεσης**. Κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, παράγονται **γλυκόζη και οξυγόνο** χρησιμοποιώντας φωτεινή ενέργεια, νερό και διοξείδιο του άνθρακα.

3. Οι λεγόμενες «**φωτεινές**» ή φωτοεξαρτώμενες αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης (π.χ. οξείδωση του νερού και παραγωγή μοριακού οξυγόνου) γίνονται από ένζυμα πάνω στις **μεμβράνες των θυλακοειδών**.

4. Οι λεγόμενες «**σκοτεινές**» ή φωτοανεξάρτητες αντιδράσεις της φωτοσύνθεσης γνωστές και ως κύκλος Calvin (δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα και σύνθεση γλυκόζης) γίνονται από ένζυμα τα οποία κινούνται ελεύθερα στο υδατώδες **στρώμα**.



Δραστηριότητα 3: Μέτρηση ρυθμού απελευθέρωσης οξυγόνου από τη φωτοσύνθεση υδρόβιου φυτού, *Egeria densa*



- Μετρήστε και σημειώστε τον αριθμό των φυσαλίδων οξυγόνου που απελευθερώνονται από την τομή του βλαστού ανά λεπτό (φυσαλίδες O_2 /min) (μέτρο φωτοσύνθεσης κατά προσέγγιση)
 1. από τη διάταξη που είναι κάτω από το φωτιστικό
 2. από την διάταξη που στερείται φωτιστικού
 3. από τη διάταξη που είναι κάτω από το φωτιστικό και έχει προστεθεί $NaHCO_3$
 4. από την διάταξη που στερείται φωτιστικού και έχει προστεθεί $NaHCO_3$

Διάταξη 1. φυσαλίδες O_2 /min

Διάταξη 2. φυσαλίδες O_2 /min

Διάταξη 3. φυσαλίδες O_2 /min

Διάταξη 4. φυσαλίδες O_2 /min

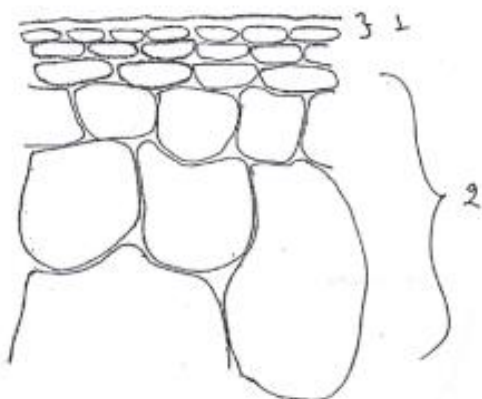
Παρατηρούμε ότι η παροχή φως και CO_2 (μέσω του $NaHCO_3$) αυξάνει τον ρυθμό φωτοσύνθεσης και συνεπώς τον ρυθμό απελευθέρωσης O_2 .

Δραστηριότητα 4α: Παρατήρηση Περικαρπίου πιπεριάς, *Capsicum annuum*

- Κατασκευάστε παρασκεύασμα εγκάρσιας τομής περικαρπίου πιπεριάς
- Παρατηρήστε και σχεδιάστε την **επιδερμίδα** με την **εφυμενίδα** της
- Συγκρίνατε τα παρεγχυματικά κύτταρα της πιπεριάς με εκείνα του χλωρεγχύματος στον αθάνατο (σχήμα, μέγεθος, χρώμα)

Δραστηριότητα 4β: Παρατήρηση σχηματικής δομής Περικαρπίου πιπεριάς, *Capsicum annuum*

- Σημειώστε το όνομα των δομών που αντιστοιχούν οι αριθμοί στο σχήμα 3.
- Σημειώστε και χρωματίστε τους **χρωμοπλάστες** σε κύτταρα του **περικαρπίου** πιπεριάς.
- Πού οφείλεται ο χρωματισμός των χρωμοπλαστών;



Σχήμα 3. Γκομπόιτσος, 2018

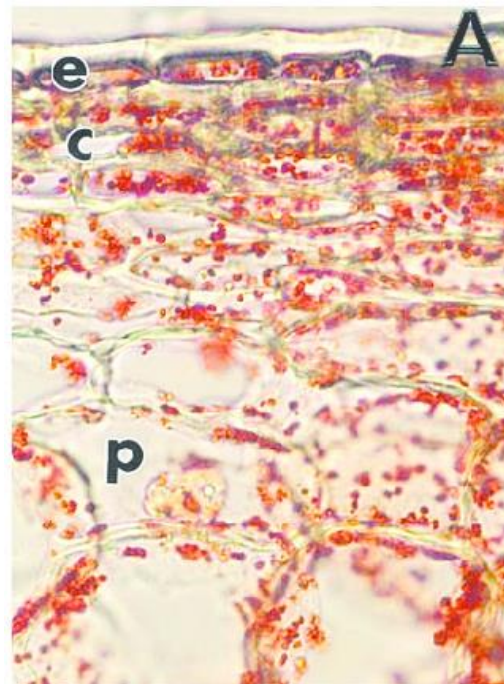
Παρατηρούμε ότι το περικάρπιο πιπεριάς έχει **μονόστριβη επιδερμίδα** και **λεπτή εφυμενίδα**. Τα κύτταρα του παρεγχύματος περιέχουν χρωμοπλάστες με χρωστικές (**καροτενοειδή - ξανθοφύλλες**) που δίνουν το χαρακτηριστικό κίτρινο, πορτοκαλί χρώμα σε αντίθεση με εκείνα του χλωρεγχύματος στον αθάνατο που περιέχουν χλωροπλάστες και είναι πράσινα.

Τα καροτενοειδή είναι οργανικές χρωστικές που συντίθενται από όλους τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς και λίγους μη φωτοσυνθετικούς μύκητες και βακτήρια. Τα μόνα ζώα που είναι γνωστό ότι παράγουν καροτενοειδή είναι οι **αφίδες** και τα **ακάρεα** (Τετρανυχίδες, Spider mite), τα οποία απέκτησαν την ικανότητα και τα γονίδια από μύκητες.

Υπάρχουν πάνω από 600 γνωστά καροτενοειδή, τα οποία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις ξανθοφύλλες (που περιέχουν οξυγόνο) και τις καροτίνες (που είναι καθαρά υδρογονάνθρακες και δεν περιέχουν οξυγόνο).

Γενικά, τα καροτενοειδή απορροφούν μήκη κύματος που κυμαίνονται από 400-550 nm (ιώδες έως πράσινο φως). Αυτό κάνει τις ενώσεις να χρωματίζονται **βαθιά κίτρινο, πορτοκαλί ή κόκκινο**.

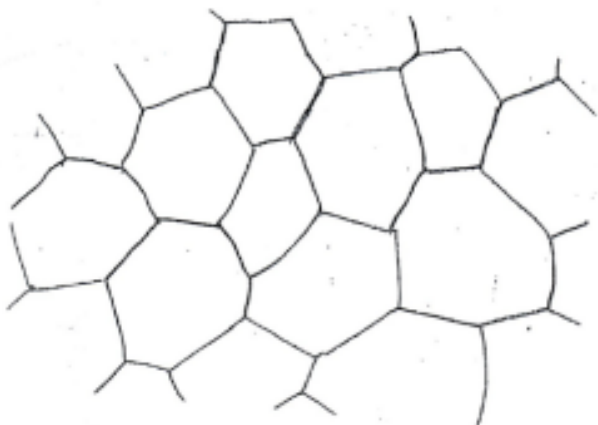
Τα καροτενοειδή διαδραματίζουν δύο βασικούς ρόλους στα φυτά και τα φύκη: απορροφούν ενέργεια φωτός για χρήση στη φωτοσύνθεση και προστατεύουν τη χλωροφύλλη από τη φωτο-οξείδωση.



Εικόνα Α – Εγκάρσια τομή κόκκινης πιπεριάς. Επιδερμίδα (e), κολλέγχυμα (c), και παρέγχυμα (p) με αρκετούς χρωμοπλάστες $\times 300$. Weryszko-Chmielewska and Michalajc, 2011.

Δραστηριότητα 5: Παρατήρηση ρίζας καρότου, *Daucus carota*

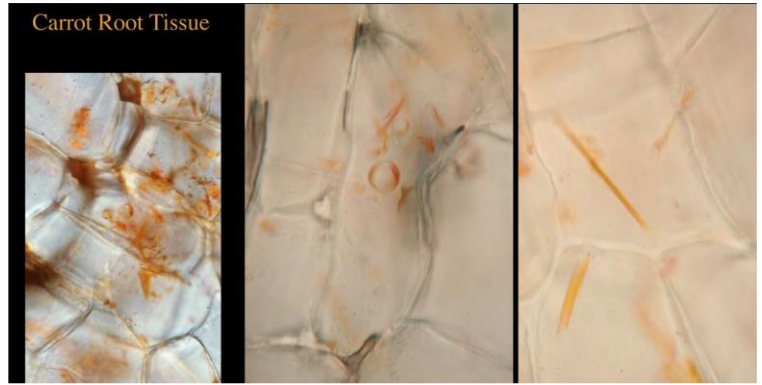
- Κατασκευάστε παρασκεύασμα εγκάρσιας τομής ρίζας καρότου
- Σχεδιάστε, σημειώστε και χρωματίστε τους χρωμοπλάστες στο σχήμα 4.



Σχήμα 4. Γκομπόιτσος, 2018

Στην εγκάρσια τομή καρότου παρατηρούμε **κρυστάλλους καροτενοειδών**. Με τη χρήση του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου οι χρωμοπλάστες ταξινομήθηκαν σε πέντε (5) κύριες κατηγορίες:

- 1) σφαιρικοί χρωμοπλάστες,
- 2) κρυσταλλικοί χρωμοπλάστες,
- 3) ινιδώδεις χρωμοπλάστες,
- 4) κυλινδρικοί και
- 5) μεμβρανώδεις χρωμοπλάστες.

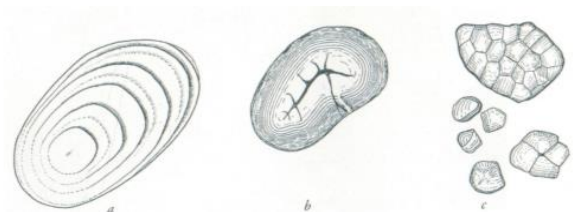


Έχει επίσης διαπιστωθεί ότι μπορούν να συνυπάρχουν διαφορετικοί τύποι χρωμοπλαστών στο ίδιο όργανο. Τα καροτενοειδή είναι λιποδιαλυτά μόρια και η βιοσύνθεση λαμβάνει χώρα τόσο στους χρωμοπλάστες όσο και στους χλωροπλάστες.

Δραστηριότητα 6: Παρατήρηση Αμυλόκοκκων στον Βλαστό πατάτας, *Solanum tuberosum*

- Κατασκευάστε ένα παρασκεύασμα με ξύσμα από το εσωτερικό της πατάτας
- Παρατηρείστε και σχεδιάστε αμυλόκοκκους σε νερό
- Στη συνέχεια προσθέστε ιωδιούχο διάλυμα (I_2+KI) στην ακμή της καλυπτρίδας και παρατηρήστε τη χρώση των αμυλόκοκκων
- Πώς ερμηνεύεται η χρώση του αμύλου με το ιώδιο;

Οι **αμυλοπλάστες** είναι μη χρωματισμένα οργανίδια (λευκοπλάστες) που είναι υπεύθυνοι για τη **σύνθεση και αποθήκευση των κόκκων αμύλου**, μέσω του πολυμερισμού της γλυκόζης. Οι αμυλοπλάστες επίσης μετατρέπουν αυτό το άμυλο ξανά σε γλυκόζη όταν το φυτό χρειάζεται ενέργεια. Οι αμυλόκοκκοι έχουν στρωματική διάταξη αμύλου με **συγκεντρικούς κύκλους** αποθήσεως. Η σύνθεση και



Αμυλόκοκκοι πατάτας, φασολιού και ρυζιού

η αποθήκευση αμύλου λαμβάνει χώρα επίσης σε χλωροπλάστες. Οι αμυλοπλάστες και οι χλωροπλάστες συνδέονται στενά και οι αμυλοπλάστες μπορούν να μετατραπούν σε χλωροπλάστες. Αυτό παρατηρείται για παράδειγμα όταν οι κόνδυλοι της πατάτας εκτίθενται στο φως και γίνονται πράσινοι. Μεγάλοι αριθμοί

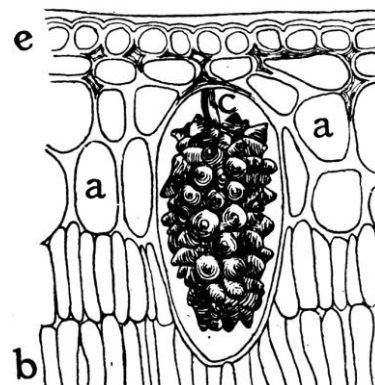
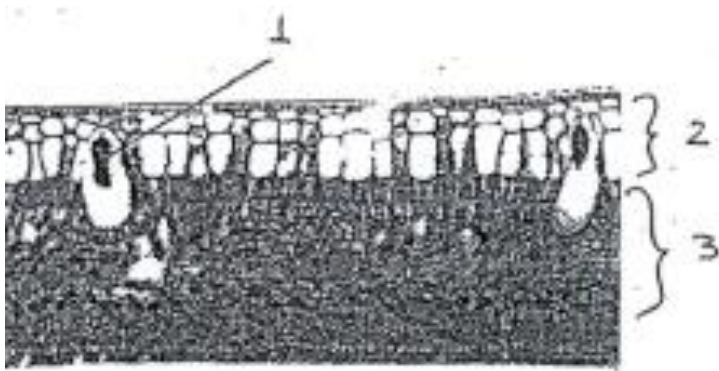
αμυλοπλαστών μπορούν να βρεθούν στους καρπούς και στους υπόγειους ιστούς αποθήκευσης ορισμένων φυτών, όπως είναι οι κόνδυλοι της πατάτας.

Στην **καλύπτρα της ρίζας** υπάρχει ένα ειδικό υποσύνολο κυττάρων, που ονομάζονται **στατοκύτταρα**, στο εσωτερικό των οποίων υπάρχουν εξειδικευμένοι αμυλοπλάστες, οι οποίοι εμπλέκονται στην αντίληψη της βαρύτητας από το φυτό (**γεωτροπισμός**). Αυτοί οι εξειδικευμένοι αμυλοπλάστες - που ονομάζονται **στατόλιθοι** - είναι πιο **πυκνοί** από το κυτταρόπλασμα και μπορούν να **καθιζάνουν με τη βαρύτητα**.

Το ιώδιο του ιωδιούχου διαλύματος δεσμεύεται στα μόρια του αμύλου και τα σύμπλοκα έχουν **ιώδες χρώμα**.

Δραστηριότητα 7: Παρατήρηση εγκάρσιας τομής φύλλου Φίκου, *Ficus elastica*

- Κατασκευάστε ένα παρασκεύασμα εγκάρσιας τομής φύλλου Φίκου
- Σημειώστε το όνομα των δομών που αντιστοιχούν οι αριθμοί στο σχήμα



Στο φύλλο του Φίκου, παρατηρούμε την τρίστοιβη επιδερμίδα με την εφυμενίδα της (2), το χλωρέγχυμα (3) και τα ιδιόβλαστα κύτταρα με τα έγκλειστα (1). Παρατηρούμε εσωτερικά, στην τρίτη στοιβάδα της επιδερμίδας, το **ιδιόβλαστο κύτταρο**, που περιέχει τον **κυστόλιθο** (**κρύσταλλος ανθρακικού ασβεστίου**) (1). Σε μεγαλύτερη μεγέθυνση (εικόνα δεξιά) βλέπουμε το ανάγλυφο της επιφάνειας και τον μίσχο (c) του κυστόλίθου. Οι κρύσταλλοι σχηματίζονται από την ένωση κατιόντων ασβεστίου με το ανθρακικό οξύ, παραπροϊόν της φωτοσύνθεσης. Συναντώνται σε τρίχες, στα επιδερμικά και υποδερμικά κύτταρα, στα κυτταρικά τοιχώματα ή στα χυμοτόπια εξειδικευμένων κυττάρων, που ονομάζονται **ιδιοβλάστες** και βρίσκονται κυρίως στην περιοχή του μεσόφυλλου. Ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα τους διακρίνονται:

- ***Ραφίδες**: επιμήκεις, λεπτοί και βελονοειδείς κρύσταλλοι οξαλικού ασβεστίου, *Στηλοειδείς
- ***Στηλοειδείς**: κρύσταλλοι με μυτερές απολήξεις και μήκος τουλάχιστον τέσσερις φορές μεγαλύτερο από το πλάτος,
- ***Βοτρυόμορφοι-δρούσες**: σύνθετοι κρύσταλλοι από πολυάριθμους πρισματοειδείς ή πυραμιδοειδείς,
- ***Πρισματικοί**: ρομβοεδρικοί ή οκταεδρικοί κρύσταλλοι που ποικίλουν σε μέγεθος, *Κρυσταλλική άμμος
- ***Κρυσταλλική άμμος**: μάζα λεπτών διασκορπισμένων μικρο-κρυστάλλων που δίνουν αμμώδη υφή, *Σφαιρίτες
- ***Σφαιρίτες**: σφαιρικοί κρύσταλλοι, που συγκροτούν ομάδες και έχουν σχετικά λεία επιφάνεια.

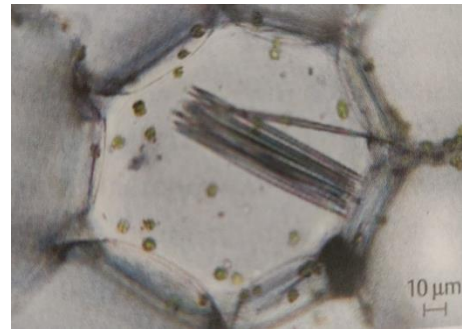
Δραστηριότητα 8: Παρατήρηση κατά μήκος τομής φύλλου δράκαινας, *Dracaena marginata*

- Κατασκευάστε ένα παρασκεύασμα κατά μήκος τομής φύλλου δράκαινας κοντά στο κεντρικό νεύρο
- Παρατηρήστε και σχεδιάστε ραφίδες οξαλικού ασβεστίου (raphides), μεμονωμένες, διάσπαρτες ή σε ιδιόβλαστα παρεγχυματικά κύτταρα του μεσόφυλλου

Παρατηρούμε ραφίδες (επιμήκεις κρυστάλλους οξαλικού ασβεστίου), μεμονωμένες, διάσπαρτες (αριστερή εικόνα) ή σε συσσωματώματα μέσα σε ιδιόβλαστα παρεγχυματικά κύτταρα του μεσόφυλλου (δεξιά).



wikipedia.org



Τσέκος, Κουκόλη, Μουστάκας, 2012.

Ανθρακικό, Οξαλικό ασβέστιο στα φυτά: σχηματισμός και λειτουργία

Οι κρύσταλλοι ανθρακικού και οξαλικού ασβεστίου κατανέμονται σε όλα τα ταξινομικά επίπεδα φωτοσυνθετικών οργανισμών από μικρά φύκη έως τα αγγειόσπερμα και γιγάντια γυμνόσπερμα.

Οι κύριες λειτουργίες του σχηματισμού κρυστάλλων ανθρακικού και οξαλικού ασβεστίου στα φυτά περιλαμβάνουν τη ρύθμιση των επιπέδων ελεύθερου κυτταροπλασματικού ασβεστίου (Ca), την προστασία από τα φυτοφάγα και την αντοχή στα βαρέα μέταλλα (αποτοξίνωση), τη συλλογή και σκεδασμό του φωτός για τη βελτιστοποίηση της φωτοσύνθεσης.

Η διαδικασία της βιομεταλλοποίησης δεν είναι μια απλή τυχαία φυσικοχημική καταβύθιση ενδογενώς συντιθέμενου οξαλικού οξέος και περιβαλλοντικά προερχόμενου Ca. Αντίθετα, σχηματίζονται κρύσταλλοι σε συγκεκριμένα σχήματα και μεγέθη σε κάθε είδος φυτού, σε συγκεκριμένα κύτταρα, γεγονότα που υποδεικνύουν γενετική ρύθμιση.

Η βιομεταλλοποίηση εξελίχθηκε πολλές φορές, ανεξάρτητα και είναι ευρέως διαδεδομένη στο φυτικό βασίλειο. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι βιομετάλλων στα φυτά είναι οι κρύσταλλοι οξαλικού ασβεστίου, το ανθρακικό ασβέστιο και το πυρίτιο.

Βιβλιογραφία

Γκομπόιτσος Αθανάσιος, 2005. Δομή φυτικών οργανισμών. Από την κυτταρική βιολογία στη λειτουργική ανάπτυξη του φυτού. Μέρος Ι.

Γκομπόιτσος Αθανάσιος, 2018. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 03: ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ. Πλαστίδια: χλωροπλάστες, χρωμοπλάστες, λευκοπλάστες Χυμοτόπιο: τονοπλάστης, κυτταρικός χυμός Εγκλειστα: κρύσταλλοι, πρωτεινόκοκκοι, αμυλόκοκκοι, λιπίδια.

Κοτζαμπάσης Κυριάκος, 2015. Δομή και Λειτουργία Φυτικών Οργανισμών. (<https://opencourses.uoc.gr/courses/course/view.php?id=312>)

Τσέκος Ιωάννης, Κουκόλη Έλλη, Μουστάκας Μιχάλης, 2012. Εργαστηριακές ασκήσεις Βοτανικής, Εκδοτικός οίκος Αφοί Κυριακίδη.

Τσέκος Ιωάννης, Σαββίδης Θωμάς, 2020. Βοτανική. Δομή, Λειτουργική δράση & Βιολογία των φυτών, Εκδοτικός οίκος Αφοί Κυριακίδη.

Δεληθόπουλος, 1994. Μορφολογία και ανατομία φυτών, Εκδόσεις Α. Σιμώνη-Σ. Χατζηπάντου Ο.Ε., Θεσσαλονίκη.

Cooper M. Geoffrey, Hausman E. Robert, 2018. ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ. Μια Μοριακή Προσέγγιση, Boston University, Ακαδημαϊκές Εκδόσεις Ι. Μπάσδρα και ΣΙΑ Ο.Ε.