

Βιολογία

Τμήμα Ωκεανογραφίας και Θαλάσσιων Βιοεπιστημών

Διδάσκουσα: Μεζίτη Αλεξάνδρα

Διάλεξη 5: Το κύτταρο

05/11/2025

Πολλα από αυτά που μας ενδιαφέρουν στη Βιολογία είναι δύσκολο να παρατηρηθούν με γυμνό μάτι



Zacharias Janssen
(1580-1638)



Robert Hooke (1635-1703)
→ κύτταρο' 30X



Antony van Leeuwenhoek
(1632-1723)→ βακτήρια (300X)



Carl Zeiss (1816-1888)
→μαζική κατασκευή

Μεζίτη Αλεξάνδρα



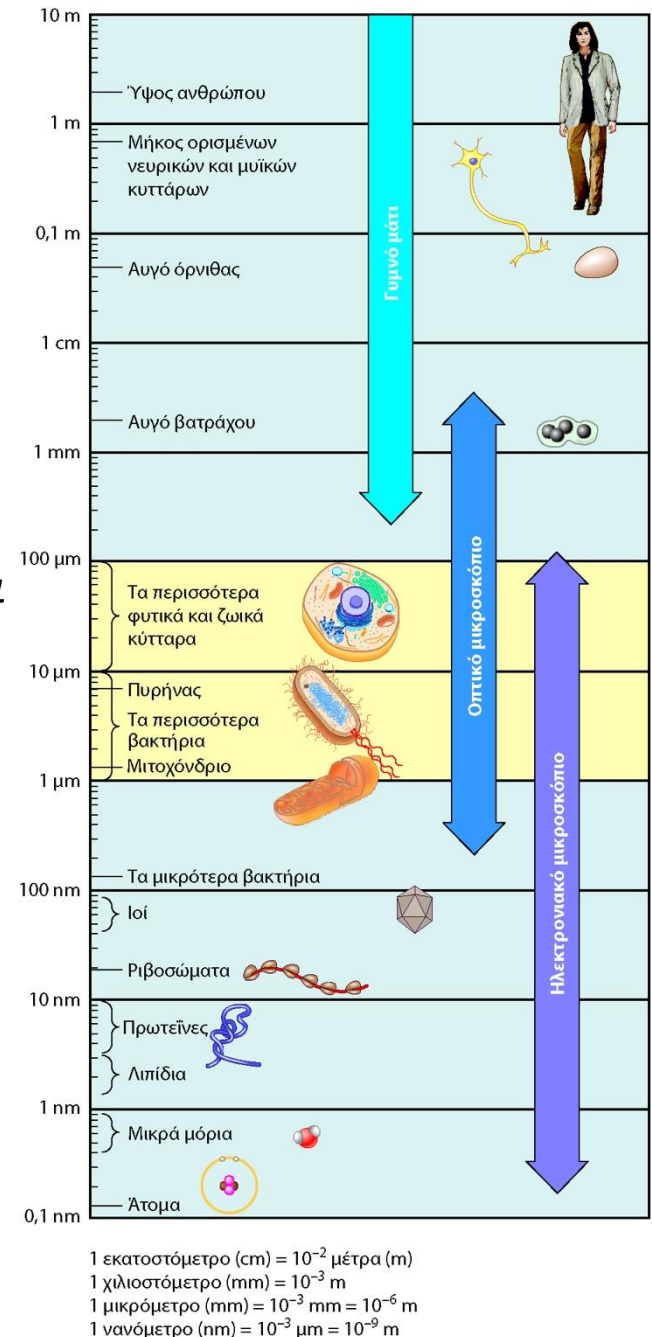
Fritz Zernike(1888-1966)
→αντιθεσης φάσεων

Η μελέτη των κυττάρων γίνεται με την χρήση μικροσκοπίων και βιοχημικών μεθόδων

Τρεις από τις σημαντικότερες παραμέτρους στην μικροσκοπία είναι

1. Μεγενθυτική ικανότητα
2. Διακριτική ικανότητα (η δυνατότητα διάκρισης μεταξύ δύο σημείων)
3. Αντίθεση (η διαφορά της έντασης του φωτός ανάμεσα σε δύο σημεία της εικόνας)

▲ **Εικόνα 6.2 Το εύρος μεγέθους των κυττάρων.** Τα περισσότερα κύτταρα έχουν διάμετρο από 1 έως 100 μm (κίτρινη περιοχή του διαγράμματος), άρα μπορούν να γίνουν ορατά μόνο με μικροσκόπιο. Προσέξτε ότι η κλίμακα αριστερά είναι λογαριθμική, ώστε να μπορεί να συμπεριλάβει όλο το εύρος των παρουσιαζόμενων μεγεθών. Ανώτερο όριο της κλίμακας είναι τα 10 m. Κάθε οριζόντια διαβάθμιση είναι το ένα δέκατο της αμέσως ανώτερης και αφορά μήκος ή διάμετρο. Για έναν πλήρη πίνακα του μετρικού συστήματος, ο αναγνώστης παραπέμπεται στο Παράρτημα Γ.



Η μελέτη των κυττάρων γίνεται με την χρήση μικροσκοπίων και βιοχημικών μεθόδων

▼ Εικόνα 6.4 Ερευνητική μέθοδος

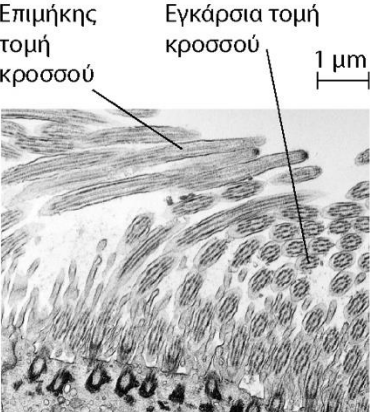
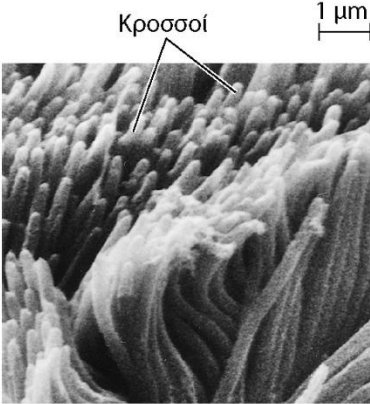
Ηλεκτρονική μικροσκοπία

ΤΕΧΝΙΚΗ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

(α) **Ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (ΗΜΣ).** Με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης βλέπουμε τριδιάστατες εικόνες από την επιφάνεια του δείγματος. Δεξιά βλέπουμε την επιφάνεια ενός κυττάρου από την τραχεία λαγού. Το κύτταρο καλύπτεται από κινητικά οργανίδια, τους κροσσούς. Με την κίνησή τους ωθούν προς τον λάρυγγα όσα σωματίδια εισέρχονται στην τραχεία με την εισπνοή.

(β) **Ηλεκτρονική μικροσκοπία διέλευσης (ΗΜΔ).** Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης δίνει μικροφωτογραφίες από πολύ λεπτή δομή δείγματος. Δεξιά, μια εγκάρσια τομή από κύτταρο τραχείας αποκαλύπτει την εσωτερική του δομή. Κατά την προετοιμασία του δείγματος άλλοι κροσσοί κόπηκαν κατά μήκος, δίνοντας επιμήκεις τομές, ενώ άλλοι κόπηκαν εγκάρσια, δίνοντας εγκάρσιες τομές.



▼ Εικόνα 6.3 Ερευνητική μέθοδος

Οπτική μικροσκοπία

ΤΕΧΝΙΚΗ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

(α) **Μικροσκοπία φωτεινού πεδίου (δείγμα χωρίς χρώση).** Οι ακτίνες φωτός διαπερνούν το δείγμα. Αν το κύτταρο δεν έχει το ίδιο κάποια φυσική χρώση ή δεν χρωσθεί τεχνητά, η εικόνα του έχει πολύ μικρή αντίθεση. Τα κύτταρα στις εικόνες (α)-(δ) προέρχονται από το στοματικό επιθήλιο του ανθρώπου.

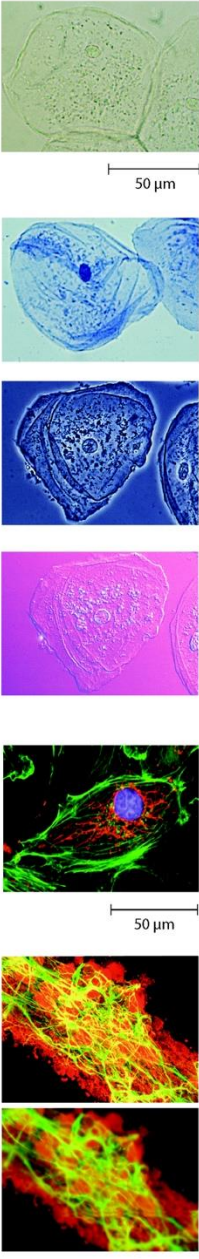
(β) **Μικροσκοπία φωτεινού πεδίου (δείγμα με χρώση).** Η χρήση ποικίλων χρωστικών ουσιών αυξάνει την αντίθεση. Στις περισσότερες τεχνικές χρώσης απαιτείται μονιμοποίηση (διατήρηση) των κυττάρων.

(γ) **Μικροσκοπία αντίθεσης φάσεων.** Αυξάνει την οπτική αντίθεση στα μη χρωσμένα κύτταρα, ενισχύοντας τις διακυμάνσεις πυκνότητας που ενυπάρχουν στο ίδιο το φυσικό δείγμα. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την εξέταση ζωντανών, μη χρωσμένων κυττάρων.

(δ) **Μικροσκοπία διαφορικής αντίθεσης συμβολής (Nomarski).** Το οπτικό σήμα υφίσταται μετατροπές παρόμοιες με εκείνες στη μικροσκοπία αντίθεσης φάσεων, οι οποίες υπερτονίζουν τη διαφορά πυκνότητας των διαφόρων κυτταρικών δομών, κάνοντας την εικόνα να φαίνεται σχεδόν τριδιάστατη.

(ε) **Μικροσκοπία φθορισμού.** Δείχνει την ενδοκυττάρια θέση συγκεκριμένων μορίων που έχουν σημειωθεί με φθορίζουσες χρωστικές ή φθορίζοντα αντι σώματα. Αυτές οι φθορίζουσες ενώσεις απορροφούν υπεριώδη ακτινοβολία και εκπέμπουν ορατό φως, όπως στο κύτταρο, από αρτηριακό τοίχωμα, της διπλής φωτογραφίας.

(στ) **Συνεστατική μικροσκοπία.** Λαμβάνεται σειρά από φθορίζουσες «οπτικές τομές» στις οποίες αποκλείονται, με διάφραγμα, όσες ακτίνες διάχυτου φωτός δεν είναι «συνεστασιμένες» με καθαυτό φθορίζον σήμα. Έτσι, ευκρινείς φθορίζουσες εικόνες από κάθε τομή συνδυάζονται για την τριδιάστατη ανακατασκευή των δομών. Οι μικροφωτογραφίες δεξιά, από συνεστατικό μικροσκόπιο (πάνω) και απλό μικροσκόπιο φθορισμού (κάτω), δείχνουν νευρικό ιστό: τα νευρικά κύτταρα εμφανίζονται πράσινα, τα υποστηρικτικά κύτταρα κόκκινα και οι επικαλυπτόμενες περιοχές κίτρινες. Η κάτω εικόνα είναι θολή διότι δεν έχει αποκλειστεί το μη εστιασμένο διάχυτο φως.



Μεζίτη Αλεξάνδρα

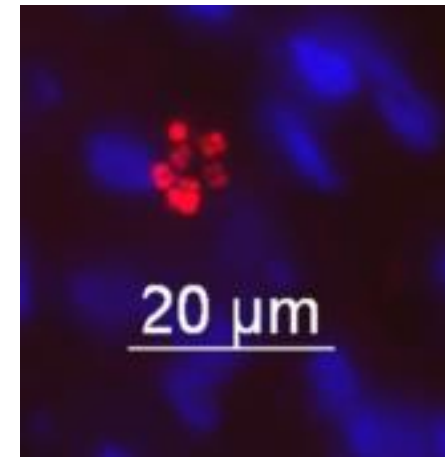
Διαφορετικά είδη οπτικής μικροσκοπίας

Σκοτεινού πεδίου: περιλαμβάνει έναν ειδικό συμπυκνωτή που στέλνει μόνο τις ακτίνες που σκεδάσθηκαν από το αντικείμενο σε σκοτεινό φόντο. Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για σχεδόν διάφανα δείγματα και για λεπτές δομές όπως τα μαστίγια.



<https://microscopeclarity.com>

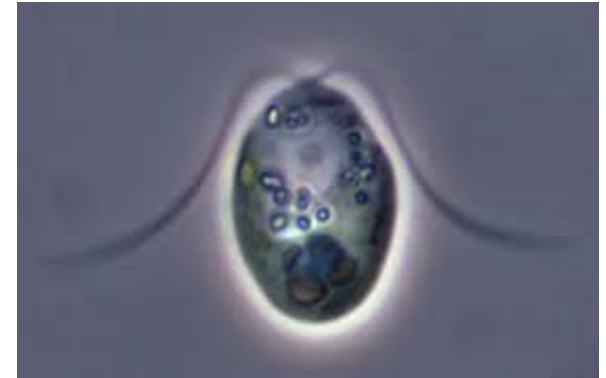
Φθορισμού: χρησιμοποιεί υπεριώδη ακτινοβολία ως πηγή φωτισμού → ορισμένες φθορίζουσες ουσίες απορροφούν στο υπεριώδες και εκπέμπουν στο ορατό. Πρέπει να χρησιμοποιούνται φίλτρα για την αποφυγή βλάβης στα μάτια των χρηστών.



Meziti et al. 2010, FEMSME

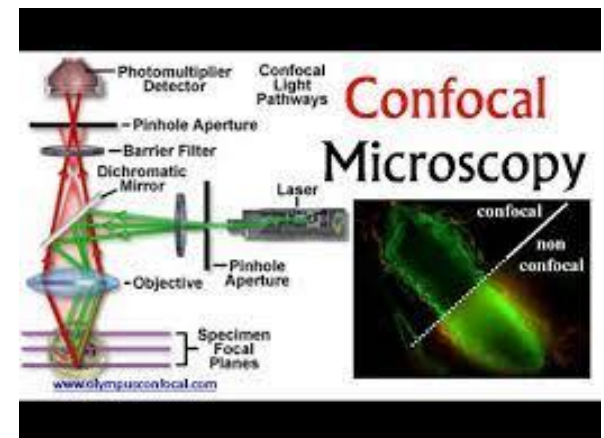
Διαφορετικά είδη οπτικής μικροσκοπίας

Αντίθεσης φάσης: χρήσιμη για την αύξηση της αντίθεσης για εξέταση διάφανων δειγμάτων. Είναι ανώτερη από τη μικροσκοπία σκοτεινού πεδίου επειδή επιτυγχάνεται καλύτερη εικόνα του εσωτερικού των δειγμάτων.



<https://www.microscopemaster.com>

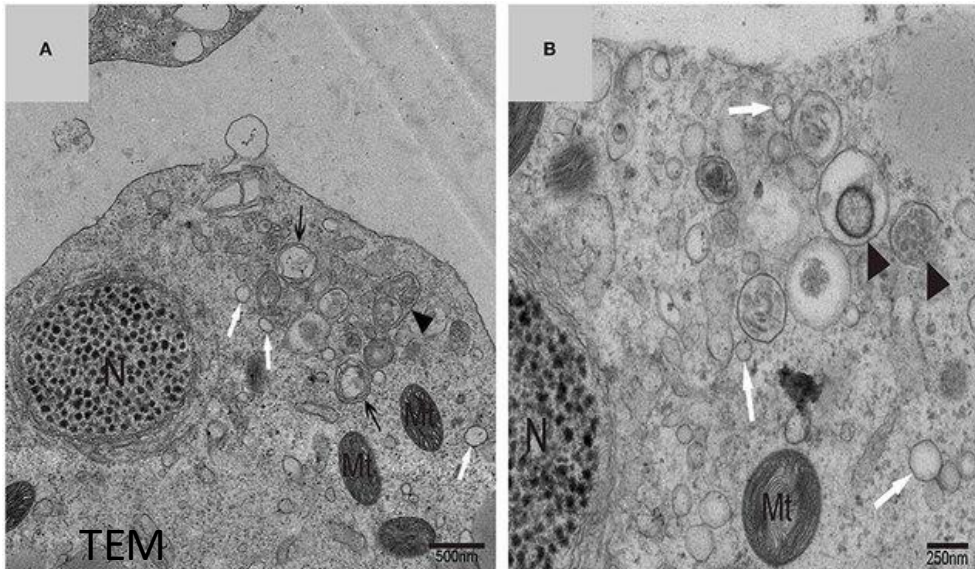
Συνεστιακό: χρησιμοποιεί laser ως πηγή φωτός, επιτρέπει τρισδιάστατες προβολές κυττάρων ή μεγάλων τομών. Ένα λεπτό εστιασμένο λέιζερ χρησιμοποιείται για τη δημιουργία εικόνων των οριζόντιων τομών, συνήθως μετά από χρώση με φθορίζουσες ουσίες.



Ηλεκτρονική μικροσκοπία

Ανάλυση εικόνας έως και 200 φορές καλύτερη από τα οπτικά μικροσκόπια.
→ ακτινοβολία μικρότερου μήκους κύματος με τη μορφή δέσμης ηλεκτρονίων.

Τα TEM και SEM διαφέρουν ως προς τον τρόπο με τον οποίο η δέσμη ηλεκτρονίων αλληλεπιδρά με το δείγμα: στο TEM (ΗΜΔ), η δέσμη περνάει μέσα από το δείγμα, ενώ στο SEM (ΗΜΣ) η δέσμη σαρώνεται κατά μήκος του δείγματος και ανακλάται από την επιφάνεια.



Εξαιρετικά σημαντική για την κατανόηση των κυτταρικών και υποκυτταρικών δομών.
Δυσκολία στην προετοιμασία του δείγματος/ χρονοβόρα διαδικασία.

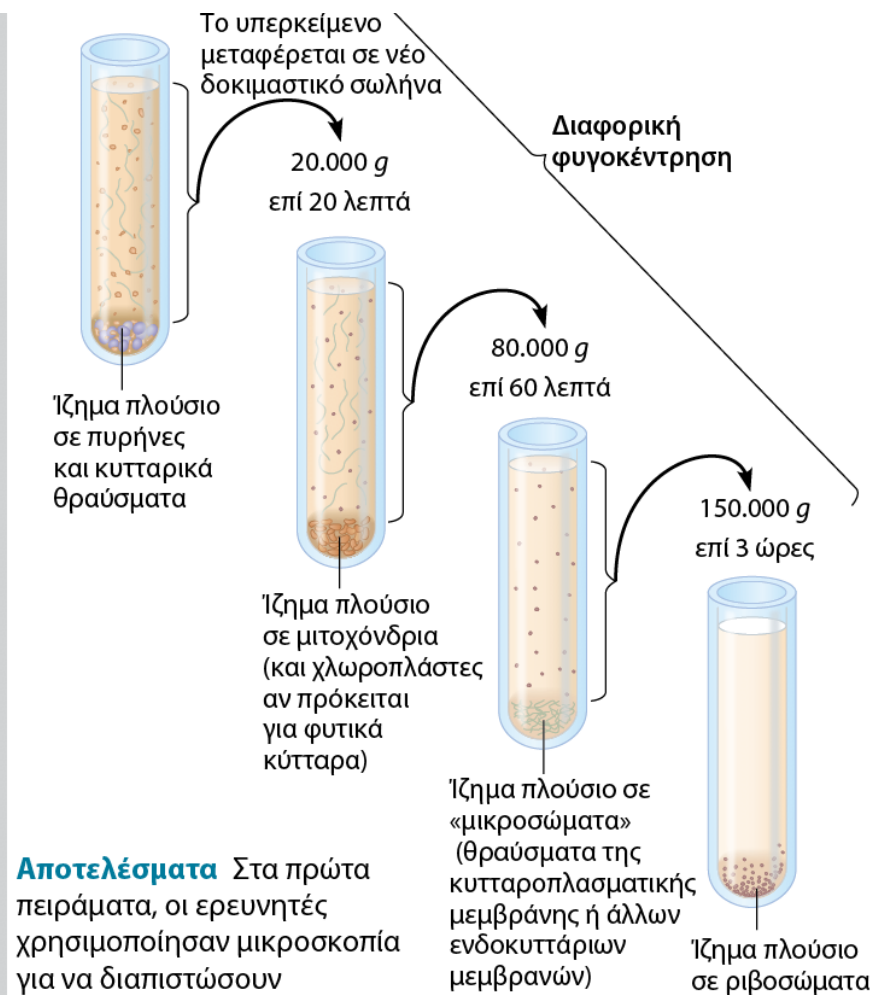
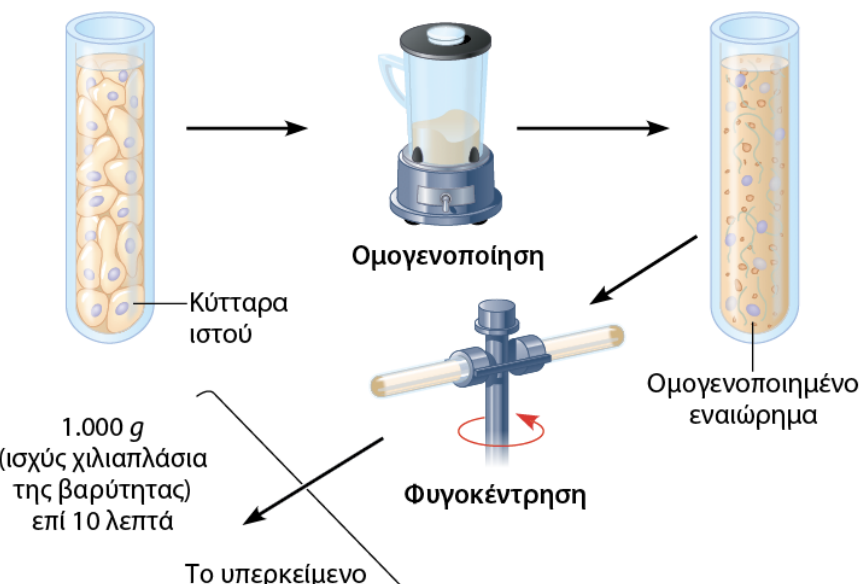
Η μελέτη των κυττάρων γίνεται με την χρήση μικροσκοπίων και βιοχημικών μεθόδων

▼ Εικόνα 6.4 Ερευνητική μέθοδος

Κυτταρική κλασμάτωση

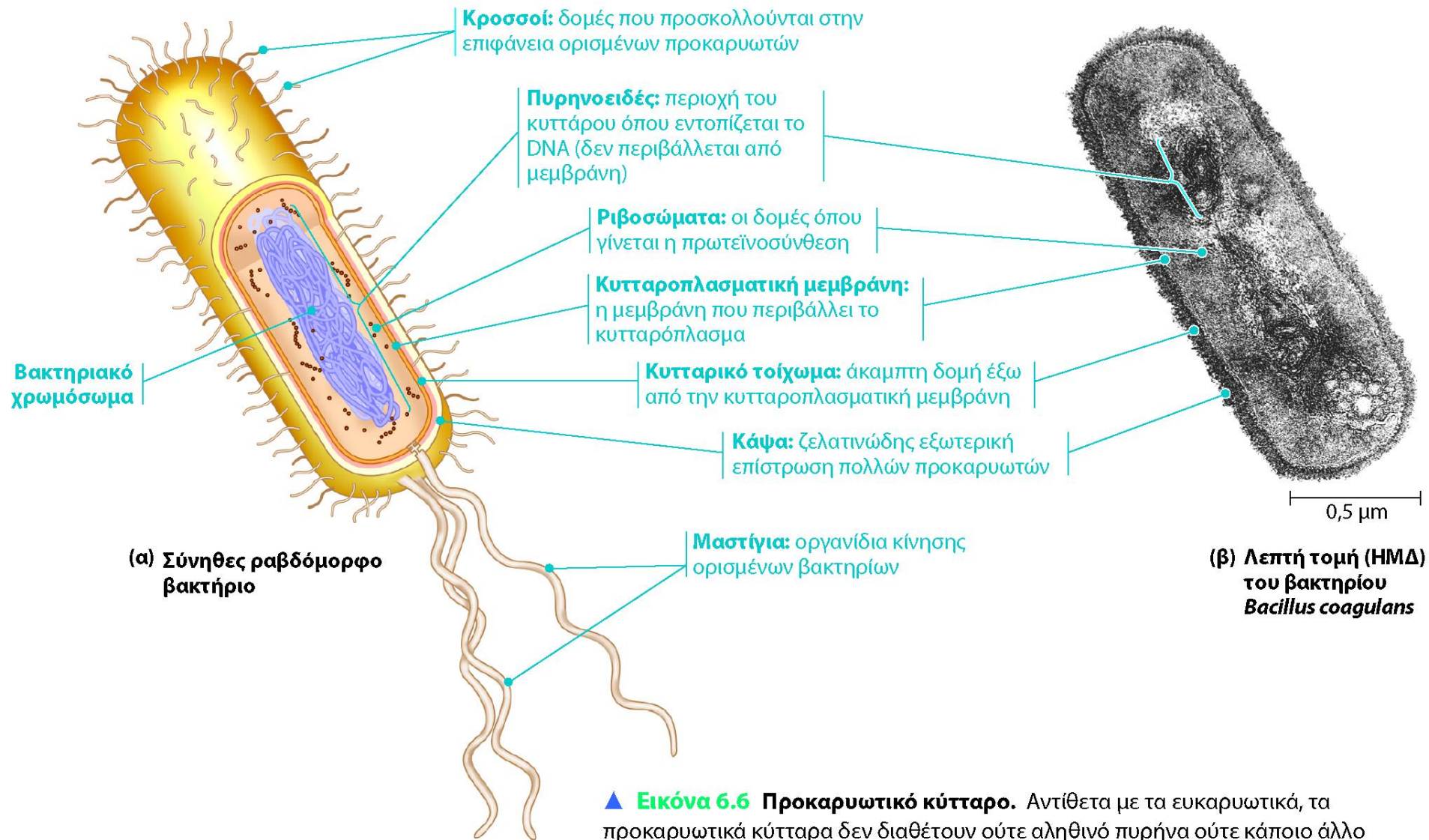
Εφαρμογή Η κυτταρική κλασμάτωση χρησιμεύει για την απομόνωση κυτταρικών συστατικών με βάση το μέγεθος και την πυκνότητά τους.

Τεχνική Αρχικά τα κύτταρα ομογενοποιούνται σε μια ειδική συσκευή, τον *ομογενοποιητή*, ώστε τα τοιχώματά τους να υποστούν θραύση. Στη συνέχεια το μείγμα που προκύπτει, το *ομογενοποιημένο εναιώρημα*, φυγοκεντρείται. Το υγρό που μένει πάνω από το ίζημα, το *υπερκείμενο*, μεταφέρεται σε άλλον δοκιμαστικό σωλήνα και φυγοκεντρείται με μεγαλύτερη ταχύτητα και για περισσότερο χρόνο. Αυτή η διαδικασία, η οποία επαναλαμβάνεται αρκετές φορές, ονομάζεται *διαφορική φυγοκέντρηση* και οδηγεί τελικά στη δημιουργία μιας σειράς ιζημάτων, καθένα από τα οποία περιέχει διαφορετικά κυτταρικά συστατικά.



Αποτελέσματα Στα πρώτα πειράματα, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν μικροσκοπία για να διαπιστώσουν ποια κυτταρικά οργάνδια περιέχονται σε κάθε ίζημα και βιοχημικές μεθόδους για να προσδιορίσουν τη μεταβολική λειτουργία τους. Έτσι προέκυψε μια προτυποποίηση της μεθόδου, η οποία επιτρέπει στους σημερινούς ερευνητές να γνωρίζουν ποιο κυτταρικό κλάσμα πρέπει να συλλέξουν προκειμένου να περιέχει το οργάνδιο που θέλουν να απομονώσουν και να μελετήσουν.

Προκαρυωτικά κύτταρα



▲ **Εικόνα 6.6 Προκαρυωτικό κύτταρο.** Αντίθετα με τα ευκαρυωτικά, τα προκαρυωτικά κύτταρα δεν διαθέτουν ούτε αληθινό πυρήνα ούτε κάποιο άλλο μεμβρανικό ενδοκυττάριο οργανίδιο, επομένως έχουν πολύ απλούστερη δομή. Προκαρυώτες είναι μόνο τα βακτήρια και τα αρχαία.

Μεζίτη Αλεξάνδρα

Προκαρυωτικά vs Ευκαρυωτικά κύτταρα

Σε όλα τα κύτταρα → κυτταρική μεμβράνη, κυτοσόλιο (κυττατόπλασμα), χρωμοσώματα, ριβοσώματα

Μόνο στα ευκαρυωτικά: πύρηνες, διάφορα οργανίδια (μεμβρανοπερίκλειστες δομές)

Τα ευκαρυωτικά κύτταρα είναι μεγαλύτερα (10-100 μm)

!!! Το κυτταρικό μέγεθος είναι μία ιδιότητα της κυτταρικής δομής που σχετίζεται με την λειτουργία!!!!

Η ικανότητα διαχείρισης του μεταβολισμού καθορίζει το κυτταρικό μέγεθος

Μυκοπλάσματα

→ τα πιο μικρά γνωστά κύτταρα ($\sim 0.1-1 \mu\text{m}$)

→ η μικρότερη δυνατή 'συσκευασία' ώστε να χωράει αρκετό DNA και πρωτεΐνες για τη διατήρηση της ζωής

→ Τα περισσότερα βακτήρια (1-5 μm)

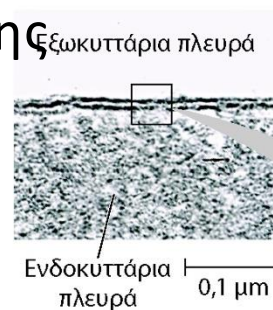
Θεωρητικά οι μεταβολικές απαιτήσεις καθορίζουν το μέγεθος που μπορεί να φτάσει ένα κύτταρο!!!

Σημασία της κυτταροπλασματικής μεμβράνης

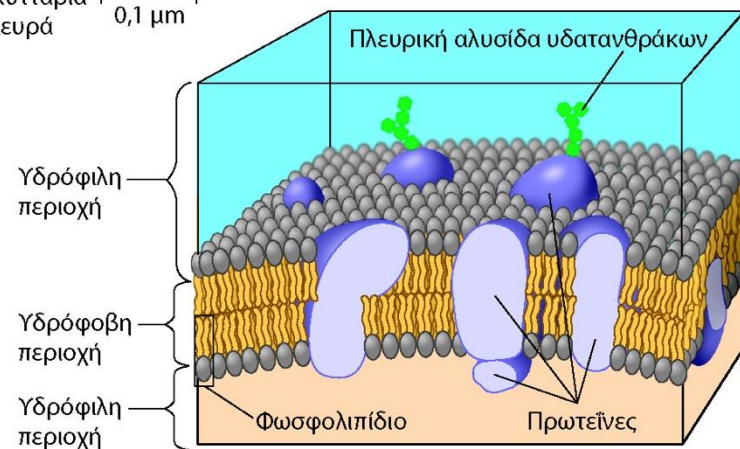
Θεωρητικά οι μεταβολικές απαιτήσεις καθορίζουν το μέγεθος που μπορεί να φτάσει ένα κύτταρο!!!

Η κυτταροπλασματική μεμβράνη (ΚΜ) λειτουργεί ως εκλεκτικός φραγμός για τη διέλευση Οξυγόνου, θρεπτικών υλικών και αποβλήτων για ολόκληρο το κύτταρο
→ Συγκεκριμένες ποσότητες μπορούν να περάσουν ανα sec για κάθε μm^2 της μεμβράνης

→ Γενικά όσο αυξάνεται το μέγεθος ενός αντικειμένου η αύξηση του όγκου είναι αναλογικά μεγαλύτερη από την αύξηση της επιφάνειας.



(α) Μικροφωτογραφία ΗΜΔ κυτταροπλασματικής μεμβράνης. Η κυτταροπλασματική μεμβράνη, εδώ ενός ερυθρού αιμοσφαιρίου, φαίνεται σαν ένα ζεύγος σκούρων ζωνών που διαχωρίζονται από μια ανοιχτόχρωμη ζώνη.



(β) Δομή της κυτταροπλασματικής μεμβράνης

▲ **Εικόνα 6.7 Κυτταροπλασματική μεμβράνη.** Η κυτταροπλασματική μεμβράνη (όπως και οι μεμβράνες όλων των ενδοκυττάρων οργανιδίων) αποτελείται από μια διπλοστιβάδα φωσφολιπιδίων που φέρει πρωτεΐνες είτε προσκολλημένες στην επιφάνειά της είτε βυθισμένες στο εσωτερικό της. Η εσωτερική ζώνη των μεμβρανών είναι υδρόφοβη, όπως υδρόφοβες είναι τόσο οι ουρές των φωσφολιπιδίων όσο και οι εσωτερικές περιοχές των πρωτεϊνών που βρίσκονται σε επαφή με αυτές. Οι κεφαλές των φωσφολιπιδίων είναι υδρόφιλες, όπως υδρόφιλες είναι και οι πρωτεΐνες ή οι περιοχές των πρωτεϊνών που βρίσκονται σε επαφή με το υδατικό διάλυμα εκατέρωθεν της μεμβράνης. (Υδρόφιλοι είναι επίσης οι εσωτερικοί δίαυλοι ορισμένων πρωτεϊνών της μεμβράνης.) Στις πρωτεΐνες και στα λιπίδια της εξωτερικής επιφάνειας της κυτταροπλασματικής μεμβράνης (και μόνον εκεί) προσκολλώνται πλευρικές αλυσίδες υδατανθράκων.



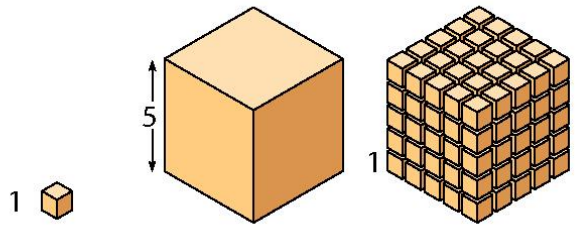
Ποια είναι τα μέρη ενός φωσφολιπιδίου (βλ. Εικόνα 5.13) που του επιτρέπουν να λειτουργεί ως το κύριο συστατικό μιας κυτταροπλασματικής μεμβράνης;

Σημασία της κυτταροπλασματικής μεμβράνης

Το μικρό μέγεθος των κυττάρων αλλά κ το επίμηκες μέγεθος κάποιων άλλων εξηγείται απο την ανάγκη η επιφάνεια της μεμβρανής να μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες.

Οι μεγαλύτεροι οργανισμοί δεν έχουν μεγαλύτερα αλλά περισσότερα κύτταρα!!!

Το εμβαδόν επιφάνειας αυξάνεται, αλλά ο συνολικός όγκος παραμένει σταθερός



Ολικό επιφανειακό εμβαδόν [άθροισμα του εμβαδού επιφανείας (ύψος x πλάτος) όλων των πλευρών ενός κύβου επί τον αριθμό των κύβων]	6	150	750
Ολικός όγκος [ύψος x πλάτος x μήκος x αριθμό κύβων]	1	125	125
Λόγος επιφάνειας-όγκου [εμβαδόν επιφανείας ÷ όγκο]	6	1,2	6

▲ **Εικόνα 6.8 Γεωμετρική σχέση επιφάνειας-όγκου.** Αν υποθέσουμε ότι τα κύτταρα έχουν σχήμα κύβου, τότε μπορούμε, χρησιμοποιώντας μια αυθαίρετη μονάδα μήκους, να υπολογίσουμε το εμβαδόν της επιφάνειας (σε τετραγωνικές μονάδες ή μονάδες²), τον όγκο (σε κυβικές μονάδες ή μονάδες³) και την αναλογία επιφάνειας-όγκου. Όσο πιο υψηλή η αναλογία επιφάνειας-όγκου σε ένα κύτταρο τόσο περισσότερο διευκολύνεται η ανταλλαγή υλικών ανάμεσα στο κύτταρο και στο περιβάλλον του.

Ευκαρυωτικό κύτταρο

Εκτενές κ περίπλοκο σύστημα
ενδοκυττάρων μεμβρανών →
διαχωρισμός σε διαμερίσματα →
διαφορετικά τοπικά περιβάλλοντα →
εκτέλεση συγκεκριμένων μεταβολικών
λειτουργιών κ διεργασιών

Απλή διπλοστιβάδα φωσφολιπιδίων,
αλλά ενσωματωση ή προσκόλληση
διαφορετικών πρωτεϊνών ανάλογα με
τη λειτουργία

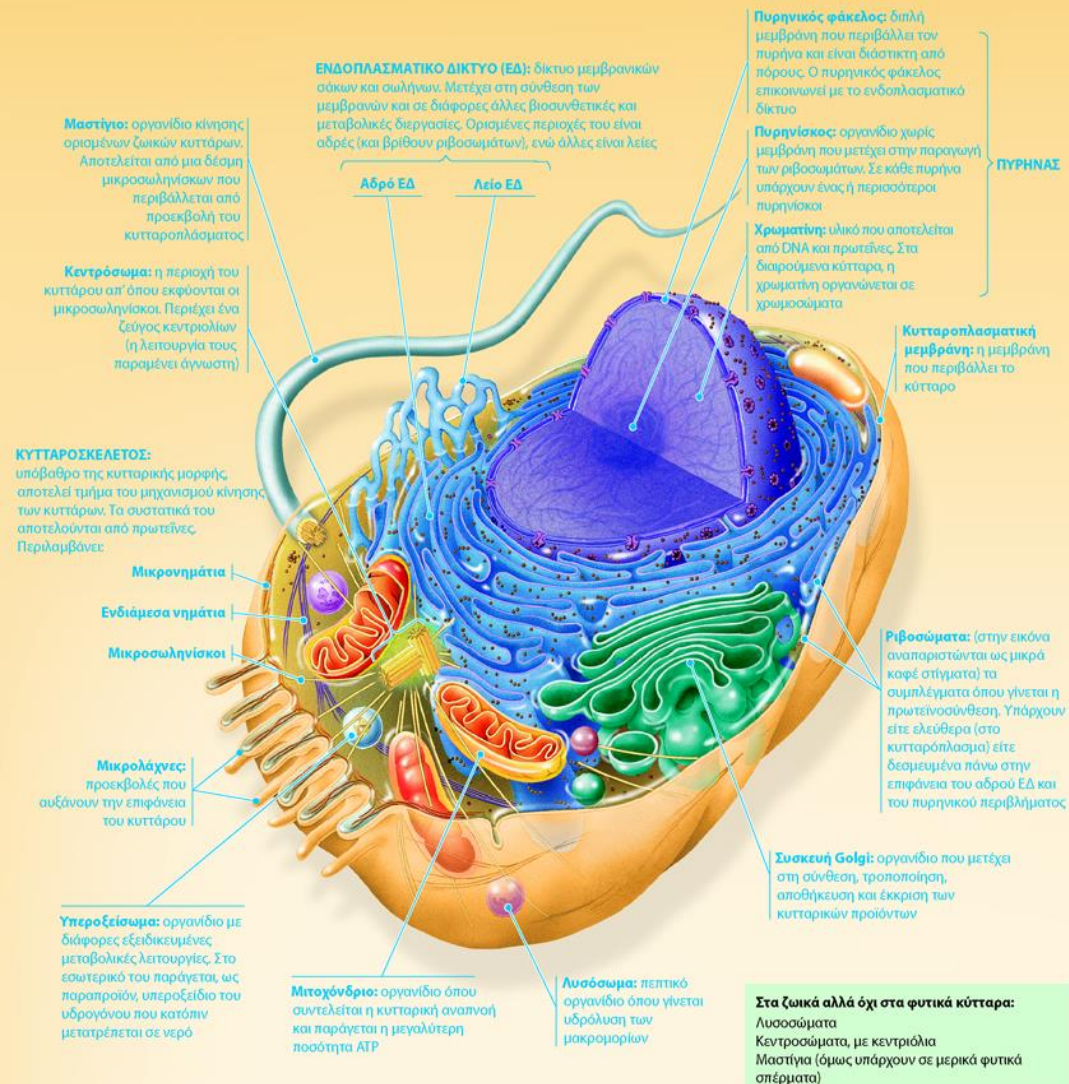
Εικόνα 6.9

Εξερευνώντας τα ζωικά και τα φυτικά κύτταρα

Ζωικό κύτταρο

Το σχεδιάγραμμα αναπαριστά ένα τυπικό ζωικό κύτταρο που φέρει τις περισσότερες από τις συνήθεις δομές των ζωικών κυττάρων (στην πραγματικότητα δεν υπάρχει κύτταρο που να μοιάζει ακριβώς με το κύτταρο της εικόνας). Έχει αφαιρεθεί σχεδιαστικά το επάνω τμήμα της κυτταροπλάσματικής μεμβράνης ώστε να είναι ορατή η ποικιλία των ενδοκυττάρων συστατικών. Σε αυτά ανήκουν και οργανίδια που περικλείονται από μεμβράνη. Το πιο εμφανές οργανίδιο ενός ζωικού

κύτταρου είναι συνήθως ο πυρήνας. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μεταβολικών δραστηριοτήτων γίνεται στο κυτταρόπλασμα, δηλαδή στην ενδοκυττάρια περιοχή ανάμεσα στον πυρήνα και την κυτταροπλάσματική μεμβράνη. Το κυτταρόπλασμα περιέχει πλήθος οργανιδίων και άλλων κυτταρικών συστατικών που αιωρούνται σε ένα ημίρρευστο μέσο, το κυττασόλιο. Το μεγαλύτερο μέρος του κυτταροπλάσματος καταλαμβάνει ένα λαβυρινθώδες σύστημα μεμβρανών, το ενδοπλασματικό δίκτυο (ΕΔ).

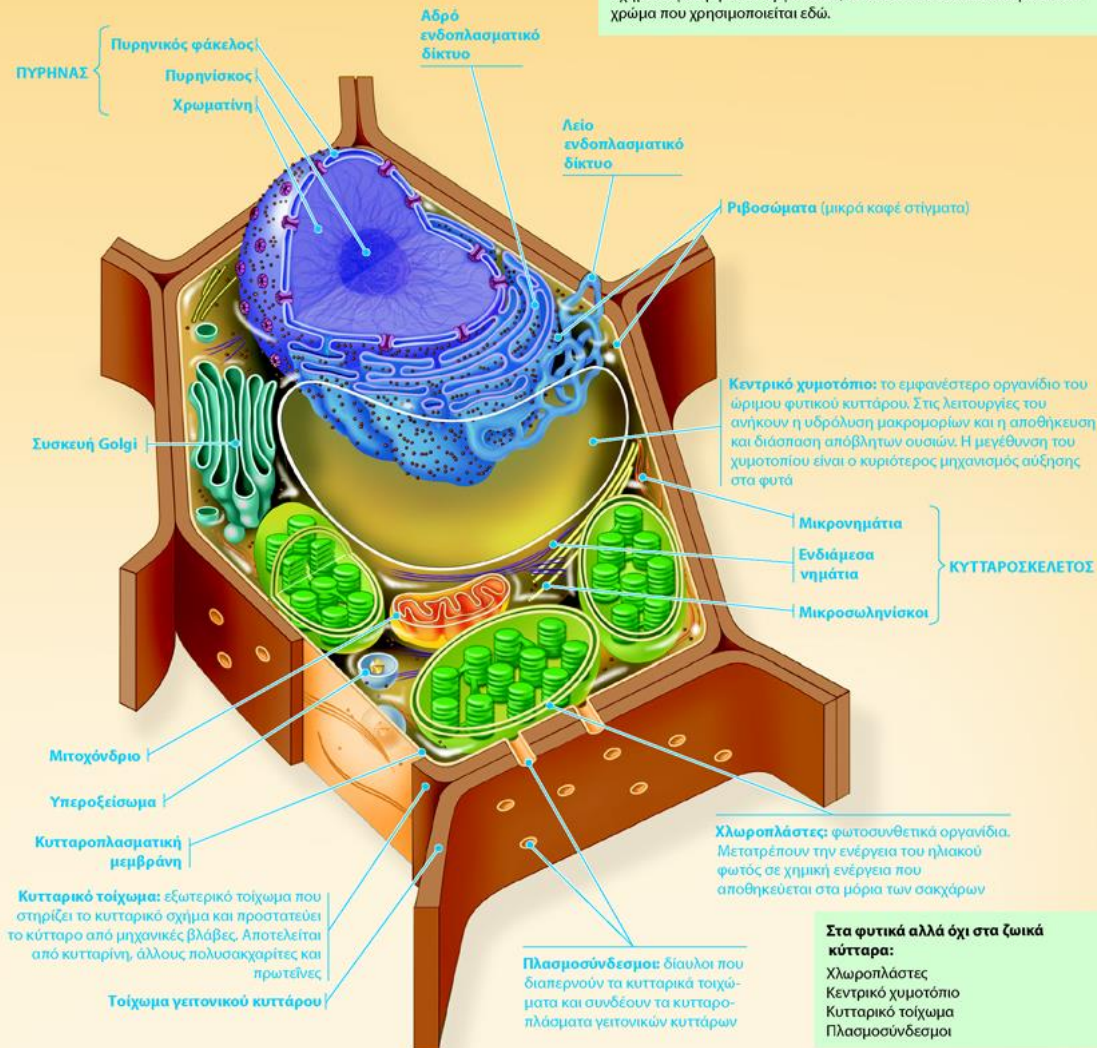


Φυτικό κύτταρο

Το σχεδιάγραμμα αναπαριστά ένα τυπικό φυτικό κύτταρο, κάτι που μας επιτρέπει να δούμε τις ομοιότητες και τις διαφορές μεταξύ ενός ζωικού και ενός φυτικού κυττάρου. Το φυτικό κύτταρο διαθέτει τα περισσότερα χαρακτηριστικά ενός ζωικού κυττάρου, καθώς και ορισμένα πρόσθετα μεμβρανικά οργανίδια, τα πλαστίδια. Σημαντικότερος τύπος πλαστιδίων είναι οι χλωροπλάστες, τα οργανίδια που επιτελούν τη φωτοσύνθεση. Πολλά

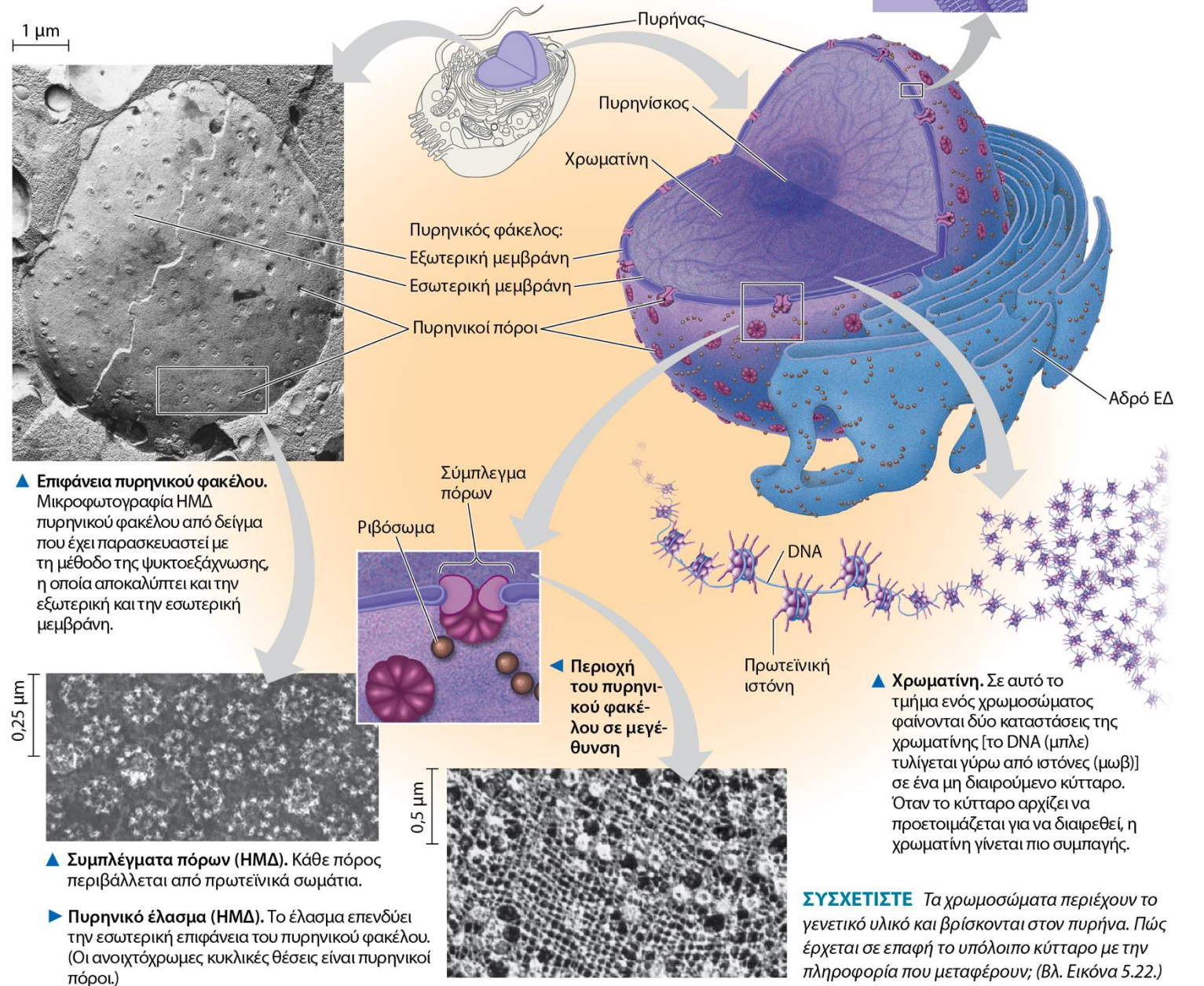
φυτικά κύτταρα έχουν ένα μεγάλο χυμοτόπιο στο κέντρο τους, ενώ άλλα μπορεί να έχουν επιπλέον και ένα ή περισσότερα μικρότερα χυμοτόπια. Στην εξωτερική πλευρά της κυτταροπλασματικής μεμβράνης υπάρχει ένα παχύ κυτταρικό τοίχωμα, διάτρητο από διαύλους που ονομάζονται πλασμοσύνδεσμοι.

Αν ξεφυλλίσετε τις υπόλοιπες σελίδες του κεφαλαίου, θα δείτε ότι η Εικόνα 6.9 χρησιμεύει, σε σύγκριση, ως «οδηγός» για τη θέση και το σχήμα συγκεκριμένων οργανιδίων, τα οποία υποδεικνύονται με το ίδιο χρώμα που χρησιμοποιείται εδώ.



Πυρήνας

▼ **Εικόνα 6.9** Ο πυρήνας και ο πυρηνικός φακέλος. Στο εσωτερικό του πυρήνα διακρίνεται η χρωματίνη, δηλαδή το σύμπλεγμα DNA-πρωτεϊνών από το οποίο αποτελούνται τα χρωμοσώματα, καθώς και ένας ή περισσότεροι πυρηνίσκοι που συμμετέχουν στη σύνθεση των ριβοσωμάτων. Ο πυρηνικός φακέλος αποτελείται από δύο μεμβράνες που απέχουν ελάχιστα μεταξύ τους, είναι διάτρητος από πόρους και επενδύεται με το πυρηνικό έλασμα.



Ριβοσώματα

Σύμπλοκα από ριβοσωμικό rna και πρωτεΐνες

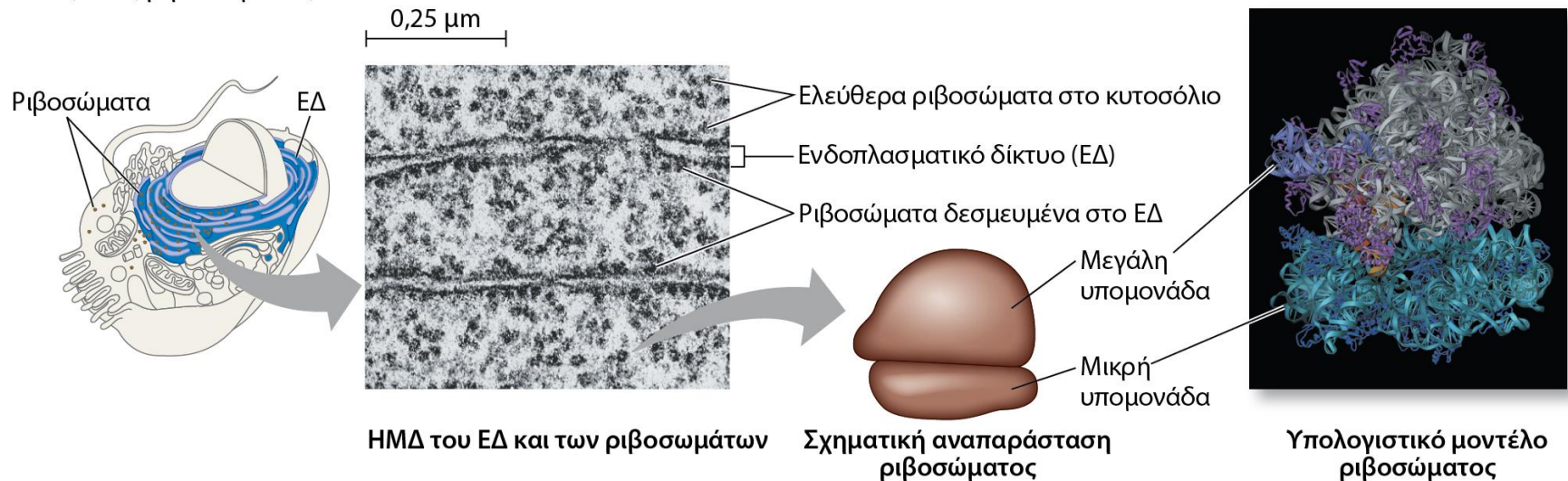
!!! Δεν περιβάλλονται από μεμβράνη!!!

Ρυθμος πρωτεϊνοσύνθεσης ~ αριθμός ριβοσωμάτων

Ελεύθερα στο κυτταρόπλασμα (πρωτεΐνες για το κυτ/σμα) ή δεσμευμένα εξωτερικά του ενδοπλασματικού δικτύου (ΕΔ) (πρωτεΐνες για την μεμβράνη ή για αποθήκευση σε οργανίδια ή έκκριση) κ του πυρηνικού φακέλου.

CAMPBELL, **ΒΙΟΛΟΓΙΑ** (12^η έκδ.), ΠΕΚ 2023, www.cup.gr

▼ **Εικόνα 6.10 Ριβοσώματα.** Σε αυτή την ηλεκτρονική μικροφωτογραφία διέλευσης (ΗΜΔ) ενός κυττάρου παγκρέατος φαίνονται ελεύθερα όσο και δεσμευμένα ριβοσώματα. Η απλουστευμένη σχηματική αναπαράσταση και το υπολογιστικό μοντέλο δείχνουν τις δύο υπομονάδες ενός ριβοσώματος.



ΣΧΕΔΙΑΣΤΕ Αφού διαβάσετε την παράγραφο για τα ριβοσώματα, κυκλώστε στη μικροφωτογραφία ένα ριβόσωμα το οποίο μπορεί να συνθέτει μια πρωτεΐνη που θα εκκριθεί στο εξωκυττάριο περιβάλλον.

Μερίτη Αλεξανδρά

Σύστημα ενδοκυττάρων μεμβρανών

- Πυρηνικός φάκελος/ ΕΔ/ Συσσκευή
Golgi/Λυσοσώματα/ Κυστίδια/ Χυμοτόπια/
Κυτταρική μεμβράνη

Διεκπεραίωση πλήθους κυτταρικών διεργασιών

→ Σύνθεση πρωτεϊνών/ Μεταφορά μέσα και έξω από
τα οργανίδια/ Μεταφορά κ μεταβολισμός
λιπιδίων/Εξουδετέρωση τοξικών ενώσεων

Ενδοπλασματικό δίκτυο (ΕΔ)

Μπορεί ακόμα και να υπερβεί το ήμισυ της συνολικής μάζας

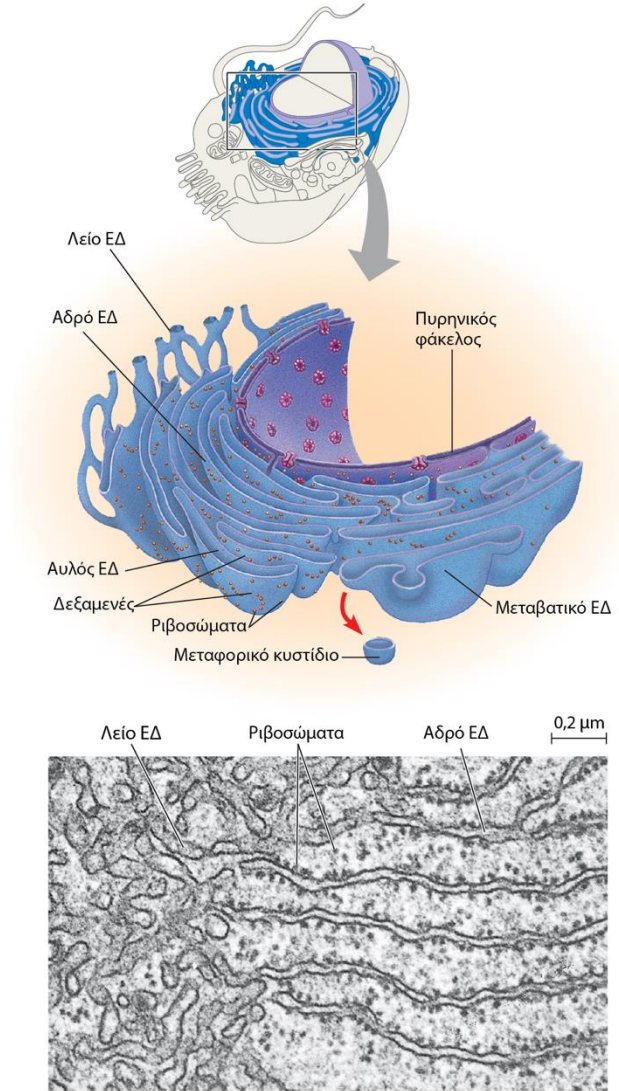
Δεξαμενές: δίκτυο μεμβρανικών σωληνίσκων και ασκών

Αυλός → εσωτερικός χώρος δεξαμενών

Λείο ΕΔ → στερείται ριβοσωμάτων → σύνθεση λιπιδίων,
μεταβολισμός υδ/κων, εξουδετέρωση φαρμάκων και τοξικών
ουσιών

Αδρό ΕΔ → πλήθος προσκολλημένων ριβοσωμάτων →
επιμήκυνση αλυσίδας → είσοδος στον αυλό → αναδιπλώσεις
και τελική διαμόρφωση → έξοδος μέσα σε **μεταφορικά
κυστίδια** που προεξέχουν (μεταβατικό ΕΔ)

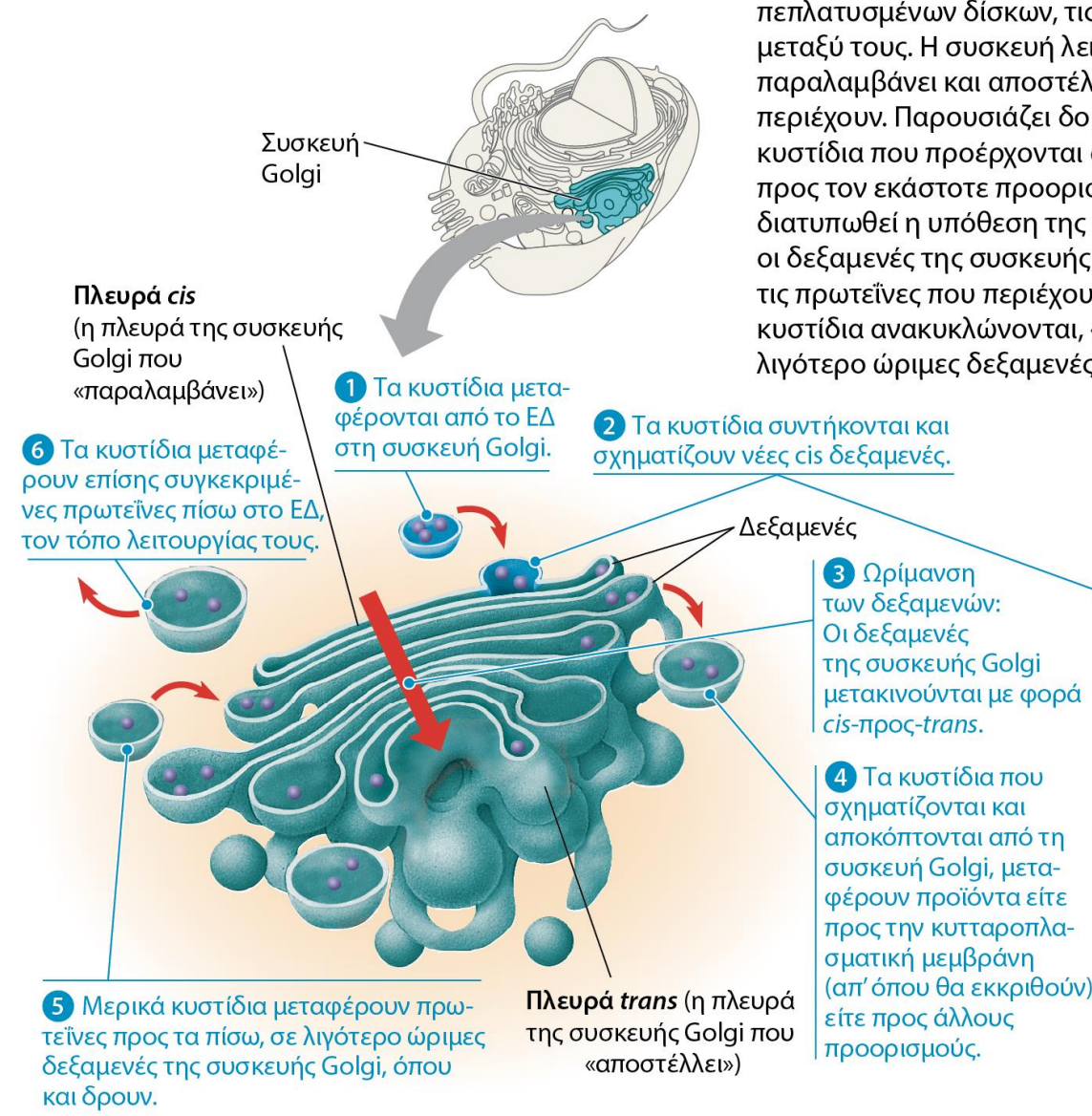
Μιζήτη Αλεξάνδρα



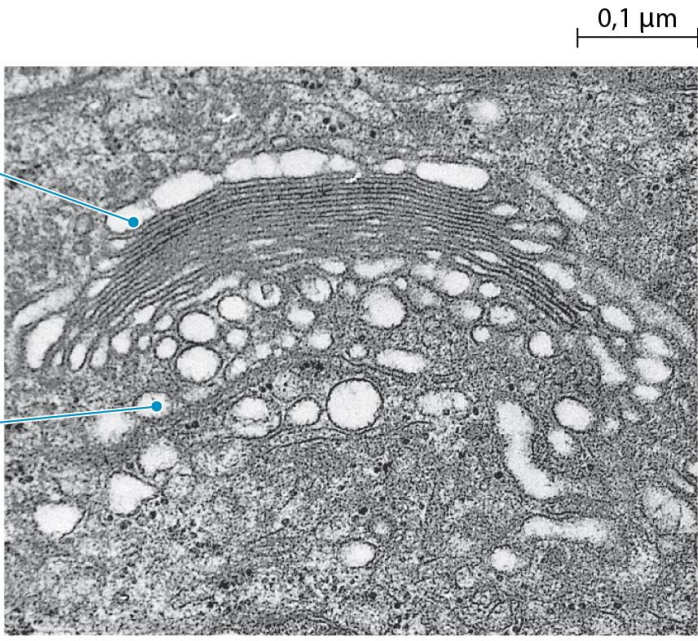
▲ Εικόνα 6.11 Ενδοπλασματικό δίκτυο (ΕΔ). Το ΕΔ είναι ένα μεμβρανικό σύστημα από διασυνδεδεμένους σωληνίσκους και πεπλατυσμένους δίσκους, τις αποκαλούμενες δεξαμενές, το οποίο αποτελεί συνέχεια του πυρηνικού φακέλου, όπως φαίνεται στο πάνω σχέδιο. Το διαμέρισμα που περιβάλλει η μεμβράνη του ΕΔ είναι συνεχές και ονομάζεται αυλός του ΕΔ. Στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης (ΗΜΔ) διακρίνονται δύο είδη ΕΔ, το αδρό και το λείο, τα οποία διαφέρουν στο ότι η εξωτερική επιφάνεια του αδρού ΕΔ είναι κατάρκτητη από ριβοσώματα. Επίσης, το αδρό ΕΔ διαθέτει μια ειδική περιοχή, το μεταβατικό ΕΔ, από την οποία αποκόπτονται μεταφορικά κυστίδια που μετατοπίζονται στη συσκευή Golgi και αλλού.

Συσκευή Golgi: παραλαβή και αποστολή

CAMPBELL, **ΒΙΟΛΟΓΙΑ** (12^η έκδ.), ΠΕΚ 2023, www.cup.gr



▼ **Εικόνα 6.12** Η **συσκευή Golgi**. Η συσκευή Golgi αποτελείται από έναν σωρό πεπλατυσμένων δίσκων, τις δεξαμενές, που, σε αντίθεση με το ΕΔ, δεν συνδέονται μεταξύ τους. Η συσκευή λειτουργεί ουσιαστικά ως σταθμός διεκπεραίωσης που παραλαμβάνει και αποστέλλει μεταφορικά κυστίδια μαζί με τα προϊόντα που περιέχουν. Παρουσιάζει δομική και λειτουργική πολικότητα: Η πλευρά *cis* δέχεται κυστίδια που προέρχονται από το ΕΔ, ενώ η πλευρά *trans* αποστέλλει κυστίδια προς τον εκάστοτε προορισμό τους. Για την ερμηνεία αυτής της πολικότητας έχει διατυπωθεί η υπόθεση της ωρίμανσης των δεξαμενών, σύμφωνα με την οποία οι δεξαμενές της συσκευής Golgi «ωριμάζουν» καθώς μετατοπίζονται (μαζί με τις πρωτεΐνες που περιέχουν) από την περιοχή *cis* στην περιοχή *trans*. Μερικά κυστίδια ανακυκλώνονται, «επιστρέφοντας» τα ειδικά ένζυμα που περιέχουν σε λιγότερο ώριμες δεξαμενές της συσκευής, όπου και δρουν.



Μικροφωτογραφία ΗΜΔ της συσκευής Golgi

Λυσοσώματα

Διαμερίσματα ενδοκυττάριας πέψης

Μεμβρανικοί σάκοι των **ζωικών κυττάρων** γεμάτοι με υδρολυτικά ένζυμα για την πέψη μακρομορίων

- Όξινο περιβάλλον
- Παραγωγή ενζύμων κ μεμβρανών στο αδρό ΕΔ και μεταφορά στο Golgi για επεξεργασία

Ενδοκυττάρια πέψη

- Αμοιβάδες κ άλλα πρωτόζωα κ ανθρώπινα κύτταρα (μακροφάγα) → φαγοκυττάρωση
- Τροφικό χυμοτόπιο → σύντηξη με λυσόσωμα
- Προϊόντα πέψης στο κυτ/σμα

▼ **Εικόνα 6.13** Λυσοσώματα.

(α) Φαγοκυττάρωση

1 Το λυσόσωμα περιέχει ενεργά υδρολυτικά ένζυμα.

2 Το λυσόσωμα συντήκεται με το τροφικό χυμοτόπιο.

3 Τα υδρολυτικά ένζυμα πέπτουν τα σωματίδια τροφής.

Πεπτικά ένζυμα
Λυσόσωμα
Κυτταροπλασματική μεμβράνη
Τροφικό χυμοτόπιο
Πέψη

Ένα λυσόσωμα συντήκεται με ένα τροφικό χυμοτόπιο κατά τη φαγοκυττάρωση ενός μονοκύτταρου πρωτίστου.

Πυρήνας
Λυσόσωμα

4 μm

Σε αυτή την επιχρωματισμένη ΗΜΔ ενός μακροφάγου (ενός τύπου λευκού αιμοσφαιρίου), τα λυσοσώματα φαίνονται με μωβ χρώμα. Περιέχουν ένζυμα που πέπτουν ξένα σωματίδια, π.χ. βακτήρια και κόκκους γύρης.

CAMPBELL, **BIOLOGIA** (12^η έκδ.), ΠΕΚ 2023, www.cup.gr
Μεζίτη Αλεξάνδρα

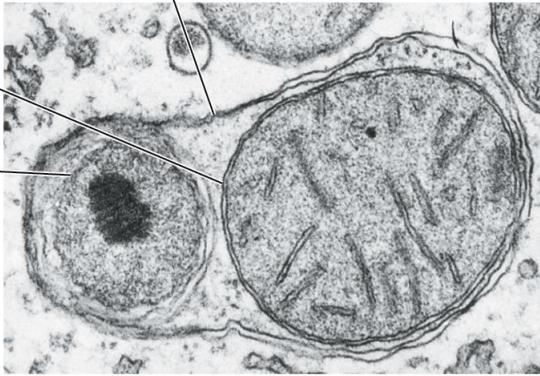
(β) Αυτοφαγία

Κυστίδιο που περιέχει δύο κατεστραμμένα οργανίδια

1 μm

Τμήμα μιτοχονδρίου

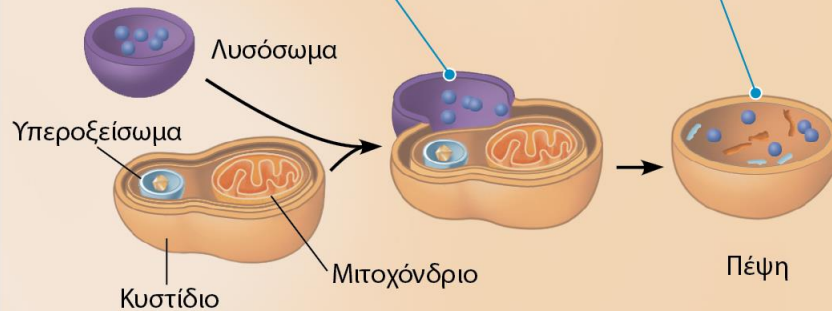
Τμήμα υπεροξεισώματος



Αυτό το κυστίδιο που περιέχει δύο κατεστραμμένα οργανίδια βρίσκεται στο κυτταρόπλασμα ενός ηπατικού κυττάρου αρουραίου (ΗΜΔ).

1 Το λυσόσωμα συντήκεται με ένα κυστίδιο που περιέχει κατεστραμμένα οργανίδια.

2 Τα υδρολυτικά ένζυμα πέπτουν τμήματα οργανιδίων.



Το κυστίδιο με τα κατεστραμμένα οργανίδια συντήκεται με ένα λυσόσωμα. Στη συνέχεια τα οργανίδια πέπτονται, και τα συστατικά τους ανακυκλώνονται.

Λυσοσώματα

Διαμερίσματα ενδοκυττάριας πέψης

Αυτοφαγία → ανακύκλωση των οργανικών υλικών του κυττάρου

Περίκλειση ελαττωματικών οργανιδίων από μεμβράνη και σύντηξη με λυσοσώματα

Αυτοανανέωση κυττάρων → πολύ κοινό στα ηπατικά κύτταρα

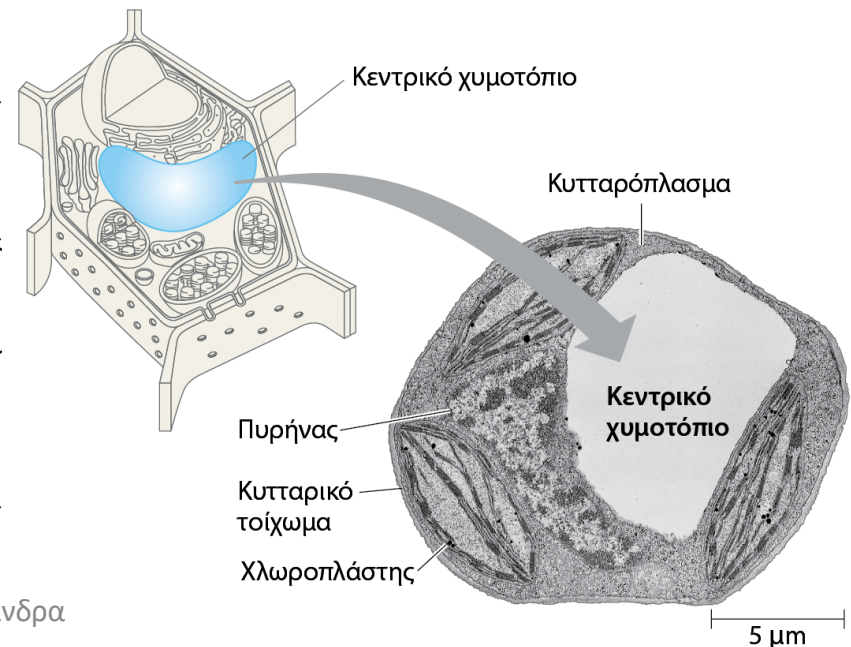
Χυμοτόπια: ποικίλα διαμερίσματα συντήρησης

Προέλευση από το ΕΔ και το Golgi

Εκλεκτικότητα μεμβράνης → διάλυμα στο εσωτερικό ≠ κυτοσόλιο

- Τροφικά χυμοτόπια
- Συσταλτά χυμοτόπια (αποβολή περίσσειας Νερού)
- Σε φυτά και μύκητες → υδρόλυση αντί των Λυσοσωμάτων
- Διατήρηση αποθεμάτων
- Σε ώριμα φυτικά κύτταρα → Κεντρικό χυμοτόπιο → κυτταρικός χυμός → αποθήκη ανόργανων ιόντων → σημαντικός ρόλος στην αύξηση των κυττάρων (δυνατότητα απορρόφησης νερού)

▼ **Εικόνα 6.14** Το χυμοτόπιο των φυτικών κυττάρων. Το κεντρικό χυμοτόπιο είναι κατά κανόνα το μεγαλύτερο διαμέρισμα ενός φυτικού κυττάρου. Συνήθως, το υπόλοιπο κυτταρόπλασμα περιορίζεται σε μια στενή ζώνη ανάμεσα στη μεμβράνη του χυμοτοπίου και στην κυτταροπλασματική μεμβράνη (μικροφωτογραφία ΗΜΔ).



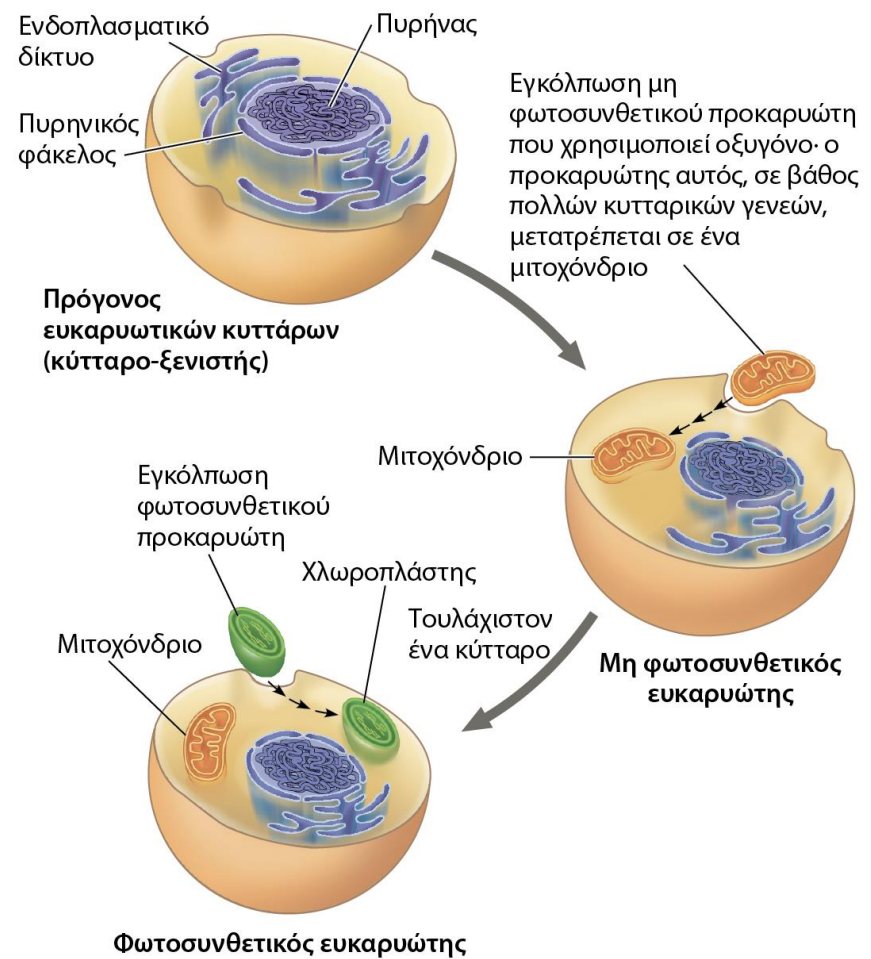
Μιτοχόνδρια κ Χλωροπλάστες

Μετατροπή ενέργειας από μια μορφή σε μία άλλη

Εξέλιξη

Θεωρία ενδοσυμβίωσης

- Ομοιότητες με βακτήρια
- Διπλή μεμβράνη
- Ριβοσώματα και κυκλικά μόρια DNA
- αυτονομία

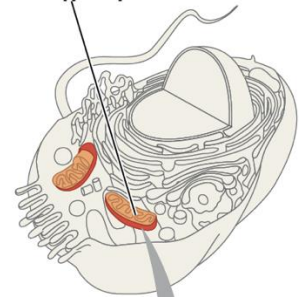


▲ **Εικόνα 6.16** Η θεωρία ενδοσυμβίωσης για την προέλευση των μιτοχονδρίων και των χλωροπλάστων στα ευκαρυωτικά κύτταρα. Σύμφωνα με την εν λόγω θεωρία, έχει προταθεί ότι οι πρόγονοι των μιτοχονδρίων ήταν μη φωτοσυνθετικοί προκαρυώτες που χρησιμοποιούσαν οξυγόνο και οι οποίοι ενσωματώθηκαν σε κύτταρα-ξενιστές, ενώ οι πρόγονοι των χλωροπλάστων ήταν φωτοσυνθετικοί προκαρυώτες. Τα μεγάλα βέλη υποδεικνύουν αλλαγές σε βάθος εξελικτικού χρόνου· τα μικρά βέλη μέσα στα κύτταρα υποδεικνύουν τη διεργασία μέσω της οποίας ο ενδοσυμβιωτής μετατράπηκε σε οργανίδιο, επίσης σε μεγάλο βάθος χρόνου.

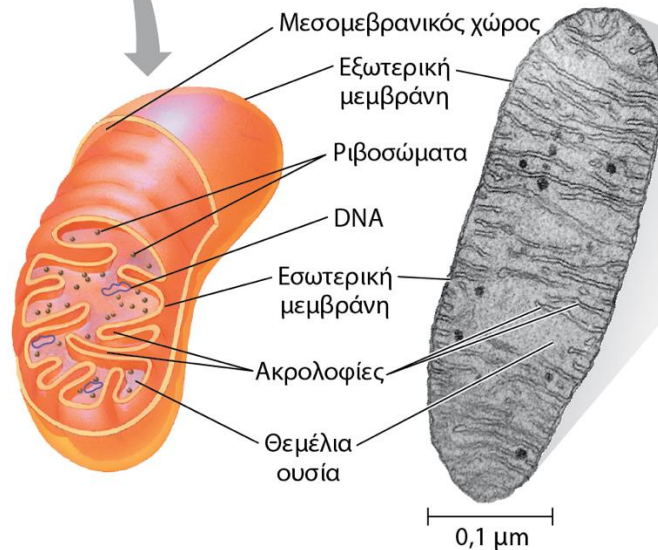
Μιτοχόνδρια: μετασχηματισμός χημικής ενέργειας

- 1-1000αδες μιτοχόνδρια/κύτταρο
- 1-10μm
- Δυνατότητα διαίρεσης/κίνησης/ σύντηξης
- Μιτοχονδριακή θεμέλια ουσία → DNA, ριβοσωματα, ένζυμα (κατάλυση κυτταρικής αναπνοής και σύνθεση ATP)

Μιτοχόνδριο



▼ **Εικόνα 6.17 Μιτοχόνδριο: Το οργανίδιο της κυτταρικής αναπνοής.** (α) Η εσωτερική και η εξωτερική μιτοχονδριακή μεμβράνη, όπως φαίνεται στο σχέδιο και στη μικροφωτογραφία ΗΜΔ, διαμορφώνουν δύο διαμερίσματα: τον μεσομεμβρανικό χώρο και τη μιτοχονδριακή θεμέλια ουσία. Οι ακρολοφίες αυξάνουν την επιφάνεια της εσωτερικής μεμβράνης, στην οποία συνδέονται κυκλικά μόρια DNA. (β) Τα μιτοχόνδρια είναι δυναμικά – άλλοτε συντήκονται μεταξύ τους, άλλοτε χωρίζονται σε κομμάτια. (γ) Σε αυτή την εικόνα οπτικού μικροσκοπίου (ΟΜ) φαίνεται ένα πρώτιστο (*Euglena gracilis*) σε πολύ μικρότερη μεγέθυνση απ' ό,τι στην ΗΜΔ. Τα μιτοχόνδρια σχηματίζουν ένα διακλαδισμένο σωληνοειδές δίκτυο. Η μιτοχονδριακή θεμέλια ουσία έχει χρωσθεί πράσινη, το πυρηνικό DNA κόκκινο, και τα μόρια του μιτοχονδριακού DNA κίτρινα (εμφανίζονται ως λαμπερές κίτρινες κηλίδες).



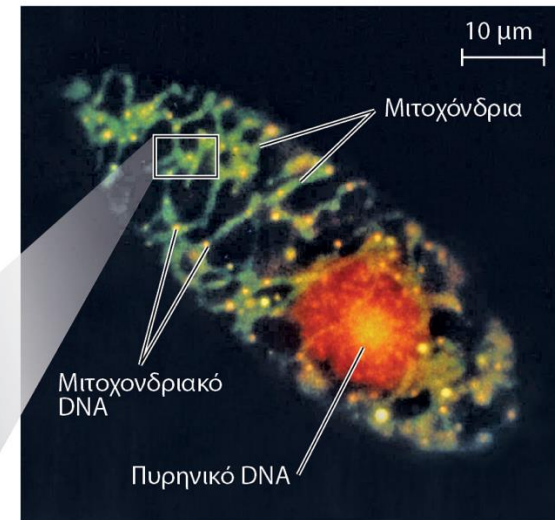
(α) Σχέδιο και ΗΜΔ ενός μιτοχονδρίου



Διαχωρισμός ↑ ↓ Σύντηξη



(β) Δυναμική φύση μιτοχονδριακών δικτύων



(γ) Μιτοχονδριακό δίκτυο στο *Euglena* (ΟΜ)

Χλωροπλάστες: συλλέκτες φωτεινής ενέργειας

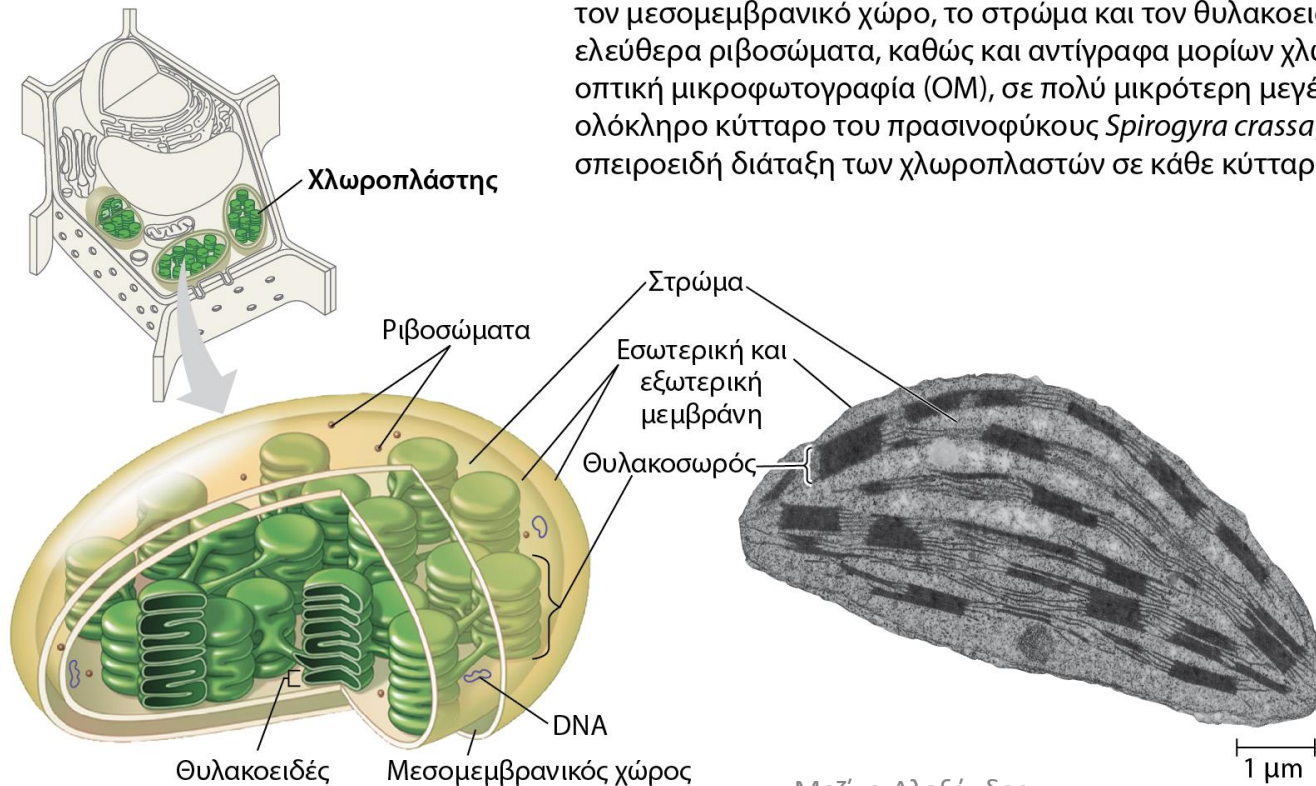
Οργανίδια φακοειδούς σχήματος 3-6 μm

Εσωτερικό μεμβρανικό σύστημα πεπλατυσμένων σάκων (θυλακοειδή $\rightarrow$ θυλακοσωροί)

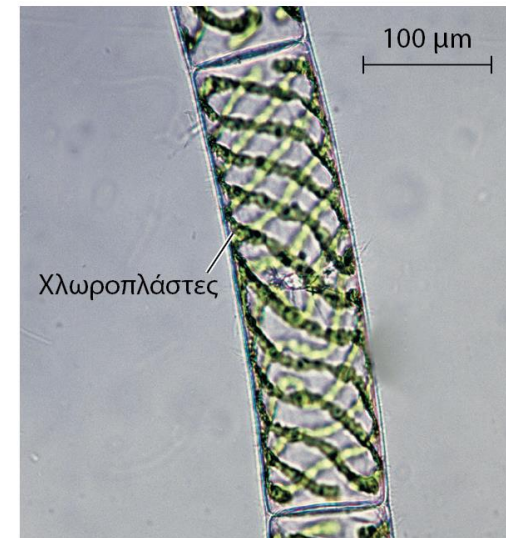
Στρώμα : υγρό που περιβάλλει τα θυλακοειδή (DNA, ριβοσώματα)

CAMPBELL, **ΒΙΟΛΟΓΙΑ** (12^η έκδ.), ΠΕΚ 2023, www.cup.gr

Εικόνα 6.18 Χλωροπλάστης: Το οργανίδιο της φωτοσύνθεσης. (α) Πολλά φυτά έχουν χλωροπλάστες φακοειδούς σχήματος, όπως φαίνεται στη σχηματική αναπαράσταση και σε μια ηλεκτρονιομικροφωτογραφία διέλευσης (ΗΜΔ). Ένας χλωροπλάστης έχει τρία διαμερίσματα: τον μεσομεμβρانيκό χώρο, το στρώμα και τον θυλακοειδή χώρο. Στο στρώμα υπάρχουν ελεύθερα ριβοσώματα, καθώς και αντίγραφα μορίων χλωροπλαστικού DNA. (β) Σε αυτή την οπτική μικροφωτογραφία (ΟΜ), σε πολύ μικρότερη μεγέθυνση απ' ό,τι στην ΗΜΔ, φαίνεται ένα ολόκληρο κύτταρο του πρασινοφύκου *Spirogyra crassa*, το οποίο οφείλει το όνομά του στη σπειροειδή διάταξη των χλωροπλαστών σε κάθε κύτταρο.



(α) Σχηματική αναπαράσταση και ΗΜΔ χλωροπλάστη

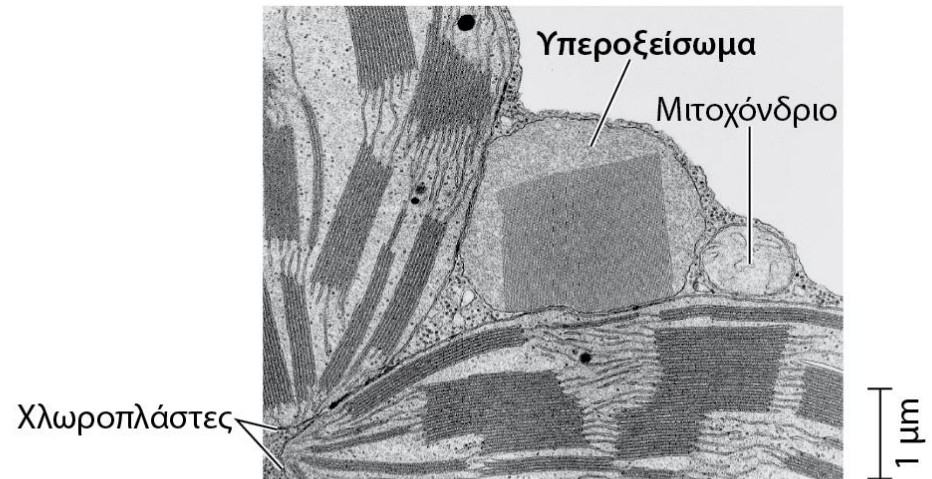


(β) Χλωροπλάστες σε ένα κύτταρο φύκου

Υπεροξεισώματα: Οξείδωση

- Μία μεμβράνη
- Ένζυμα μεταφοράς Η στο $O_2 \rightarrow H_2O_2$
- Διάσπαση λιπαρών οξέων $\rightarrow$ μεταφορά στα μιτοχόνδρια
- Εξουδετέρωση αλκοόλης κ άλλων επιβλαβών ενώσεων
- Ένζυμα για την εξουδετέρωση του τοξικού H_2O_2

CAMPBELL, **ΒΙΟΛΟΓΙΑ** (12^η έκδ.), ΠΕΚ 2023, www.cup.gr



▲ **Εικόνα 6.19** Ένα υπεροξεισώμα. Τα υπεροξεισώματα έχουν σχεδόν σφαιρικό σχήμα και συνήθως περιέχουν έναν κρυσταλλικό ή κοκκώδη πυρήνα που πιστεύεται ότι δημιουργείται από την πυκνή συσσώρευση ενζύμων. Χλωροπλάστες, μιτοχόνδρια και υπεροξεισώματα συνεργάζονται σε ορισμένες μεταβολικές λειτουργίες (ΗΜΔ).

Κυτταροσκελετός: δίκτυο ινιδίων

Υπάρχει αντιστοιχία και στα βακτήρια

Λειτουργίες → Υποστήριξη και κίνηση

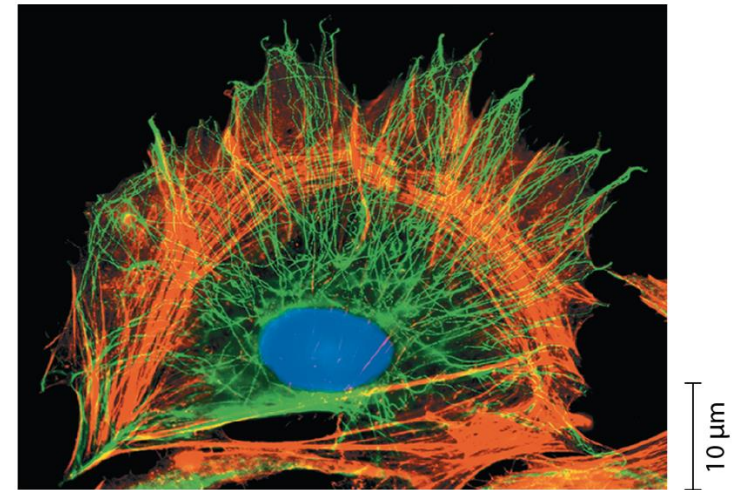
- Διατήρηση σχήματος
- Μετακίνηση μεμονωμένων κυτταρικών τμημάτων

→ αλληλεπίδραση κυτταροσκελετού με κινητικές πρωτεΐνες (μετακίνηση νευροδιαβιβαστών)

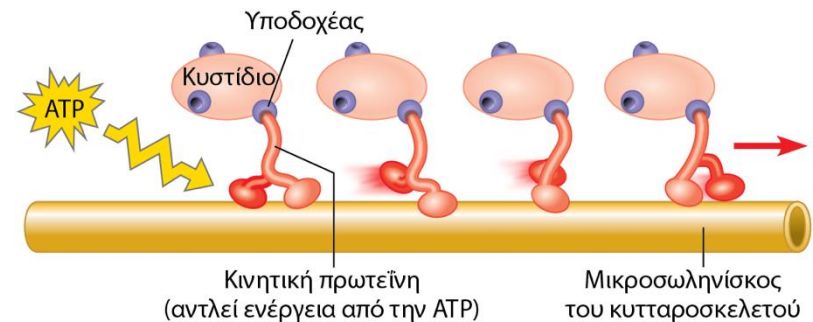
Συστατικά

1. Μικροσωληνίσκοι (πολυμερή της τομπουλίνης)
2. Κεντροσωμάτιο (Κ) κ κεντριόλια (κ) (μόνο στα ζ. κύτταρα): (Κ) συνήθως κοντά στον πυρήνα (σημείο έναρξης αύξησης μικροσωληνίσκων), (κ) ένα ζεύγος στο κέντρο του (Κ) αποτελούνται από 9 τριαδες μικρ/κων
3. Βλεφαρίδες κ μαστίγια: φέρουν μικροσωληνίσκους → εξαρτήματα κίνησης ή λήψη σημάτων (βλεφαρίδες)
4. Μικρονημάτια (νηματια ακτίνης) → μυϊκή συστολή, ψευδοπόδια
5. Ενδιάμεσα νημάτια (κερατίνες) → διατήρηση κυτταρικού σχήματος

Μεζίτη Αλεξάνδι



▲ **Εικόνα 6.20** Ο κυτταροσκελετός. Όπως φαίνεται σε αυτή τη μικροφωτογραφία φθορισμού, ο κυτταροσκελετός εκτείνεται σε όλο το κύτταρο. Τα συστατικά του κυτταροσκελετού έχουν σημανθεί με διαφορετικά φθορίζοντα μόρια: οι μικροσωληνίσκοι έχουν σημανθεί με πράσινο και τα μικρονημάτια με ερυθροπορτοκαλί. Το τρίτο συστατικό του κυτταροσκελετού, τα ενδιάμεσα νημάτια, δεν διακρίνονται εδώ. (Με κυανό χρώμα έχει σημανθεί το DNA στον πυρήνα.)



(α) Μια κινητική πρωτεΐνη που προσκολλάται σε έναν υποδοχέα πάνω σε ένα κυστίδιο μπορεί να μετακινήσει το κυστίδιο κατά μήκος ενός μικροσωληνίσκου ή ενός μικρονηματίου.

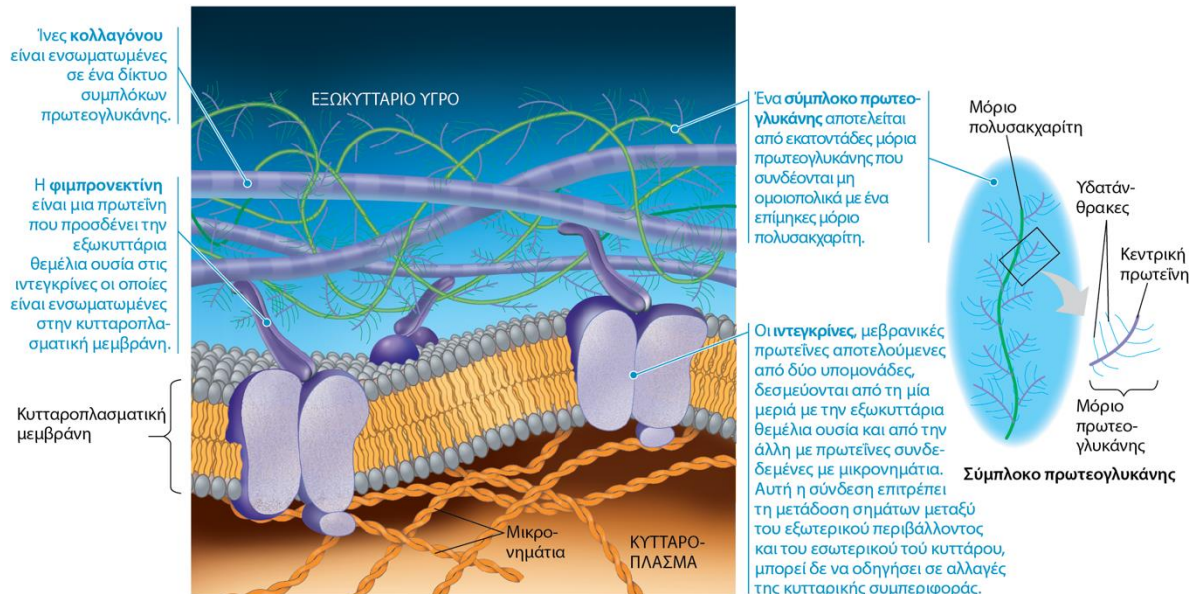
Εξωκυττάρια συστατικά

1. Κυτταρικά τοιχώματα των φυτών

- Προστασία του κυττάρου, διατήρηση του σχήματος, αποτροπή υπερβολικής πρόσληψης νερού
- Μεγαλύτερο πάχος από την ΚΜ
- Συνδυασμός μικροινιδίων κυτταρίνης κ άλλων υλικών

2. Εξωκυττάρια θεμέλια ουσία των ζωικών κυττάρων

- Γλυκοπρωτεΐνες → πιο άφθονη το κολλαγόνο (~40% των πρωτ. του ανθρώπινου σώματος)
- Ίνες κολλαγόνου ενσωματωμένες σε ένα πλεγμα πρωτεογλυκανών



▲ **Εικόνα 6.28** Η εξωκυττάρια θεμέλια ουσία ενός ζωικού κυττάρου. Η μοριακή σύσταση και η δομή της εξωκυττάριας θεμέλιας ουσίας διαφέρει ανάλογα με το είδος του κυττάρου. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα παρουσιάζονται τρεις διαφορετικοί τύποι μορίων που υπάρχουν στην εξωκυττάρια θεμέλια ουσία: το κολλαγόνο, η φιβρονεκτίνη και οι πρωτεογλυκάνες.

Εξωκυττάρια συστατικά

3. Διακυτταρικές συνδέσεις

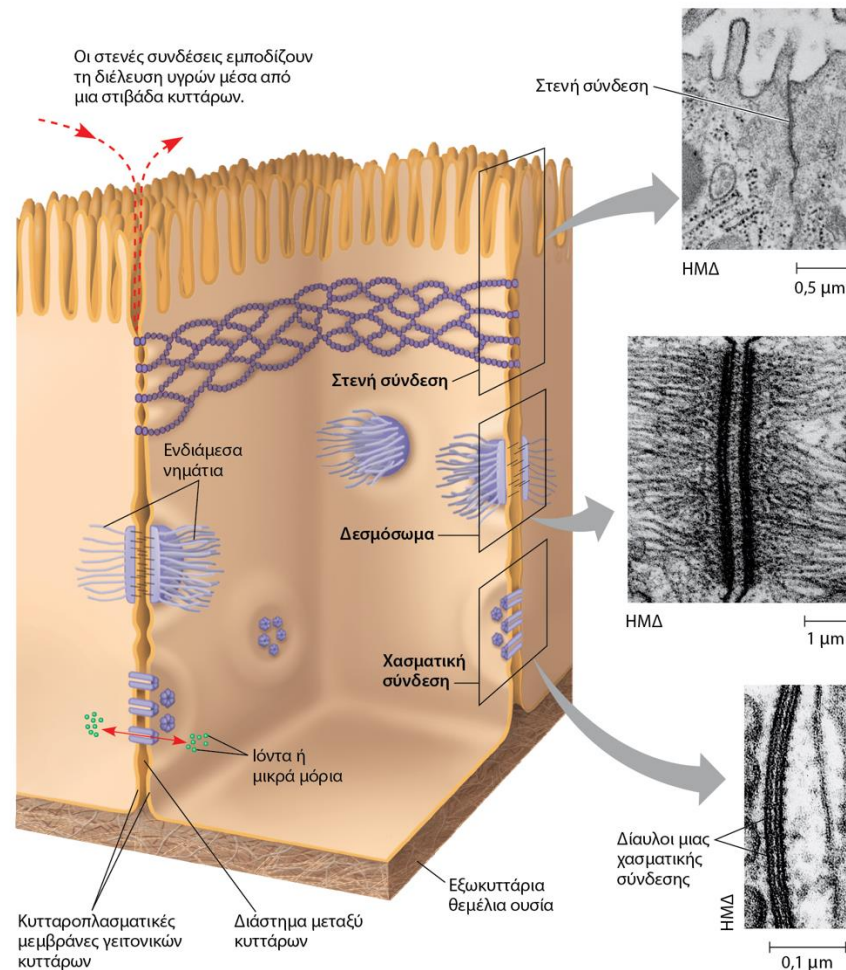
A. Πλασμοσύνδεσμοι φυτικών κυττάρων

- Δίαυλοι στα κυτταρικά τοιχώματα → επιτρέπουν τη ροή κυτ/τος
- Σχηματίζονται απο τις ΚΜ των γειτονικών κυττάρων.

B. Στενές συνδέσεις , δεσμοσώματα κ χασματικές συνδέσεις στα ζώα

- Στενές συνδέσεις μεταξύ επιθηλιακών κυττάρων
- Δεσμοσώματα: αγκυροειδείς συνδέσεις σαν καρφιιά από ενδιάμεσα νηματια που συγκρατουν τα κύτταρα
- Χασματική σύνδεση: κυτ/κοι δίαυλοι σαν τους πλασμοσύνδεσμους

▼ Εικόνα 6.30 Εξερευνώντας τις διακυτταρικές συνδέσεις στα ζωικά κύτταρα



Στενή σύνδεση

Οι στενές συνδέσεις συγκρατούν τις κυτταροπλασματικές μεμβράνες γειτονικών επιθηλιακών κυττάρων σε πολύ στενή επαφή μεταξύ τους, μέσω ειδικών πρωτεϊνών. Οι στενές συνδέσεις σχηματίζουν μια συνεχή στεγανή ζώνη γύρω από το στρώμα των επιθηλιακών κυττάρων, η οποία εμποδίζει τη διαρροή του εξωκυττάριου υγρού μέσω του στρώματος αυτού (βλ. κόκκινα διακεκομμένα βέλη). Λόγου χάρι, οι στενές συνδέσεις μεταξύ των κυττάρων του δέρματος καθιστούν το δέρμα υδατοστεγές.

Δεσμοσώμα

Τα δεσμοσώματα (ένας τύπος αγκυροειδούς σύνδεσης) λειτουργούν σαν «καρφιιά» που συγκρατούν τα κύτταρα μεταξύ τους σε ένα ισχυρό στρώμα. Τα δεσμοσώματα στερεώνονται στο κυτταρόπλασμα μέσω ενδιάμεσων νηματιών από πολύ ανθεκτικές κερατίνες. Μέσω δεσμοσωμάτων συνδέονται και τα μυϊκά κύτταρα των μυών. Μάλιστα, ορισμένες μυϊκές «θλάσεις» οφείλονται στη ρήξη δεσμοσωμάτων.

Χασματική σύνδεση

Οι χασματικές συνδέσεις (ή συνδέσεις επικοινωνίας) είναι κυτταροπλασματικοί δίαυλοι που συνδέουν γειτονικά κύτταρα μεταξύ τους και επομένως έχουν παρόμοια λειτουργία με τους πλασμοσύνδεσμους των φυτών. Αποτελούνται από μεμβρανικές πρωτεΐνες που περιβάλλουν ειδικούς πόρους, μέσα από τους οποίους μπορούν να διέλθουν ιόντα, σάκχαρα, αμινοξέα και άλλα μικρά μόρια. Είναι δε απαραίτητες για τη διακυτταρική επικοινωνία σε πολλά είδη ιστών, π.χ. στον καρδιακό μυ, καθώς και στα ζωικά έμβρυα.

Επιλέξτε το καλύτερο μικροσκόπιο για

1. Καταμέτρηση βακτηριακών κυττάρων σε υγρή καλλιέργεια
2. Σύγκριση διαμέτρου χλωροπλαστών σε κύτταρα από φύλλα καρυδιάς και μηλιάς
1. Καταμέτρηση λεμφοκυττάρων σε δείγμα αίματος και παρατήρηση της δομής τους
2. Σύγκριση του αριθμού μιτοχονδρίων μυϊκών και ηπατικών κυττάρων
3. Καταμέτρηση συμβιωτικών βακτηρίων από δείγματα ιστών
4. Μελέτες σχετικές με ιούς

Ερωτήσεις

Α) Ποια από τις παρακάτω δομές ανήκει στο σύστημα ενδοκυττάρων μεμβρανών

1. το μιτοχόνδριο
2. Η συσκευή Golgi
3. Ο χλωροπλάστης
4. Το κεντρόσωμα

Β) Ποια από τις ακόλουθες δομές υπάρχει και στα ζωικά και στα φυτικά κύτταρα

1. Ο χλωροπλάστης
2. Το κεντρικό χυμοτόπιο
3. Το μιτοχόνδριο
4. Το κεντριόλιο

Γ) Το κυανίδιο δεσμεύεται σε μία τουλάχιστον ένωση από αυτές που συμμετέχουν στην παραγωγή της ΑΤΡ. Αν εκθέσουμε ένα κύτταρο σε κυανίδιο η μεγαλύτερη συγκεντρωση του θα βρεθεί

1. Στα μιτοχόνδρια
2. Στα ριβοσωματάτα
3. Στα υπεροξεισώματα
4. Στα λυσοσωματα