

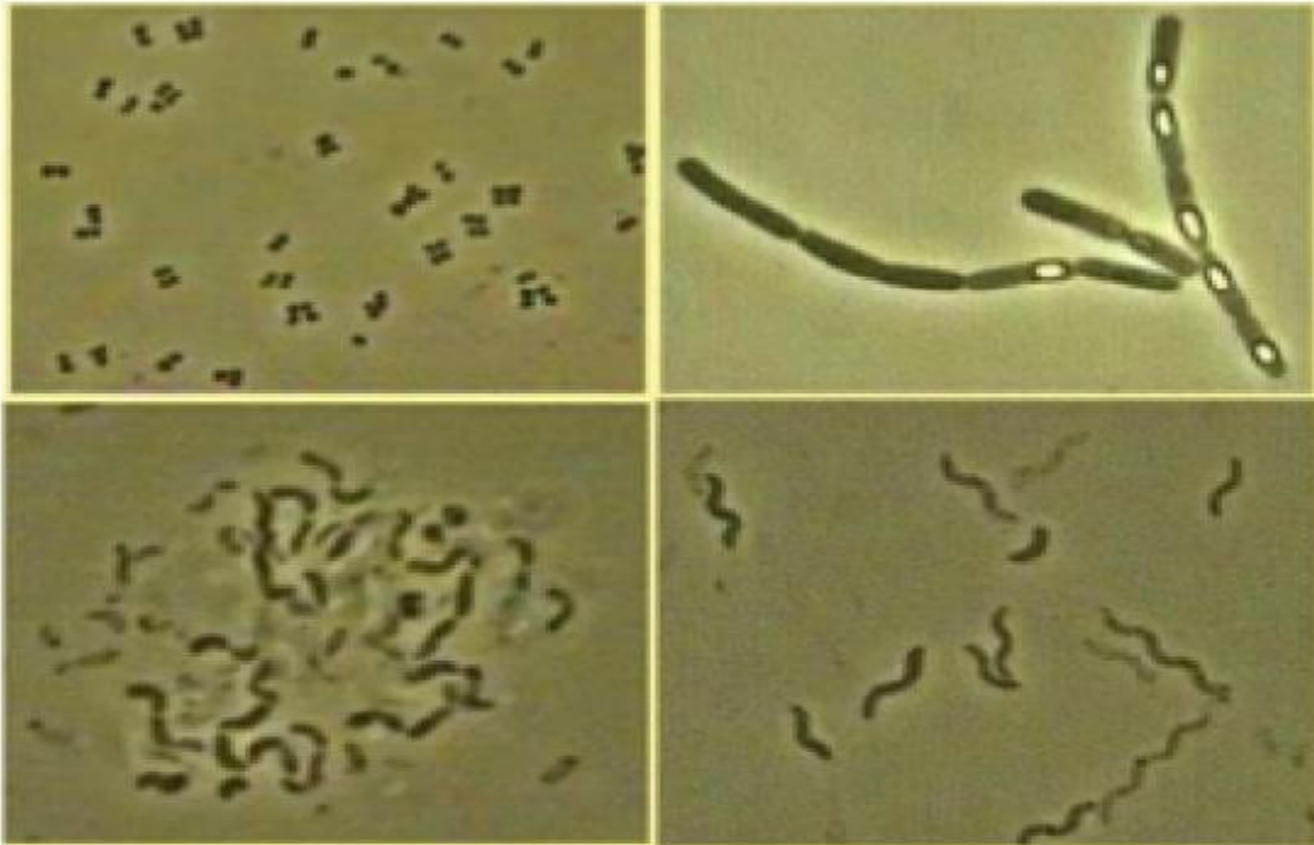
Βακτηριακό κύτταρο

Βακτηριακό κύτταρο

- Τα βακτήρια είναι οργανισμοί **προκαρυωτικοί, μονοκύτταροι, απλής δομής και σχήματος.**
- Τα **νουκλεϊκά οξέα** και τα **οργανίδια** τους **δεν περικλείονται από μεμβράνες.**
- Η παρουσία του **κυτταρικού τοιχώματος** είναι μεγάλης σημασίας για την **επιβίωση και ταυτοποίηση** του βακτηρίου.
- Εξωτερικά του κυτταρικού τοιχώματος βρίσκονται βοηθητικά οργανίδια (**βλεφαρίδες-ινίδια**) μεγάλης σημασίας για την **παθογόνο δράση** του βακτηρίου.
- Υπό **αντίξοες συνθήκες** κάποια βακτήρια σχηματίζουν ανθεκτικές μορφές (**σπόροι**).
- Μονάδα μέτρησης του βακτηρίου είναι το micron (**micrometre, μm**)

Βακτηριακό κύτταρο

- Οι μακροσκοπικά ορατές δομές τους ονομάζονται **αποικίες** (καλλιέργεια σε θρεπτικά υλικά).





- **Αποικίες** των διαφορετικών βακτηριδίων και των μυκήτων φορμών Petri στο πιάτο με το θρεπτικό αγάρ στο βακτηριακό υπόβαθρο.

Αποικίες

- **Αποικίες μικροβίων** ονομάζονται οι **δημιουργούμενες εργαστηριακά**, κατά τις καλλιέργειες μικροβίων, όπου και σχηματίζουν **μικρούς σωρούς επί στερεών θρεπτικών υλικών**.
- Οι αποικίες μικροβίων εκ του τρόπου της δημιουργίας των και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους που αναπτύσσουν, αποτελούν σήμερα **σπουδαία μέθοδο αναγνώρισης των μικροβίων**.

Βακτηριακό κύτταρο

Ταξινόμηση βακτηρίων σε σχέση με τη μορφολογία τους

- **Κόκκοι** (σφαιρικό : Staphylococcus spp.)
- **Βακτηρίδια** (**επίμηκες** : Escherichia coli)
- **Κοκκοβακτηρίδια** (ωοειδές (ωοειδές: Listeria Listeria spp)
- **Δονάκια** (**επίμηκες σε κάμψη** : Campylobacter spp.)
- **Σπειρίλια** (επίμηκες με πολλές κάμψεις: Spirillum spp.)
- **Σπειροχαίτες**(μορφή **κυκλικής σπείρας**: Leptospira spp.)
- Βακτήρια με περισσότερες από μία μορφές ονομάζονται **πλεομορφικά** βακτήρια.

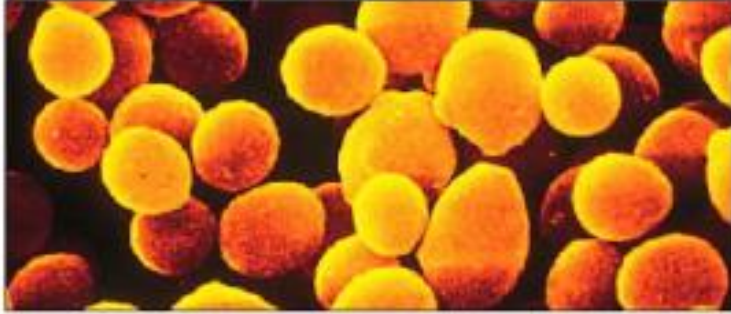
Βακτηριακό κύτταρο

Ταξινόμηση βακτηρίων σε σχέση με τη μορφολογία τους

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



(a) Coccus



(d) Vibrio



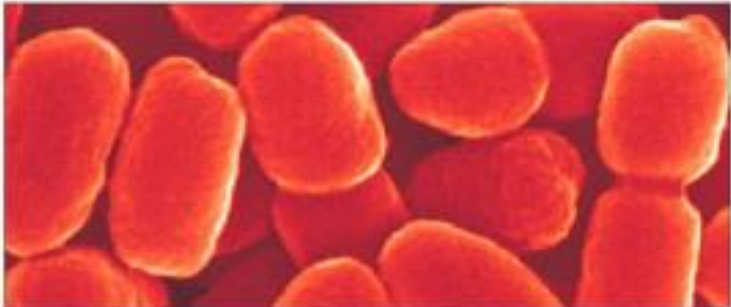
(b) Rod
(bacillus)



(e) Spirillum



(c) Coccobacillus

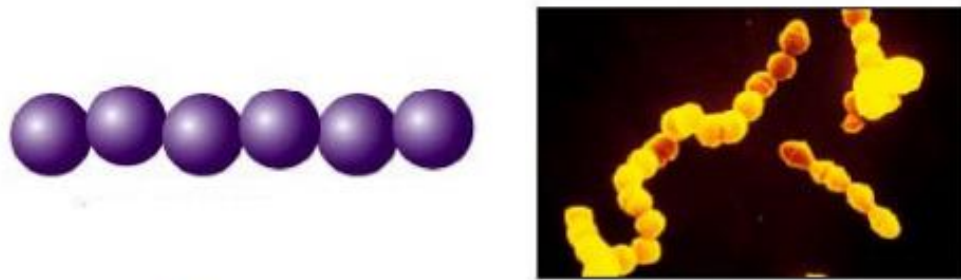
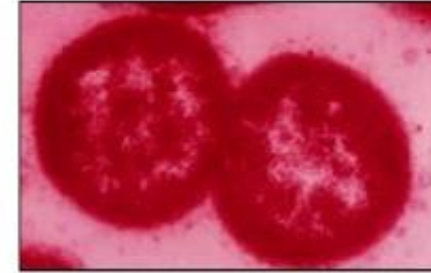


(f) Spirochete

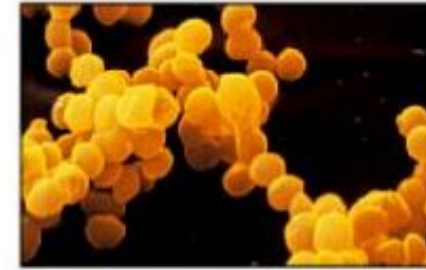


Βακτηριακό κύτταρο

Διάταξη κόκκων



Στρεπτόκοκος



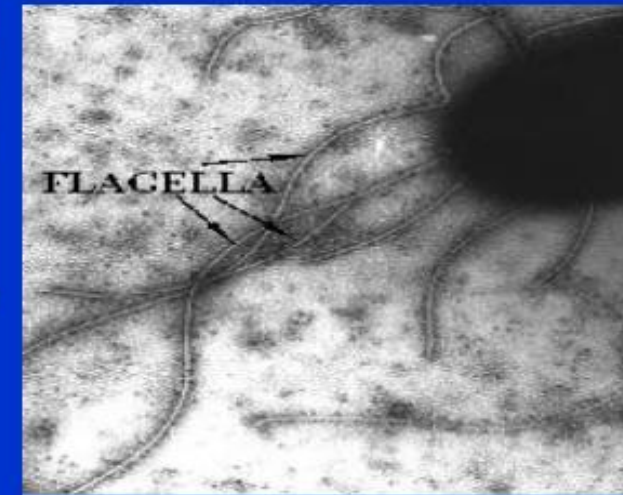
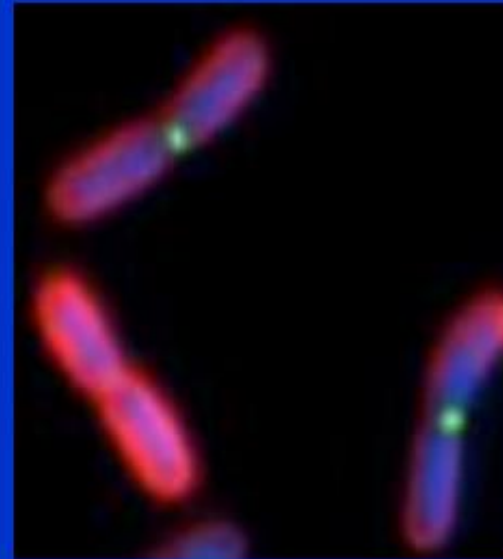
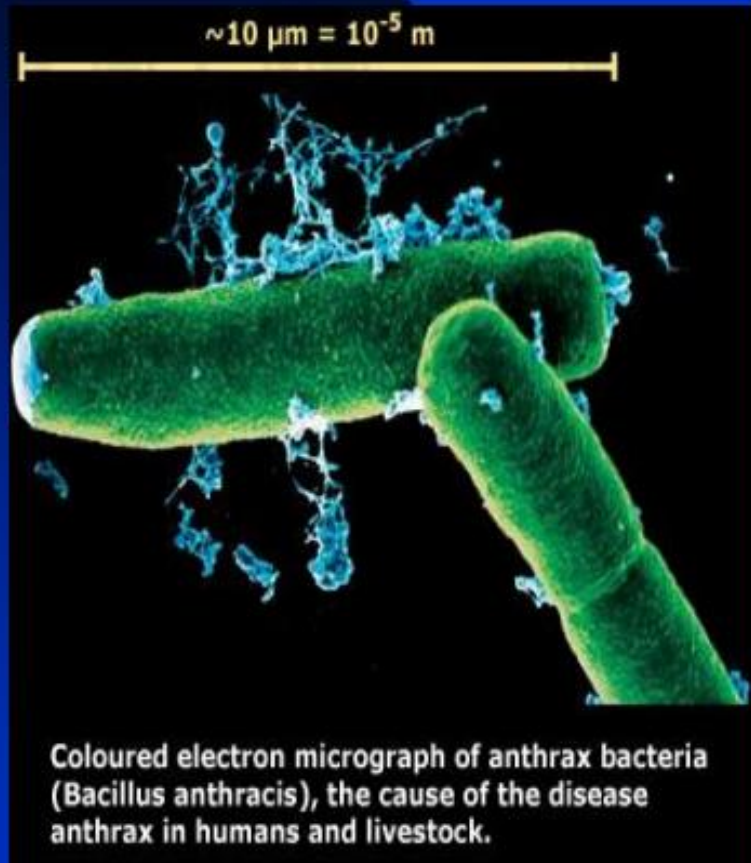
Σταφυλόκοκος



Σάρκινα

Μορφολογία μικροοργανισμών

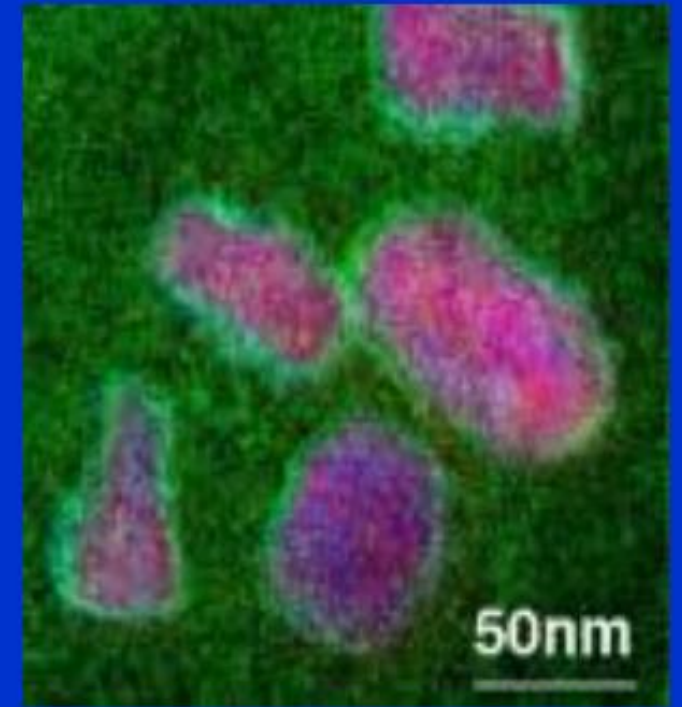
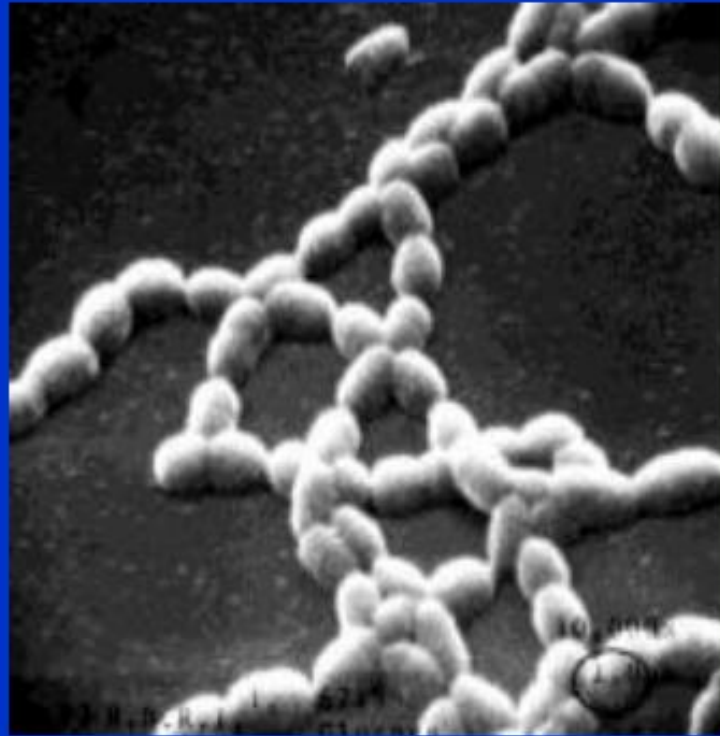
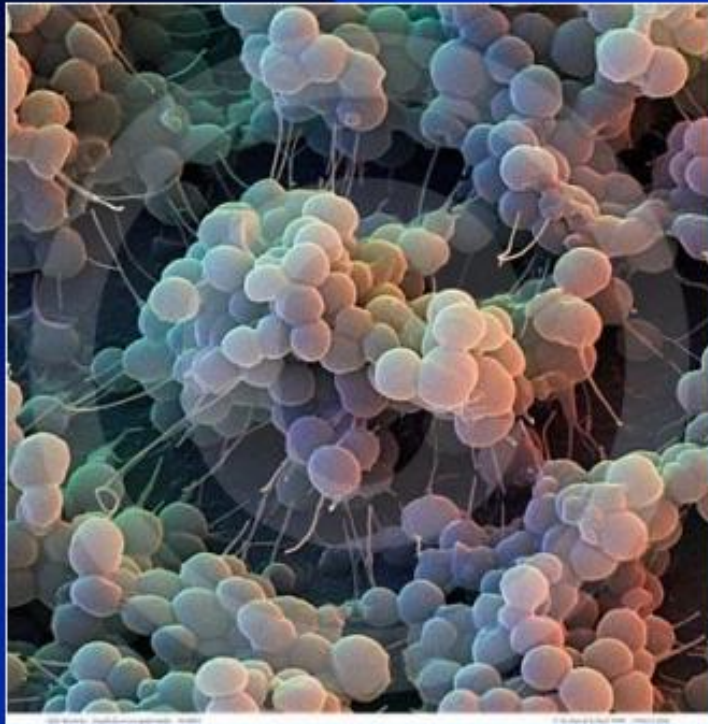
Βακτήρια - ραβδιά



- Από αριστερά: *Bacillus anthracis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, μαστιγιοφόρα ραβδιά

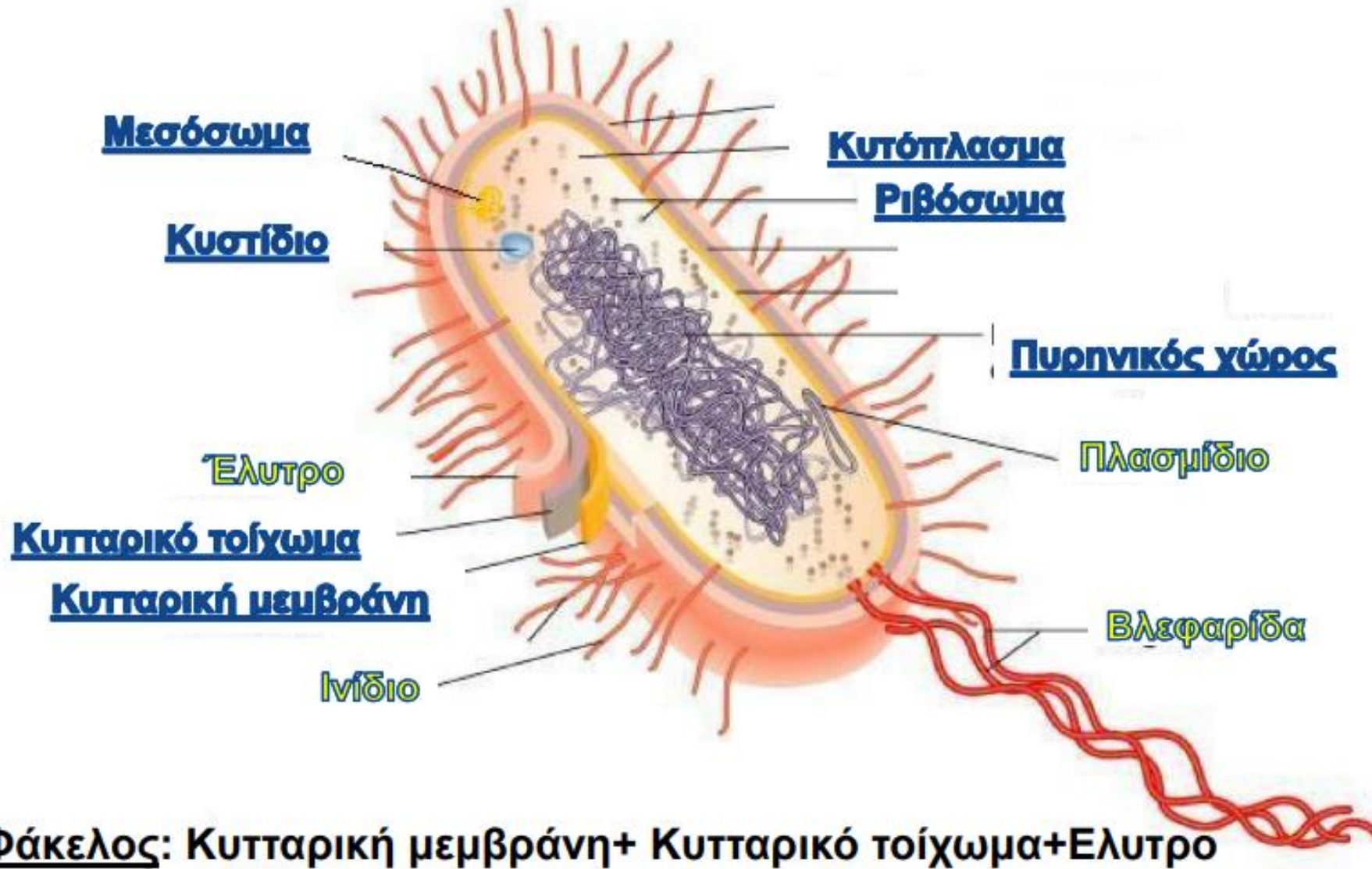
Μορφολογία μικροοργανισμών

βακτήρια - κόκκοι

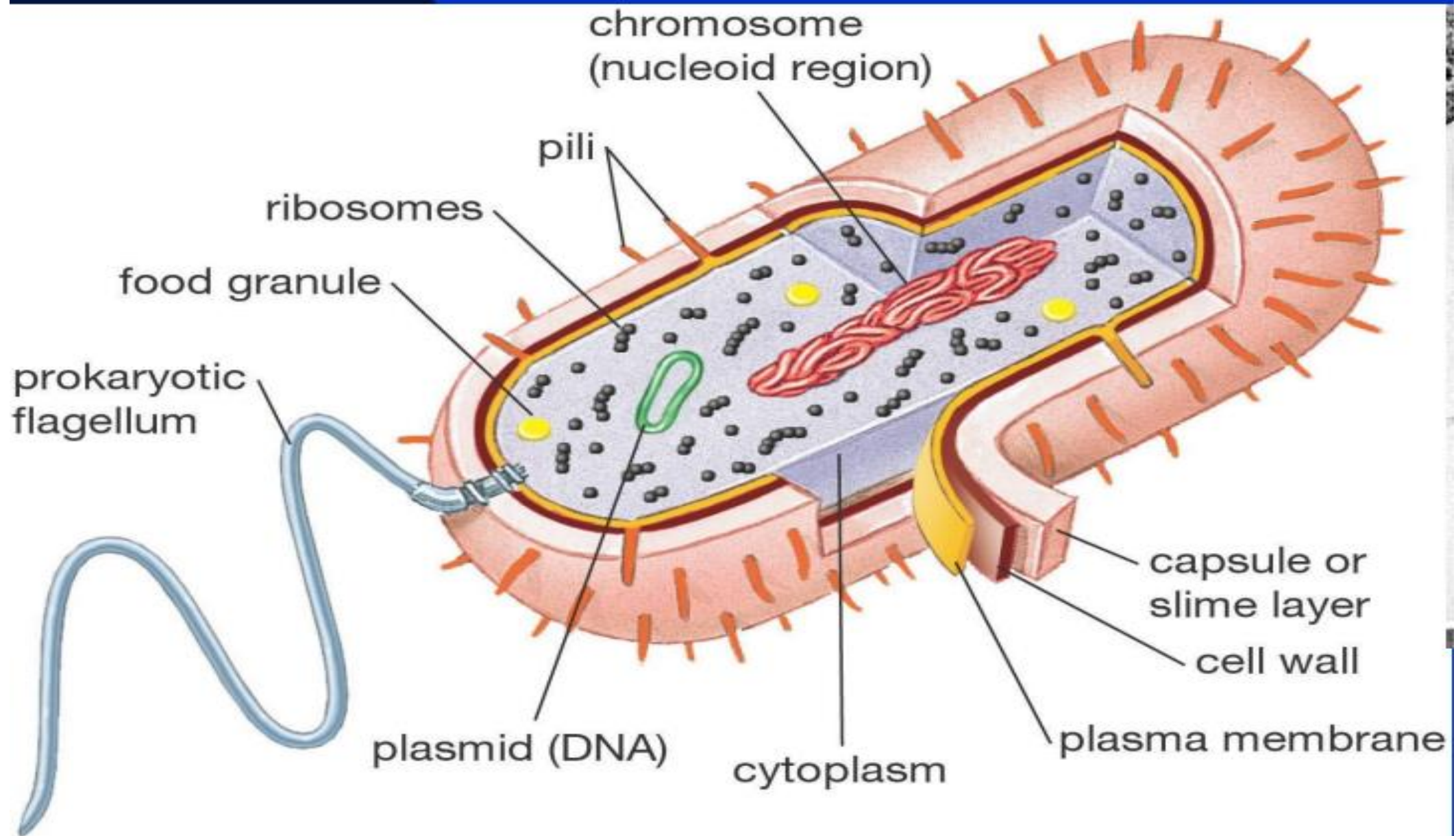


- Από αριστερά: *Staphylococcus aureus*, *Streptomyces*, χρωματισμένα Gram- βακτήρια

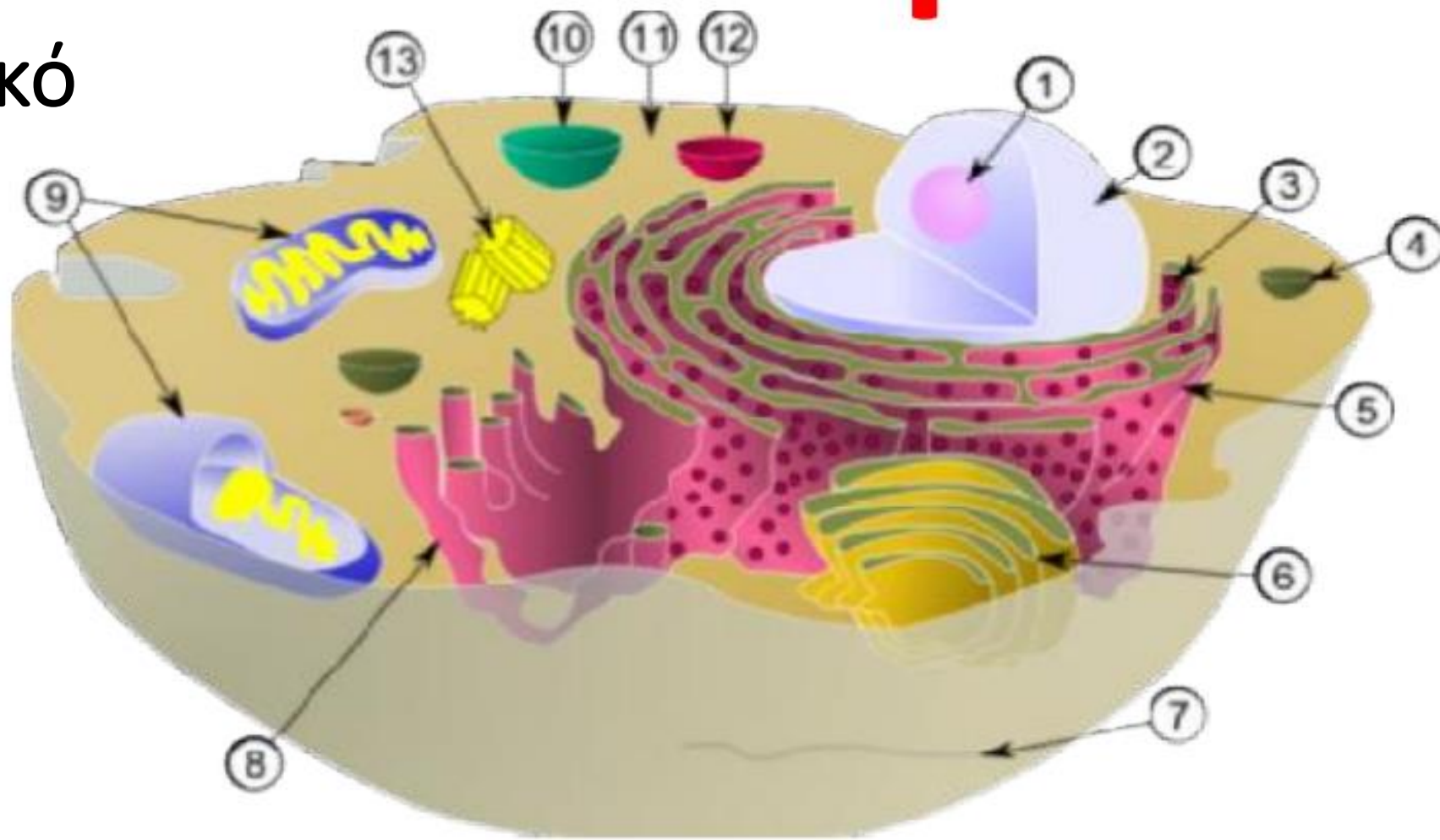
Βακτηριακό κύτταρο



Δομή προκαρυωτικών κυττάρων (βακτήρια)



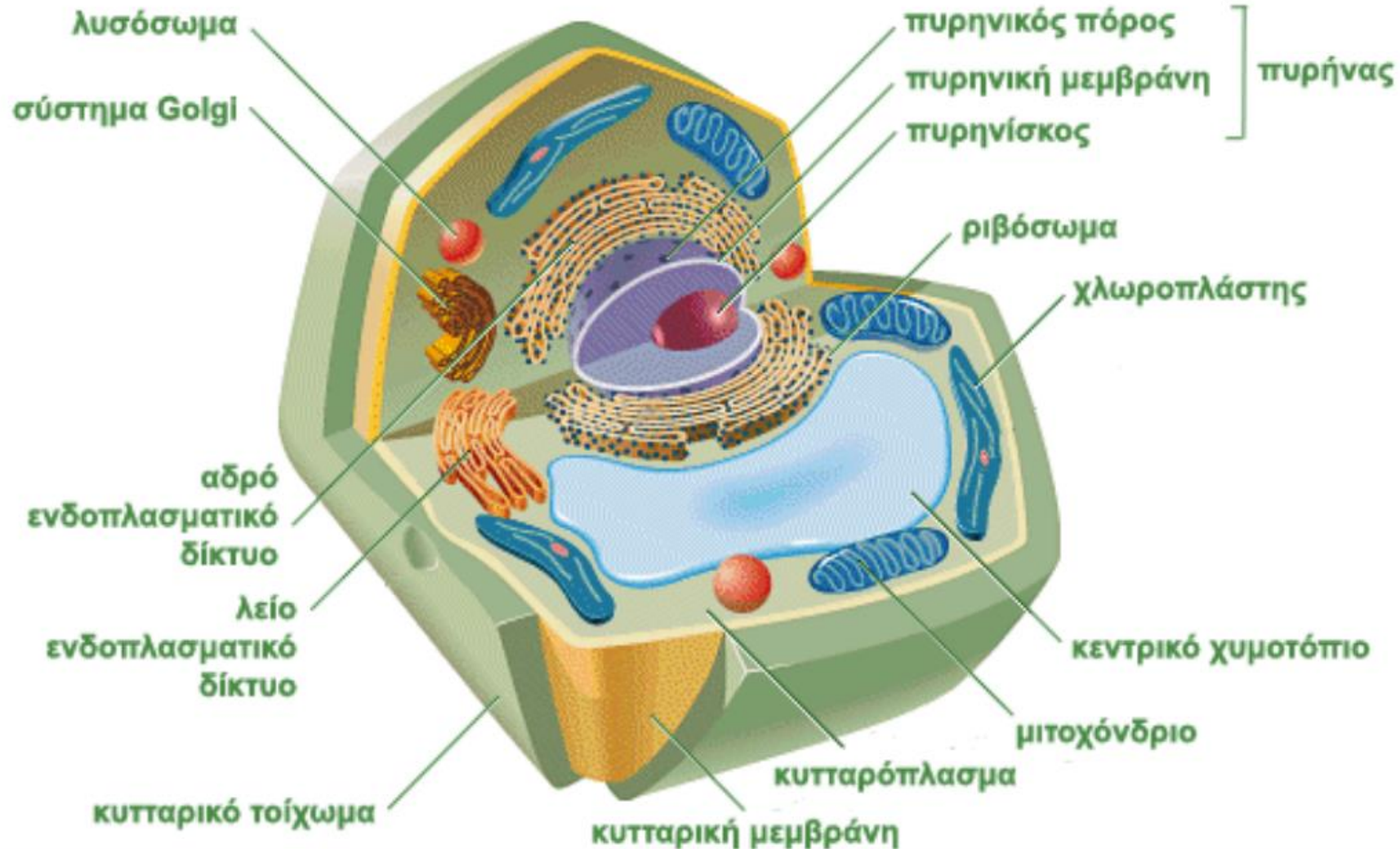
Ευκαρυωτικό κύτταρο



Σχηματική απεικόνιση τυπικού ευκαρυωτικού κυττάρου.

Οργανίδια: (1) πυρηνίσκος (2) πυρήνας (3) ριβόσωμα (4) κυστίδιο
(5) Σκληρό ενδοπλασματικό δικτυωτό (ER) (6) Συσκευή Golgi (7) Σκελετός
κυτταροπλάσματος (8) Μαλακό ενδοπλασματικό δικτυωτό (ER) (9) Μιτοχόνδριο
(10) vacuole (11) κυτταρόπλασμα (12) Λυσόσωμα (13) Κεντριόλια

Δομή ευκαρυωτικών κυττάρων (μύκητες)



Βακτηριακό κύτταρο

Κυτταρική μεμβράνη

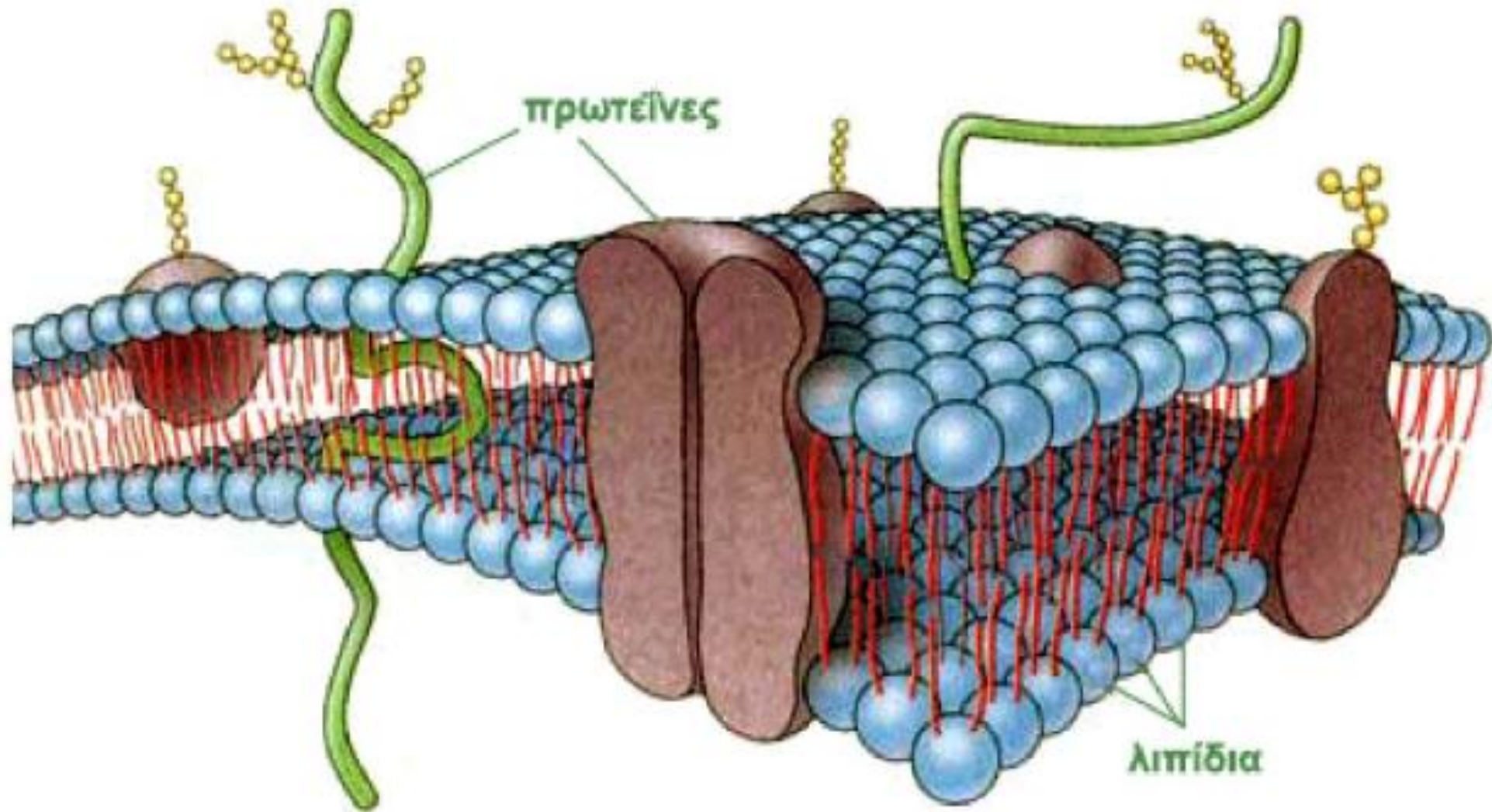
- Σχηματισμός πάχους **5-10 nm**, μεταξύ κυτταρικού τοιχώματος και κυτταροπλάσματος.
- Αποτελείται από **λιποπρωτεΐνες** (φωσφολιπίδια και πρωτεΐνες) και ελάχιστους **υδατάνθρακες**.
- **Διπλή στιβάδα** με τις **υδρόφοβες** ομάδες φωσφολιπιδίων στο εσωτερικό και τις **υδρόφιλες** ομάδες προς το εξωτερικό τμήμα της κυτταρικής επιφάνειας.

Λειτουργικότητα ημιδιαπερατής μεμβράνης:

- Ελέγχει την **είσοδο και έξοδο των μεταβολιτών**.
- Διατηρεί τη **διαφορά στο φορτίο** μεταξύ εξωτερικού (+) και εσωτερικού του κυττάρου (-).
- Επιτελούνται διάφορες **βιοχημικές διεργασίες** (πχ σύνθεση κυτταρικού τοιχώματος- έκκριση ενζύμων).

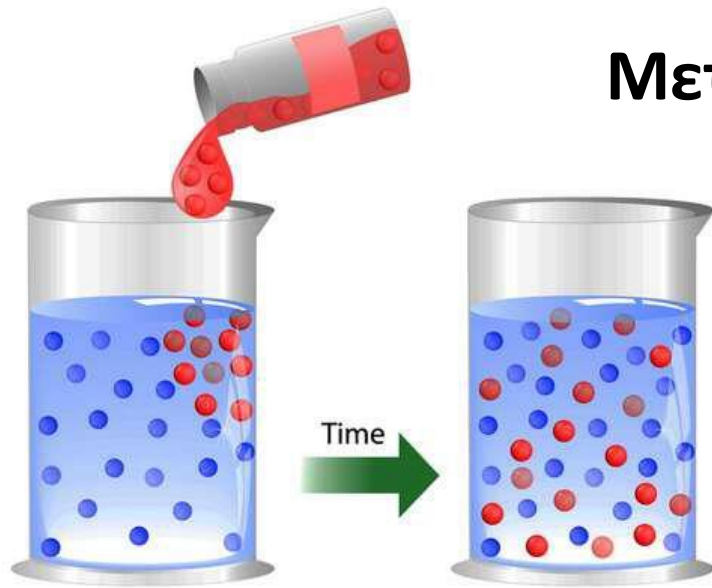
Βακτηριακό κύτταρο

Κυτταρική μεμβράνη



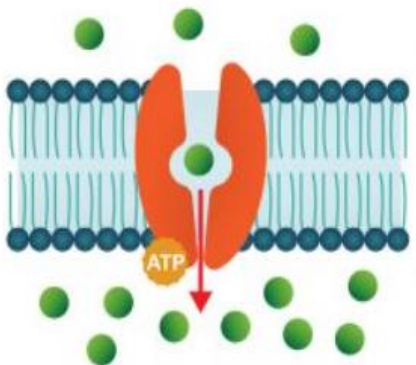
Βακτηριακό κύτταρο

Μεταφορά ουσιών διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης



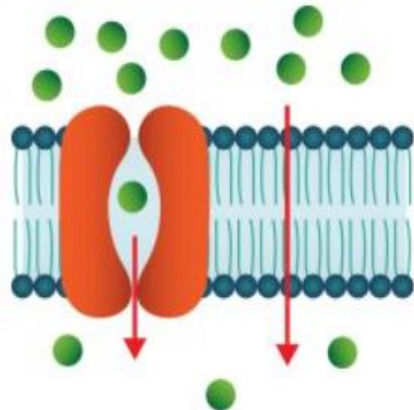
Οι ουσίες **μεταφέρονται** από περιοχή **υψηλής** (έξω από το κύτταρο) σε περιοχή **χαμηλής** συγκέντρωσης (μέσα στο κύτταρο). Το φαινόμενο καλείται **διάχυση**.

Active transport



molecules move

Passive transport



molecules move

Για τη μεταφορά ουσιών από περιοχή **χαμηλής** σε περιοχή **υψηλής** συγκέντρωσης απαιτείται ενέργεια: τριφωσφορικής αδενοσίνης (**ATP**). Το φαινόμενο καλείται **ενεργητική μεταφορά**.

Τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP)

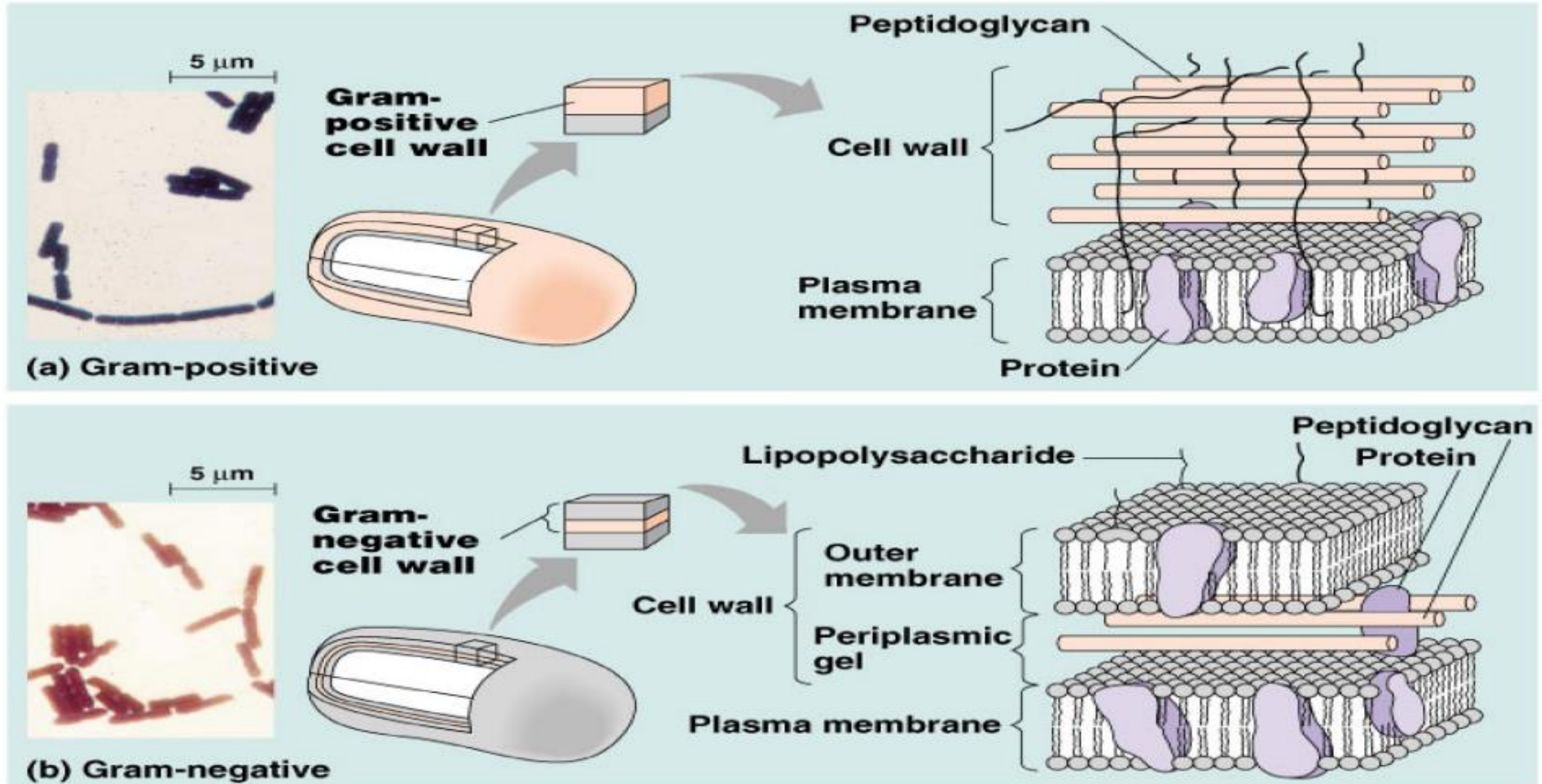
- Η πιο σημαντική **ένωση υψηλής ενέργειας** σε όλους τους οργανισμούς.
- **Νουκλεοτίδιο** που δρα ως «μοριακό νόμισμα» για τη μεταφορά ενέργειας μέσα στα κύτταρα, **αποθηκεύοντας και μεταφέροντας χημική ενέργεια.**
- Το ATP παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στη **σύνθεση νουκλεϊκών οξέων.**
- Όλες οι βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στα κύτταρα απαιτούν **ενέργεια, η οποία απελευθερώνεται απ' ευθείας όταν η ATP διασπάται σε ADP (διφωσφορική αδενοσίνη) και ανόργανο φωσφόρο.**

Βακτηριακό κύτταρο

Κυτταρικό τοίχωμα

- Εξωτερικά τα βακτήρια περιβάλλονται από το κυτταρικό τοίχωμα.
- Πρόκειται για διαπερατή μεμβράνη, που γειτνιάζει με την κυτταροπλασματική μεμβράνη.
- Με βάση τη σύσταση του διακρίνουμε δύο τύπους κυτταρικού τοιχώματος.
 1. **Gram+ βακτηρίων**
 2. **Gram- βακτηρίων**

Gram+ VS Gram-



Χαρακτηριστικά ταξινόμησης βακτηρίων

Μορφολογικά κριτήρια ταξινόμησης

■ Gram θετικά/αρνητικά βακτήρια

Διαφορές στη μορφολογία και τη σύσταση του κυτταρικού τοιχώματος

Gram +	Gram -
Περιέχει γλυκοπρωτεΐνες και πρωτεογλυκάνες	Περιέχει λιποπρωτεΐνες και γλυκολιπίδια
Πολυσακχαρίτες 35-60%	Πολυσακχαρίτες 15-20%
Λιπίδια (0-2%)	Λιπίδια 10-20%
Περιέχει τειχοϊκό οξύ	Δεν περιέχει τειχοϊκό
Περιέχει μουραμικό οξύ	Περιέχουν λίγο ή καθόλου μουραμικό
Δεν περιέχει αρωματικά ή θειούχα αμινοξέα	Περιέχει πολλά αρωματικά ή θειούχα αμινοξέα
Αποτελείται από παχύ, σκληρό ομοειδές στρώμα	Αποτελείται από λεπτές, ελαστικές πολύφυλλες στρώσεις

Βακτηριακό κύτταρο

Λειτουργικότητα Κυτταρικού τοιχώματος

- Διατηρεί **σταθερό το σχήμα** των βακτηρίων.
- Προστατεύει **μηχανικά την εύθραυστη** κυτταροπλασματική μεμβράνη από την **οσμωτική πίεση** που εξασκείται από το κυτταρόπλασμα.
- Μετέχει στο **μεταβολισμό του μικροβίου**, αφού επιτρέπει τη **δίοδο των ουσιών** προς το εσωτερικό ή το εξωτερικό του κυττάρου.
- **Διεγείρει το ανοσοποιητικό σύστημα του ξενιστή** (Τειχοϊκά οξέα, λιποπολυσακχαρίτες και πρωτεΐνες έχουν μεγάλη αντιγονικότητα)

Η **αντιγονικότητα** θεωρείται γενικά ως **επιβλαβής** ποιότητα στα μικρόβια, μερικές φορές μπορεί να χρησιμοποιηθεί προς όφελος των ανθρώπων και των ζώων.

Αντιγονικότητα

- Ο όρος αντιγονικότητα περιγράφει **την ικανότητα ενός αντιγόνου** (παθογόνα μικρόβια, χημικές ουσίες, τοξίνες ή αλλεργιογόνα) να παράγει μια **ανοσολογική απόκριση** στο σώμα και στη συνέχεια να **δεσμεύεται σε T-κύτταρα ή αντισώματα** μετά την εμφάνιση αυτής της απόκρισης.
- Όταν ένα αντιγόνο, ή ένα μολυσματικό μικρόβιο, **εισάγεται** στο σώμα, συνήθως προκαλεί μια **απόκριση** από το ανοσοποιητικό σύστημα.
- Εάν το **αντιγόνο** μπορεί στη συνέχεια να **συνδεθεί** με τα **λευκά αιμοσφαίρια** και τα **αντισώματα** που παράγονται από αυτή την ανοσολογική απόκριση, λέγεται ότι έχει **υψηλή αντιγονικότητα** και είναι σχετικά δύσκολο να αποβληθεί από το σώμα.
- Τα **αντιγόνα** που έχουν **πρόβλημα σύνδεσης** με **λευκά αιμοσφαίρια** και **αντισώματα** λέγεται ότι έχουν **χαμηλή αντιγονικότητα** και είναι σχετικά εύκολο να τα ξεπεράσει το ανοσοποιητικό σύστημα.

Ώσμωση

- <https://www.youtube.com/watch?v=IFc7IRWbQhk>

Ώσμωση

<https://www.youtube.com/watch?v=6Kr-ydF3CbU>

Βακτηριακό κύτταρο

Λειτουργικότητα ελύτρου

- Διευκολύνει την προσκόλληση του βακτηρίου στους βλεννογόνους και στις επιφάνειες.
- Προστατεύει το βακτήριο από τα φαγοκύτταρα του ξενιστή.
- Αποτελεί αποθήκη θρεπτικών συστατικών.
- Αποτελεί αποθήκη νερού, με το οποίο εκπλύονται οι υδρόφοβες τοξικές ουσίες (απορρυπαντικά-απολυμαντικά).

Βακτηριακό κύτταρο

Κυτταρόπλασμα

- Το κυτταρόπλασμα των βακτηρίων έχει **κολλοειδή σύσταση** και δεν είναι ομοιογενές.
- Εντός αυτού παρατηρούνται:
 - ο πυρήνας
 - τα ριβοσώματα
 - τα πλασμίδια
 - τα μεσοσώματα
 - διάφορα κοκκία

- **Κολλοειδές** χαρακτηρίζεται το ομογενές μίγμα που περιέχει **μικροσκοπικά σωματίδια** μιας χημικής ουσίας ομοιόμορφα διασκορπισμένα μέσα σε μια άλλη και που **παραμένουν μη αναμίξιμα**.
- **Κολλοειδή διαλύματα**. Χαρακτηρίζονται από την περιεκτικότητα τους σε ενώσεις μεγάλου μοριακού βάρους και ως εκ τούτου δεν εξέρχονται γρήγορα από τα τριχοειδή προς τον εξωκυττάριο χώρο.

Βακτηριακό κύτταρο

Πυρήνας

- Δεν υπάρχει πυρηνική μεμβράνη περιβάλλουσα τον πυρήνα.
- Η πυρηνική ουσία αποτελείται από δίκλωνο DNA.
- Εκτός του DNA του πυρήνα πολλά βακτήρια περιέχουν ανεξάρτητο χρωμοσωμικό DNA που ονομάζεται **πλασμίδιο**.

Βακτηριακό κύτταρο

Ριβοσώματα

- Ενώνονται με τα μόρια mRNA για την **πρωτεϊνοσύνθεση**.
- Διάφορα **αντιβιοτικά αναστέλλουν την πρωτεϊνοσύνθεση** των βακτηρίων με τη δράση τους στα ριβοσώματα χωρίς να επηρεάζουν την λειτουργία των ευκαρυωτικών ριβοσωμάτων.

Βακτηριακό κύτταρο

Βλεφαρίδες

- Λεπτότατοι τριχοειδείς ελικοειδείς σχηματισμοί διαμέτρου 10-20 nm που συνδέονται με την κυτταροπλασματική μεμβράνη και χρησιμεύουν ως **όργανα κινήσεως του μικροβίου.**
- Αποτελούνται από πρωτεΐνες που έχουν **αντιγονικές ιδιότητες.**
- Η κίνηση που προσδίδουν οι βλεφαρίδες στα βακτήρια είναι **κυματοειδής.**
- Ανάλογα με τη θέση των βλεφαρίδων τα βακτήρια **διακρίνονται** σε:

➤ **μονότριχα,**



➤ **αμφίτριχα,**



➤ **λοφιότριχα**



➤ **περίτριχα.**



Βακτηριακό κύτταρο

Ινίδια

Χρησιμεύουν:

- Ως **όργανα προσκόλλησης** του βακτηρίου τα οποία διευκολύνουν την εγκατάσταση των βακτηρίων στα κύτταρα του ξενιστή.
- Ως **όργανα μεταφοράς γενετικού υλικού** (σύζευξη βακτηρίων).

Βακτηριακό κύτταρο

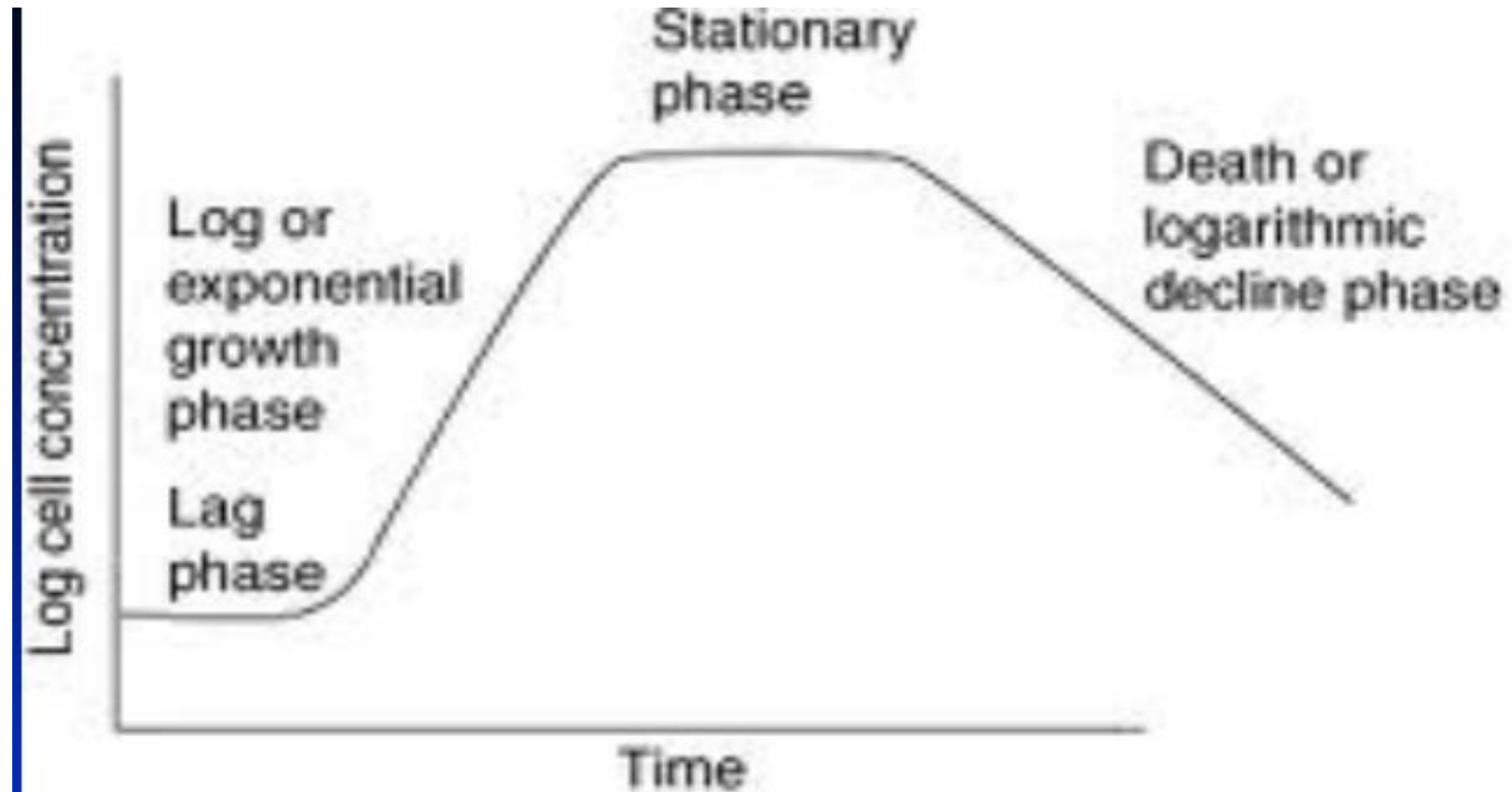
Σπόρος

- Αποτελεί την **ανθεκτική μορφή του βακτηρίου** στις αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος.
- Στη διάρκεια του σχηματισμού του παρατηρείται **έντονη μεταβολική δραστηριότητα του βακτηρίου**, (σύνθεση ειδικών πρωτεϊνών-πύκνωση του γενετικού υλικού).
- Η **δραστηριότητα** αυτή **ελέγχεται** από **γονίδια** υπεύθυνα για το σχηματισμό του σπόρου, τα οποία αναστέλλουν τον πολλαπλασιασμό των βλαστικών μορφών.

<https://www.youtube.com/watch?v=-wwGVDsz-Bk&t=52s>

Ανάπτυξη βακτηρίων

Φάσεις ανάπτυξης των μικροβίων



Source: Brooks GF, Butel JS, Morse SA: *Jawetz, Melnick, & Adelberg's Medical Microbiology*, 24th Edition: <http://www.accessmedicine.com>

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Ανάπτυξη βακτηρίων

Φάσεις της Καμπύλη ανάπτυξης

- **Φάση προσαρμογής (Lag phase):** περίοδος προσαρμογής σε ένα νέο υπόστρωμα, σε νέες περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα κύτταρα αφομοιώνουν θρεπτικά συστατικά και παράγουν τα κατάλληλα ένζυμα, πρωτεΐνες, κλπ που θα τους βοηθήσουν να επιβιώσουν στις συγκεκριμένες συνθήκες. **Δεν παρατηρείται αύξηση των κυττάρων.**
- **Λογαριθμική ή εκθετική φάση ανάπτυξης (log or exponential phase):** τα κύτταρα πλέον αναπτύσσονται και αυξάνονται εκθετικά (κυτταρική διαίρεση).
- **Φάση στασιμότητας (Stationary phase):** η μικροβιακή ανάπτυξη επιβραδύνεται και τελικά σταματάει, λόγω έλλειψης θρεπτικών ουσιών, ή λόγω αντίξωων περιβαλλοντικών συνθηκών (pH, οξυγόνο, θερμοκρασία, μικροβιακός ανταγωνισμός, κλπ).

Ανάπτυξη βακτηρίων

Φάσεις της Καμπύλη ανάπτυξης

Φάση θανάτου (Death phase): πλέον τα κύτταρα θανατώνονται με αυτόλυση (μη αντιστρεπτός προγραμματισμένος κυτταρικός θάνατος).

Σημείωση: μερικά βλαστικά κύτταρα μπορούν να επιβιώσουν για μήνες ή χρόνια (σε φάση στασιμότητας), ενώ τα σπόρια βακτηρίων επιβιώνουν για αιώνες.

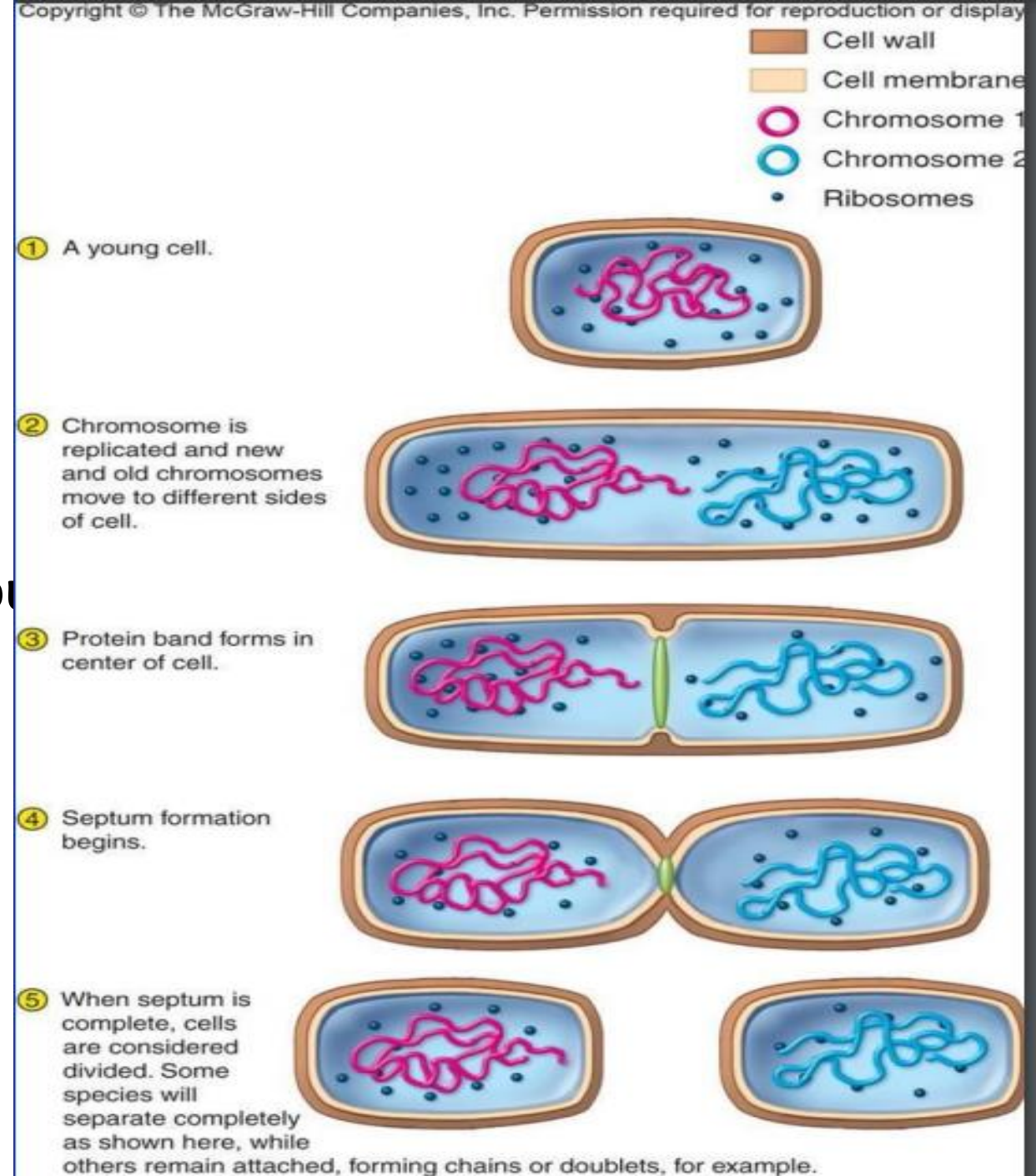
Η συντήρηση τροφίμων αποσκοπεί σε :

- **Επιμήκυνση** της φάσης **προσαρμογής** (π.χ. με ψύξη).
- **Ελάττωση ή αναστολή** της φάσης **ανάπτυξης** και **επίσπευση** της φάσης **στασιμότητας** (π.χ. με υψηλή συγκέντρωση αλάτων).
- **Επίσπευση** της φάσης **θανάτου** (π.χ. με θέρμανση).

Αναπαραγωγή βακτηρίων

Διχοτόμηση βακτηριακού κυττάρου

- Ξεκινάει με το **διπλασιασμό του χρωμοσώματος** στο κυτταρόπλασμα.
- Συνεχίζεται με το **σηματισμό εγκάρσιου ενδοπλασματικού διαφράγματος**.
- Όταν το **διάφραγμα ολοκληρωθεί** και **σηματιστούν δύο διαφορετικά κυτταρικά τοιχώματα** τα κύτταρα **διαχωρίζονται**.
- Σε **άριστες συνθήκες** οι μικ /οί **αναπτύσσονται ταχύτατα**.



Αναπαραγωγή βακτηρίων

- Τα περισσότερα βακτήρια ως πιο **απλά και μικρά κύτταρα** αναπτύσσονται σε άριστες συνθήκες πολύ **ταχύτερα** από τους μύκητες (ορισμένα έχουν χρόνο γενεάς ή χρόνο διπλασιασμού **≤15 - 20 min**).
- Οι μικροοργανισμοί μπορούν να αναπτυχθούν και σε συνθήκες **εκτός των άριστων** αλλά **πιο αργά**.
- Σε περίπτωση που **περιβαλλοντικές συνθήκες** (pH, θερμοκρασία, υγρασία, οξυγόνο, θρεπτικά συστατικά, τοξίνες άλλων μικροβίων, συντηρητικά - απολυμαντικά, κλπ) προκαλούν **αναστολή ανάπτυξης** κάποιοι μ/οι μπαίνουν σε **φάση στασιμότητας** και κάποιοι σε **φάση θανάτου**, ανάλογα με την **αντοχή** τους σε αυτούς τους **ανασταλτικούς παράγοντες**.
- Σε ένα μικροβιακό πληθυσμό του ίδιο είδους, **δεν έχουν όλα τα κύτταρα το ίδιο χρόνο διπλασιασμού**.

Αναπαραγωγή βακτηρίων

Παράγοντες μικροβιακής ανάπτυξης

Ενδογενείς παράγοντες (εντός του τροφίμου):

1. Θρεπτικά στοιχεία
2. Ενεργότητα νερού
3. Οξύτητα
4. Συγκέντρωση οξυγόνου (δυναμικό οξειδοαναγωγής).
5. Αντιμικροβιακές ουσίες
6. Δομή-σχήμα-υφή του τροφίμου

Αναπαραγωγή βακτηρίων

Παράγοντες μικροβιακής ανάπτυξης

Εξωγενείς παράγοντες (που επιβάλλονται έξωθεν):

1. Θερμοκρασία
2. Σχετική υγρασία (επηρεάζει την ενεργότητα νερού του τροφίμου).
3. Σύνθεση αερίων σε συσκευασία κενού ή τροποποιημένης ατμόσφαιρας.
4. Απολυμαντικές-αντιμικροβιακές ουσίες.

Ενδογενείς παράγοντες ανάπτυξης

Θρεπτικά στοιχεία

- Εκτός από **νερό**, οι μικροοργανισμοί απαιτούν στη διατροφή τους : - μια **πηγή άνθρακα (C)** για παραγωγή ενέργειας (ATP) και για βιοσύνθεση πολυσακχαριτών του κυττάρου. Πηγή άνθρακα : σάκχαρα, αμινοξέα, λιπίδια - μια **πηγή αζώτου (N)** για τη βιοσύνθεση νέων πρωτεϊνών, ενζύμων, νουκλεοτιδίων , κλπ. Πηγή αζώτου: πρωτεΐνες, πεπτίδια, αμινοξέα, άλατα νιτρώδη, νιτρικά, αμμωνιακά).
- **Μέταλλα και ιχνοστοιχεία** (K, Na, Mg, Mn, Fe, Ca, κλπ) για την ενεργοποίηση ενζύμων, τη σύνθεση βιταμινών, την αντίσταση στην οσμωτική πίεση.
- **Ενισχυτικούς παράγοντες** όπως βιταμίνες, αμινοξέα, κλπ.

Ενδογενείς παράγοντες ανάπτυξης

pH και Οξύτητα

- Τα περισσότερα μικρόβια **προτιμούν ουδέτερο pH (~7.0)**, λίγα αναπτύσσονται κάτω από 4.0.
- Τα βακτήρια είναι τα πλέον **ευαίσθητα στην οξίνιση**, ζύμες και κυρίως μύκητες πολύ ανθεκτικοί. Από τα βακτήρια τα πλέον ανθεκτικά είναι τα γαλακτικά.
- Η οξύτητα είναι από τους πιο σημαντικούς παράγοντες αναστολής της μικροβιακής ανάπτυξης (συντήρηση φρούτων, όξινων λαχανικών αναψυκτικών, ξυδιού,) και καθοριστικός για το ύψος μιας θερμικής επεξεργασίας (όξινες-μη όξινες κονσέρβες).
- **Δεν αναπτύσσονται παθογόνα μικρόβια σε pH <4.0**, (εξαίρεση: **μυκοτοξίνες** μυκήτων *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*).
- Πρωτεϊνούχα τρόφιμα έχουν ουδέτερο pH (buffering capacity-κρέας).
- Μεγάλη η σημασία της οξίνισης σε ζυμούμενα τρόφιμα (π.χ. τυριά, ή στην νεκρική ακαμψία και την ωρίμανση κρέατος).
- **Διαφορετικά οξέα (οργανικά/ανόργανα επιδρούν σε διαφορετικό βαθμό**: πιο ανασταλτικά τα οργανικά οξέα γαλακτικό, οξικό, κιτρικό.