

Κεφαλαίο 2

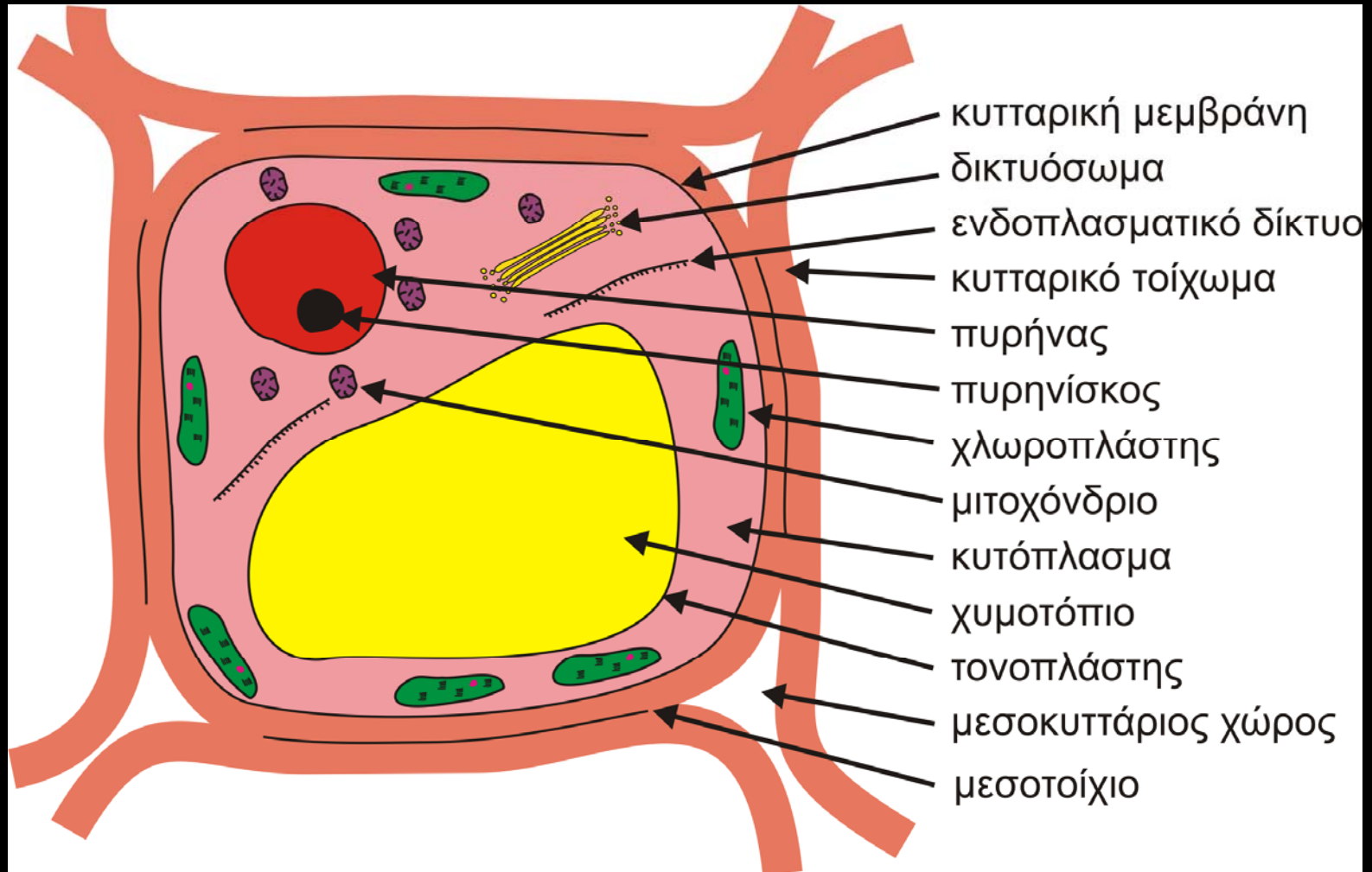
Το τυπικό φυτικό κύτταρο
παρουσιάζει χαρακτηριστική δομή

- Τα ανώτερα φυτά, όπως και όλοι οι οργανισμοί, απαρτίζονται από κύτταρα.
-
- Τα κύτταρα αποτελούν τις λειτουργικές μονάδες των ιστών και οργάνων.
- Τα φυτικά κύτταρα, παρόλον ότι παρουσιάζουν πολλά κοινά μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, παρουσιάζουν και σημαντικές διαφορές ως προς το μέγεθος, τη μορφή και το λειτουργικό τους ρόλο.
- Οι διαφορές αυτές αντικατοπτρίζουν τις ιδιαίτερες φυσιολογικές ανάγκες που αντιμετωπίζει και τον ιδιαίτερο ρόλο που επιτελεί το κάθε κύτταρο στο φυτό.
- Ο επιμερισμός των ρόλων επιβάλλεται λόγω των πολυάριθμων αναγκών που καλείται να αντιμετωπίσει ο οργανισμός προκειμένου να επιβιώσει.

Οι ανάγκες που έχει ένα φυτικό κύτταρο

- Η ανάγκη της στήριξης το οργανισμού.
- Η ανάγκη της διατήρησης των αποθεμάτων νερού σε ανεκτά επίπεδα.
- Η ανάγκη της ανταλλαγής συστατικών και πληροφοριών με το περιβάλλον αλλά και με άλλα κύτταρα και φυτά.
- Η ανάγκη της αντιμετώπισης βιοτικών (παθογόνα, εχθροί) και αβιοτικών παραγόντων καταπόνησης (αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος).
- Η ανάγκη της διαχείριση της ενέργειας.
- Η ανάγκη της αναπαραγωγής

Τα φυτικά κύτταρα διαθέτουν κοινά χαρακτηριστικά

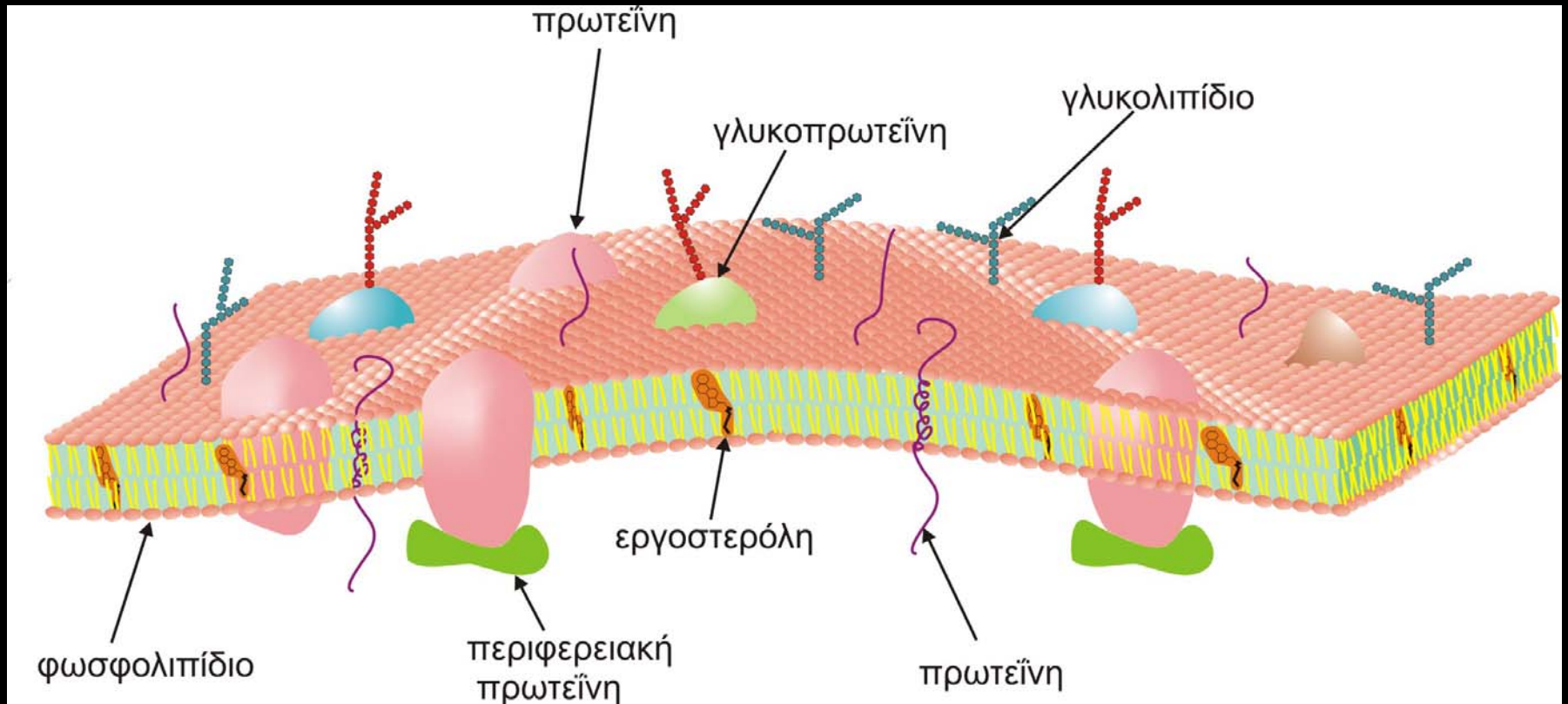


Το κυτόπλασμα είναι το υποκυτταρικό διαμέρισμα μέσα στον οποίο επιτελούνται πολυάριθμες, ζωτικής σημασίας, χημικές αντιδράσεις.

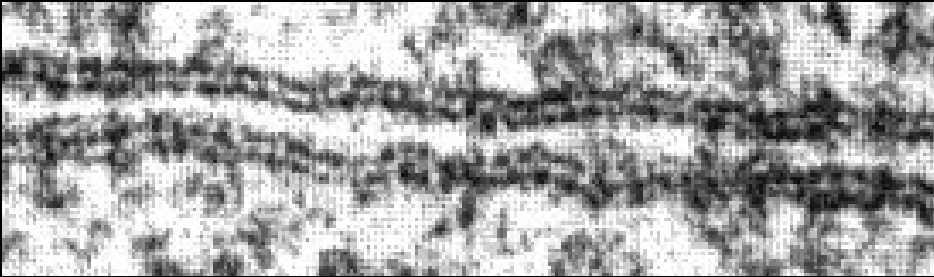
- Το κυτόπλασμα είναι ο χώρος μέσα στον οποίο επιτελούνται πολυάριθμες ζωτικής σημασίας για τα κύτταρα χημικές αντιδράσεις.
- Ο όρος κυτόπλασμα συνήθως περιγράφει το περιεχόμενο του κυττάρου, εκτός από τον πυρήνα, τα οργανίδια και τα χυμοτόπια.
- Το κυτόπλασμα από φυσικής άποψης είναι ένα παχύρρευστο διαφανές υγρό που αποτελείται κατά 85-90% από νερό. Στο υδατικό αυτό περιβάλλον εντοπίζονται διαλυμένα συστατικά, κυρίως ένζυμα και μεταβολίτες.

Οι βιολογικές μεμβράνες

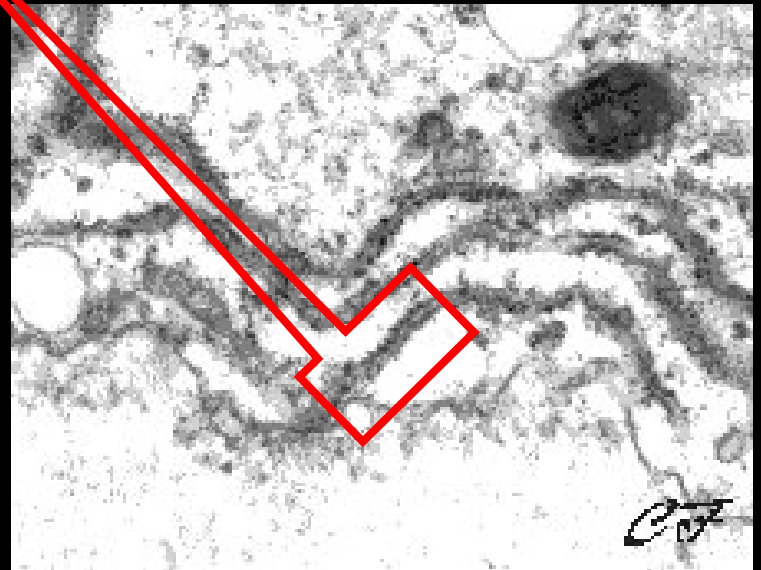
- Το πρότυπο του υγρού μωσαϊκού



Η μοναδιαία μεμβράνη στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης

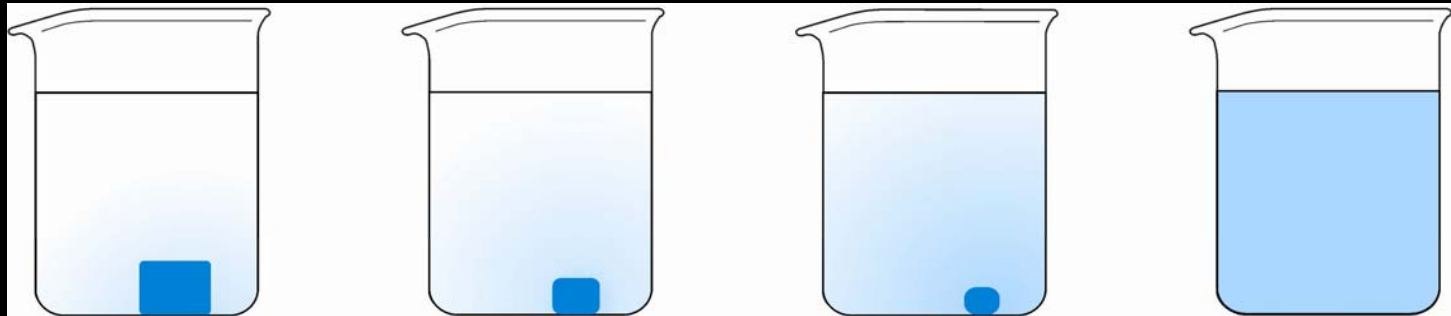


Δυο μοναδιαίες
μεμβράνες σε πολύ μεγάλη
μεγέθυνση



Η μετακίνηση συστατικών μέσω των μεμβρανών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την επιβίωση των κυττάρων.

- Η παθητική μεταφορά δεν απαιτεί τη δαπάνη ενέργειας
- Προϋπόθεση για να επιτευχθεί παθητική μεταφορά είναι η ύπαρξη διαφοράς συγκέντρωσης ή διαφορά ηλεκτροχημικού δυναμικού μεταξύ των δύο πλευρών της μεμβράνης.



Μετακίνηση λόγω διαφοράς ηλεκτροχημικού δυναμικού

1. Πρωτείνες διευκολυνόμενης μεταφοράς (ή φορείς). Οι πρωτείνες αυτές συνδέονται με το ιόν ή μόριο και το μεταφέρουν στο εσωτερικό του κυττάρου.
2. Κανάλια ιόντων. Πρόκειται για πρωτείνες οι οποίες σχηματίζουν διόδους χαμηλής αντίστασης και μέσω αυτών πραγματοποιείται μαζική μεταφορά ιόντων ή μορίων.
3. Συμμεταφορείς/αντιμεταφορείς. Πρωτείνες που μεταφέρουν ιόντα ή μόρια με ταυτόχρονη μεταφορά ενός δεύτερου ιόντος ή μορίου (ονομάζεται συνοδό ιόν) είτε προς την ίδια κατεύθυνση (οι συμμεταφορείς), είτε προς αντίθετες κατευθύνσεις (οι αντιμεταφορείς).

Πίνακας 2.1. Ορισμένες διαφορές μεταξύ ενεργού και παθητικής μεταφοράς.

	παθητική	ενεργητική
Μηχανισμός	Σύμφωνα προς τη διαβάθμιση της συγκέντρωσης ή του ηλεκτροχημικού δυναμικού, δεν απαιτεί δαπάνη ενέργειας	Αντίθετα προς τη διαβάθμιση της συγκέντρωσης ή του ηλεκτροχημικού δυναμικού, απαιτεί δαπάνη ενέργειας
Μεμβρανικές πρωτεΐνες που εκτελούν τη μεταφορά	<ol style="list-style-type: none">1. πρωτεΐνες διευκολυνόμενης μεταφοράς (φορείς)2. κανάλια ιόντων3. συμμεταφορείς/αντιμεταφορείς	αντλίες

- Η όσμωση αποτελεί μια ειδική περίπτωση διάχυσης και προϋποθέτει την ύπαρξη μιας ημιπερατής μεμβράνης.

$$\Psi_s = -\sum c R T$$

Εξίσωση 2.1.

$\sum c$, το άθροισμα των μοριακών συγκεντρώσεων των επί μέρους διαλυμένων ουσιών
 R , η σταθερά των αερίων

T , η θερμοκρασία

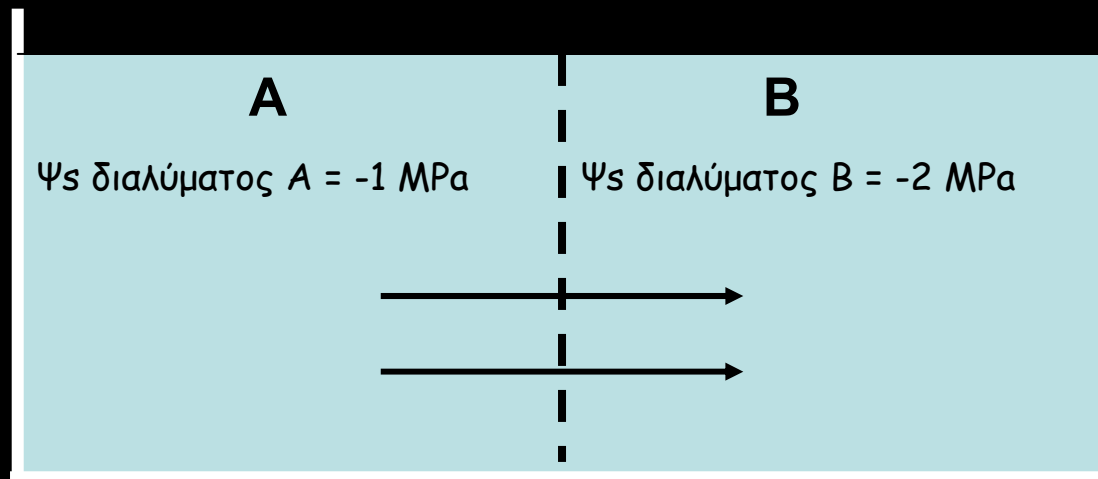
Το οσμωτικό δυναμικό παίρνει τιμές από 0 (του καθαρού νερού) και αρνητικές (σε διαλύματα) και έχει διαστάσεις πίεσης.

Συνήθως ως μονάδα πίεσης χρησιμοποιείται το MPa (Mega Pascal).

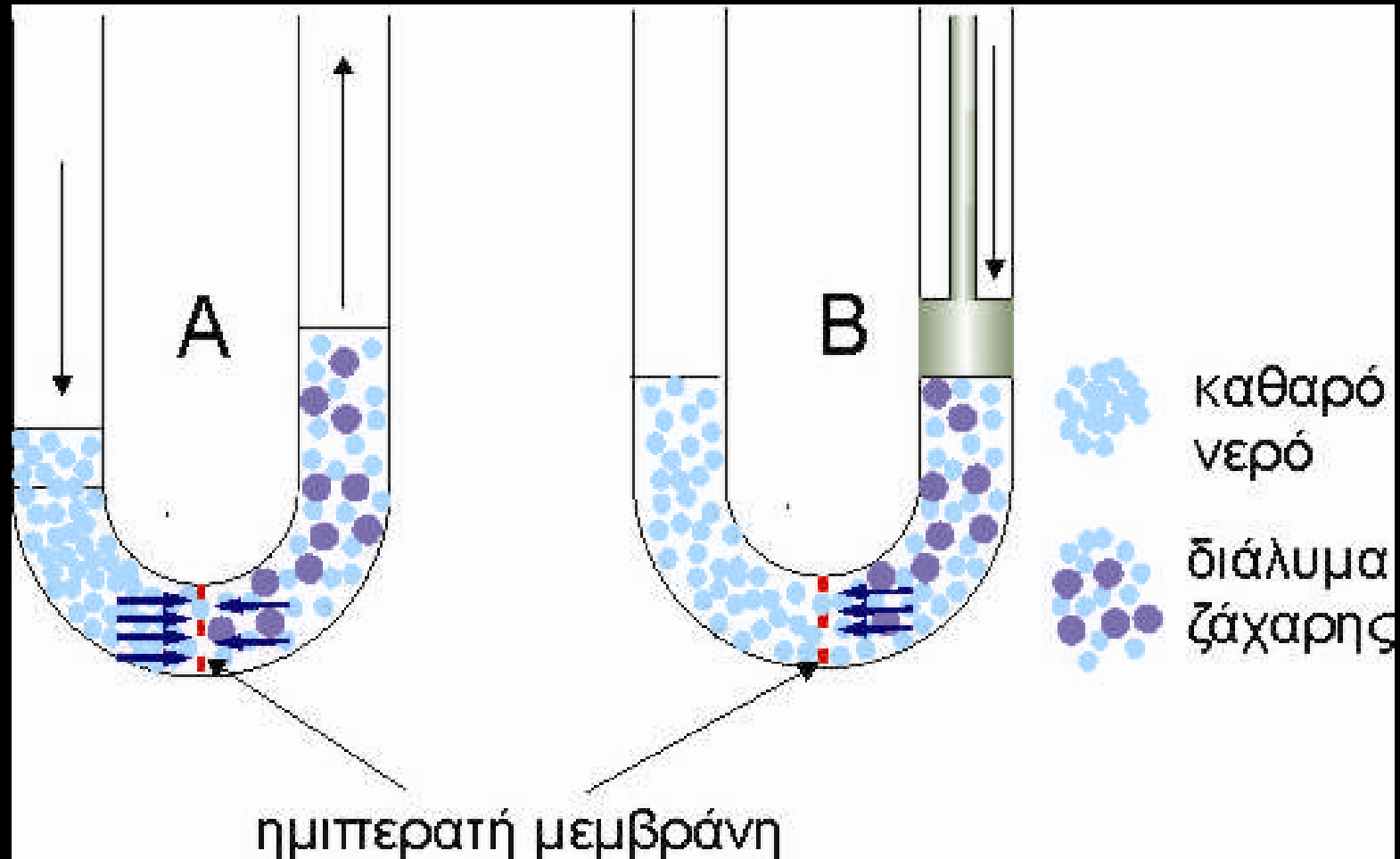
1 MPa = 9.87 At = 10 bars.

Το νερό κινείται από υψηλά οσμωτικά δυναμικά προς χαμηλά οσμωτικά δυναμικά.

- Το οσμωτικό δυναμικό παίρνει τιμές από 0 (του καθαρού νερού) και αρνητικές (σε διαλύματα) και έχει διαστάσεις πίεσης. Συνήθως ως μονάδα πίεσης χρησιμοποιείται το MPa (Mega Pascal). $1 \text{ MPa} = 9.87 \text{ At} = 10 \text{ bars}$. Το νερό κινείται από υψηλά οσμωτικά δυναμικά προς χαμηλά οσμωτικά δυναμικά. Π.χ. σε δύο διαλύματα που διαχωρίζονται μεταξύ τους με ημιπερατή μεμβράνη με τιμές οσμωτικού δυναμικού
- Ψ_s διαλύματος A = -1 MPa
- Ψ_s διαλύματος B = -2 MPa



Η μετακίνηση των μορίων του διαλύτη μέσω μιας ημιπερατής μεμβράνης και η λειτουργία του τυπικού οσμώμετρου.

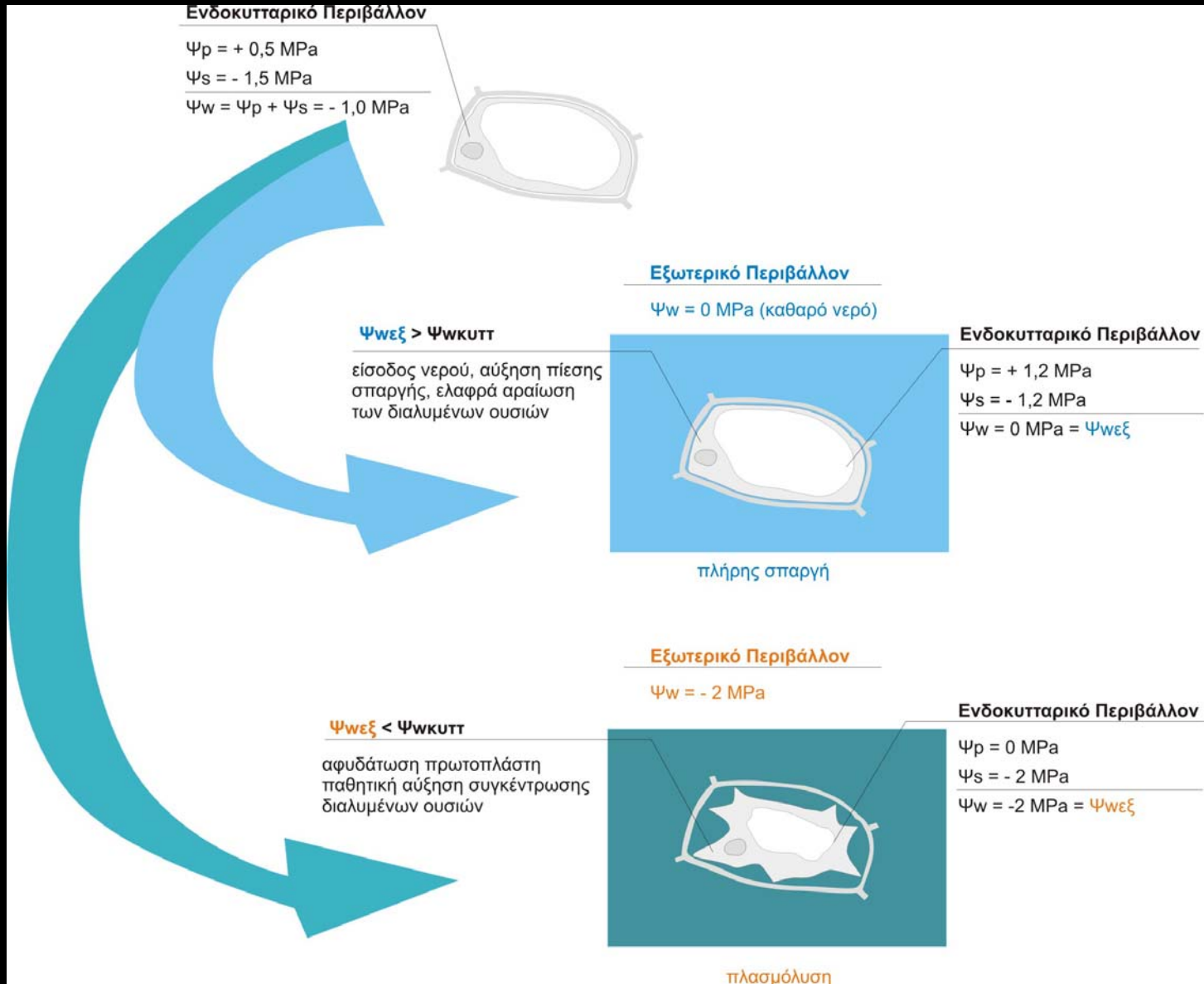


Το δυναμικό του νερού καθορίζει τη μετακίνηση του νερού από κύτταρο σε κύτταρο.

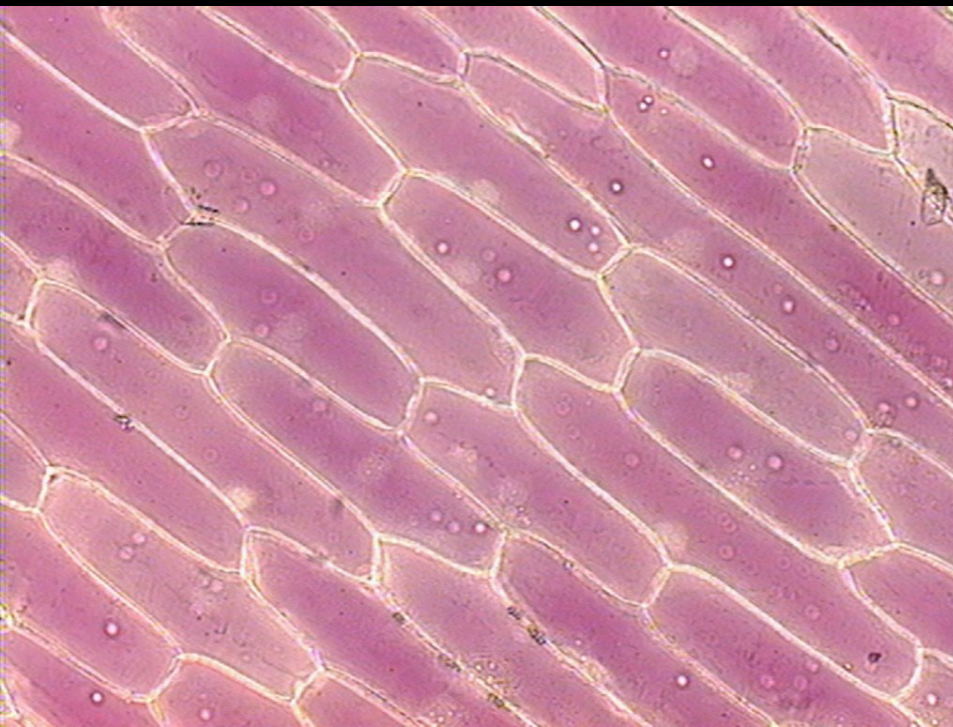
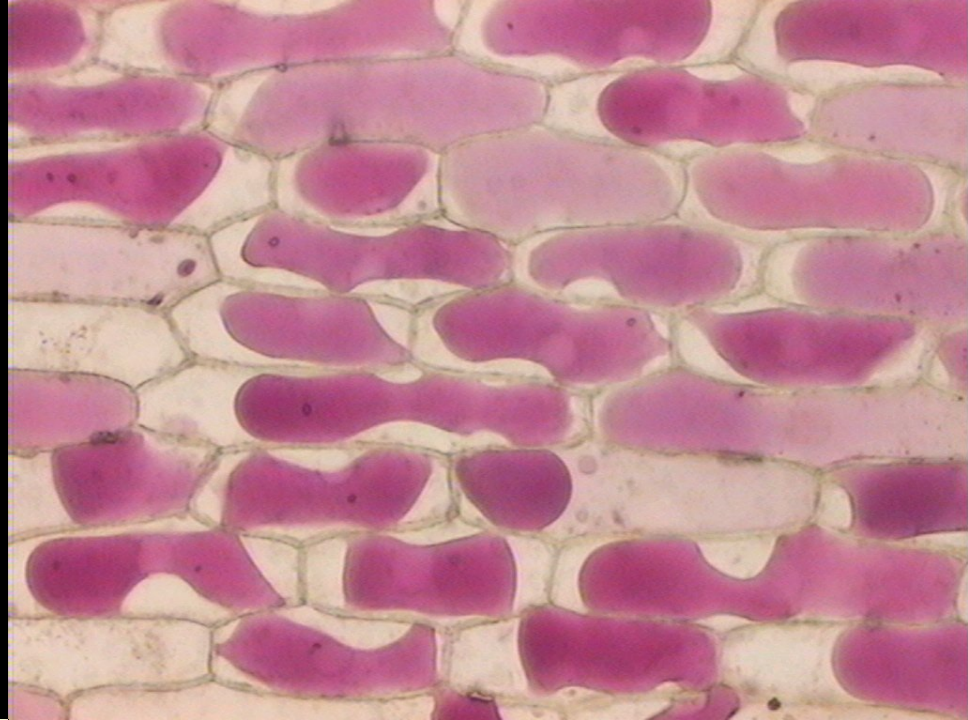
$$\Psi_w = \Psi_s + \Psi_p$$

- Όπου
- Ψ_w , δυναμικό νερού
- Ψ_s , οσμωτικό δυναμικό
- Ψ_p , δυναμικό πίεσης.
- Το δυναμικό πίεσης μπορεί να πάρει τόσο θετικές (εάν επικρατεί θετική πίεση στα κύτταρα), όσο και αρνητικές τιμές (εάν επικρατεί τάση στα κύτταρα, όπως π.χ. στα αγγεία του ξύλου, βλ. 6.3.10). Στα ελεύθερα διαλύματα παίρνει την τιμή μηδέν.

Τι θα συμβεί αν ένα φυτικό κύτταρο βυθιστεί σε καθαρό νερό και σε ένα πυκνό διάλυμα ζάχαρης



Φυτικά κύτταρα σε πλασμόλυση (όταν τοποθετηθούν σε διάλυμα ζάχαρης).



Φυτικά κύτταρα σε σπαργή (όταν τοποθετηθούν σε καθαρό νερό).

Το νερό μετακινείται από κύτταρα τα οποία διαθέτουν υψηλό δυναμικό προς κύτταρα με χαμηλότερο δυναμικό.

Κύτταρο 1

$$\Psi_p = + 0,5 \text{ MPa}$$

$$\Psi_s = - 1,5 \text{ MPa}$$

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s = - 1,0 \text{ MPa}$$

Κύτταρο 2

$$\Psi_p = + 0,2 \text{ MPa}$$

$$\Psi_s = - 1,8 \text{ MPa}$$

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s = - 1,6 \text{ MPa}$$

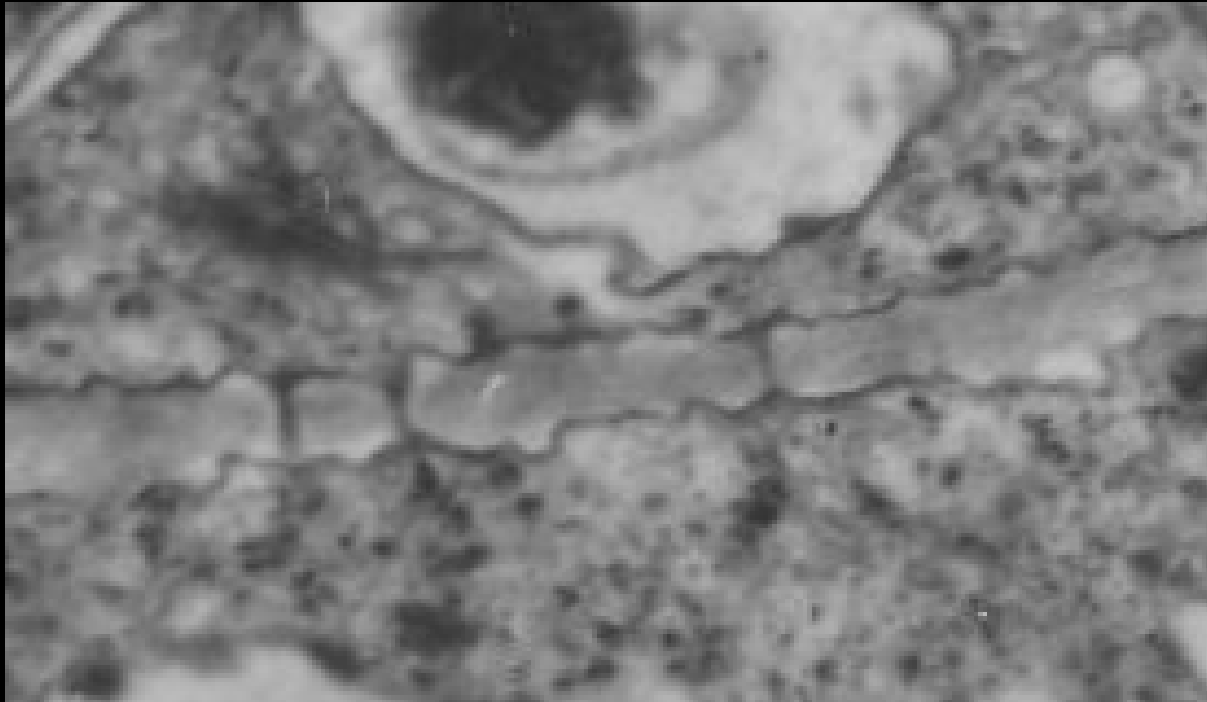


$$\Psi_{w1} > \Psi_{w2}$$

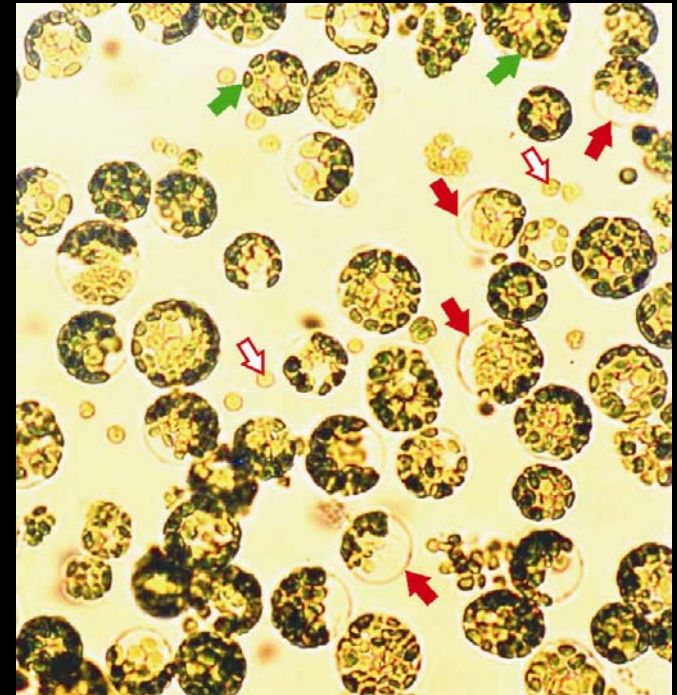
Μέσω των μεμβρανών επιτελείται η επικοινωνία μεταξύ των κυττάρων που αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη συντονισμένη ανάπτυξη του φυτού.

- Μια από τις προϋποθέσεις για τη συντονισμένη ανάπτυξη και λειτουργία ενός πολυκύτταρου οργανισμού είναι η δυνατότητα επικοινωνίας μεταξύ των κυττάρων του (διακυτταρική επικοινωνία).
- Δύο είδη διακυτταρικής επικοινωνίας παρατηρούνται:
 - Μεταξύ κυττάρων που βρίσκονται σε απόσταση και,
 - Μεταξύ κυττάρων που βρίσκονται σε επαφή.
- Στην πρώτη περίπτωση, η επικοινωνία επιτελείται μέσω μορίων "αγγελιοφόρων" τα οποία συνήθως είναι φυτορμόνες.
- Τη δεύτερη περίπτωση επικοινωνίας, την εξ επαφής, εξυπηρετούν ειδικές δομές οι πλασμοδέσμες

πλασμοδέσματα

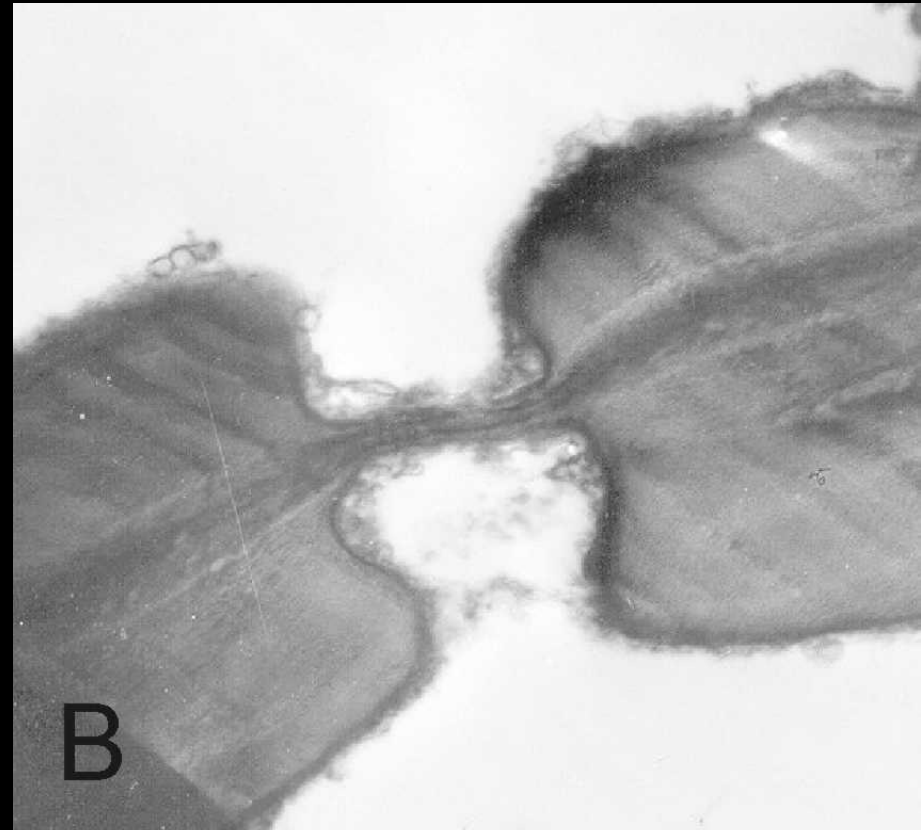
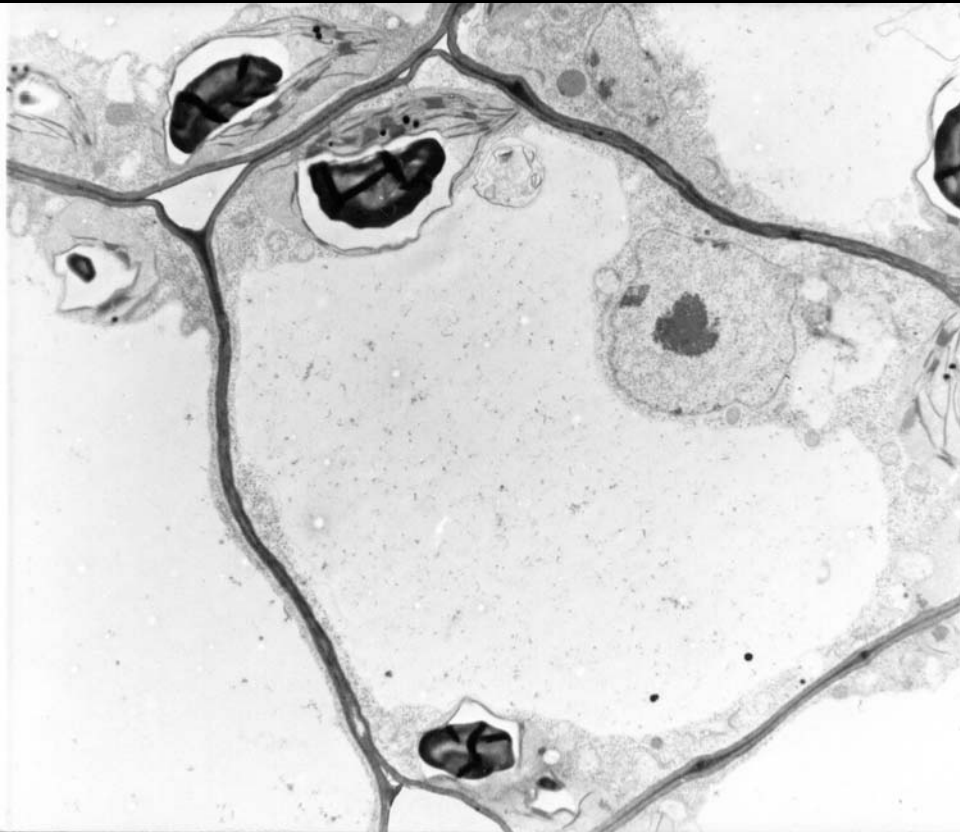


Με τη χρήση κατάλληλων υδρολυτικών ενζύμων μπορεί να επιτευχθεί η απομόνωση ελεύθερων φυτικών κυττάρων ή πρωτοπλαστών.

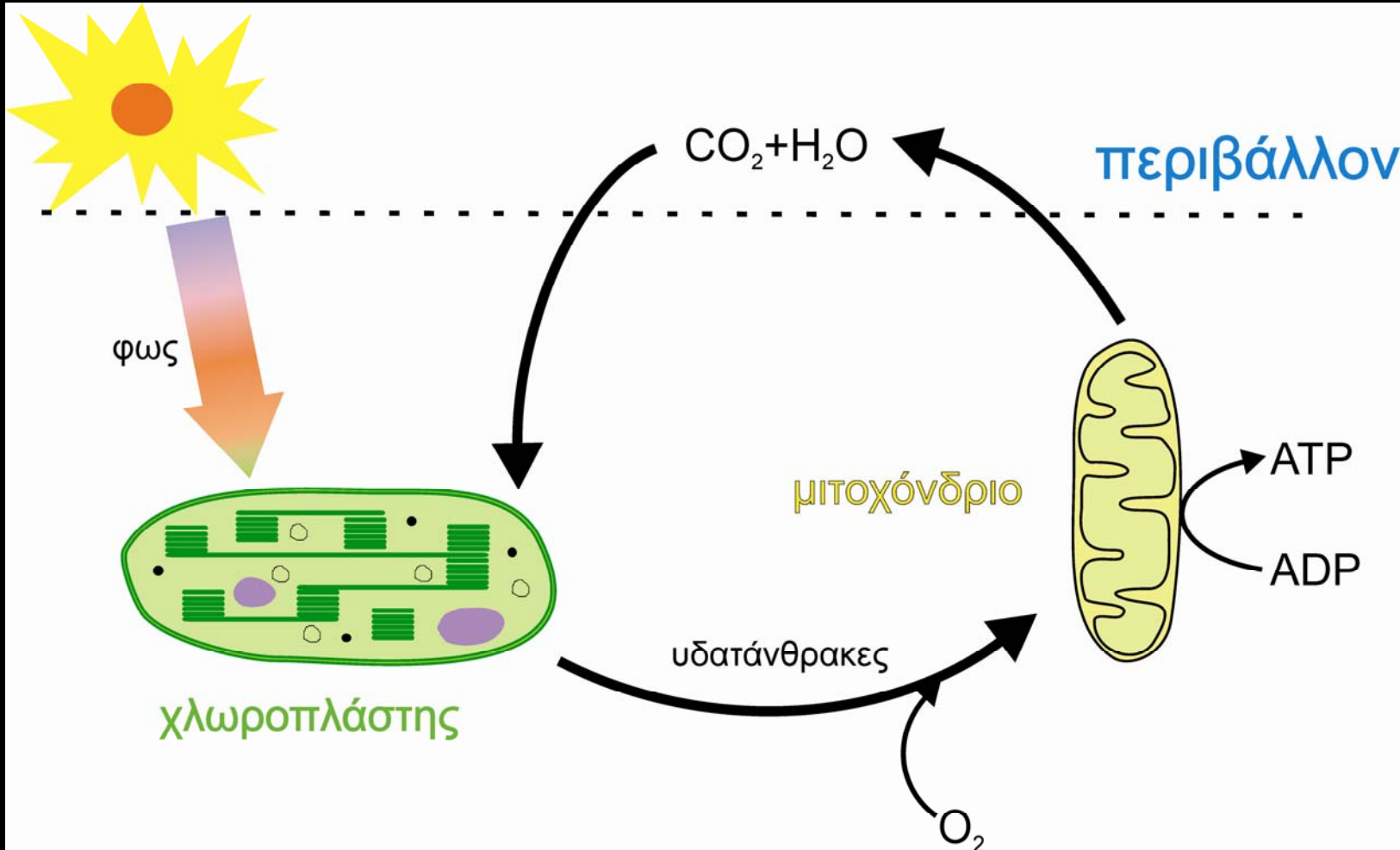


Η ύπαρξη κυτταρικού τοιχώματος χαρακτηρίζει τα φυτικά κύτταρα.

- Πρωτογενές κυτταρικό τοίχωμα
- Δευτερογενές κυτταρικό τοίχωμα



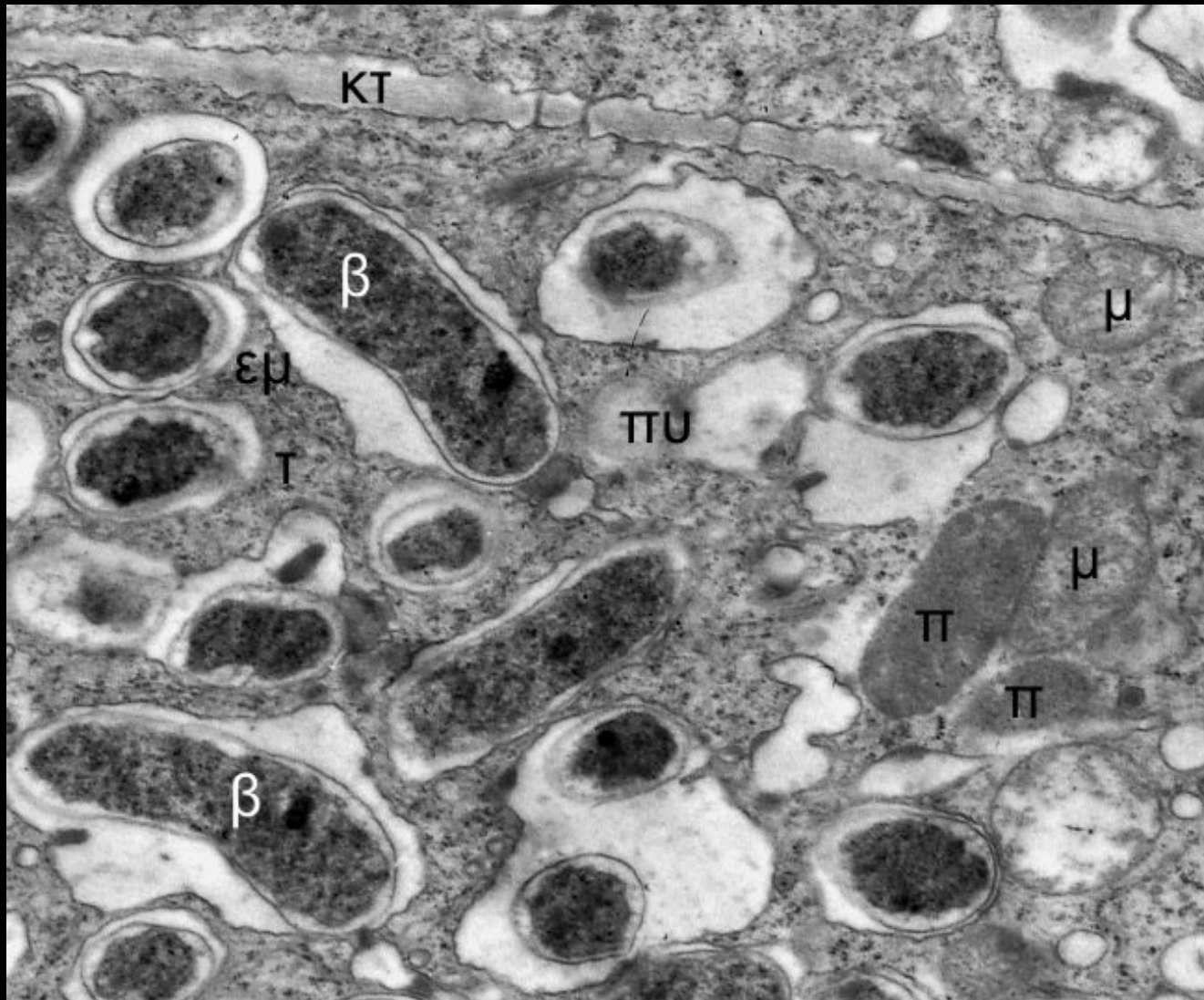
Η διαχείριση της ενέργειας στα φυτικά κύτταρα επιτελείται κυρίως από τους χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια.



Οι χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια είναι πιθανό να προέρχονται από ενδοσυμβίωση προκαρυωτικών μικροοργανισμών και ευκαρυωτικών κυττάρων

- Σύμφωνα με τη θεωρία της ενδοσυμβίωσης, οι χλωροπλάστες και τα μιτοχόνδρια υπήρξαν κάποτε ανεξάρτητοι προκαρυωτικοί οργανισμοί οι οποίοι πριν από περίπου 1.5×10^9 χρόνια ανέπτυξαν συμβιωτικές σχέσεις με ευκαρυωτικά κύτταρα.
- Πιθανότατα οι μακρινοί πρόγονοι των μιτοχονδρίων ήταν ορισμένα αερόβια βακτήρια, ενώ των χλωροπλαστών ορισμένα φωτοσυνθετικά βακτήρια.

Η εικόνα που παρουσιάζει η συμβιωτική σχέση των φυματίων ψυχανθών αντικατοπτρίζει πιθανόν ανάλογη σχέση της αρχέγονης συμβίωσης που κατέληξε στην εξέλιξη των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών



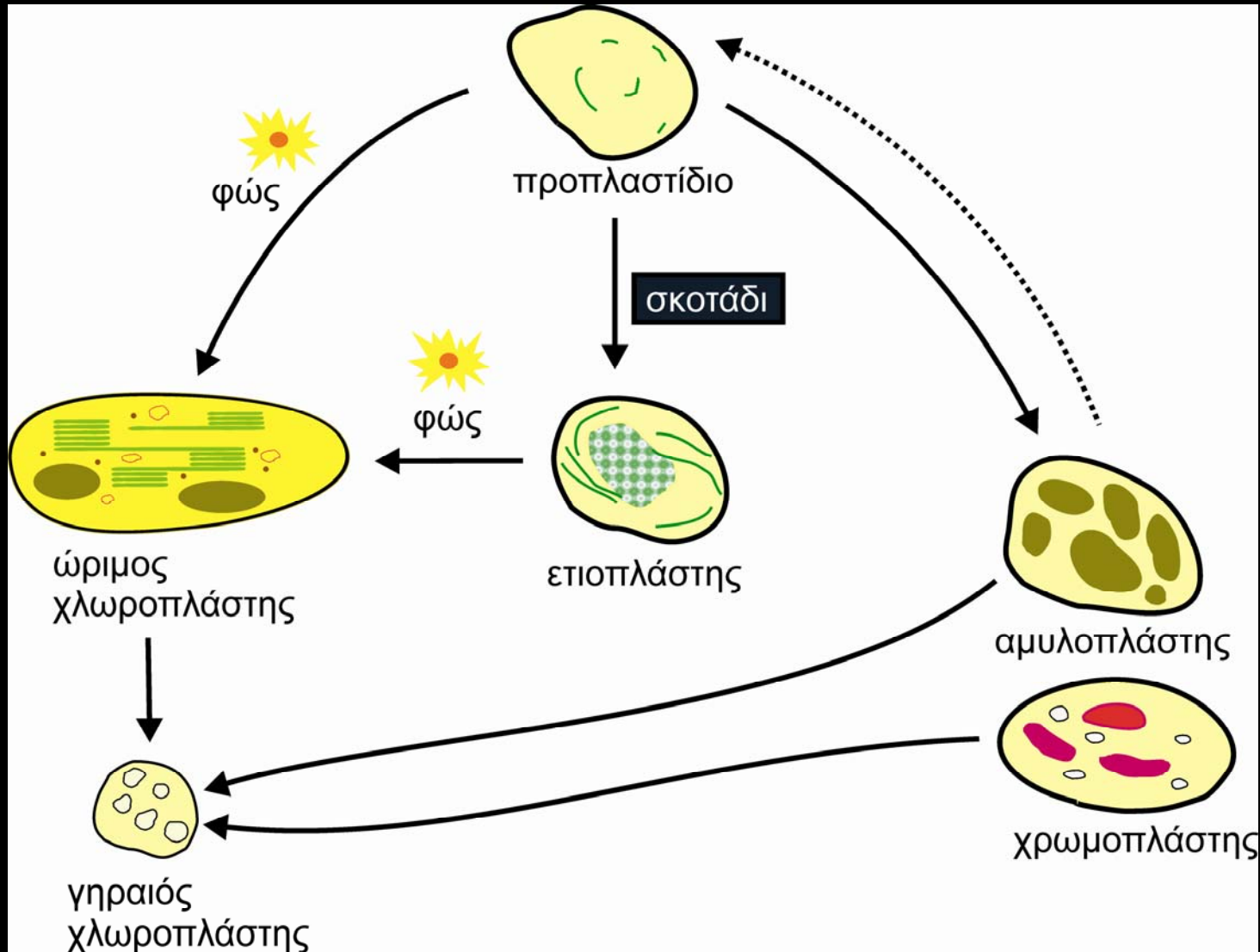
- Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες είναι οργανίδια παρόμοια σε μέγεθος και δομή με τα βακτήρια.
- Και τα δυο οργανίδια περιβάλλονται από διπλή μεμβράνη (φάκελο).
- Και τα δυο είδη οργανιδίων σχετίζονται με τη μετατροπή και διαχείριση της ενέργειας.
- Και στα δυο είδη οργανιδίων αναπτύσσεται εκτεταμένο δίκτυο μεμβρανών, πάνω στις οποίες διευθετούνται πρωτεΐνες οι οποίες διεκπεραιώνουν εξειδικευμένες λειτουργίες.
- Τόσο τα μιτοχόνδρια, όσο και οι χλωροπλάστες, διαθέτουν γενετικό υλικό.
- Το DNA στις περισσότερες περιπτώσεις παρουσιάζεται κυκλικό, όπως και των βακτηρίων.
- Οι πληροφορίες για την κωδικοποίηση των περισσότερων πρωτεϊνών των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών υπάρχουν στο DNA του πυρήνα, ωστόσο οι πληροφορίες για την κωδικοποίηση ορισμένων πρωτεϊνών ή τμημάτων πρωτεϊνών υπάρχουν μόνο στο DNA των δύο αυτών οργανιδίων τα οποία άλλωστε διαθέτουν και δικό τους μηχανισμό για πρωτεϊνοσύνθεση.
- Τα ριβοσώματα των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών είναι προκαρυωτικού τύπου.
- Και τα δυο είδη οργανιδίων διαθέτουν παρόμοια οργάνωση και η παραγωγή ATP γίνεται μέσω αλυσίδων μεταφοράς ηλεκτρονίων.

*Οι χλωροπλάστες ανήκουν σε μια οικογένεια οργανιδίων
τα οποία ονομάζονται πλαστίδια.*

Οι χλωροπλάστες ανήκουν σε μια οικογένεια οργανιδίων τα οποία είναι χαρακτηριστικά μόνο των φυτικών κυττάρων και των χλωροφυκών, τα **πλαστίδια**. Τα πλαστίδια εντοπίζονται σε όλα τα φυτικά κύτταρα και παίζουν σημαντικό ρόλο στη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε χημική, αλλά και στη διαχείριση και αποθήκευση της ενέργειας.

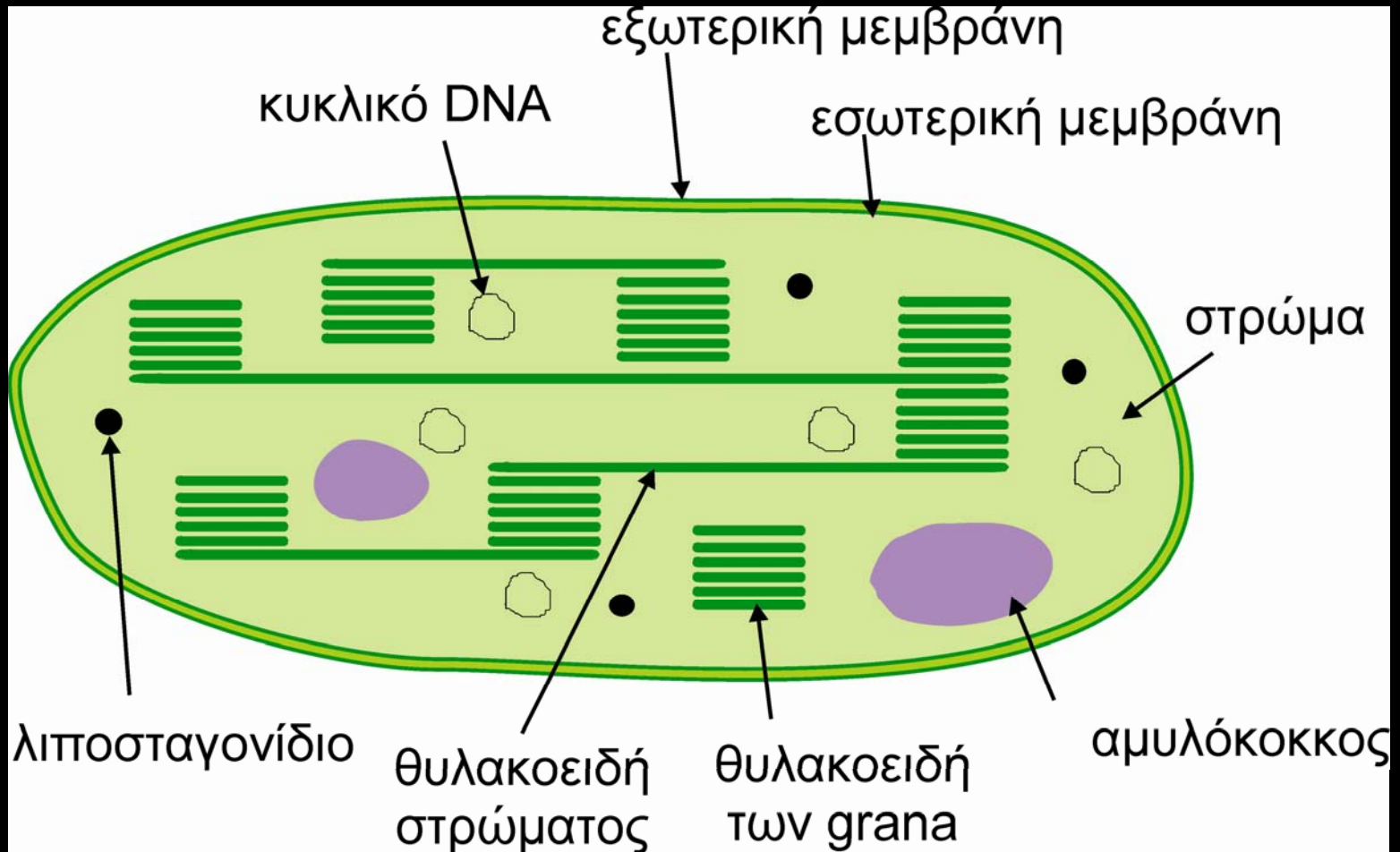


Διαγραμματική παρουσίαση των διαφορετικών μορφών των πλαστιδίων και των αλληλομετατροπών τους.

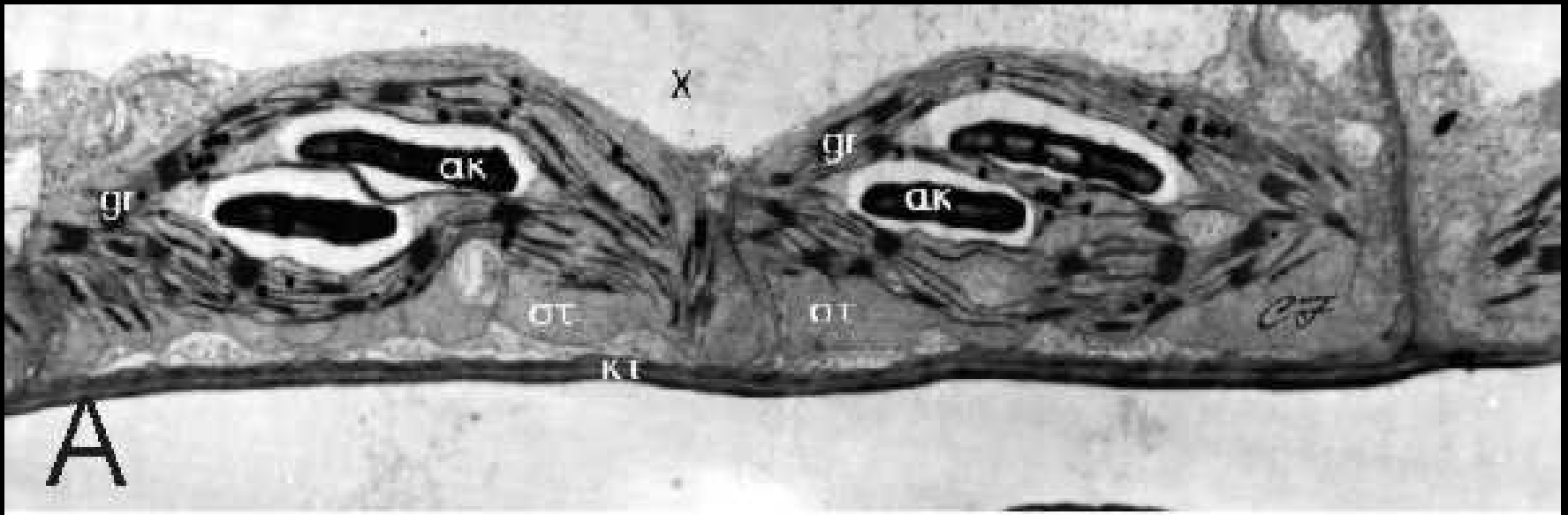


Οι χλωροπλάστες είναι τα υποκυτταρικά οργανίδια στα οποία επιτελείται η φωτοσύνθεση

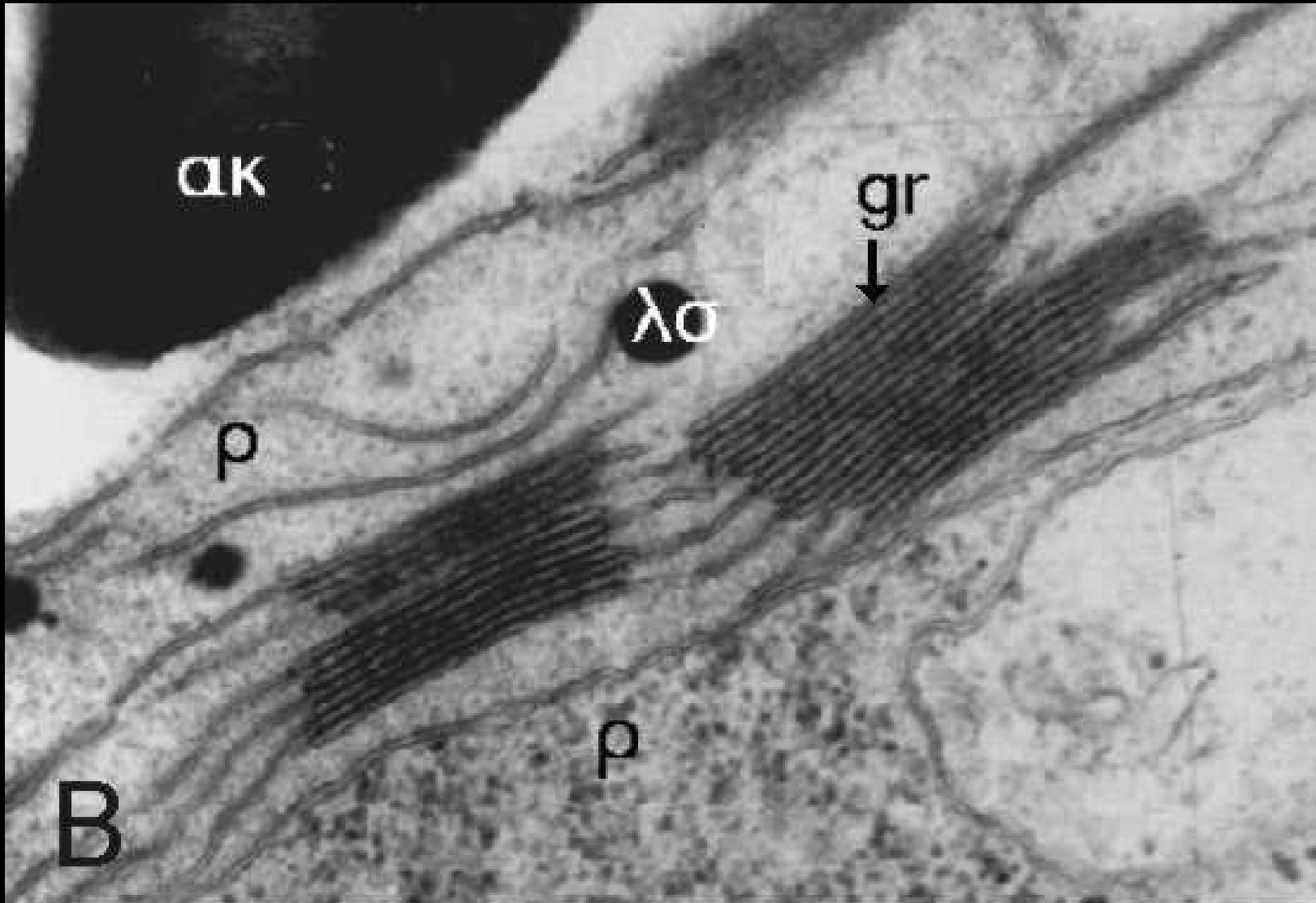
Διαγραμματική απεικόνιση της δομής του χλωροπλάστη.



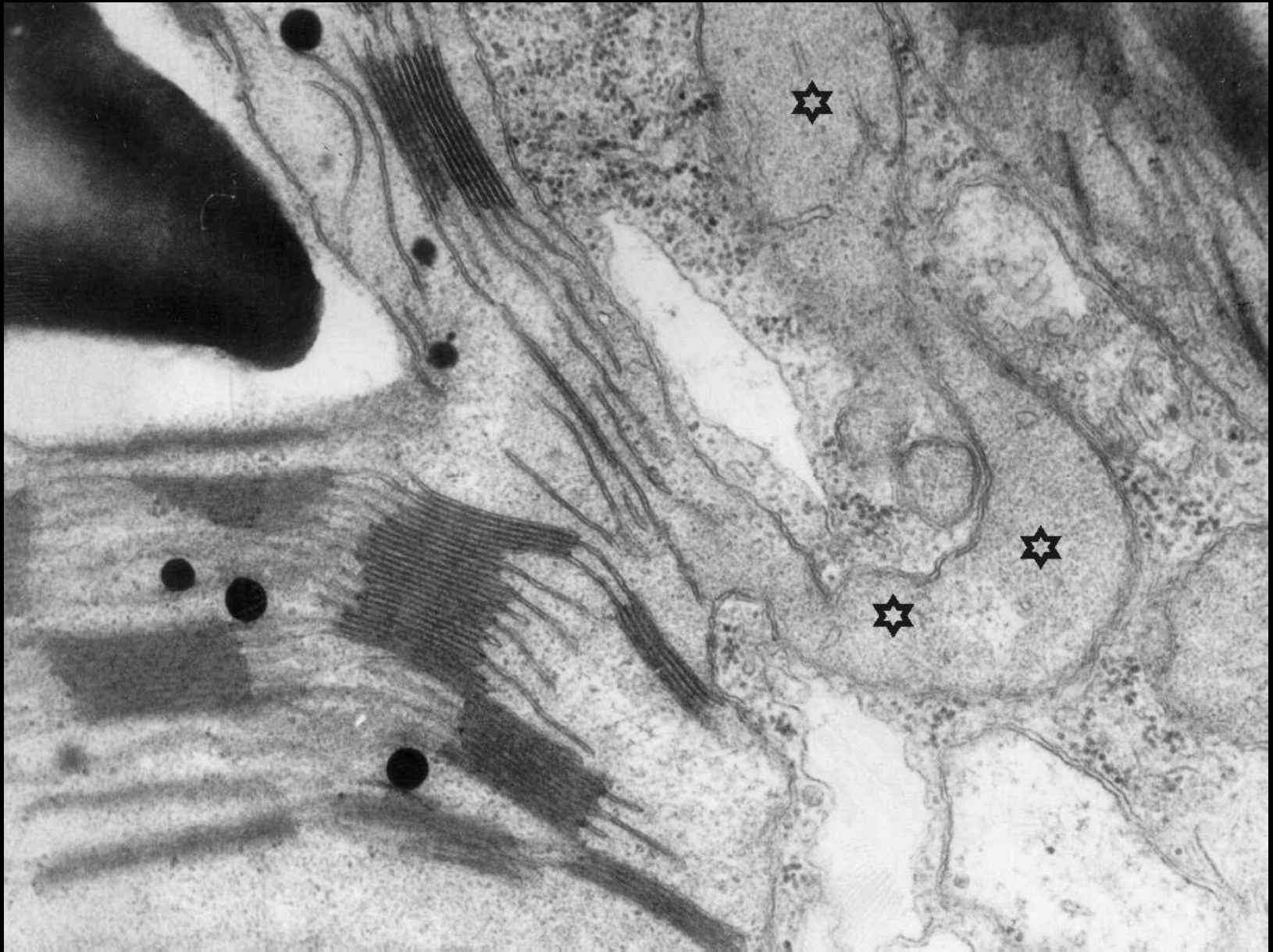
Η λεπτή δομή των χλωροπλαστών



Λεπτομέρεια από ένα χλωροπλάστη

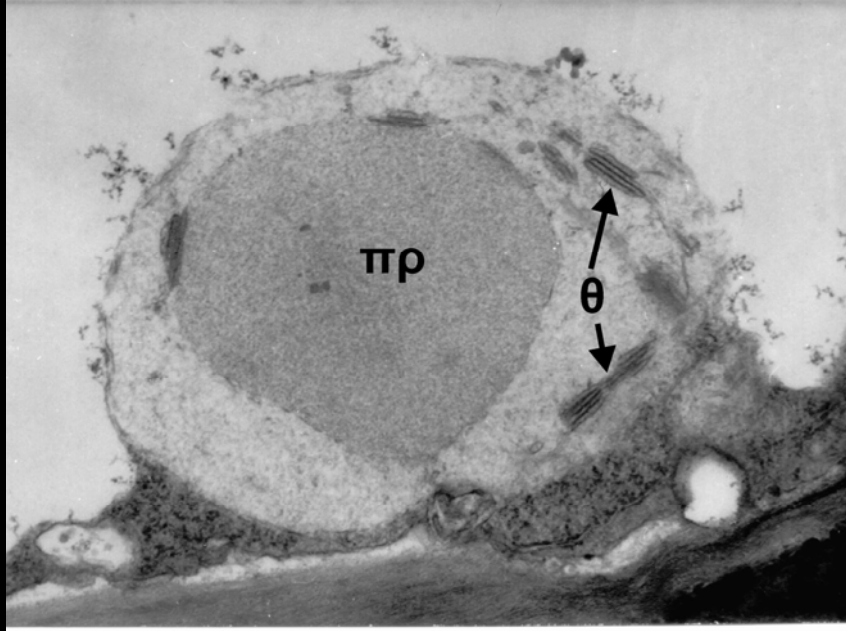


Η διαίρεση ή σύντηξη των χλωροπλαστών



Η διαίρεση ή σύντηξη των χλωροπλαστών



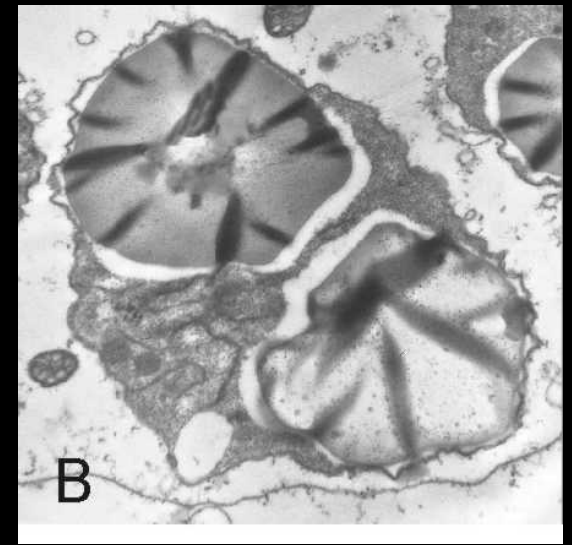


Λευκοπλάστης από επιδερμικό κύτταρο του φυτού *Linum usitatissimum* κν. λινάρι. Παρατηρούνται ολιγάριθμα θυλακοειδή (θ) και ένα ογκώδες πρωτεϊνόσωμα (πρ).



Υπομικροσκοπική δομή αμυλοπλαστών με το ΗΜΔ.

Α από κοτυληδόνα φασολιού κατά τη βλάστηση.



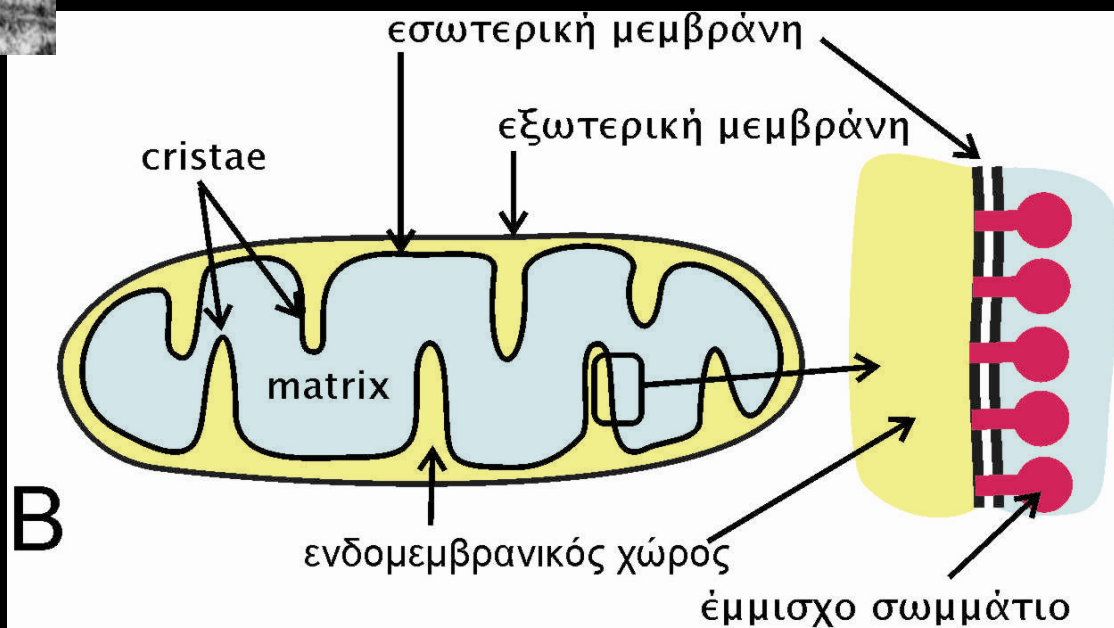
Β. από το φλοιώδες παρέγχυμα της πατάτας.

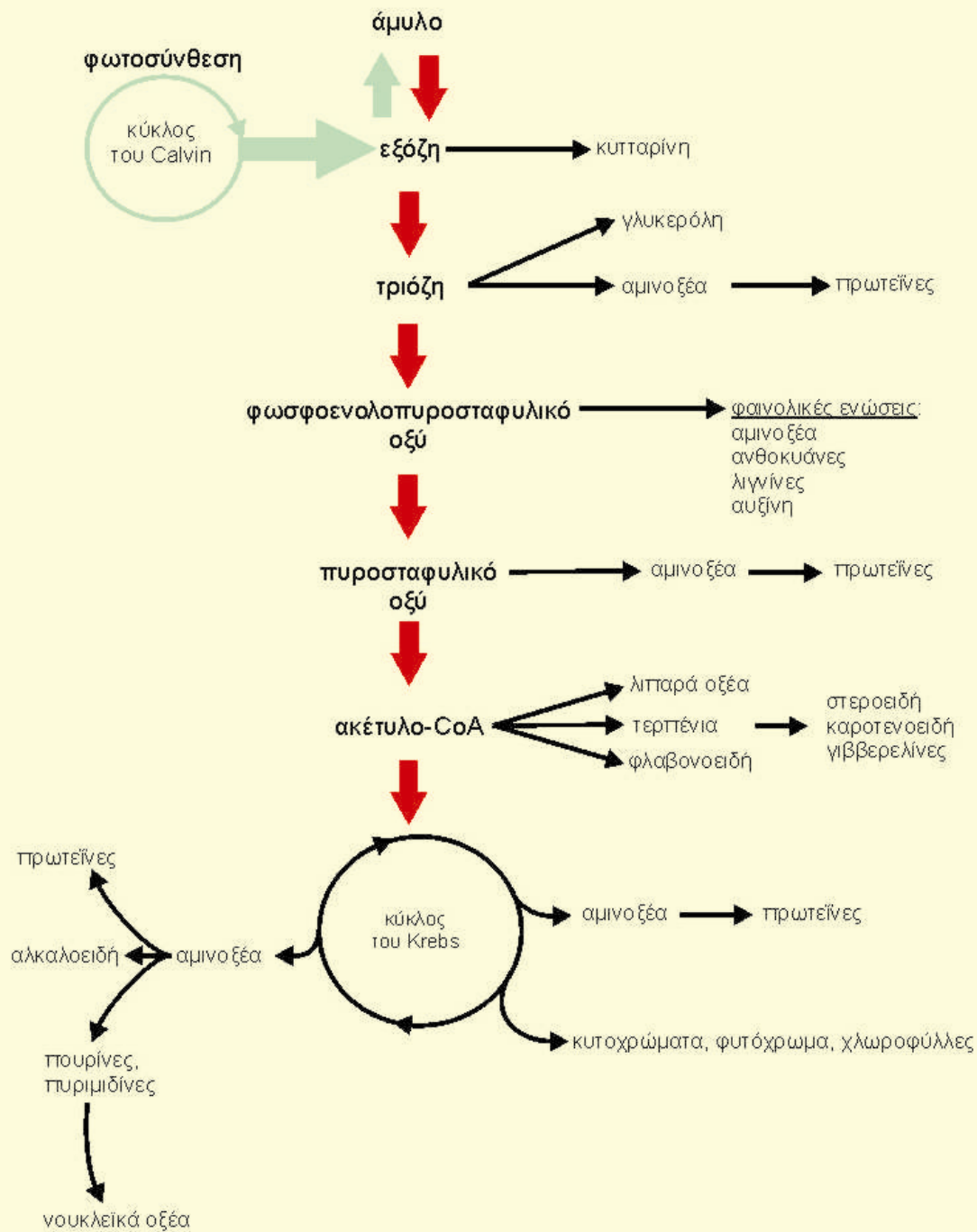
*Τα μιτοχόνδρια είναι τα οργανίδια στα οποία επιτελείται η
κυτταρική αναπνοή.*



A) Η λεπτή δομή φυτικών μιτοχονδρίων (μ). Το μιτοχόνδριο που εντοπίζεται αριστερά στην εικόνα βρίσκεται σε φάση είτε διαίρεσης είτε σύντηξης. π - πυρήνας, δ - δικτυόσωμα (golgi), κτ - κυτταρικό τοίχωμα.

(B) Διαγραμματική παρουσίαση του μιτοχονδρίου και λεπτομέρεια της εσωτερικής του μεμβράνης.





Η σύνθεση απαραίτητων κυτταρικών συστατικών μέσω της γλυκόλυσης και του κύκλου του Krebs.

Τα πράσινα βέλη δείχνουν τη φωτοσύνθεση και τη βιοσύνθεση του αμύλου.

- Κυτταρική αναπνοή είναι η διαδικασία η οποία παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια στα κύτταρα μέσω της σταδιακής και ελεγχόμενης οξείδωσης οργανικών υποστρωμάτων.
- Το πιο συνηθισμένο αναπνευστικό υπόστρωμα των φυτών είναι η γλυκόζη ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως λ.χ. κατά τη βλάστηση ελαιούχων σπερμάτων, είναι κυρίως τα λιπαρά οξέα.
- Η παραγόμενη ενέργεια αποθηκεύεται είτε με τη μορφή φωσφορικών δεσμών υψηλής ενέργειας (ως ATP), είτε με τη μορφή αναγωγικών ισοδυνάμων (ως NADH).
- Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας καταναλώνεται O_2 και παράγονται, ως υποπροϊόντα, CO_2 και H_2O .
- Η οξείδωση των υποστρωμάτων διεξάγεται κατά ελεγχόμενα βήματα, ούτως ώστε η απελευθέρωση ενέργειας να είναι σταδιακή, ώστε να μπορεί να αποθηκευτεί και στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί σε άλλες αναβολικές αντιδράσεις.
- Στη διάρκεια της οξείδωσης των υποστρωμάτων συμβαίνουν και ενεργειακές απώλειες με τη μορφή εκλυόμενης θερμότητας.
- Συνοπτικά η αντίδραση πλήρους οξείδωσης της γλυκόζης κατά την κυτταρική αναπνοή είναι:

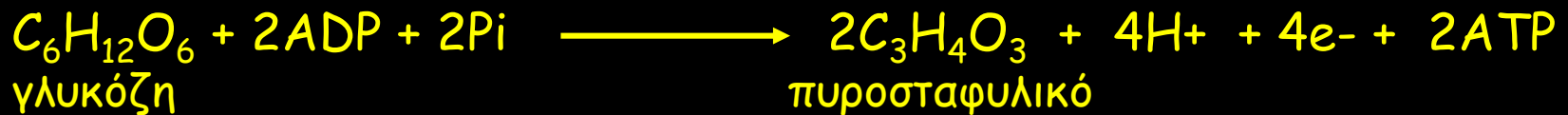


- για λόγους διδακτικής κατανόησης και μόνο, η κυτταρική αναπνοή χωρίζεται σε τέσσερα κύρια στάδια:
- τη γλυκόλυση,
- τη συνδυαστική αντίδραση γλυκόλυσης-κύκλου Krebs,
- τον κύκλο του Krebs ή κύκλο των τρικαρβοξυλικών οξέων και
- την αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων ή αναπνευστική αλυσίδα.
- Η γλυκόλυση επιτελείται αποκλειστικά στο κυτόπλασμα ενώ τα άλλα τρία στάδια στα μιτοχόνδρια.

Η γλυκόλυση επιτελείται στο κυτόπλασμα όλων των κυττάρων ανεξάρτητα της παρουσίας οξυγόνου.

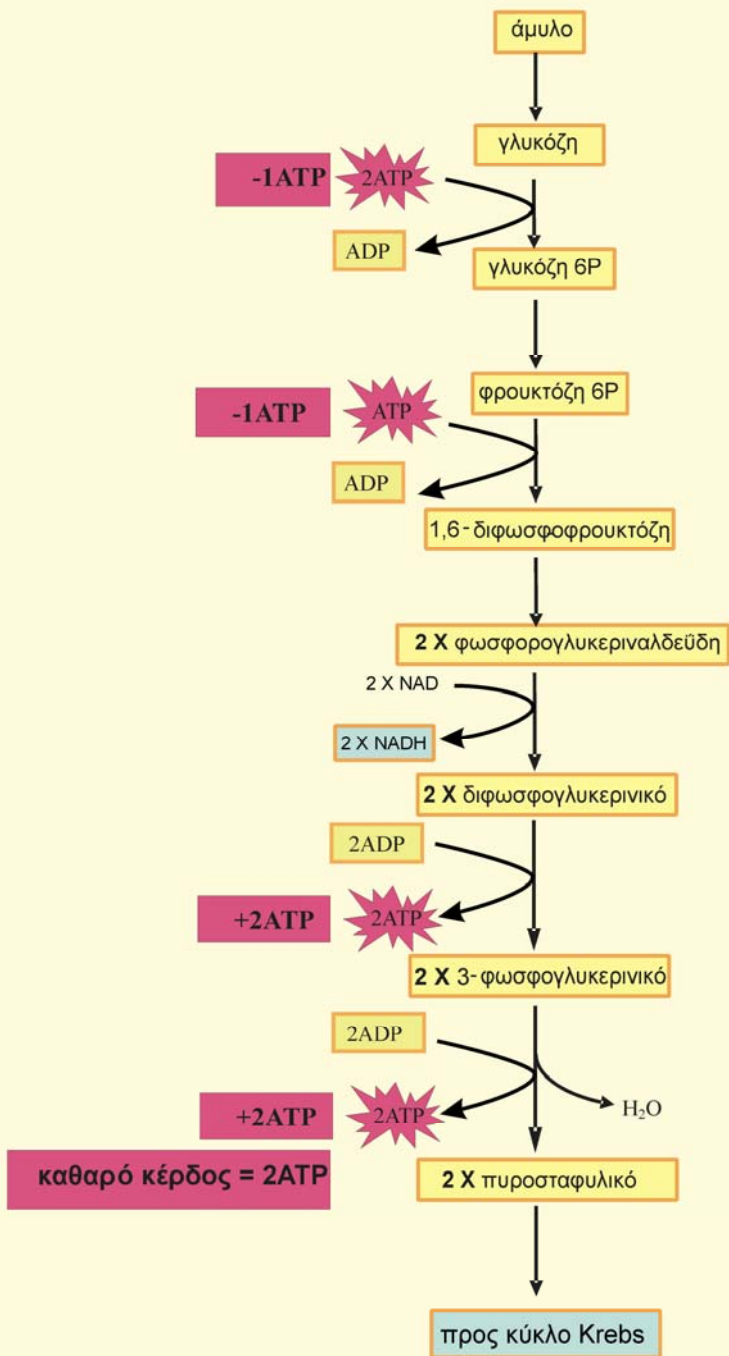
- Γλυκόλυση είναι η βιοχημική πορεία κατά την οποία ένα μόριο γλυκόζης διασπάται σε δυο μόρια πυροσταφυλικού οξέος.
- Η όλη πορεία πραγματοποιείται στο κυτόπλασμα και δεν απαιτείται η παρουσία οξυγόνου.
- Η γλυκόζη προέρχεται συνήθως από την υδρόλυση του αμύλου. Ωστόσο στη γλυκόλυση μπορούν να εισέλθουν και μόρια διαφορετικών σακχάρων (γαλακτόζη, σακχαρόζη, κλπ).

- Η πορεία μπορεί να διαιρεθεί σε δυο στάδια:
 - (α) τη φωσφορυλίωση (ενεργοποίηση) της γλυκόζης και τη μετατροπή της σε 1,6-διφωσφοροφρουκτόζη και
 - (β) τη διάσπαση της 1,6-διφωσφοροφρουκτόζης σε δυο σάκχαρα με τριών ατόμων C τα οποία στη συνέχεια μετατρέπονται σε πυροσταφυλικό οξύ



Η οξείδωση αυτή συνοδεύεται και από ταυτόχρονη αναγωγή κατάλληλου συνενζύμου, του NAD, το οποίο ανάγεται σύμφωνα με την αντίδραση:



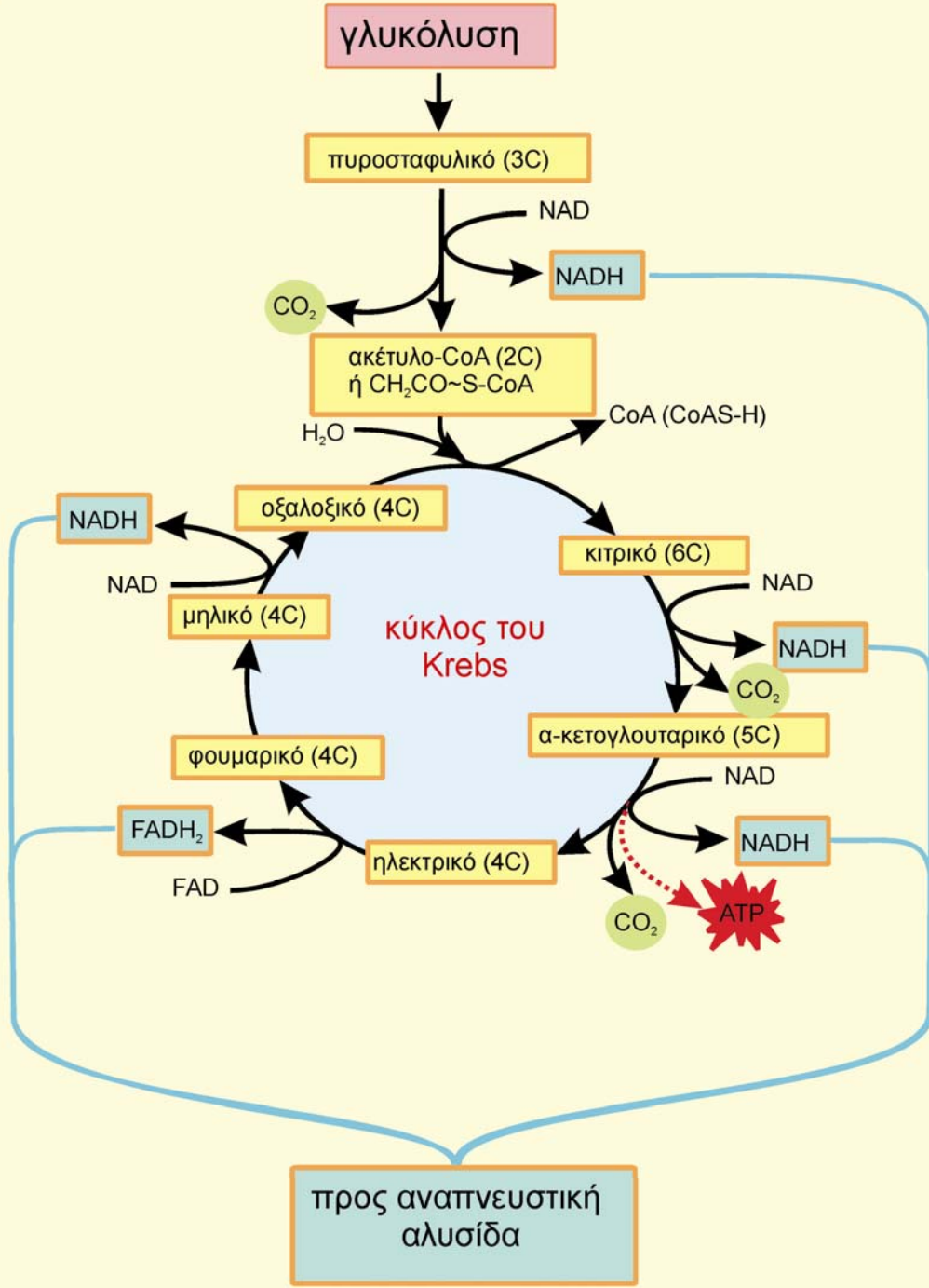


Η πορεία της γλυκόλυσης κατά την οποία ένα μόριο γλυκόζης οξειδώνεται σε δυο μόρια πυροσταφυλικού οξέως με την παράλληλη καθαρή παραγωγή 2 μορίων ATP και δύο μορίων ανηγμένου NADH ανά μόριο γλυκόζης.

Κατά τη διαδικασία της γλυκόλυσης δεν καταναλώνεται O_2 και δεν παράγεται CO_2 . Το καθαρό κέρδος είναι δυο μόρια ATP και δυο μόρια ανηγμένου NADH ανά μόριο γλυκόζης που διασπάται. Ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας του αρχικού μορίου της γλυκόζης παραμένει ενσωματωμένο στο μόριο του πυροσταφυλικού οξέος.

Η τύχη του πυροσταφυλικού οξέως εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα οξυγόνου στο περιβάλλον.

- Παρουσία οξυγόνου, το πυροσταφυλικό εισέρχεται στον κύκλο του Krebs στα μιτοχόνδρια όπου οξειδώνεται πλήρως προς διοξείδιο του άνθρακα και νερό (αερόβια αναπνοή).
- Απουσία όμως οξυγόνου, το πυροσταφυλικό θα μετατραπεί είτε σε αιθανόλη (στα φυτά και στους μύκητες), είτε σε γαλακτικό οξύ (στα ζώα) (αναερόβια αναπνοή).



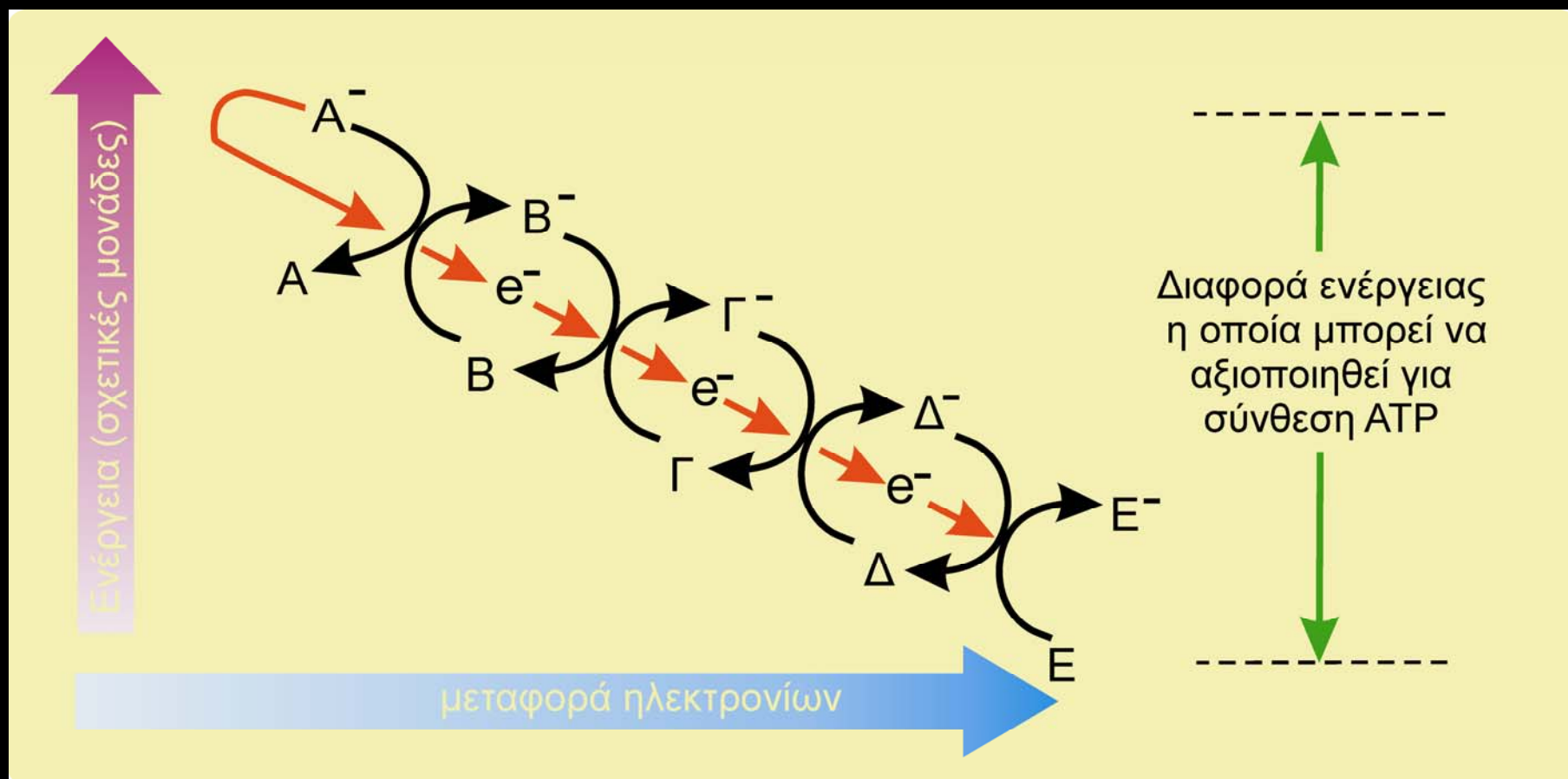
Οι αλυσίδες μεταφοράς ηλεκτρονίων.

Μεταφορά ηλεκτρονίων από την ουσία Α στην ουσία Ε.

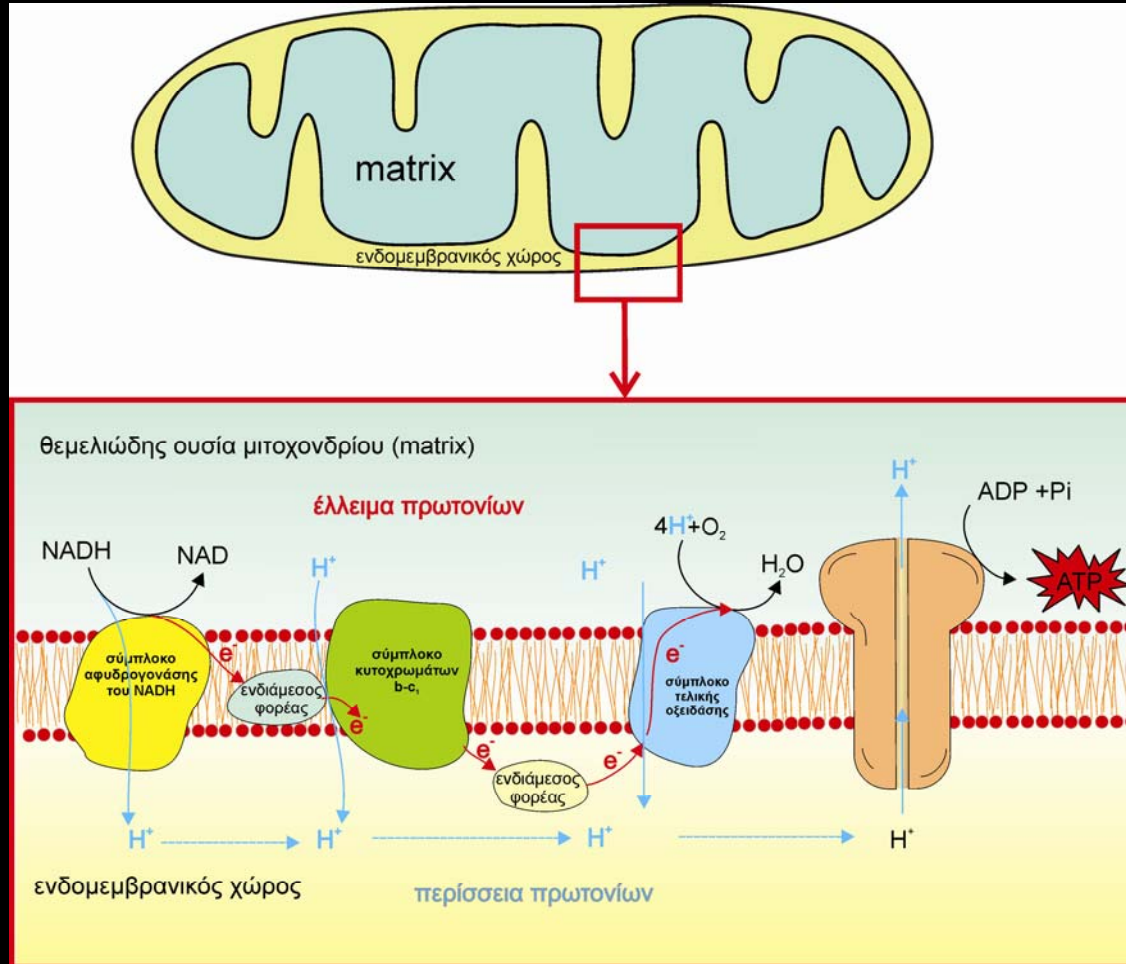
Οι μεταφορείς ηλεκτρονίων είναι συνήθως πρωτεΐνες ή συνένζυμα.

Κάθε φορέας ανάγεται από τον προηγούμενό του και οξειδώνεται από τον επόμενο του.

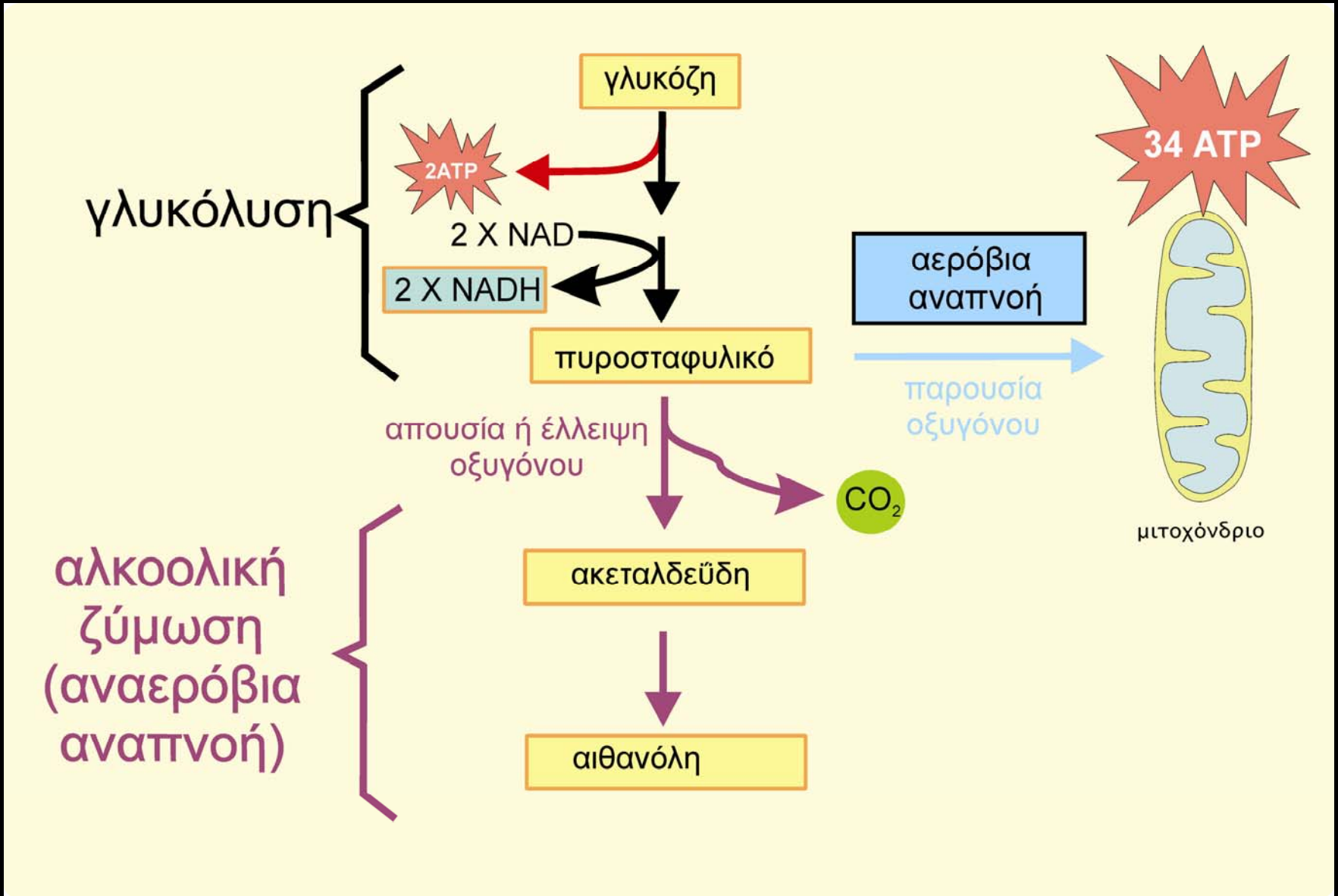
Η διαδικασία είναι αυθόρμητη, δηλαδή ενεργειακά δυνατή.



Στην αναπνευστική αλυσίδα γίνεται ροή ηλεκτρονίων από το NADH προς το οξυγόνο το οποίο σχηματίζει νερό.



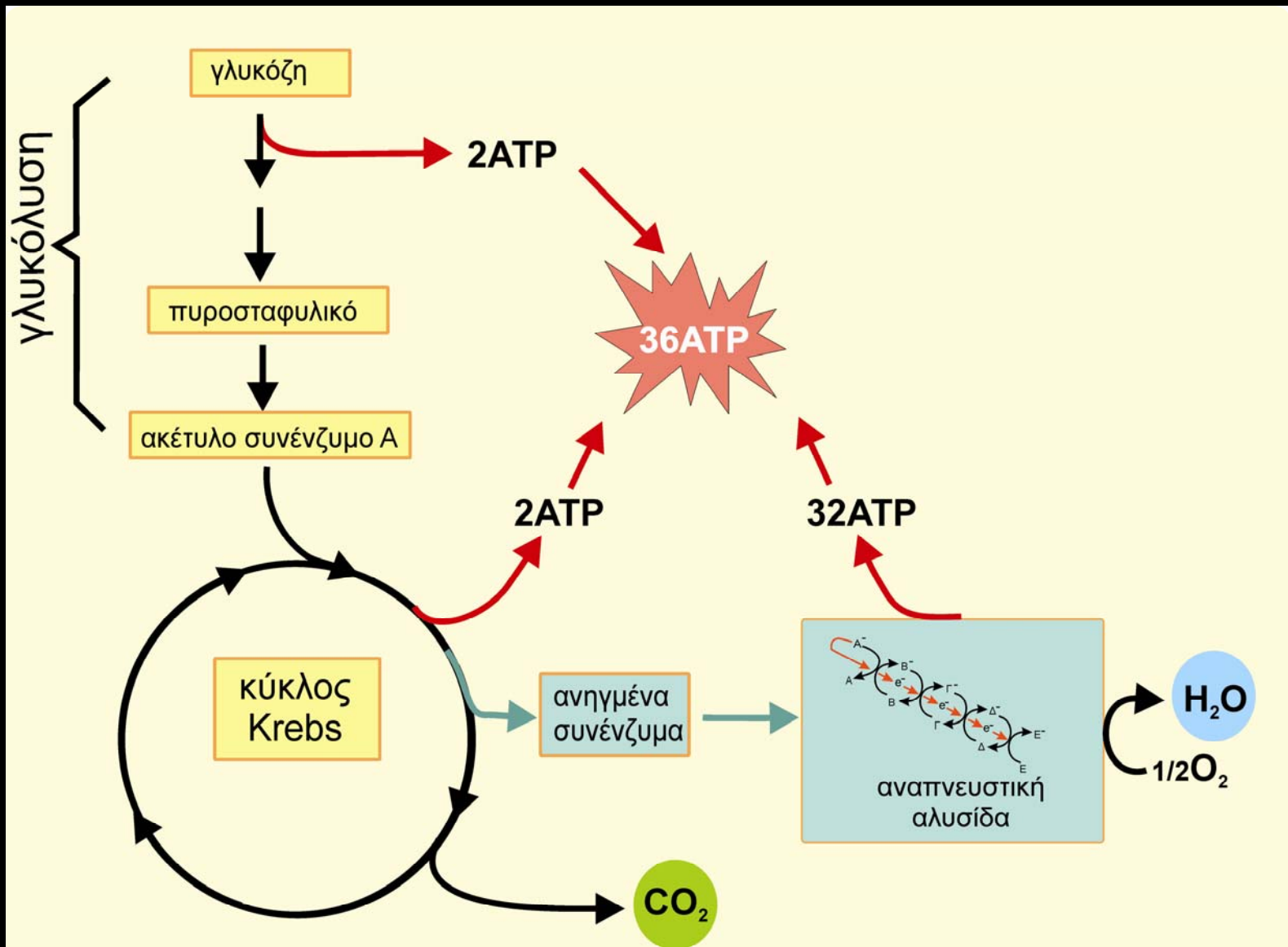
Η αναερόβια αναπνοή αδυνατεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες των φυτικών κυττάρων, λόγω φτωχής παραγωγής ATP



Η ταχύτητα της αναπνοής εξαρτάται από μια σειρά παράγοντες που είναι:

- Η διαθεσιμότητα των υποστρωμάτων
- Η ηλικία των οργάνων και ο τύπος του ιστού
- Η θερμοκρασία
- Τυχόν τραυματισμοί (τραυματική αναπνοή)

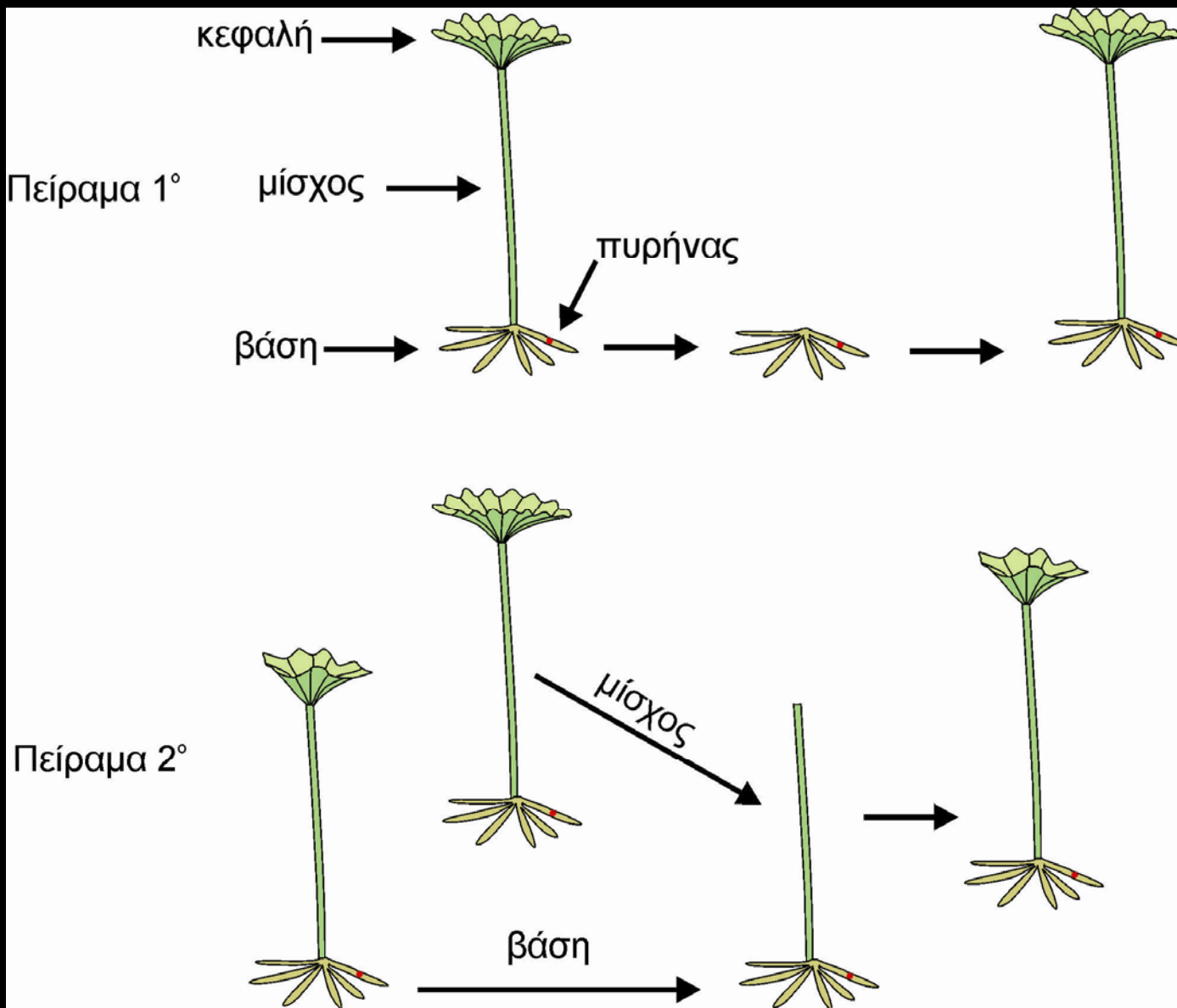
Διαγραμματική απεικόνιση της λειτουργικής σύνδεσης της γλυκόλυσης, του κύκλου του Krebs και της αναπνευστικής αλυσίδας.



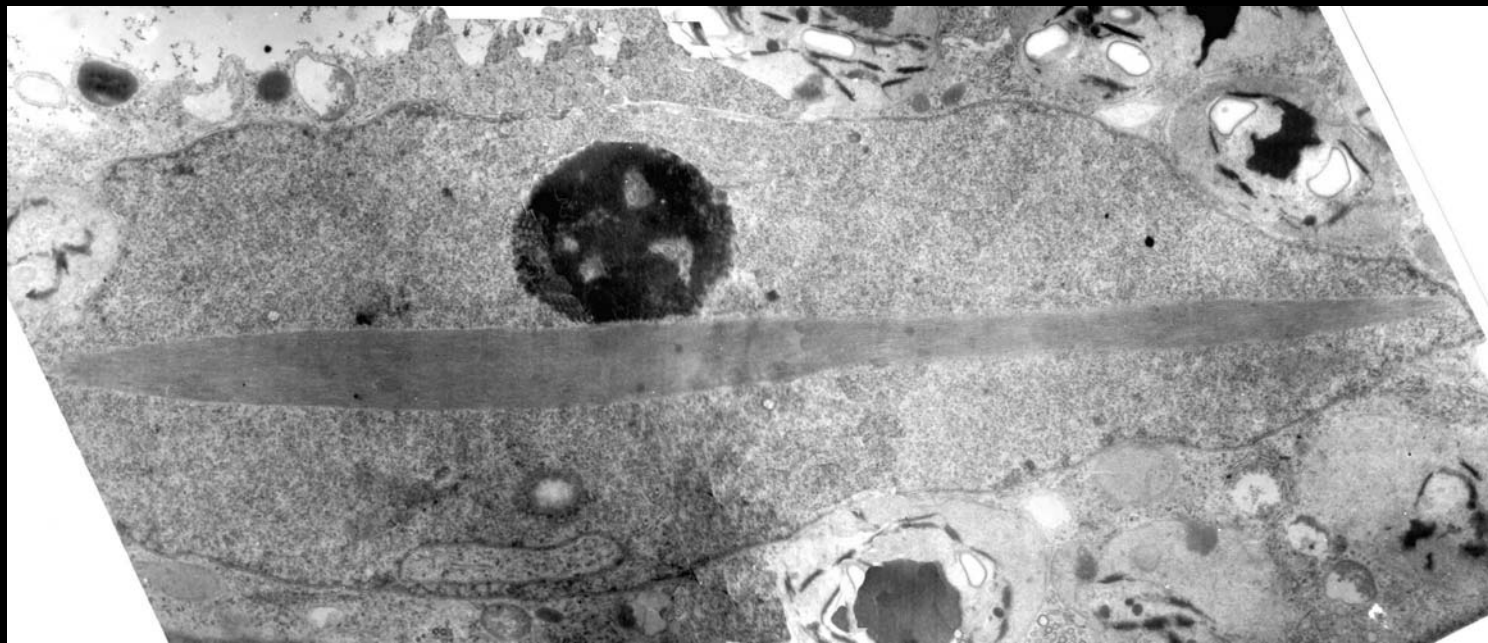
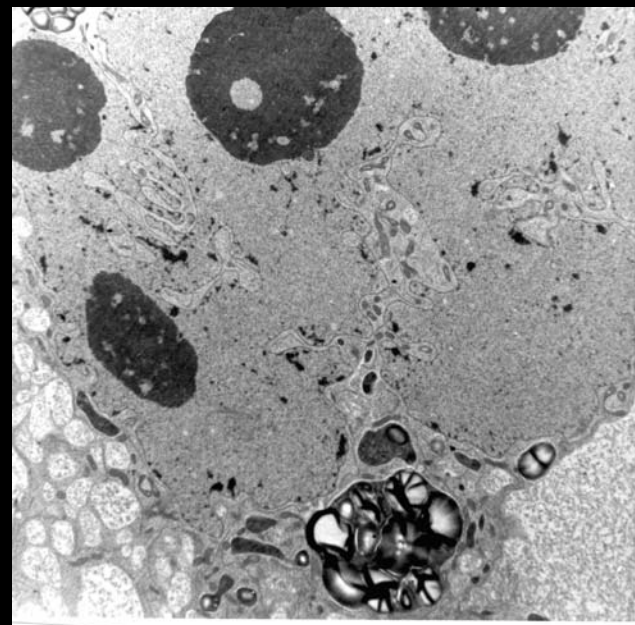
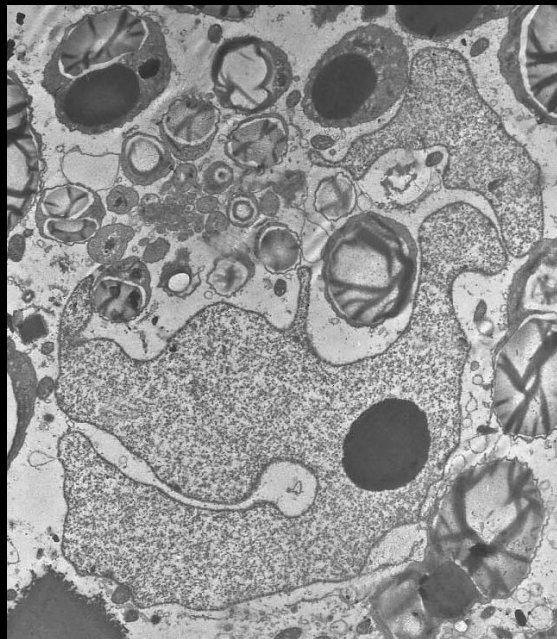
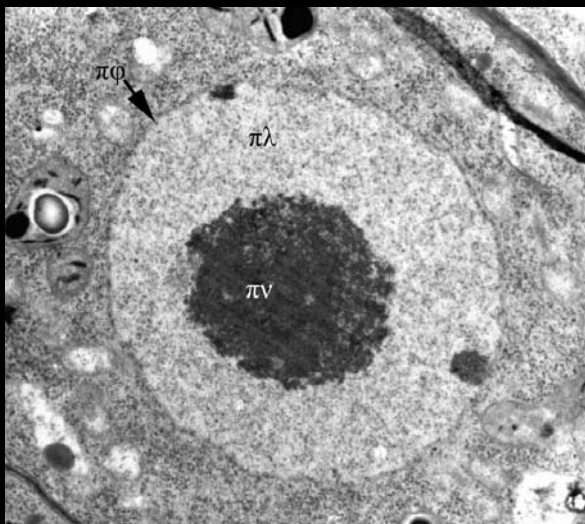
Ο πυρήνας περιέχει το γενετικό υλικό και συντονίζει όλες τις λειτουργίες των κυττάρων



Τα πειράματα του Hammerling τη δεκαετία του '30 έδειξαν ότι ο πυρήνας είναι το κέντρο ελέγχου του κυττάρου.



Ποιος είπε ότι ο πυρήνας είναι σφαιρικός;



Η κυτταροδιαίρεση

- Η διαιώνιση του κάθε είδους προϋποθέτει τη μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας του πυρήνα από γενιά σε γενιά
- Η αναπαραγωγή μπορεί να είναι αγενής ή εγγενής.
- Μιτωτική και μειωτική διαίρεση.

- Οι κυτταροδιαιρέσεις πραγματοποιούνται σε συγκεκριμένες περιοχές του φυτού που ονομάζονται **μεριστωματικοί** ιστοί.
- Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιου είδους ιστών αποτελούν:
 - το ακραίο μερίστωμα του βλαστού,
 - το κορυφαίο μερίστωμα της ρίζας,
 - το κάμβιο,
 - το προκάμβιο,
 - το εμβόλιμο μερίστωμα των μονοκότυλων

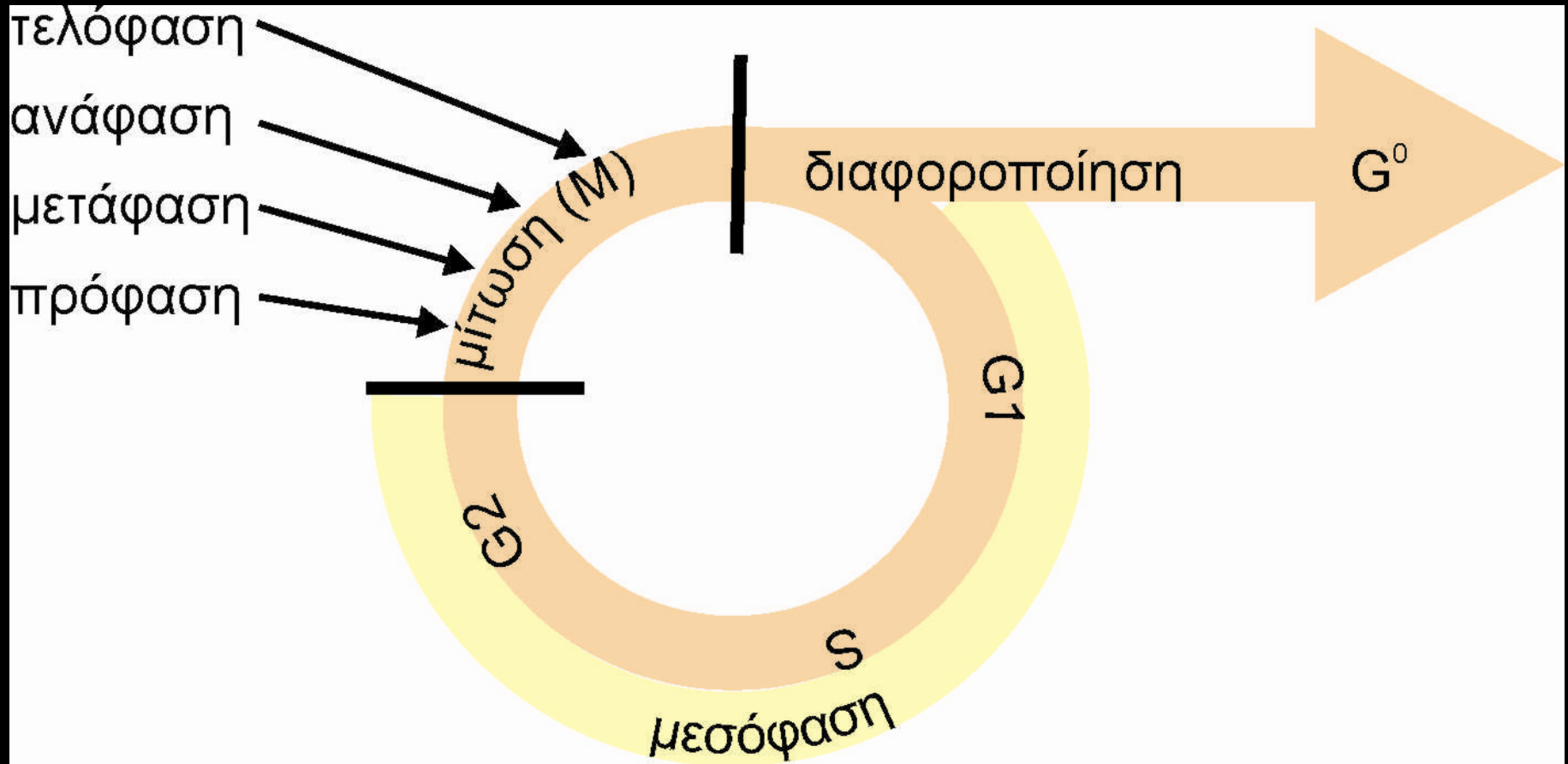
Μιτωτική διαίρεση

- Παρατηρείται στους **μεριστωματικούς ιστούς**.
- Με τη διαδικασία αυτή διαιρείται ο πυρήνας του κυττάρου και τελικώς παράγονται δυο κύτταρα με το ίδιο γενετικό περιεχόμενο με το αρχικό κύτταρο
- Η μιτωτική πυρηνοτομία αφορά στα **σωματικά κύτταρα** των οργανισμών.

Η εγγενής αναπαραγωγή

- περιλαμβάνει τη συνένωση δυο κυττάρων τα οποία ονομάζονται **γαμέτες** και τα οποία συνήθως παράγονται από δυο διαφορετικά άτομα.
- Η παραγωγή των γαμετών συνήθως προϋποθέτει μια διαφορετική διαδικασία κυτταρικής διαίρεσης που είναι γνωστή ως **μείωση**.
- μειωτική πυρηνοτομία επιτελείται στα αναπαραγωγικά όργανα των φυτών και αφορά στη δημιουργία γαμετών

Ο κυτταρικός κύκλος: Η μεταβίβαση της γενετικής πληροφορίας από γενιά σε γενιά.



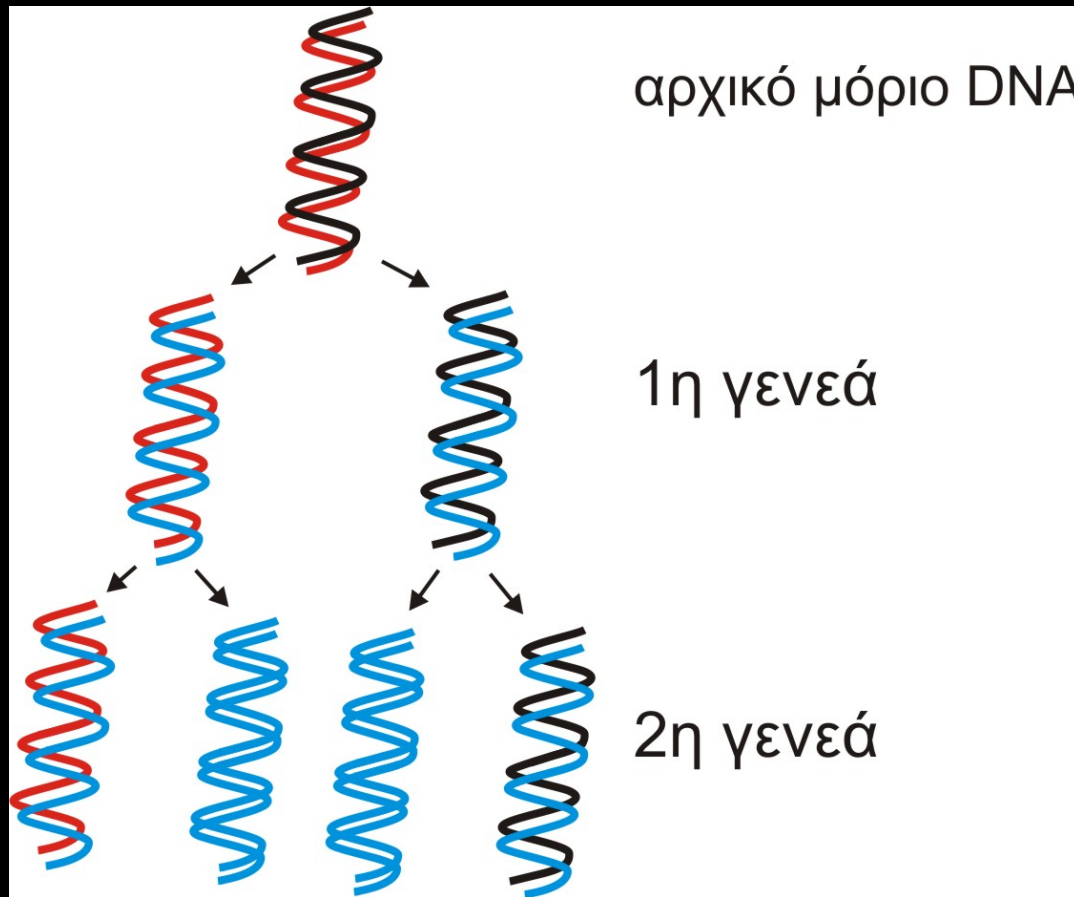
Η σειρά των γεγονότων, μεταξύ της δημιουργίας ενός νέου κυττάρου και της διαίρεσής του, αναφέρεται ως **ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ** και διαχωρίζεται σε τέσσερα διακριτά στάδια :

- **M**, το στάδιο της κυτταροδιαίρεσης, που περιλαμβάνει τη **μιτωτική διαίρεση** του πυρήνα και την **κυτοκίνηση** (διαίρεση του κυτοπλάσματος).
- **G1** ($G=Gap$), στάδιο αύξησης του μεγέθους του κυττάρου και πολλαπλασιασμού των οργανιδίων.
- **S** ($S=synthesis$), το στάδιο του διπλασιασμού του DNA και της σύνθεση των πρωτεϊνών που σχετίζονται με το DNA στα ευκαρυωτικά χρωμοσώματα.
- **G2**, το στάδιο προετοιμασίας του κυττάρου για την είσοδο το σε επόμενη κυτταρική διαίρεση. Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται σύνθεση διαφόρων ενζύμων και άλλων πρωτεϊνών.

Ο κυτταρικός κύκλος και τα κυριότερα γεγονότα που παρατηρούνται κατά τη μιτωτική διαίρεση κυττάρων κουκιού (Vicia faba) και ανθρώπινων (Homo sapiens) που αναπτύσσονται σε κυτταροκαλλιέργεια. Αναγράφεται η διάρκεια των επι μέρους σταδίων. Η μίτωση αντιστοιχεί και στις δύο περιπτώσεις σε μικρό ποσοστό διάρκειας του κυτταρικού κύκλου.

Φάση	Γεγονότα	<i>Vicia faba</i>	<i>Homo sapiens</i> (καλλιέργεια ινιδοβλαστών)
G ₁	διπλασιασμός των οργανιδίων	4.9 h	6.3 h
S	διπλασιασμός του DNA	7.5 h	7.0 h
G ₂	σύνθεση πρωτεϊνών	4.9 h	2.0 h
M	μιτωτική διαίρεση	2.0 h	0.7 h
	Συνολική διάρκεια	19.3 h	16.0 h

Ο ακριβής διπλασιασμός του DNA αποτελεί βασική προϋπόθεση για την εξασφάλιση και συνέχιση της ζωής.

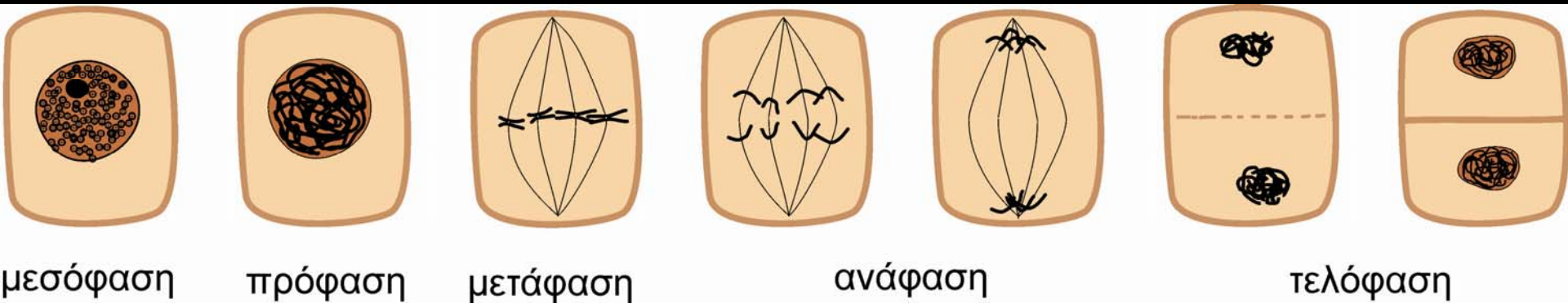


Το DNA διπλασιάζεται με **ημισυντηρητικό** τρόπο. Το μόριο του DNA διαχωρίζεται σε δύο κλώνους και πάνω σε κάθε κλώνο συντίθεται ένας συμπληρωματικός κλώνος.

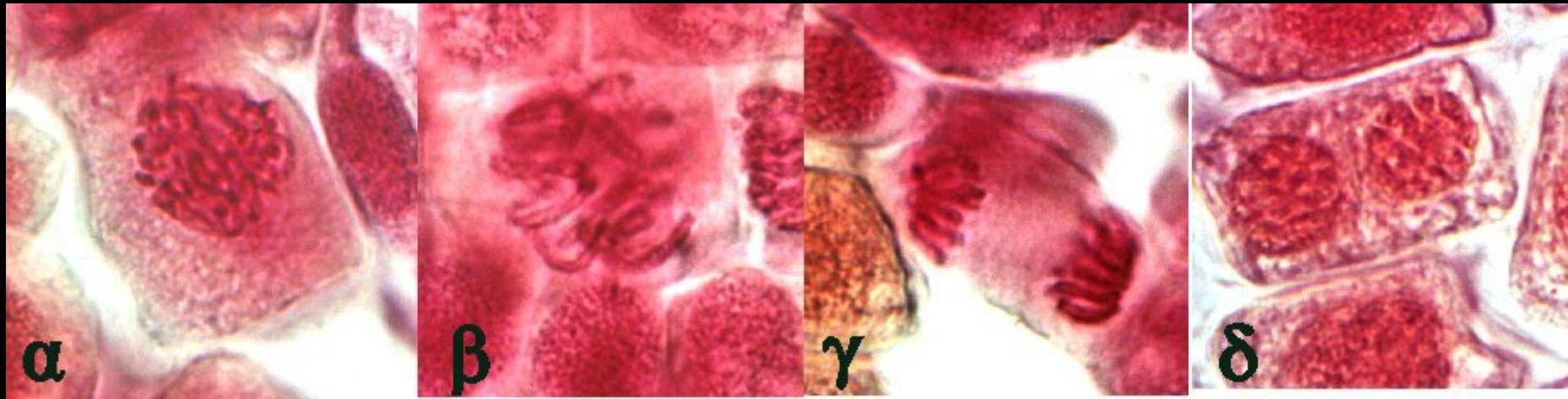
Μέσω της μίτωσης προκύπτουν πανομοιότυπα θυγατρικά κύτταρα.

- Η μίτωση και στη συνέχεια η κυτοκίνηση (κυτταροδιαίρεση), έχουν ως αποτέλεσμα:
 1. την αύξηση του αριθμού των κυττάρων και την επακόλουθη αύξηση του μεγέθους πολυκύτταρων οργανισμών,
 2. την επούλωση τραυματισμένων ιστών και οργάνων.

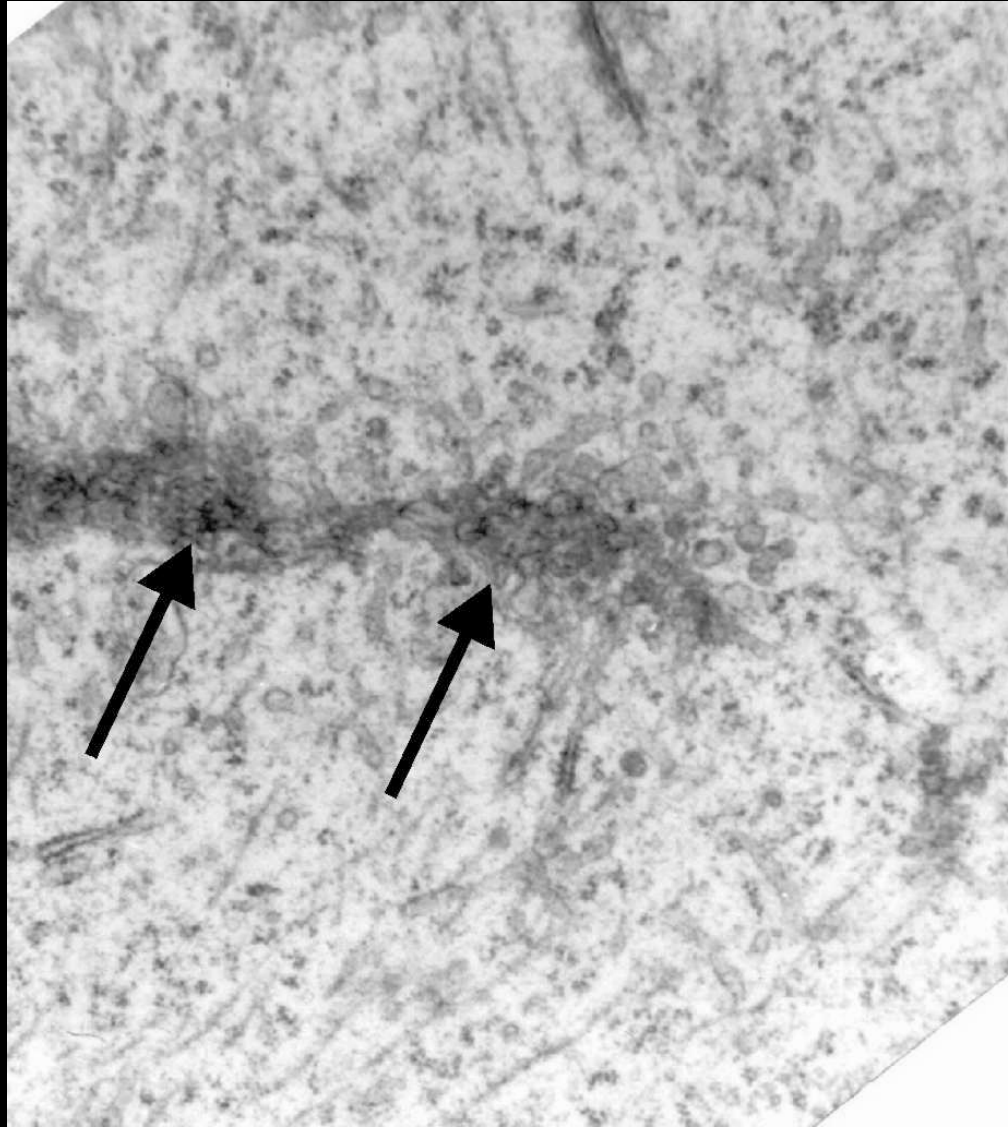
Διαγραμματική παρουσίαση των φάσεων της μιτωτικής διαίρεσης στα φυτικά κύτταρα.



Φάσεις της μιτωτικής διαίρεσης σε κύτταρα ακρορριζίου του σκόρδου. α. πρόφαση, β. μετάφαση (πολική όψη), γ. ανάφαση και δ. τελόφαση.



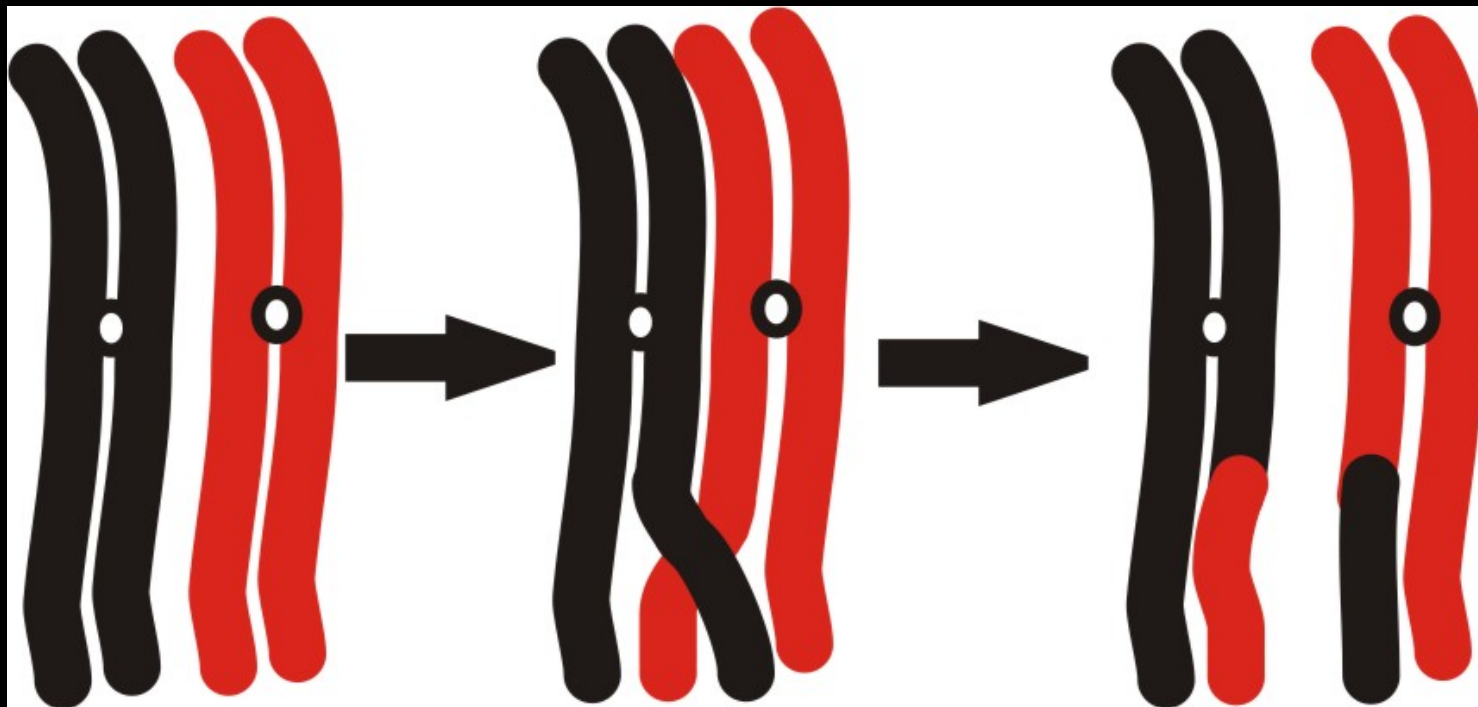
*Ο σχηματισμός της μέσης πλάκας κατά την
κυτταροδιαίρεση (βέλη).*



Η μειωτική διαίρεση έχει ως στόχο να διατηρηθεί σταθερός ο αριθμός των χρωμοσώματων από γενιά σε γενιά, κατά την εγγενή αναπαραγωγή των οργανισμών



Γενετική χιασματυπία ή επιχιασμός είναι η ανταλλαγή γενετικού υλικού μεταξύ δυο ομολόγων χρωμοσωμάτων.



Η μείωση, σε αντίθεση με τη μίτωση, παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας νέων συνδυασμών γονιδίων που οδηγεί στη γενετική ποικιλομορφία των οργανισμών. Το πλεονέκτημα αυτό επιτυγχάνεται:

1. με το διαχωρισμό των αλληλόμορφων γονιδίων κατά το σχηματισμό των γαμετών,
2. με τον τυχαίο ανεξάρτητο συνδυασμό των χρωματίδων ή χρωμοσωμάτων κατά τη μείωση, και
3. με τις χιασματυπίες που οδηγούν στη δημιουργία νέων συνδυασμών γονιδίων στα χρωμοσώματα.

Είναι πράγματι ο Mendel ο πατέρας της Γενετικής;

Γράφει ο Αριστοτέλης:

- «...γίνονται δὲ καὶ ἐξ ἀναπήρων ἀνάπηροι, οἷον ἐκ χωλῶν χωλοὶ καὶ τυφλῶν τυφλοὶ, καὶ ὅλως τὰ παρὰ φύσιν ἐοικότες πολλάκις καὶ σημεῖα ἔχοντες συγγενῆ οἷον φύματα καὶ οὐλάς.»
(Ἀριστοτέλης, ΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΑ ΖΩΙΑ ΙΣΤΟΡΙΩΝ, ΙΧ (VΙΙ) 30.
- «...καὶ ἐοικότες δὲ τοῖς γεννήσασιν ἢ τοῖς ἄνωθεν γονεῦσιν, ὅτε δ' οὐδέν οὐδενί. ἀποδίδωσι δὲ καὶ διὰ πλειόνων γενῶν, οἷον ἐν Σικελίᾳ ἢ τῷ Αἰθίοπι μοιχευθεῖσα. ἡ μὲν γὰρ θυγάτηρ ἐγένετο οὐκ Αἰθίοψ, τὸ δ' ἐκ ταύτης.» (Ἀριστοτέλης, ΤΩΝ ΠΕΡΙ ΤΑ ΖΩΙΑ ΙΣΤΟΡΙΩΝ, ΙΧ (VΙΙ) 30.

- Τα γονίδια αποτελούν τις μονάδες της κληρονομικότητας
- Κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορεί να συμβούν μεταλλάξεις και χρωμοσωμικές ανωμαλίες.
 - Ο όρος μετάλλαξη αναφέρεται σε κάθε ποιοτική ή ποσοτική μεταβολή της δομής του DNA ενός οργανισμού.
 - Οι μεταλλάξεις μπορεί να συμβούν τυχαία, ωστόσο η συχνότητά τους αυξάνεται σημαντικά με την επίδραση παραγόντων που αναφέρονται ως **μεταλλαξιογόνοι**, όπως είναι η υπεριώδης ακτινοβολία.

Οι μεταλλάξεις

- **Χρωμοσωμικές μεταλλάξεις** μπορεί να συμβούν κατά τη διάρκεια της μείωσης,
- Οι **γονιδιακές μεταλλάξεις** μπορεί να συμβούν με:
 1. αντικατάσταση μιας βάσης από μια άλλη,
 2. από την αφαίρεση μιας βάσης ή
 3. από την προσθήκη μιας βάσης.

Ο ΓΕΝΕΤΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ

- Το DNA του πυρήνα ελέγχει τη σύνθεση των πρωτεϊνών του κυττάρου μέσω του γενετικού κώδικα.
- η «αλφάβητος» των τεσσάρων γραμμάτων είναι υπεύθυνη για την κωδικοποίηση άπειρου αριθμού πρωτεϊνικών μορίων
- Σε ένα κώδικα με τέσσερις βάσεις όπου μια βάση αντιστοιχεί σε ένα αμινοξύ κωδικοποιούνται μόνο τέσσερα αμινοξέα, σε κώδικα με τέσσερις βάσεις ανά δυο κωδικοποιούνται 16 (4^2) αμινοξέα, ενώ ανά τρεις (4^3) παράγονται 64 συνδυασμοί που καλύπτουν τον αριθμό των 20 αμινοξέων.

Πως διαβάζεται ο γενετικός κώδικας

Δεύτερη φάση

	U	C	A	G	
U	UUU phe	UCU	UAU tyr	UGU cys	U
	UUC	UCC ser	UAC	UGC	C
	UUA leu	UCA	UAA κλ.	UGA κλ.	A
	UUG	UCG	UAG κλ.	UGG trp	G
C	CUU	CCU	CAU his	CGU	U
	CUC leu	CCC pro	CAC	CGC arg	C
	CUA	CCA	CAA gln	CGA	A
	CUG	CCG	CAG	CGG	G
A	AUU	ACU	AAU	AGU ser	U
	AUC ileu	ACC thr	AAC	AGC	C
	AUA	ACA	AAA	AGA arg	A
	AUG met	ACG	AAG	AGG	G
G	GUU	GCU	GAU asp	GGU	U
	GUC val	GCC ala	GAC	GGC gly	C
	GUA	GCA	GAA glu	GGA	A
	GUG	GCG	GAG	GGG	G

κ.λ. - κωδικόνιο λήξης.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του γενετικού κώδικα συνοψίζονται ως εξής:

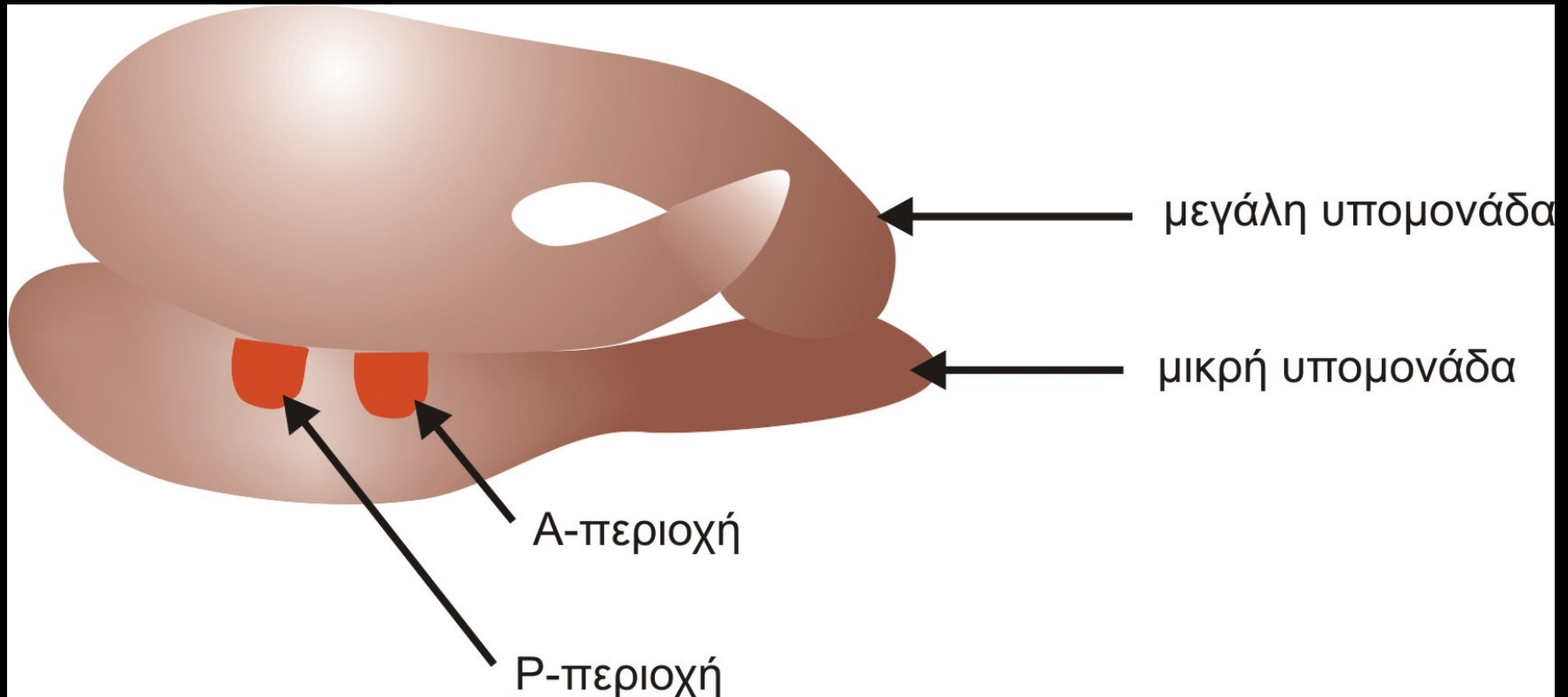
- Μια τριπλέτα βάσεων στην πολυνουκλεοτιδική αλυσίδα του DNA κωδικοποιεί για ένα αμινοξύ σε μια πολυπεπτιδική αλυσίδα.
- Ο κώδικας είναι κοινός: σε όλους τους οργανισμούς η ίδια τριπλέτα κωδικοποιεί για το ίδιο αμινοξύ, με μόνη εξαίρεση ορισμένες τριπλέτες του μιτοχονδριακού DNA που διαφέρουν από εκείνες του «κοινού» κώδικα.
- Ο κώδικας είναι εκφυλισμένος: ένα συγκεκριμένο αμινοξύ μπορεί να κωδικοποιείται από περισσότερα του ενός κωδικόνια.
- Ο κώδικας δεν είναι επικαλυπτόμενος: για παράδειγμα, η αλληλουχία mRNA AUGAGCGCA... δεν διαβάζεται AUG/UGA/GAG/AGC... με αλληλοεπικάλυψη δυο βάσεων ή ως AUG/AGC/GCG... με αλληλοεπικάλυψη μιας βάσης, αλλά ως AUG/AGC/GCA. (Έχει παρατηρηθεί μια τουλάχιστον εξαίρεση, αυτή του βακτηριοφάγου ΦΧ174, στον οποίο παρατηρείται αλληλοεπικάλυψη βάσεων, πιθανόν λόγω εξοικονόμησης χώρου).

Τα ριβοσώματα αποτελούν τα εργοστάσια παραγωγής πρωτεϊνών του κυττάρου.

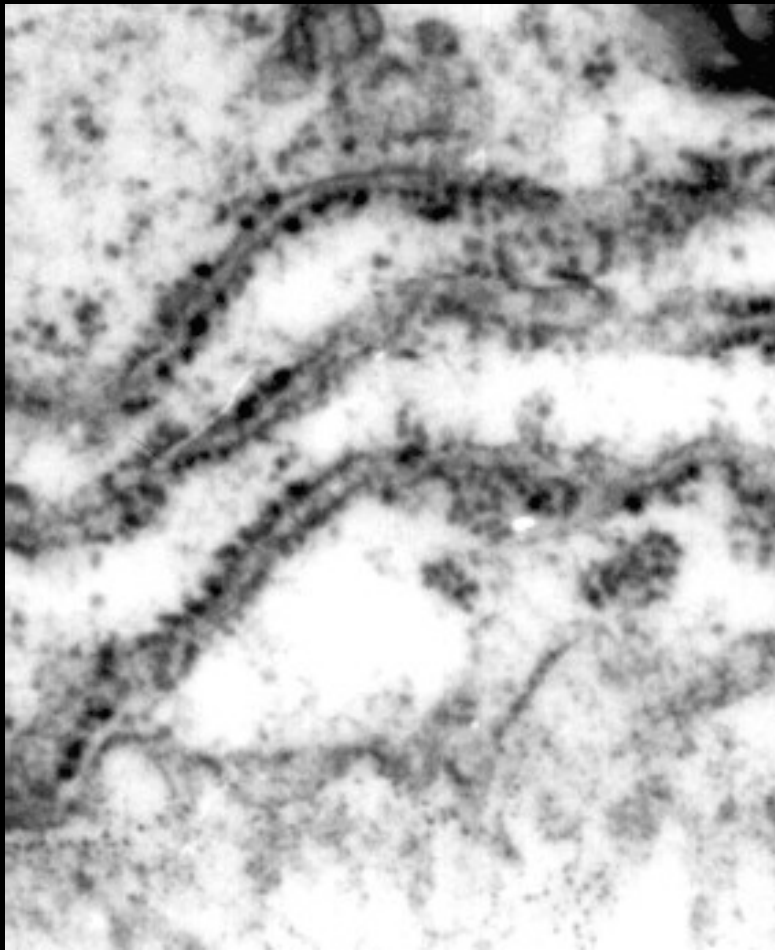
- Είναι σωματίδια τα οποία παρατηρούνται είτε ελεύθερα στο κυτόπλασμα και στο εσωτερικό των μιτοχονδρίων και των χλωροπλαστών, είτε προσκολλημένα στις μεμβράνες του ενδοπλασματικού δικτύου.
- Κάθε ριβόσωμα συγκροτείται από δυο υπομονάδες, μια μικρή και μια μεγάλη, καθεμιά εκ των οποίων αποτελείται από ορισμένες πολυπεπτιδικές αλυσίδες και ένα μόριο rRNA (r-ribosomal).
- Η σύνθεση των υπομονάδων τους επιτελείται στον πυρηνίσκο ενώ η συγκρότησή τους σε λειτουργικά ριβοσώματα επιτελείται στο κυτόπλασμα.
- Όλα τα κύτταρα, προκαρυωτικά και ευκαρυωτικά, διαθέτουν ριβοσώματα με παρόμοια σύσταση και δομή.

Τα ριβοσώματα φέρνουν κοντά και με τον κατάλληλο προσανατολισμό τα μόρια tRNA, ώστε τα αμινοξέα που αυτά μεταφέρουν να αντιδρούν και να σχηματίζουν πολυπεπτιδικές αλυσίδες.

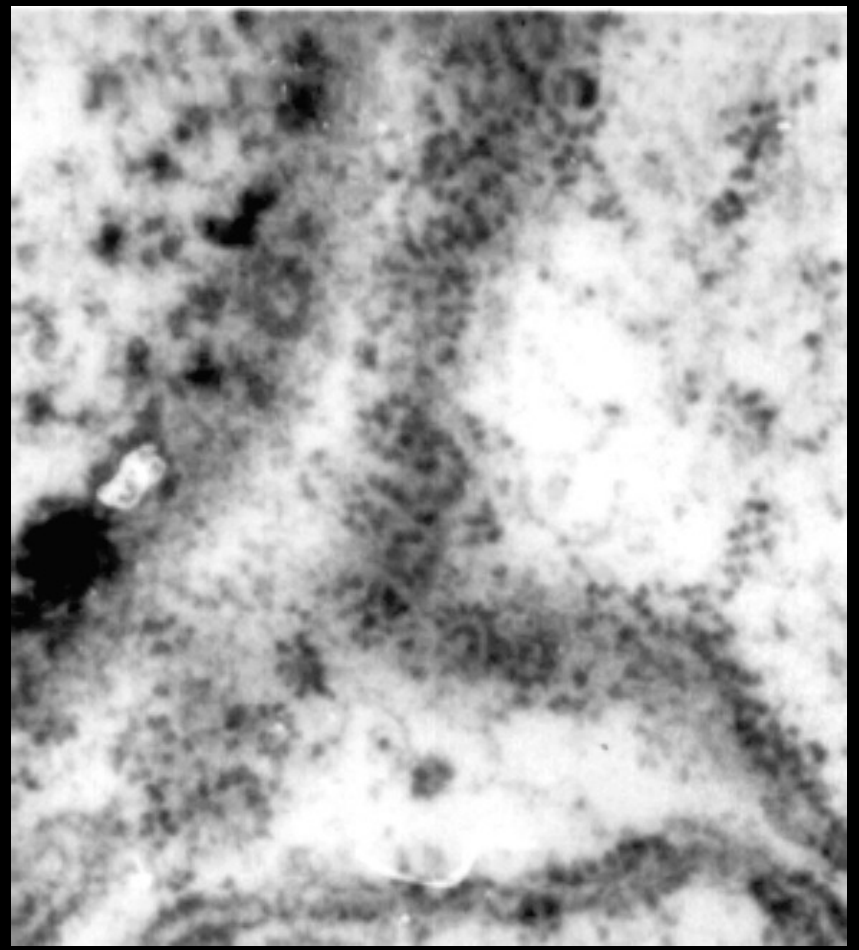
Το ριβόσωμα αποτελείται από δυο υπομονάδες με διαφορετική συμπεριφορά στην υπερφυγοκέντρωση.



ριβοσώματα
προσκολλημένα στο
ενδοπλασματικό δίκτυο



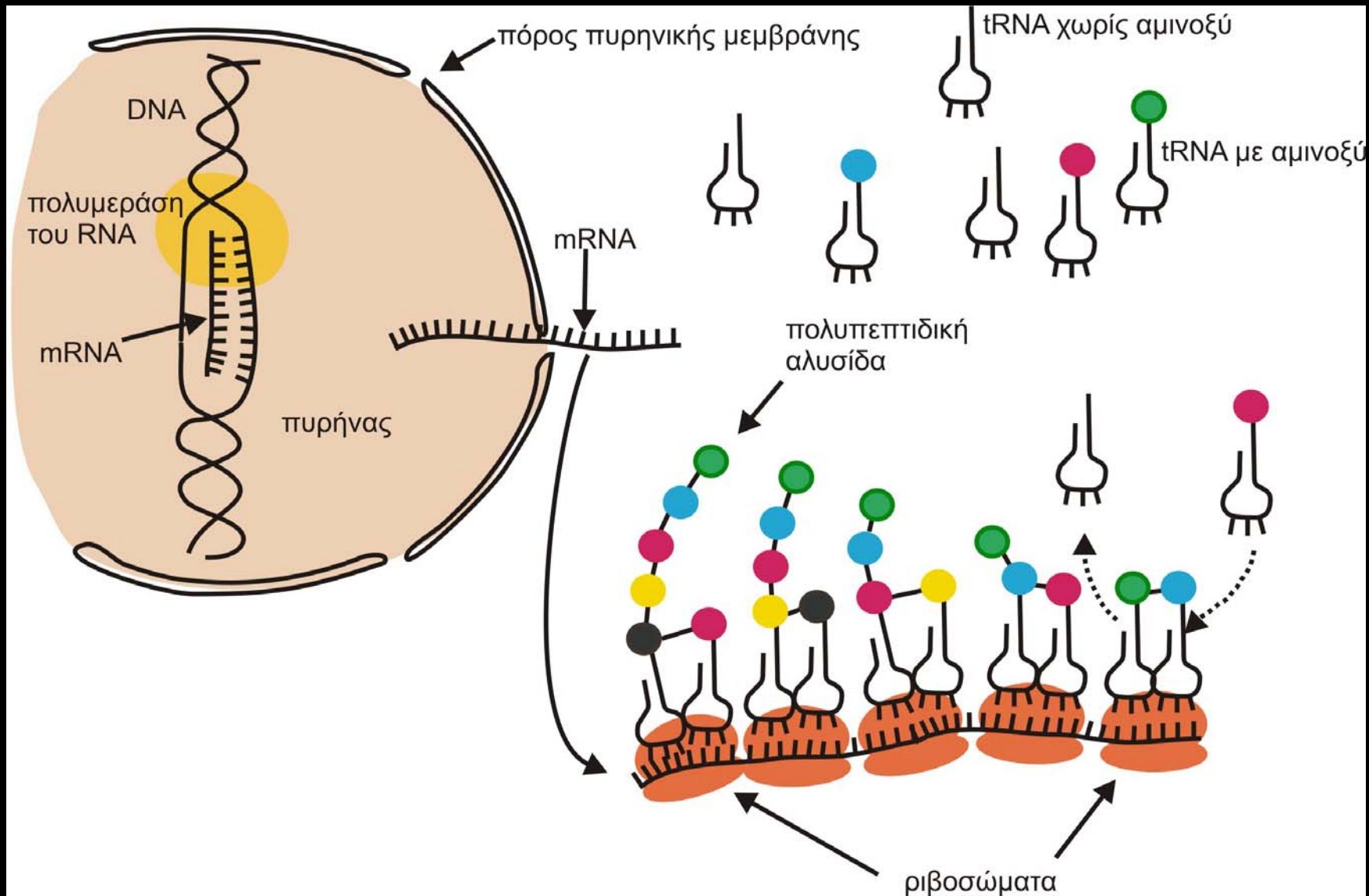
πολυριβοσώματα με το ΗΜΔ.



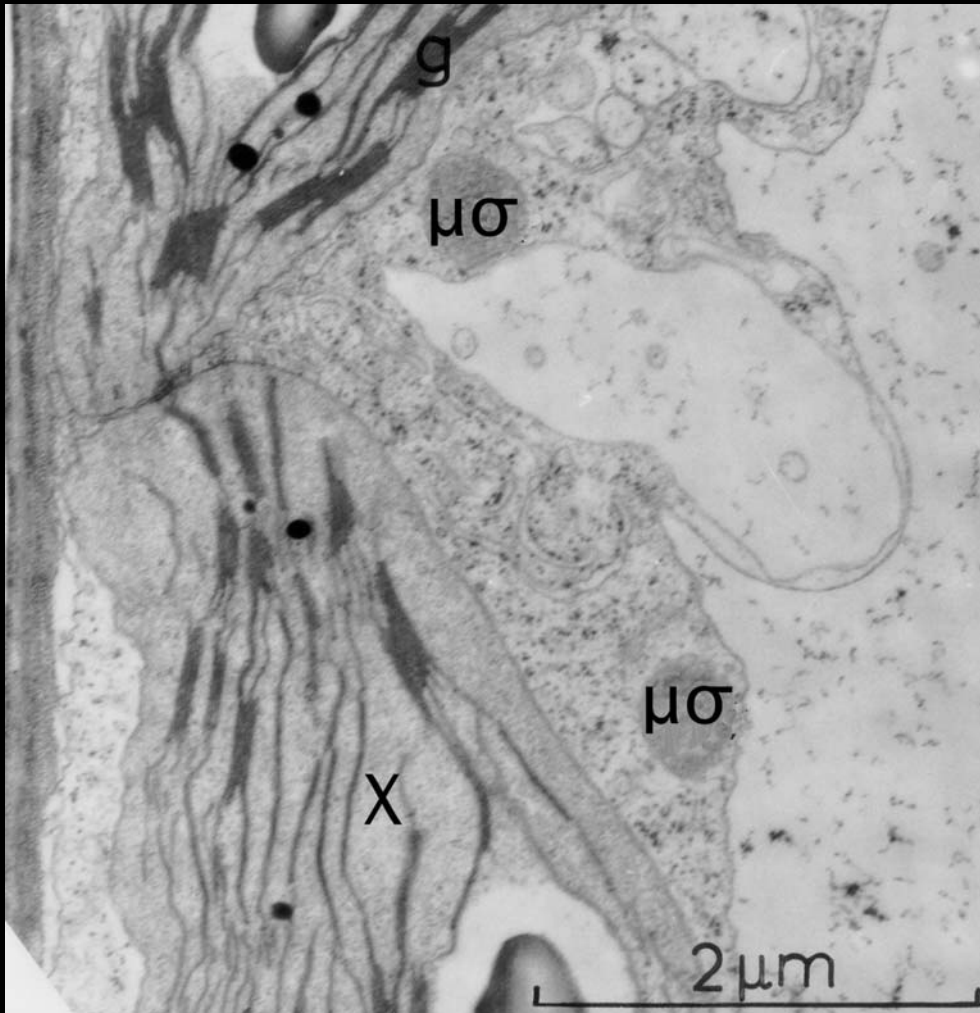
Συγκριτικός πίνακας με τα χαρακτηριστικά των διαφορετικών τύπων ριβοσωμάτων.

Ριβοσώματα	μέγεθος	υπομονάδες
ευκαρυωτικών κυττάρων	80S ^[1]	60S+40S
βακτηρίων	70S	50S+30S
μιτοχονδρίων (θηλαστικών)	55S	35S+25S

Η πρωτεϊνοσύνθεση



Τα μικροσωμάτια εκτελούν επί μέρους μεταβολικές πορείες.

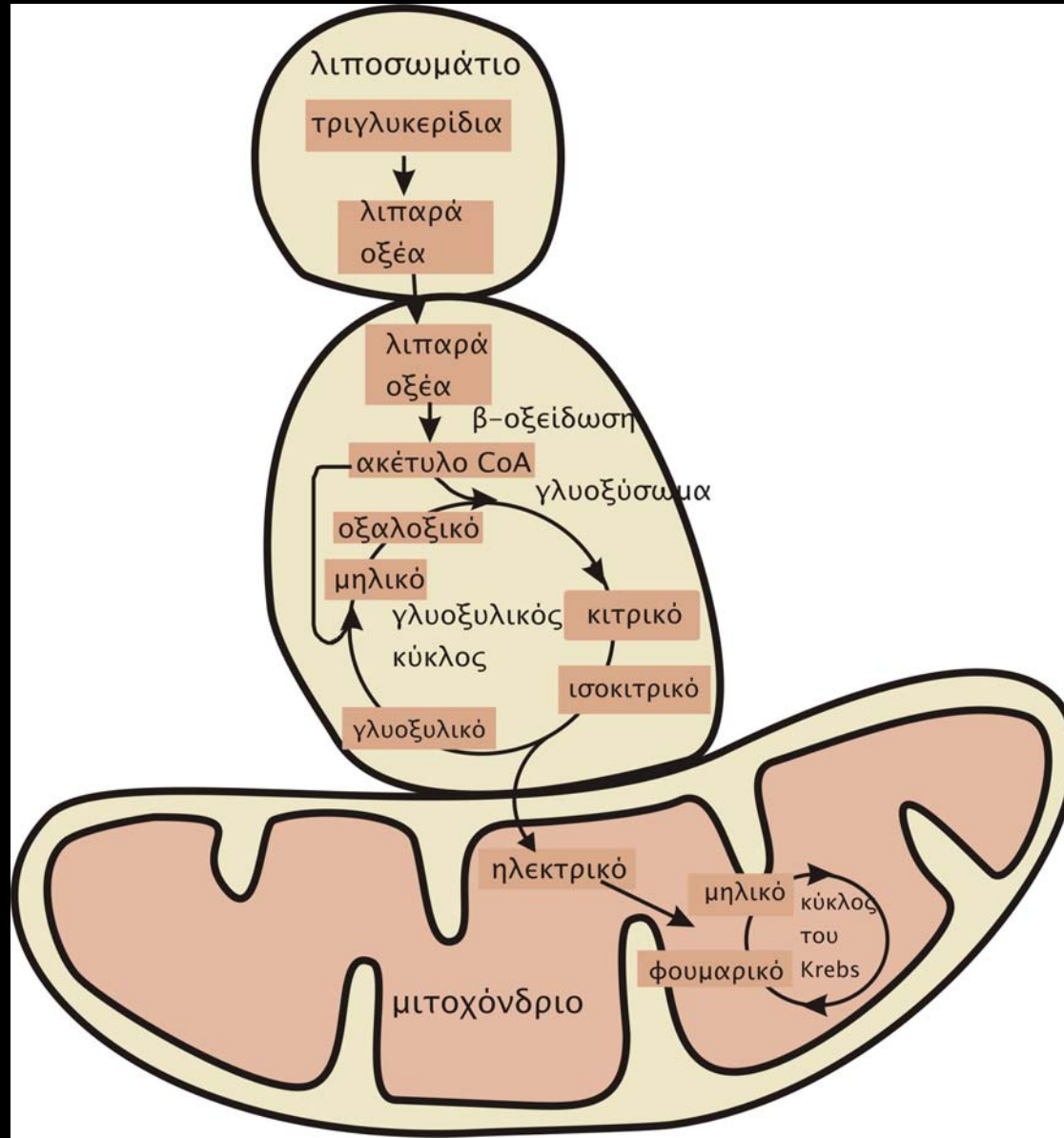


Στα φυτικά κύτταρα εντοπίζονται δύο διαφορετικοί τύποι μικροσωματίων, τα **υπεροξυσώματα** και τα **γλυοξυσώματα**.

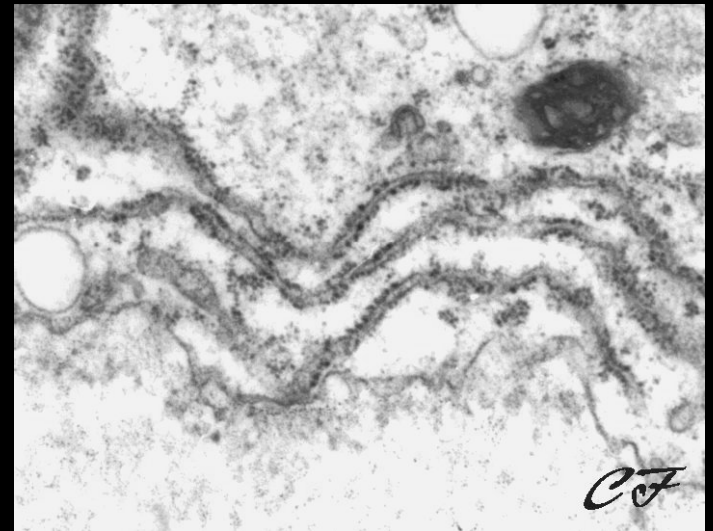
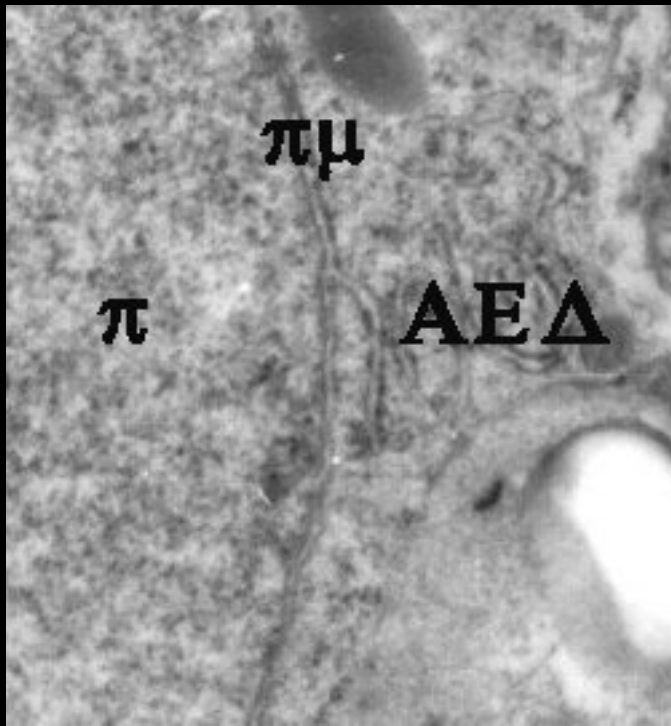
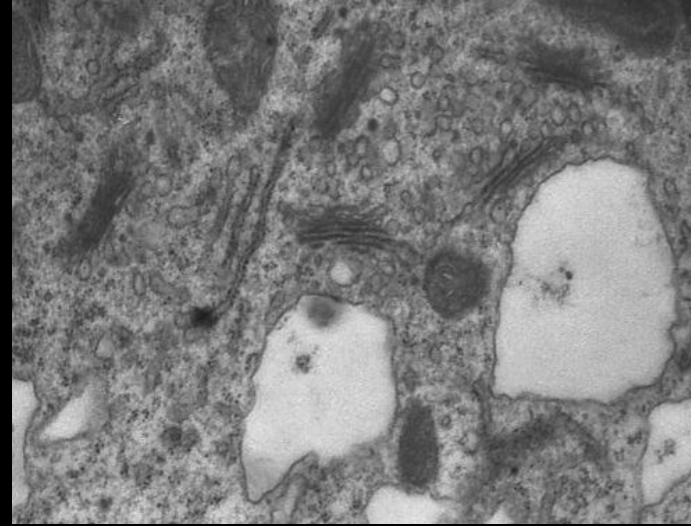
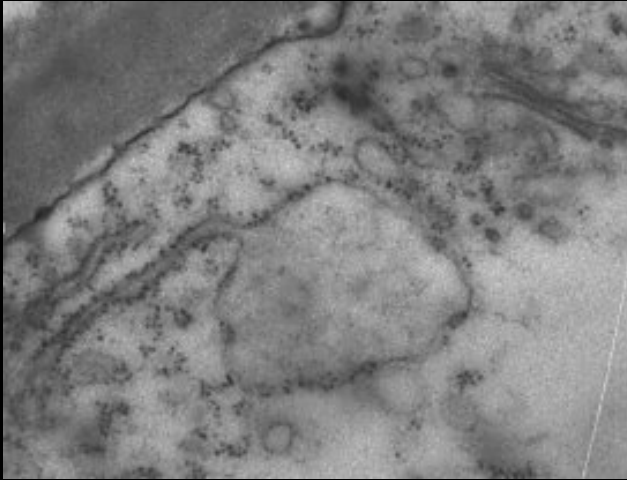
Τα υπεροξυσώματα εμπλέκονται στη λειτουργία της **φωτοαναπνοής**

- Τα γλυοξυσώματα παρατηρούνται κυρίως σε κύτταρα βλαστανόντων σπερμάτων και ο ρόλος τους είναι η μετατροπή των λιπαρών οξέων σε κατάλληλη μορφή, ώστε να εισέλθουν στον κύκλο του Krebs που λειτουργεί στα μιτοχόνδρια, μέσω μιας κυκλικής πορείας αντιδράσεων γνωστής ως **κύκλος του γλυοξυλικού οξέος**

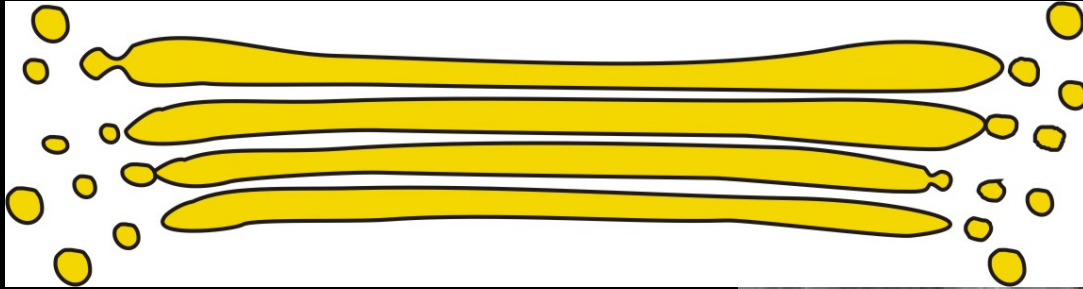
Η συνεργασία λιποσωμάτων, γλυοξυσωμάτων και μιτοχονδρίων έχει ως αποτέλεσμα την οξειδωτική διάσπαση των αποθησαυριστικών λιπιδίων ορισμένων ελαιούχων σπερμάτων.



Το ενδοπλασματικό δίκτυο αποτελεί ένα εκτεταμένο εσωτερικό δίκτυο μεμβρανών του κυττάρου με ποικίλες λειτουργίες



Το δικτυόσωμα ή συσκευή Golgi παίρνει μέρος στην τροποποίηση και μεταφορά πρωτεϊνικών μορίων.

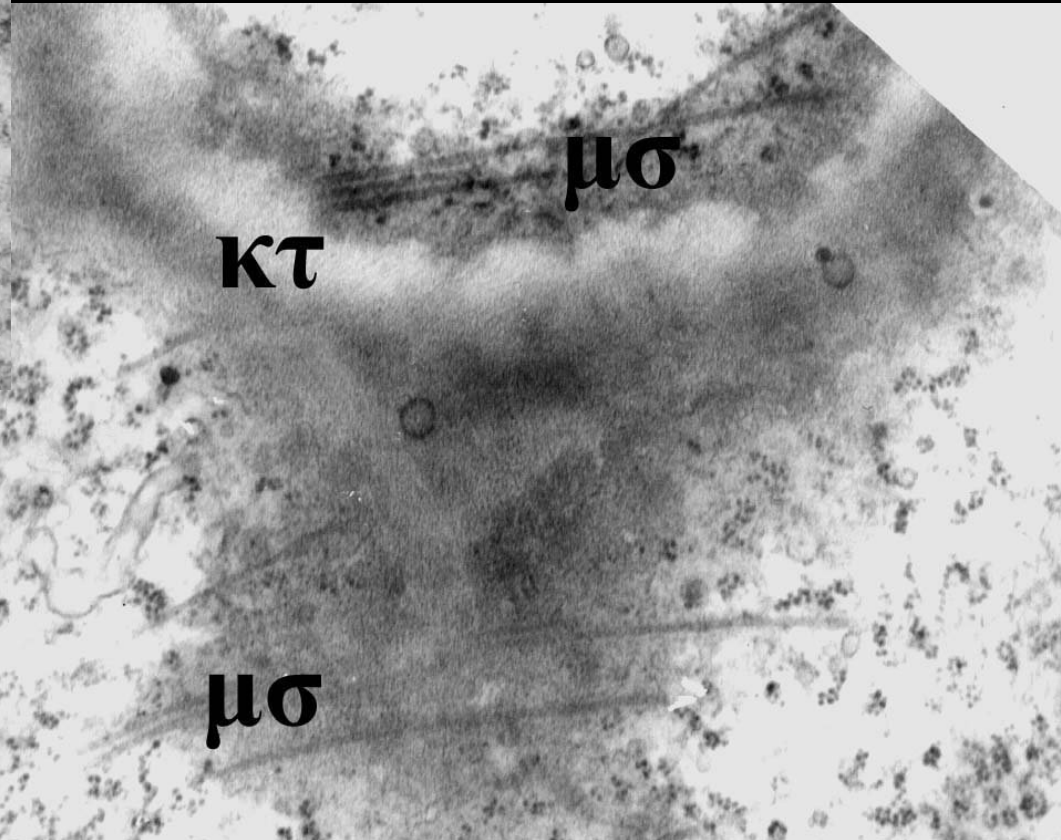
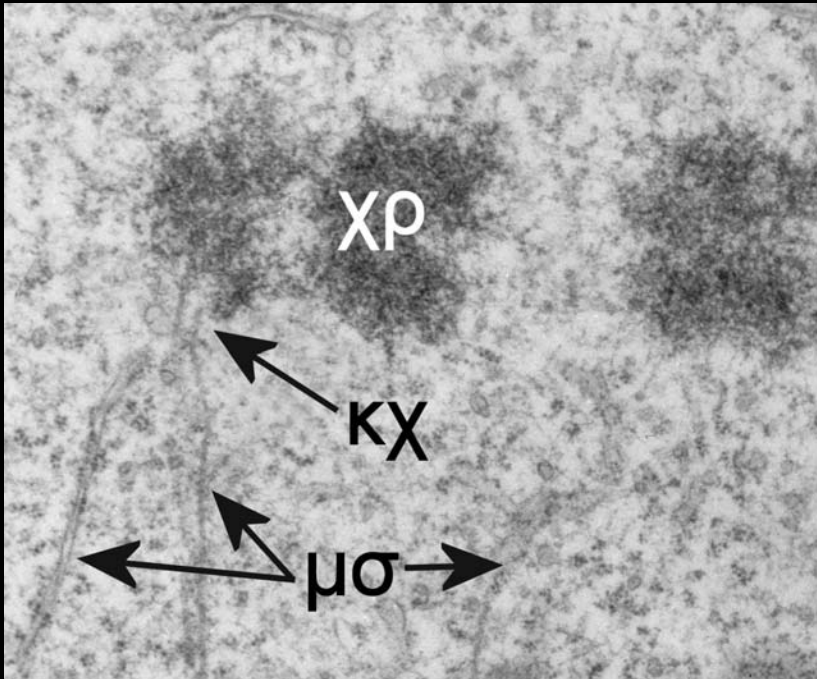


Ο ΚΥΤΤΑΡΟΣΚΕΛΕΤΟΣ ΣΥΜΒΑΛΛΕΙ ΣΤΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΥ.

	μικροϊνίδια	ενδιάμεσα ινίδια	μικροσωληνίσκοι
διάμετρος	8nm	10-15nm	25nm
σύσταση	πολυμερή της πρωτεΐνης ακτίνης.	είναι διαφόρων ειδών με κύρια κατηγορία τις λαμίνες οι οποίες είναι επίπεδες πρωτεΐνες	τουμπουλίνη, μια ετεροδιμερής πρωτεΐνη που αποτελείται από δυο ισχυρά συνδεδεμένες σφαιρικές υπομονάδες την α- και τη β-τουμπουλίνη.
που εντοπίζονται	στο κυτόπλασμα	οι λαμίνες εσωτερικά του πυρηνικού φακέλου και άλλοι τύποι στο κυτόπλασμα	στο κυτόπλασμα
ρόλος	κίνηση των κυτταρικών οργανιδίων, μορφογένεση	ενδοκυτταρικά μηχανικά προβλήματα, όπως είναι η στήριξη του πυρήνα	κίνηση των κυτταρικών οργανιδίων, μορφογένεση. Συστατικά των κεντριδίων, των βλεφαρίδων και των μαστιγίων (στα κατώτερα φυτά).

Στα φυτικά κύτταρα ο κυτταροσκελετός συμμετέχει στη μορφογένεση του κυττάρου ελέγχοντας το σχηματισμό του κυτταρικού τοιχώματος, την κίνηση των οργανιδίων και γενικότερα στη στήριξη των συστατικών του κυτοπλάσματος.

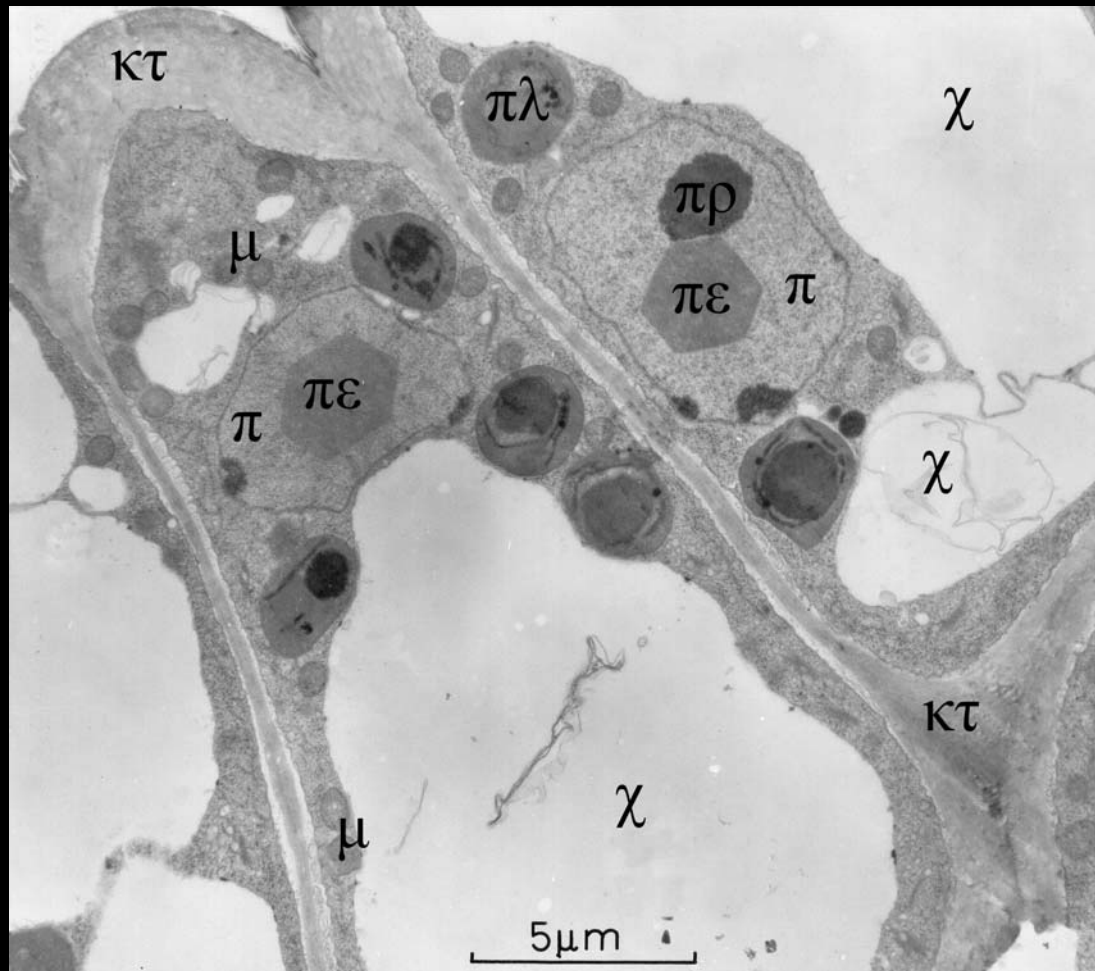
Μικροσωληνίσκοι σε φυτικά κύτταρα



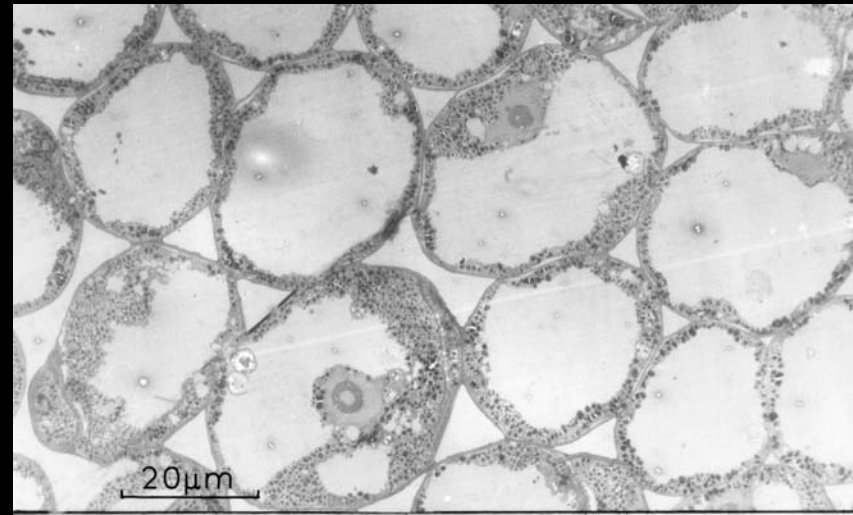
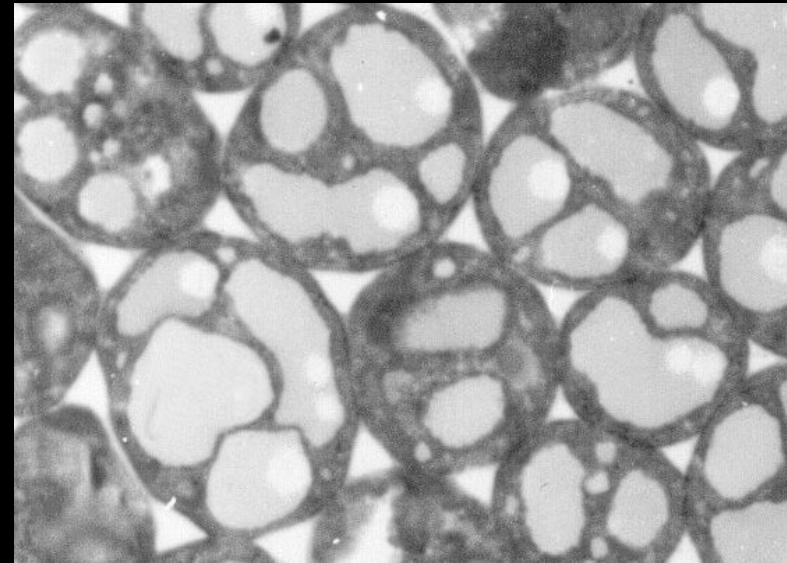
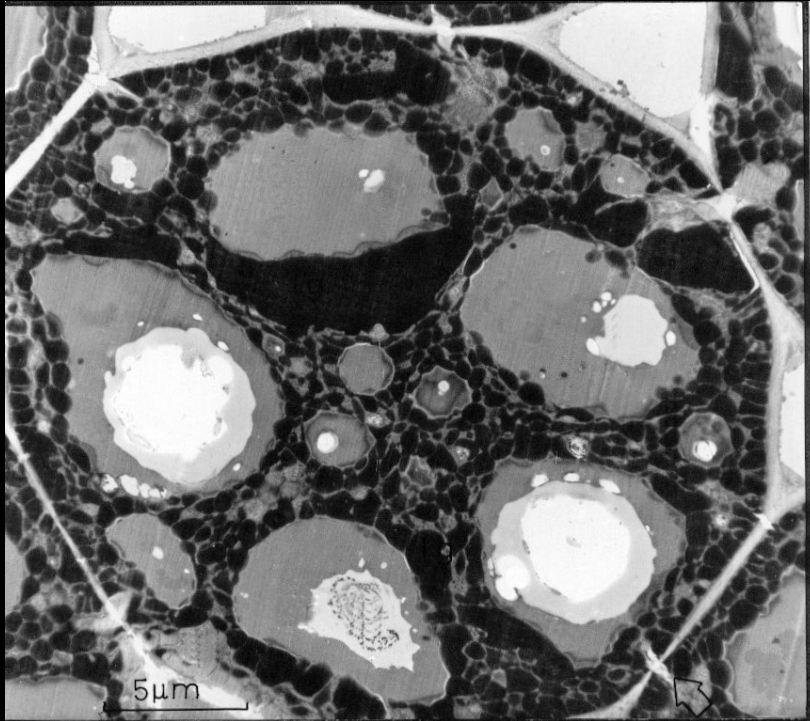
Τα χυμοτόπια αποτελούν τους ρυθμιστές των υδατικών σχέσεων των φυτικών κυττάρων.

1. Ρύθμιση του υδατικού δυναμικού του κυττάρου (οσμωρύθμιση).
2. Στήριξη νεαρών και ποωδών φυτών.
3. Αύξηση του μεγέθους κυττάρων.
4. Άνοιγμα - κλείσιμο των στοματίων.
5. Κινήσεις των φυτών (τροπισμοί, τακτισμοί).
6. Αποθήκευση ανόργανων και οργανικών συστατικών.
7. Χρωματισμός ιστών και οργάνων.
8. Λυοσωμική δράση.

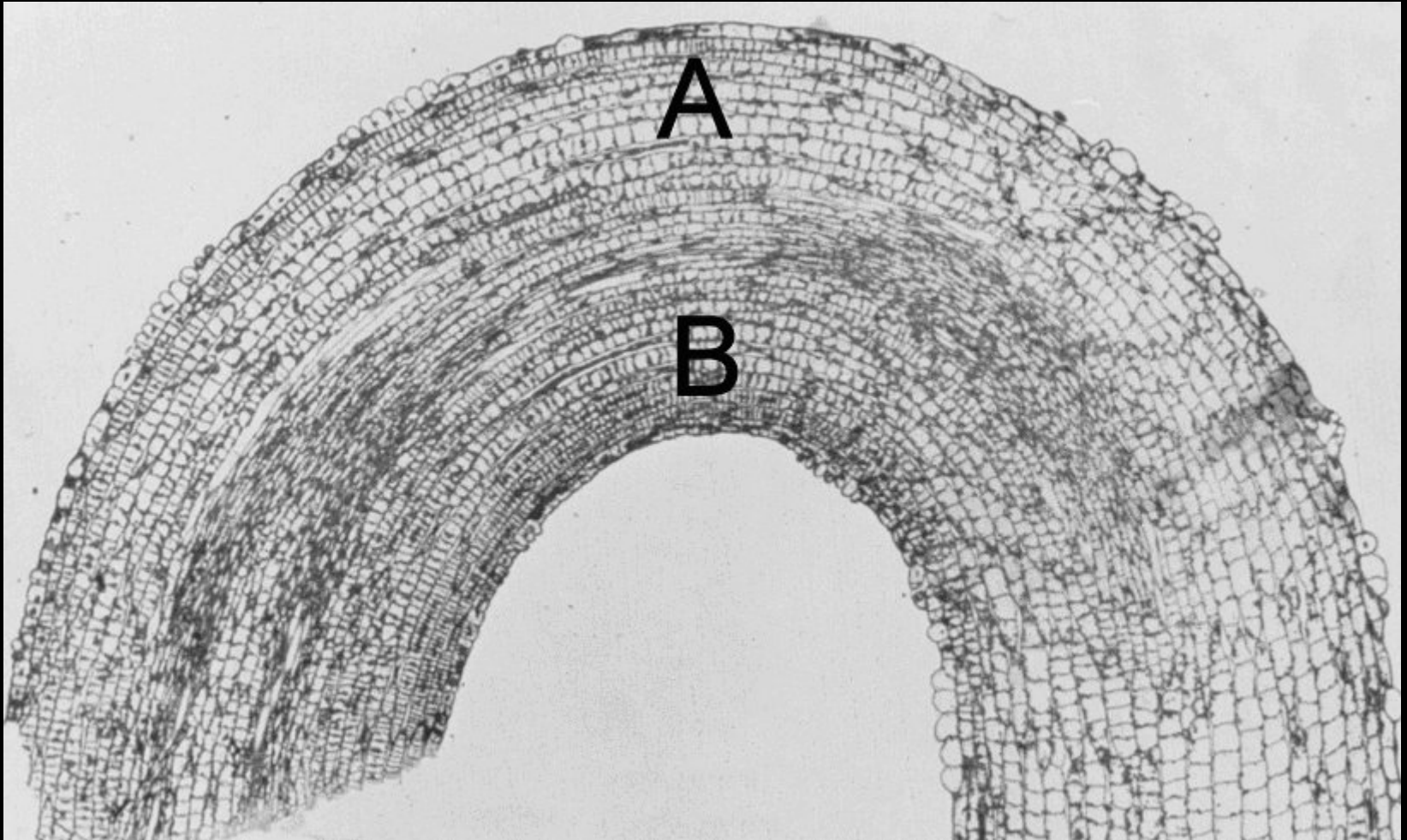
Χυμοτόπια σε επιδερμικά κύτταρα υποκοτύλιου λιναριού



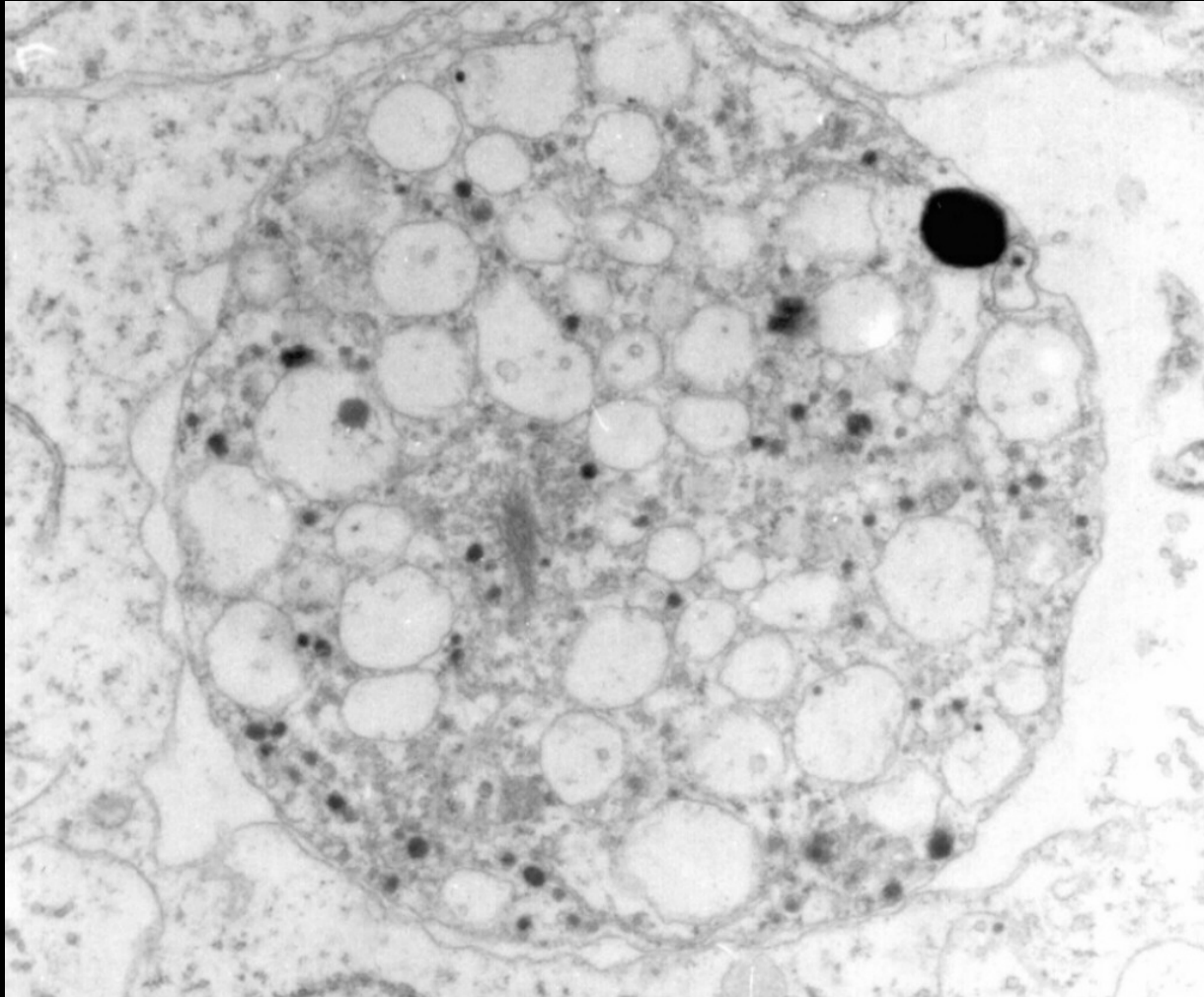
Η χυμοτοπίαση σε αποθηκευτικά κύτταρα σπέρματος λιναριού



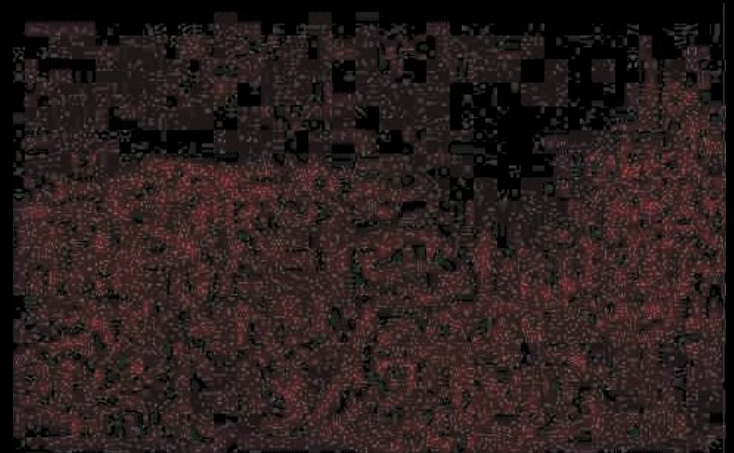
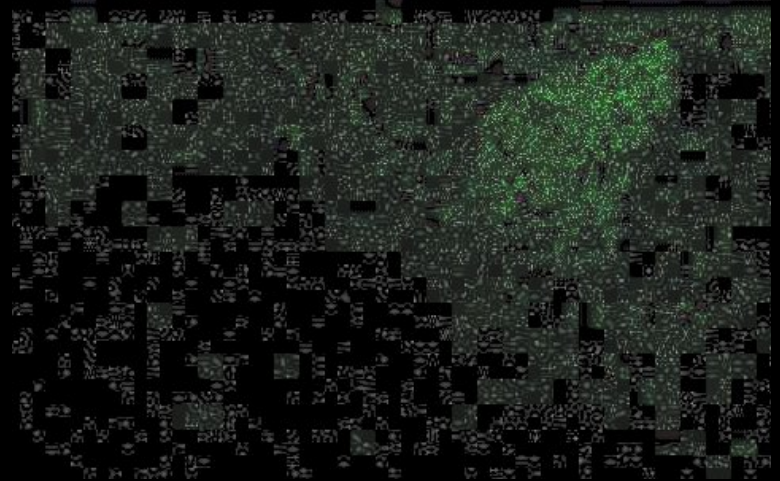
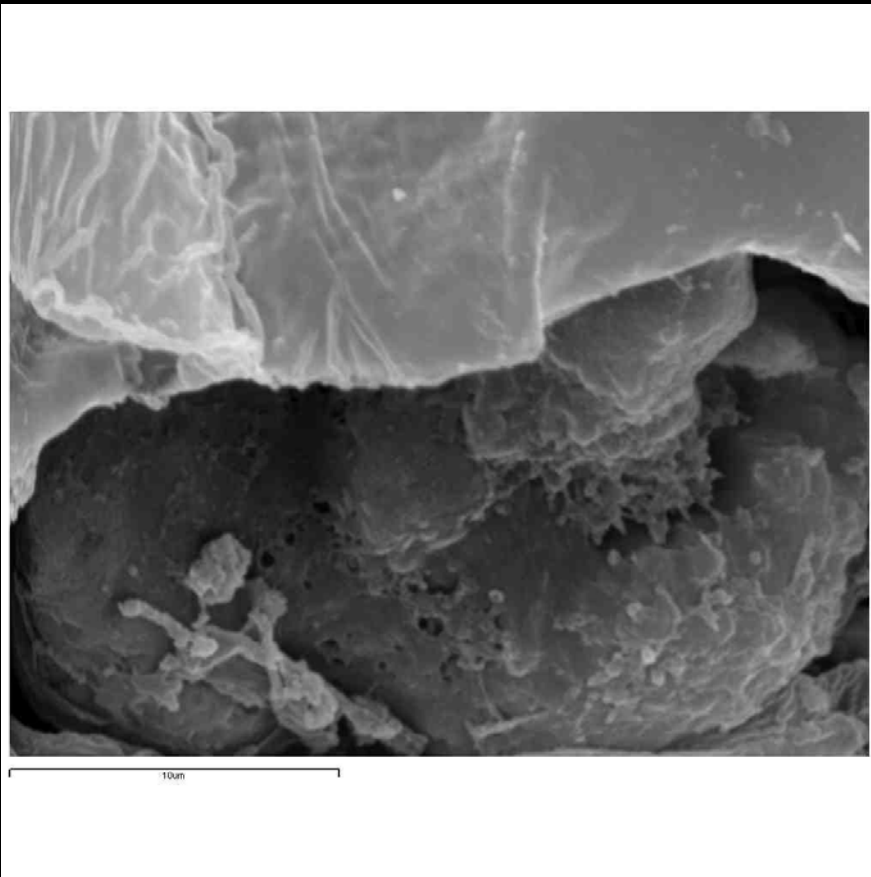
Κατά τη βλάστηση τα κύτταρα της περιοχής A επιμηκύνονται περισσότερο, λόγω οσμωτικών φαινομένων, από εκείνα της περιοχής B, με αποτέλεσμα την κύρτωση του υποκοτυλίου. Στη συνέχεια η επιμήκυνση των κυττάρων της περιοχής B με τον ίδιο μηχανισμό, έχει ως αποτέλεσμα την όρθωση του οργάνου και την ανύψωση των κοτυληδόνων από το έδαφος.



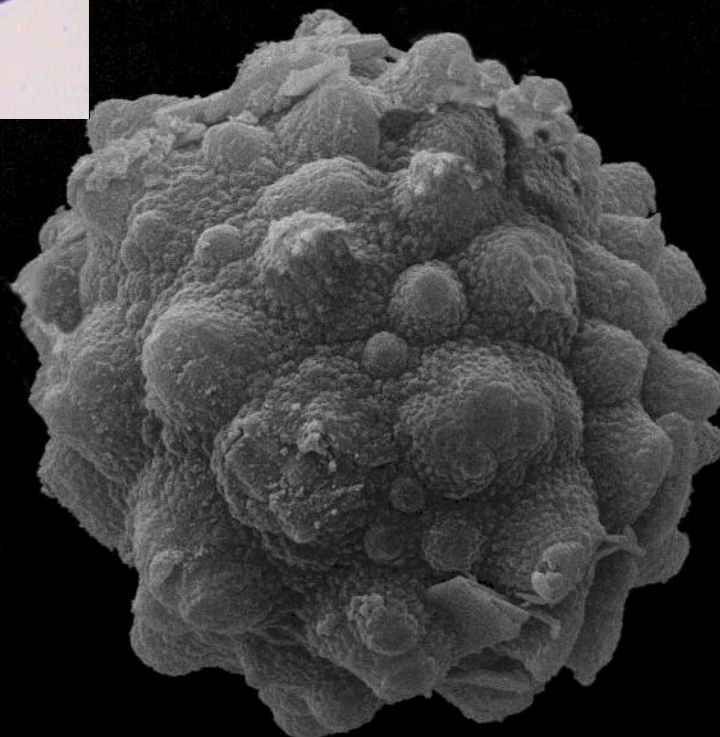
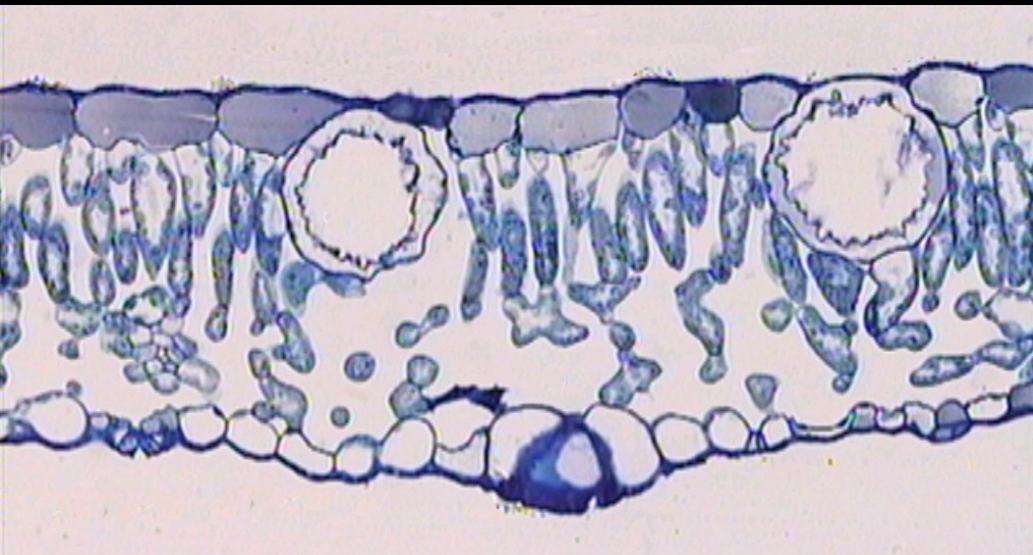
Τα λυσώματα αναλαμβάνουν την ανακύκλωση συστατικών του κυττάρου.



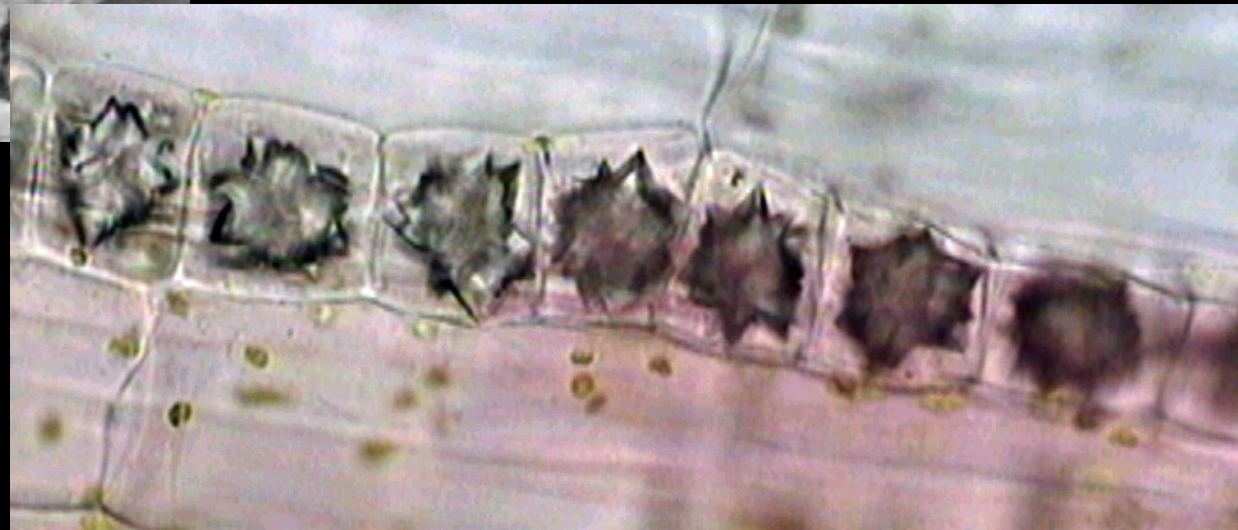
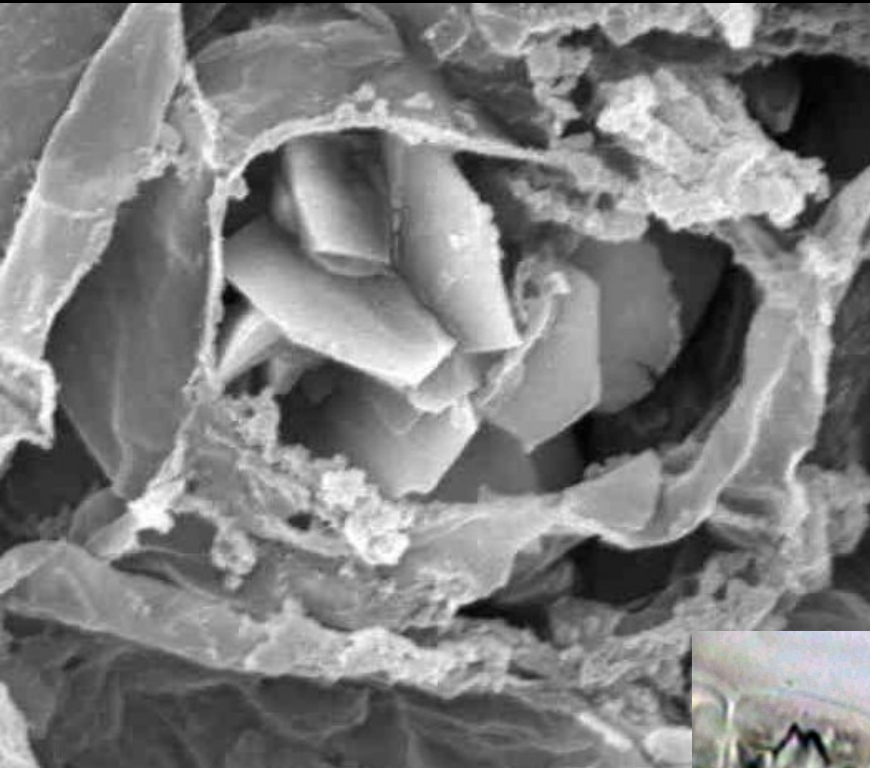
Τα κυτταρικά έγκλειστα αποτελούν συσσωρεύσεις οργανικών ή ανόργανων συστατικών με αδιευκρίνιστο ρόλο.



Οι κυστόλιθοι



Οι κρύσταλλοι οξαλικού ασβεστίου



Διάφορα έγκλειστα φυτικών κυττάρων σε κρυσταλλική μορφή

