Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα

ΓΕΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΣΧΟΛΗ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΣ: ΔΡ. ΓΚΙΑΟΥΡΗΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ

2η θεματική ενότητα:

Γενικά στοιχεία περί κυτταρικής δομής και μικροβιακής ποικιλομορφίας

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Άδειες Χρήσης

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

ανοικτάμαθήματα
opencourses

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Προκαρυωτικό και ευκαρυωτικό κύτταρο

- **Παρά την πολυπλοκότητα και την ποικιλία, όλα τα ζωντανά κύτταρα μπορούν τα ταξινομηθούν σε δύο ομάδες:**

✓ αυτή των **προκαρυωτικών** κυττάρων

και

✓ αυτή των **ευκαρυωτικών**

- Γενικά, τα **προκαρυωτικά** κύτταρα είναι απλούστερα στη δομή και μικρότερα σε μέγεθος από τα **ευκαρυωτικά**.

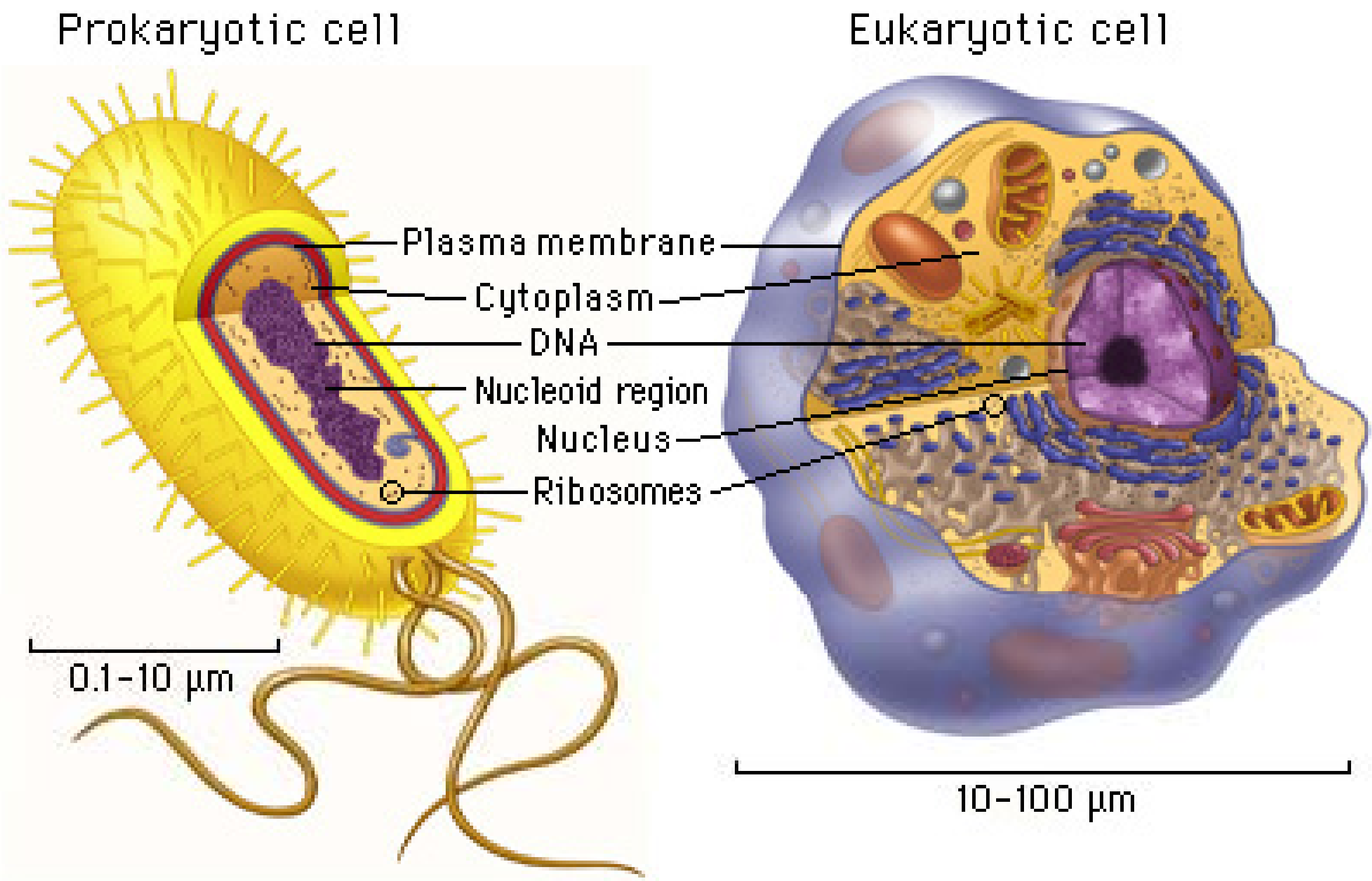
φωτογραφία βακτηρίων (προκαρυωτικών κυττάρων) προσκολλημένα στην ανθρώπινη επιδερμίδα (πάνω σ' ευκαρυωτικά κύτταρα)

- Στους **προκαρυωτικούς** μικροοργανισμούς περιλαμβάνονται:

- ✓ τα **βακτήρια**

  και

- ✓ τα **αρχαία**



- Στους **ευκαρυωτικούς** μικροοργανισμούς περιλαμβάνονται:

- ✓ οι **μούχλες** (molds)
- ✓ οι **ζύμες** (yeasts)
- ✓ τα **άλγη** (φύκη, algae)
- ✓ τα **πρωτόζωα** (protozoa)
- ✓ οι **έλμινθες** (helminths)

- Οι **διαφορές προκαρυωτικού και ευκαρυωτικού κυττάρου** είναι κρίσιμης σημασίας, καθώς μπορούμε να τις εκμεταλλευτούμε για να προστατευθούμε από μικροοργανισμούς που προκαλούν **λοιμώξεις** (infectious diseases).

- ✓ **Για παράδειγμα, ορισμένα φάρμακα όπως τα αντιβιοτικά θανατώνουν (ή εμποδίζουν την ανάπτυξη) μόνο τα βακτήρια, χωρίς να βλάπτουν τα ανθρώπινα κύτταρα.**

- ✓ **Επίσης, τα χημικά συστατικά (μόρια και μακρομόρια) της επιφάνειας των μικροβιακών κυττάρων ενεργοποιούν του ανθρώπινους αμυντικούς μηχανισμούς (ειδική ανοσία).**

αντιβιοτικά

Ιοί (viruses)

- Οι ιοί συνιστούν μια ιδιαίτερη κατηγορία μικροοργανισμών αλλά **δεν αποτελούν κύτταρα**.

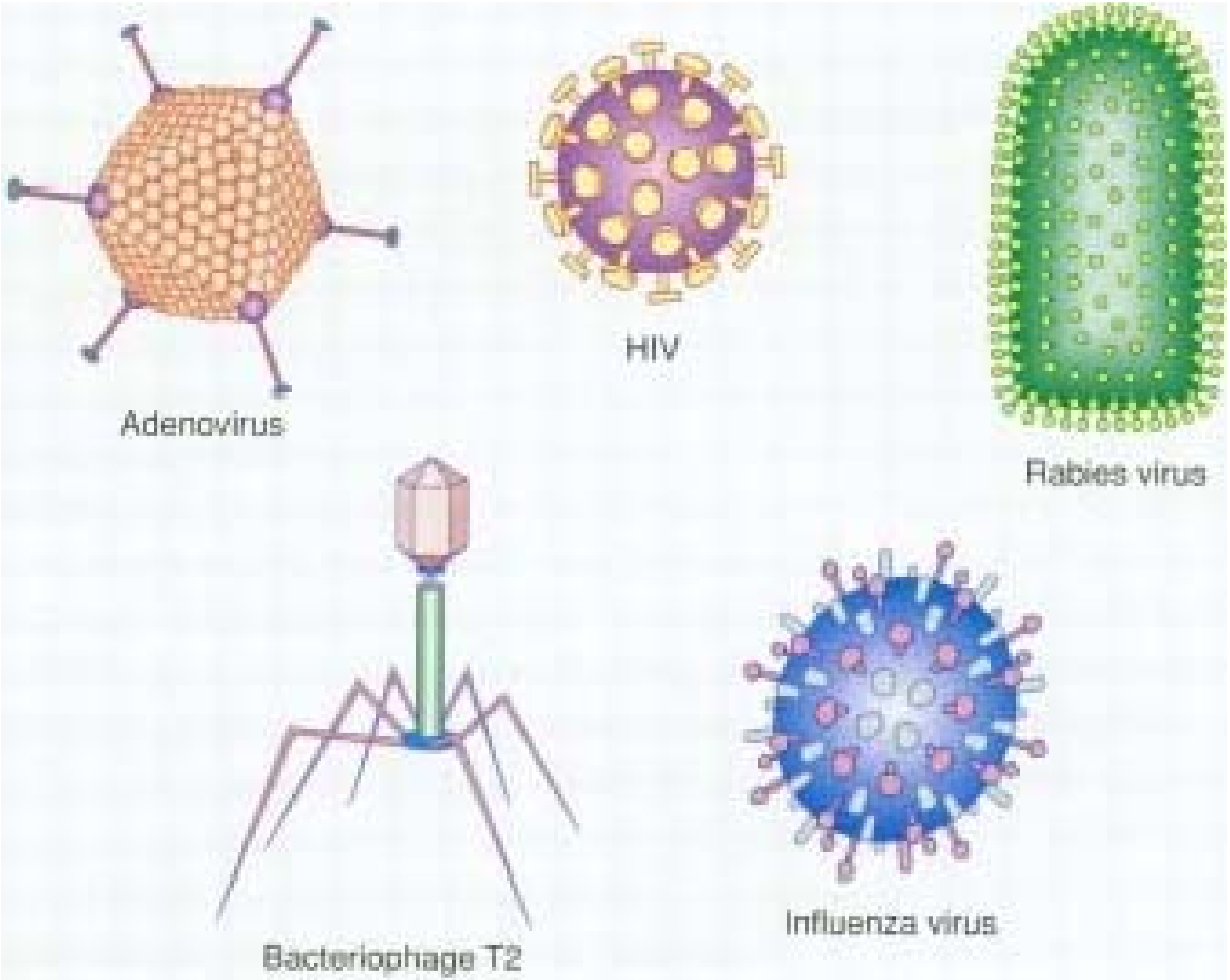
- **Δεν έχουν πολλές από τις μεταβολικές ιδιότητες των κυττάρων.**
- Για παράδειγμα, οι ιοί δεν προσλαμβάνουν θρεπτικά συστατικά από το περιβάλλον, ούτε αποβάλλουν άχρηστα προϊόντα.

- Οι ιοί μπορούν να **αναπαράγονται μόνο όταν** μολύνουν ένα κύτταρο.

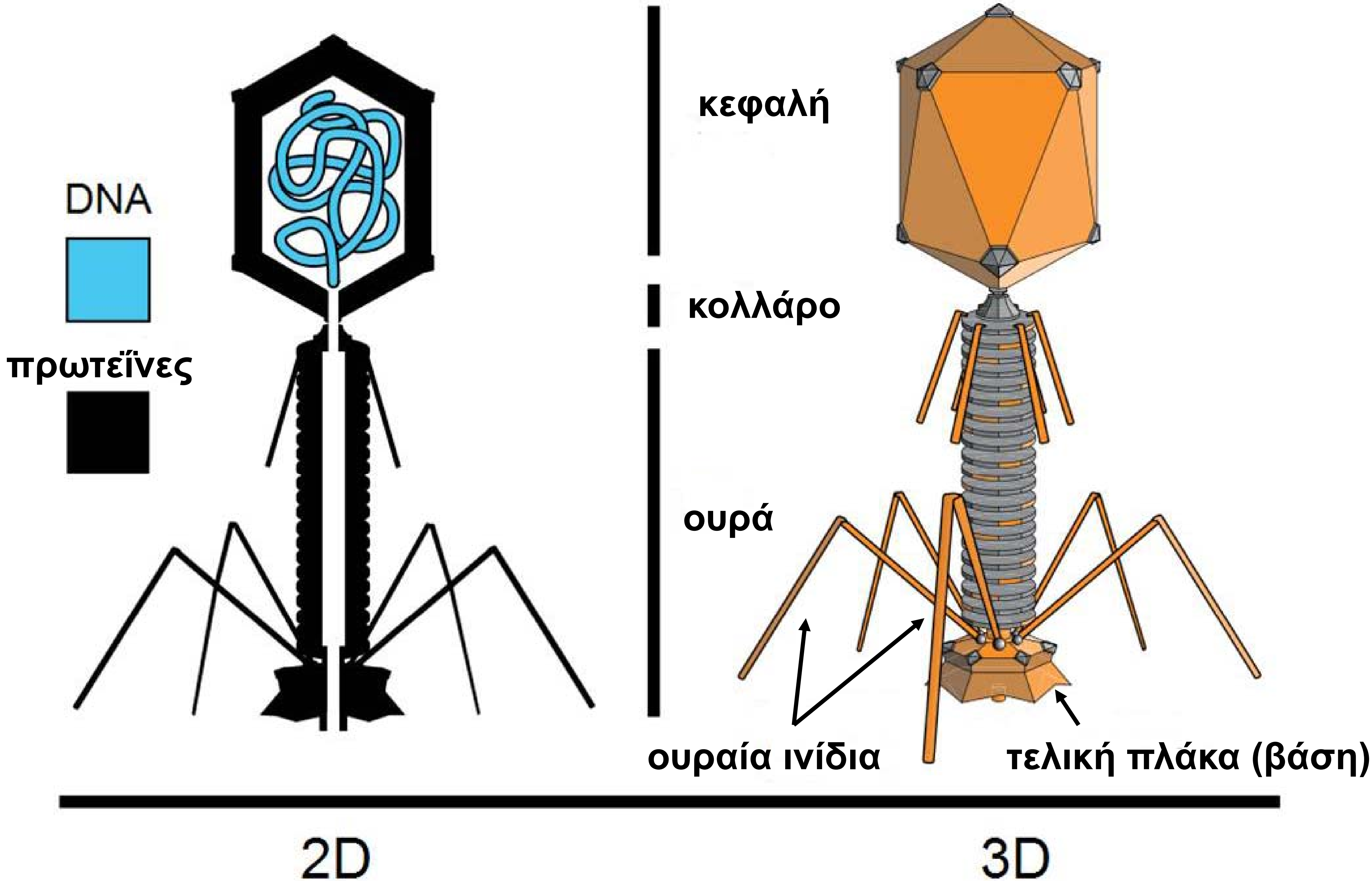
- Αν και **περιέχουν τα δικά τους γονίδια**, οι ιοί **στερούνται ριβοσωμάτων** και κατά συνέπεια εξαρτώνται από το βιοσυνθετικό μηχανισμό των κυττάρων που μολύνουν (**ξενιστών** τους) για τη σύνθεση των πρωτεϊνών τους.

- Οι ιοί **μολύνουν όλους τους τύπους κυττάρων** συμπεριλαμβανομένων και των μικροοργανισμών.

- Οι ιοί που μολύνουν βακτήρια ονομάζονται **βακτηριοφάγοι** (bacteriophages).


Adenovirus
HIV
Rabies virus
Bacteriophage T2
Influenza virus

δομή βακτηριοφάγου T2 που μολύνει τα κύτταρα *Escherichia coli*



Προκαρυωτικά κύτταρα

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά προκαρυωτικών κυττάρων

- Το DNA τους (γενετικό υλικό) δεν εσωκλείεται μέσα σε μεμβράνη και είναι συνήθως ένα **μοναδικό κυκλικό χρωμόσωμα**.
- Το **DNA τους δεν συνδέεται με τις ιστόνες** (ειδικές βασικές χρωμοσωμικές πρωτεΐνες των ευκαρυωτικών κυττάρων).
- **Στερούνται ενδοκυττάριων οργανιδίων** που περιβάλλονται από μεμβράνη.
- Τα κυτταρικά τους τοιχώματα σχεδόν πάντοτε αποτελούνται από το σύνθετο πολυσακχαρίτη **πεπτιδογλυκάνη** (ή μουρεΐνη).
- **Διαιρούνται με δυαδική διάσπαση** (ή διχοτόμηση, binary fission).

→ Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, το DNA αντιγράφεται και το μητρικό κύτταρο διαχωρίζεται σε δύο θυγατρικά κύτταρα.

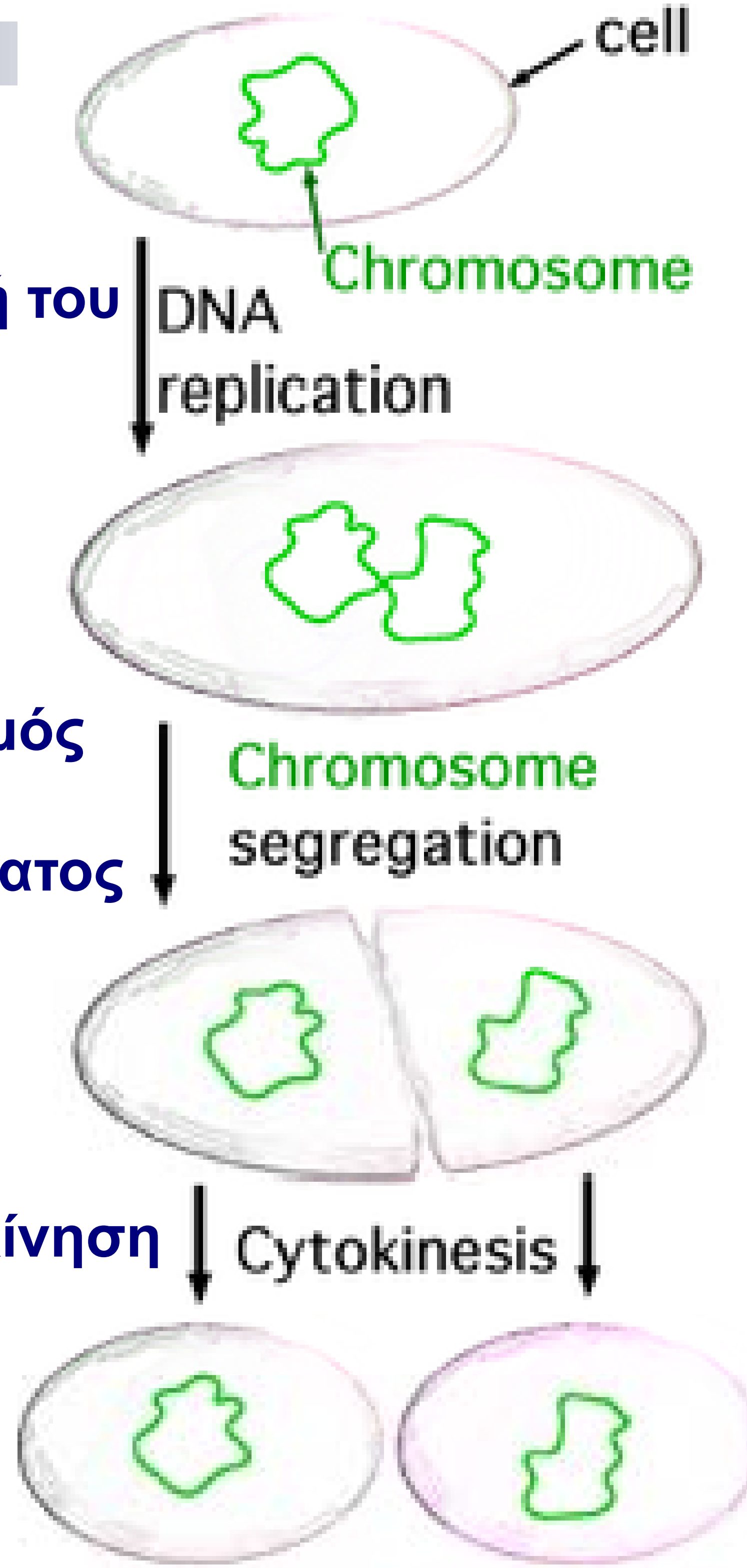
δυαδική διάσπαση στα βακτήρια

(μεταβίβαση κληρονομικών πληροφοριών μέσω **μη-φυλετικής αναπαραγωγής**)

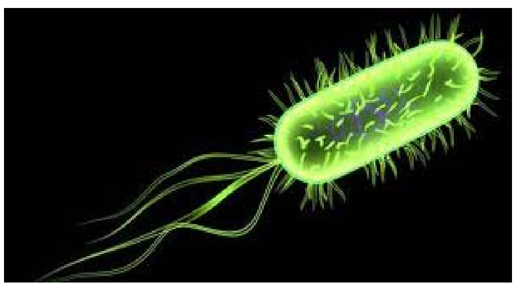
αντιγραφή του DNA

διαχωρισμός του χρωμοσώματος

κυτταροκίνηση



προκαρυωτικό
κύτταρο



επιφανειακά
εξαρτήματα

- μαστίγια
- κροσσοί
- τριχίδια

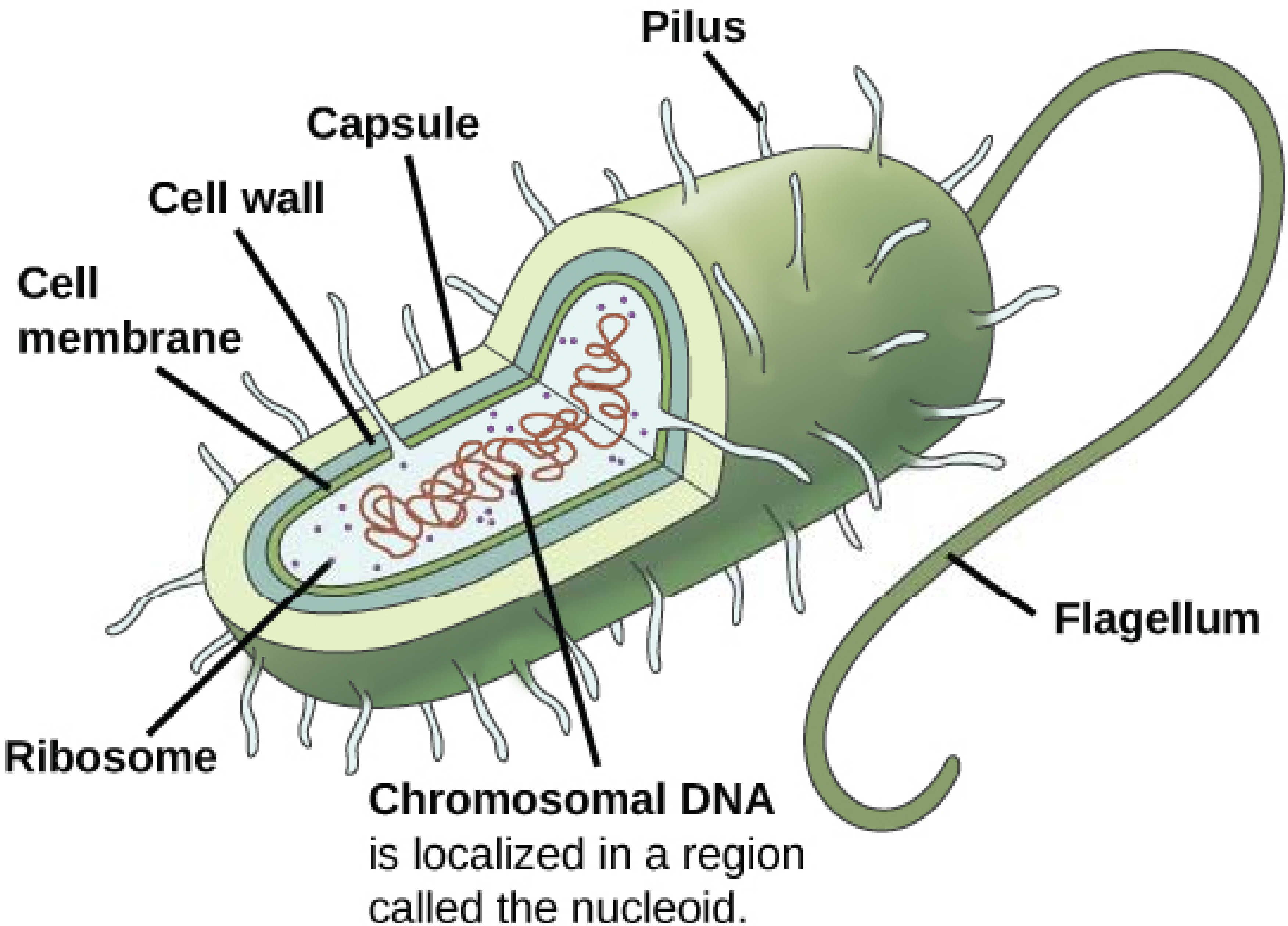
κυτταρικός
φάκελος

- γλυκοκάλυκας
- κυτταρικό τοίχωμα
- κυτταρική μεμβράνη

κυτταρόπλασμα

- ριβοσώματα
- έγκλειστα, κοκκία
- πυρηνοειδές

σχεδιάγραμμα δομής ενός προκαρυωτικού κυττάρου



τυπική δομή προκαρυωτικού κυττάρου

Μέγεθος, σχήμα και διάταξη βακτηριακών κυττάρων

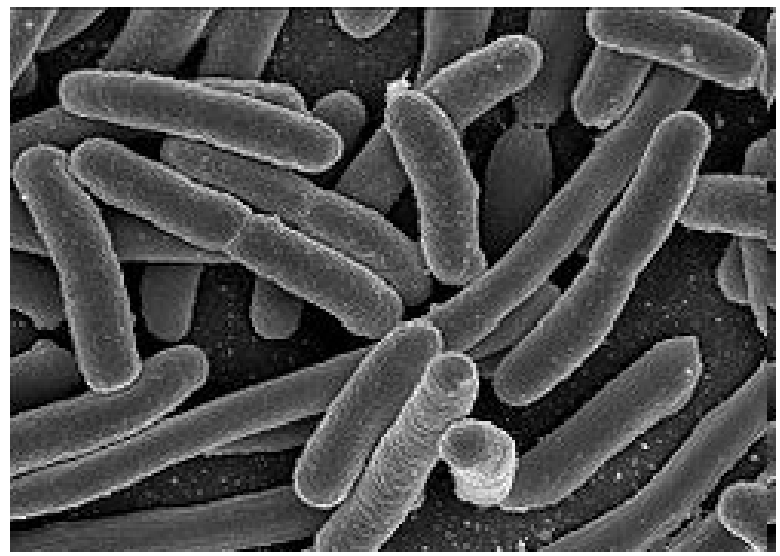
- Τα βακτήρια εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία μεγεθών και σχημάτων.
- Τα περισσότερα ραβδόμορφα έχουν **διάμετρο από 0,2 έως 2 μm** και **μήκος από 2 έως 8 μm**.

➢ **Παρουσιάζουν 3 βασικά σχήματα:**

✓ **σφαιρικό** (κόκκος)

✓ **ραβδόμορφο** (βάκιλλος) →

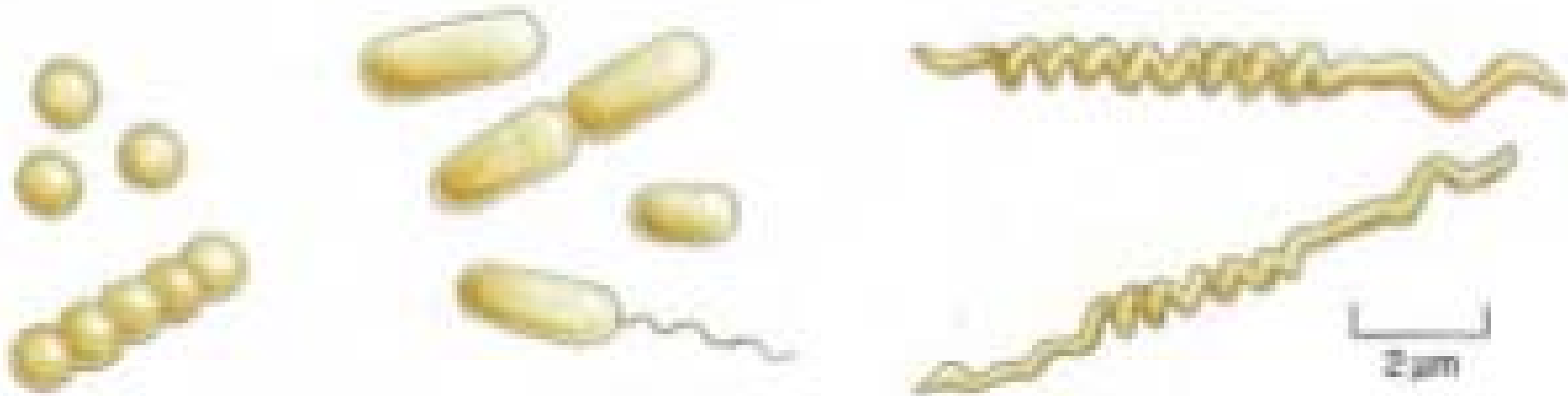
✓ **σπειροειδές**



Escherichia coli

- Κατά την αναπαραγωγή υπάρχει περίπτωση τα νέα θυγατρικά κύτταρα να **παραμείνουν προσκολλημένα μεταξύ τους**, σχηματίζοντας διάφορες μορφές (π.χ. σταφυλόκοκκους).

τα 3 πιθανά σχήματα των βακτηριακών κυττάρων



σφαιρικά

(π.χ. *Streptococcus*, *Lactococcus*)

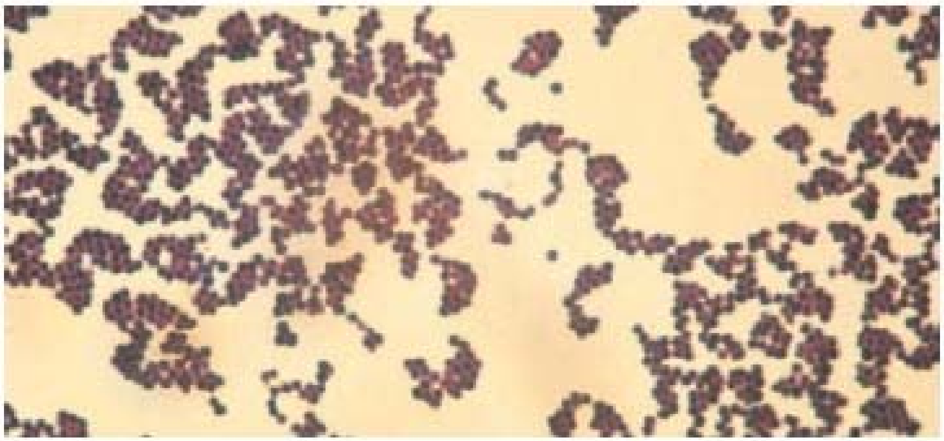
ραβδοειδή

(π.χ. *Escherichia coli*, *Salmonella*)

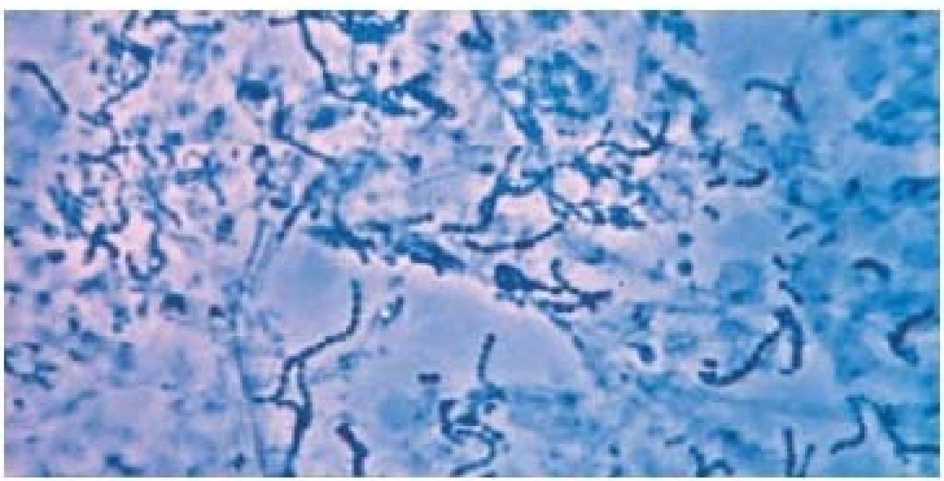
σπειροειδή

(π.χ. *Treponema pallidum*)

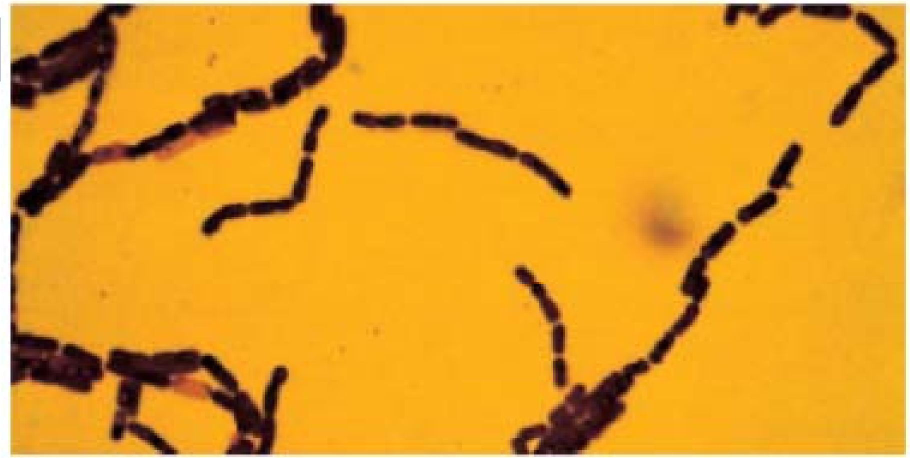
αντιπροσωπευτικές φωτογραφίες μερικών βακτηρίων



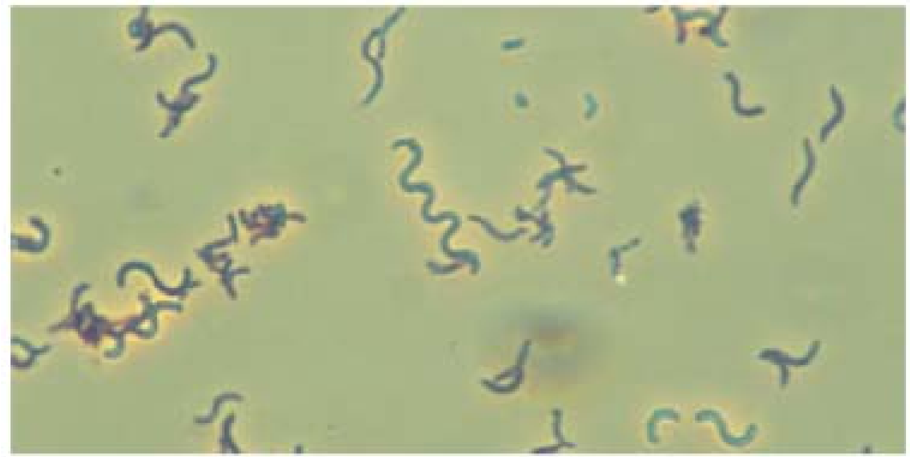
(a) ***Staphylococcus aureus***



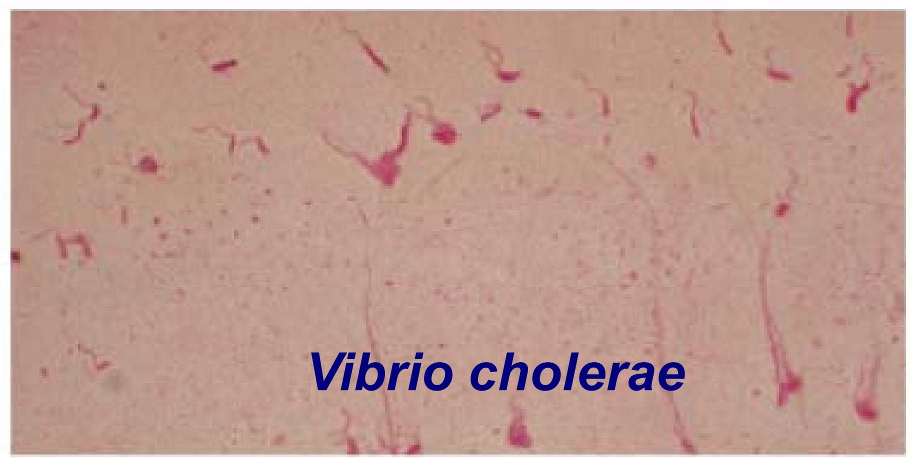
(b) ***Enterococcus faecalis***



(c) ***Bacillus megaterium***



(d) ***Rhodospirillum rubrum***

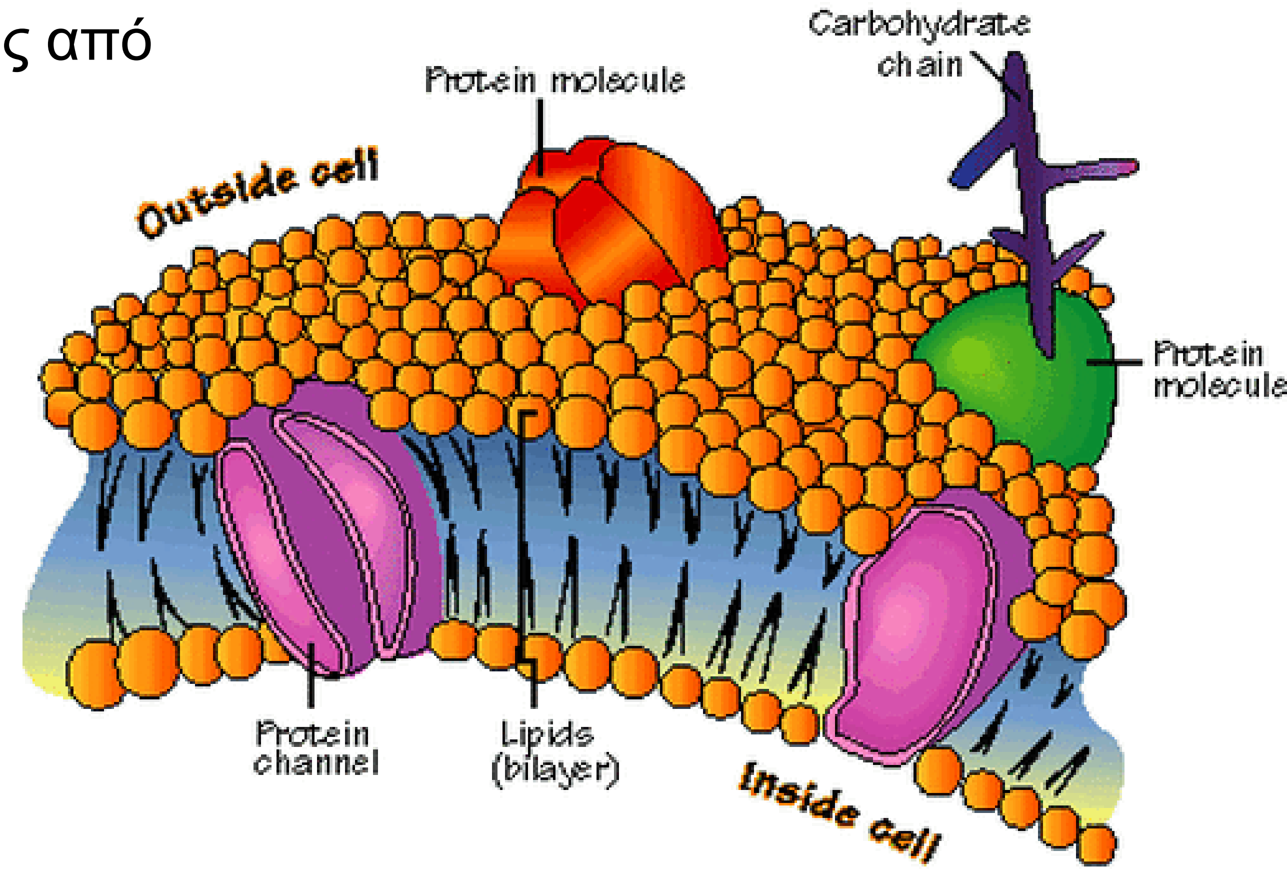


Vibrio cholerae

(e)

Κυτταροπλασματική μεμβράνη

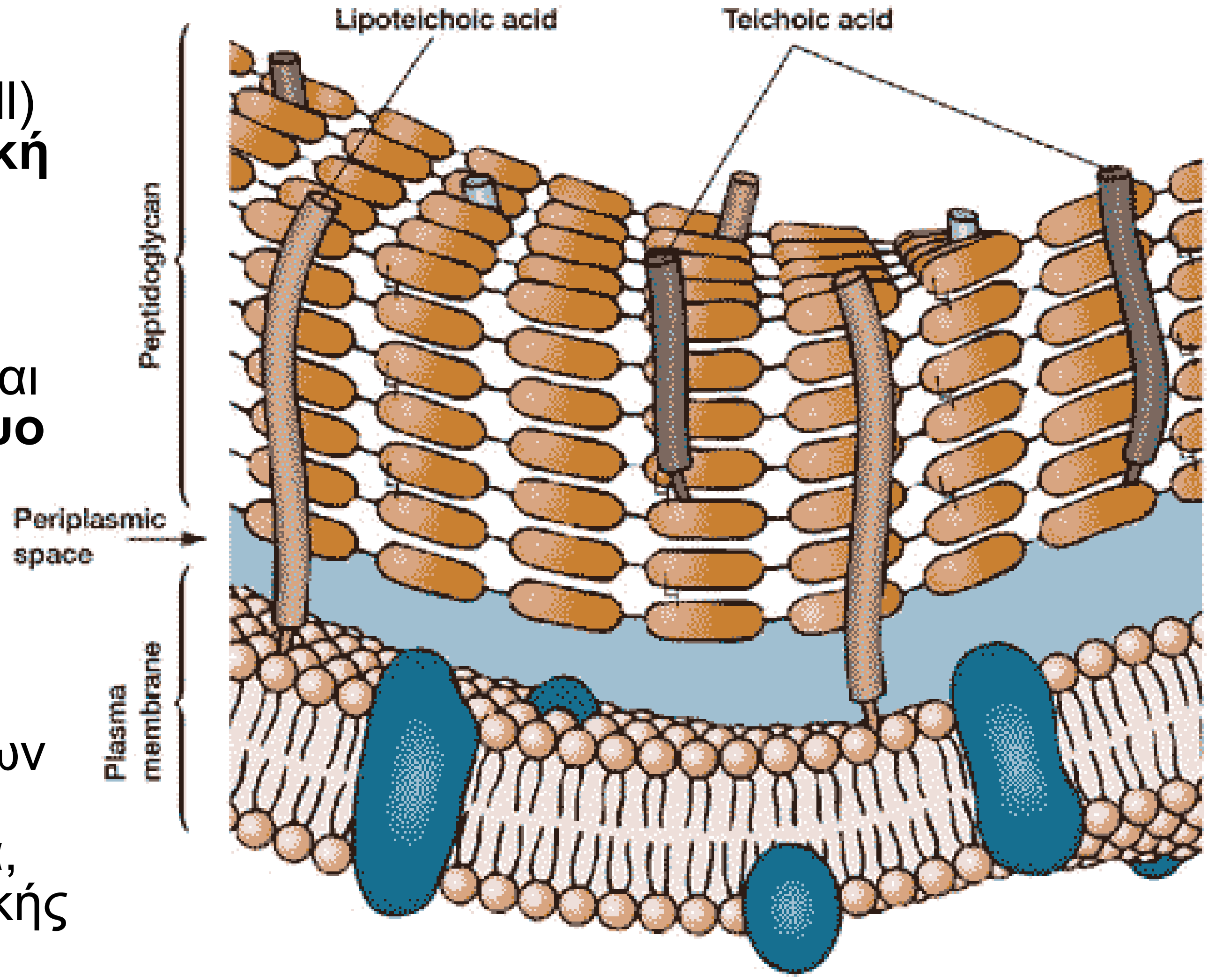
- Όλα τα κύτταρα (προκαρυωτικά και ευκαρυωτικά) περιβάλλονται από **κυτταρική μεμβράνη** (cell or plasma membrane) που διαχωρίζει το εσωτερικό τους από τον περιβάλλοντα χώρο.



- Μέσω της μεμβράνης **εισέρχονται** στο κύτταρο θρεπτικά συστατικά και οι υπόλοιπες ουσίες που αυτό χρειάζεται και **εξέρχονται** τα άχρηστα προϊόντα και διάφορες άλλες ουσίες.

Κυτταρικό τοίχωμα βακτηρίων

- Εξωτερικά της κυτταροπλασματικής μεμβράνης βρίσκεται το **κυτταρικό τοίχωμα** (cell wall) το οποίο **προσδίδει μηχανική αντοχή** σ' ένα κύτταρο.
- Στα βακτήρια το βακτηριακό κυτταρικό τοίχωμα αποτελείται από ένα μακρομοριακό **δίκτυο πεπτιδογλυκάνης** (ή **μουρεΐνης**).
- Αν και τα κύτταρα μερικών **ευκαρυωτικών μικροοργανισμών**, όπως των **φυκών** και των **μυκήτων**, διαθέτουν κυτταρικό τοίχωμα, αυτό είναι διαφορετικής χημικής σύστασης από εκείνο των βακτηρίων, απλούστερο στη δομή και λιγότερο άκαμπτο.



Θετικά και αρνητικά κατά Gram βακτήρια

- **Ανάλογα με τη <u>δομή του κυτταρικού τους φακέλου</u> (κυτταρική μεμβράνη και κυτταρικό τοίχωμα), τα βακτήρια χωρίζονται σε δύο μεγάλες ομάδες:**

✓ τα **θετικά κατά Gram**

και

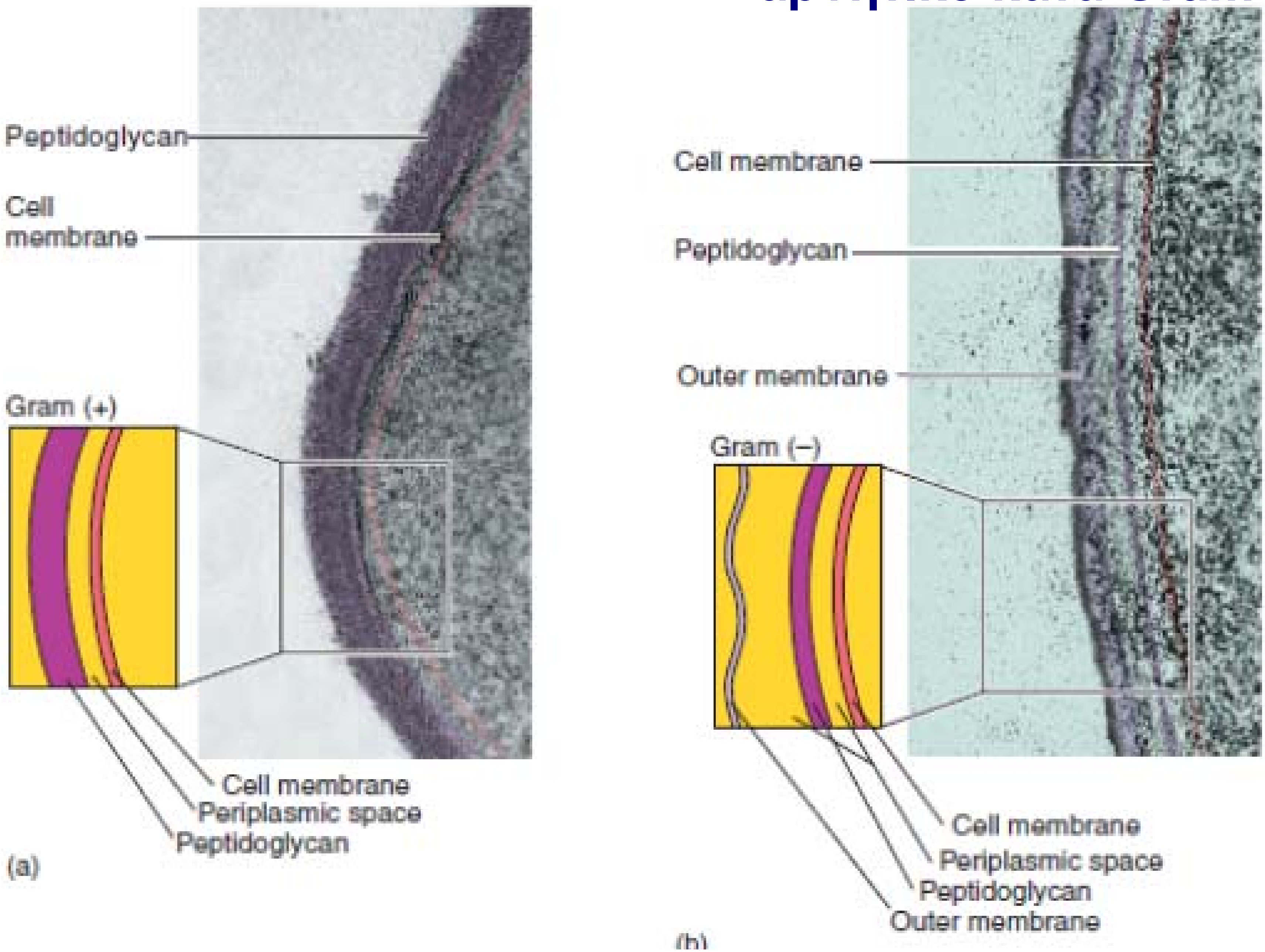
✓ τα **αρνητικά κατά Gram**

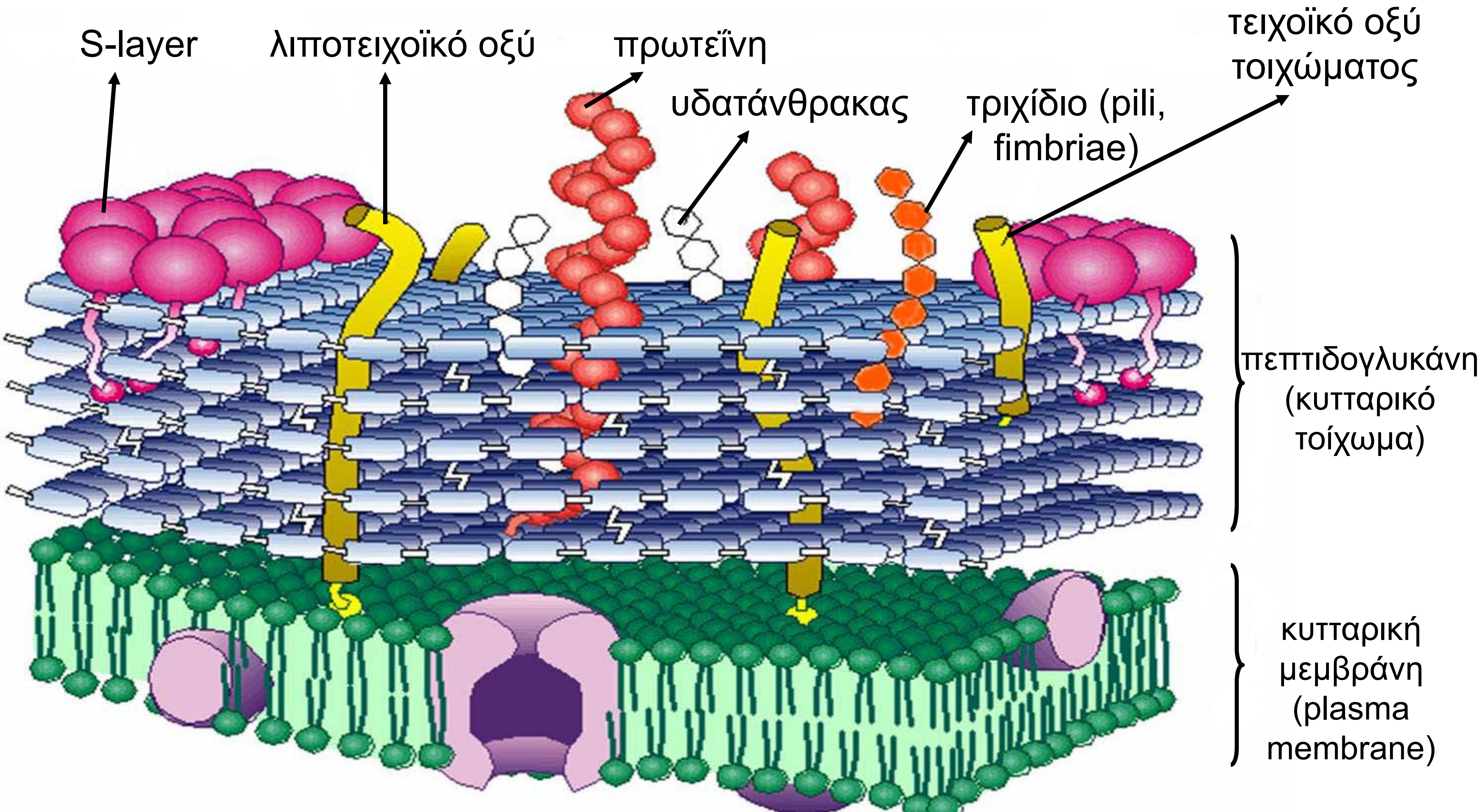
- Στα **θετικά κατά Gram βακτήρια**, το κυτταρικό τους τοίχωμα αποτελείται από πολλά στρώματα (έως 25) πεπτιδογλυκάνης, διαμορφώνοντας μια παχιά και σχετικά άκαμπτη δομή.

- Σε αντίθεση, το κυτταρικό τοίχωμα των **αρνητικών κατά Gram βακτηρίων** περιέχει λίγα στρώματα πεπτιδογλυκάνης (λεπτό κυτταρικό τοίχωμα), τα οποία περιβάλλονται από μια **εξωτερική μεμβράνη**, αποτελούμενη από λιποπολυσακχαρίτες (LPS), λιποπρωτεΐνες και φωσφολιπίδια.

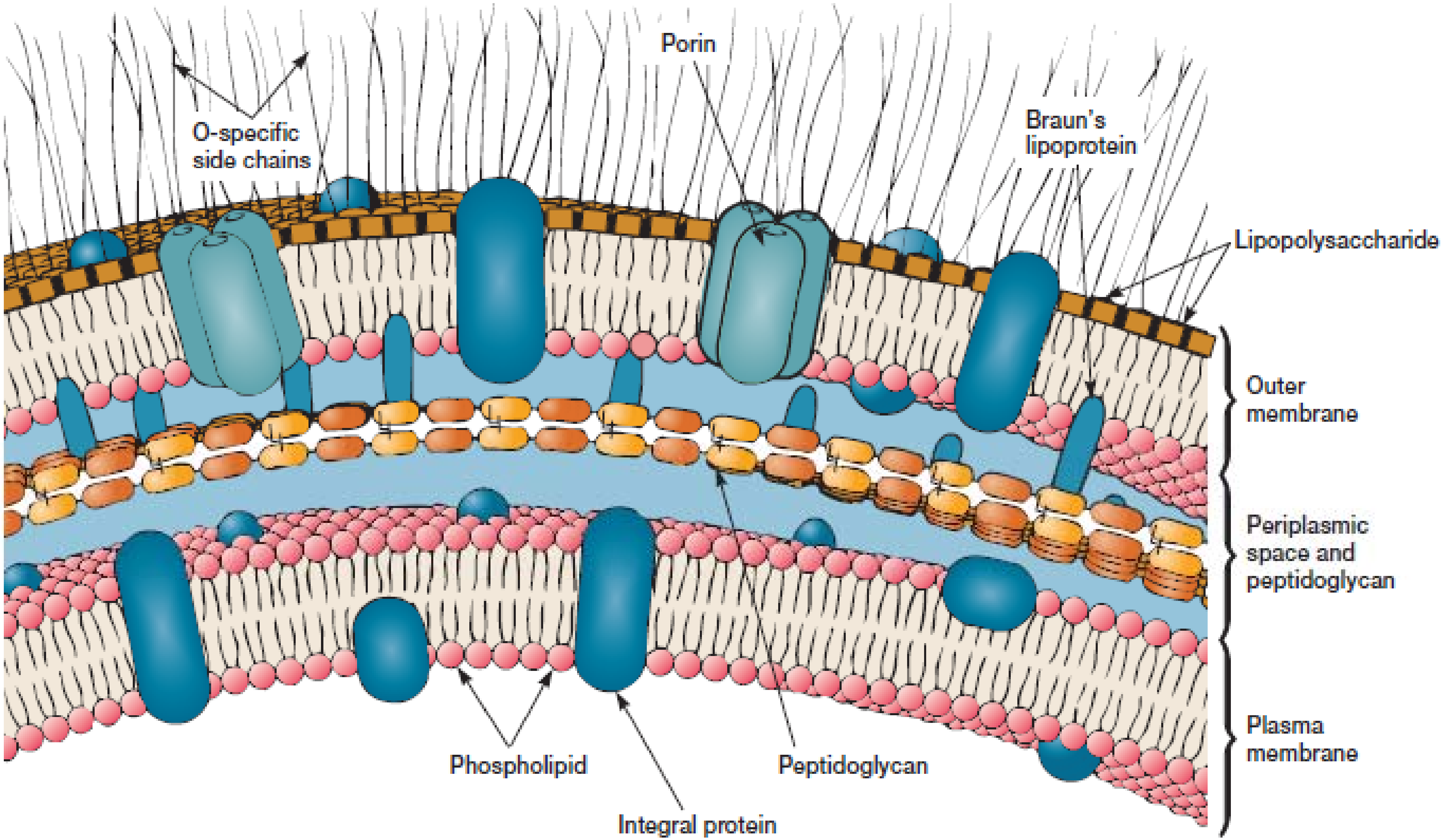
κυτταρικός φάκελος βακτηρίων

θετικό κατά Gram **αρνητικό κατά Gram**



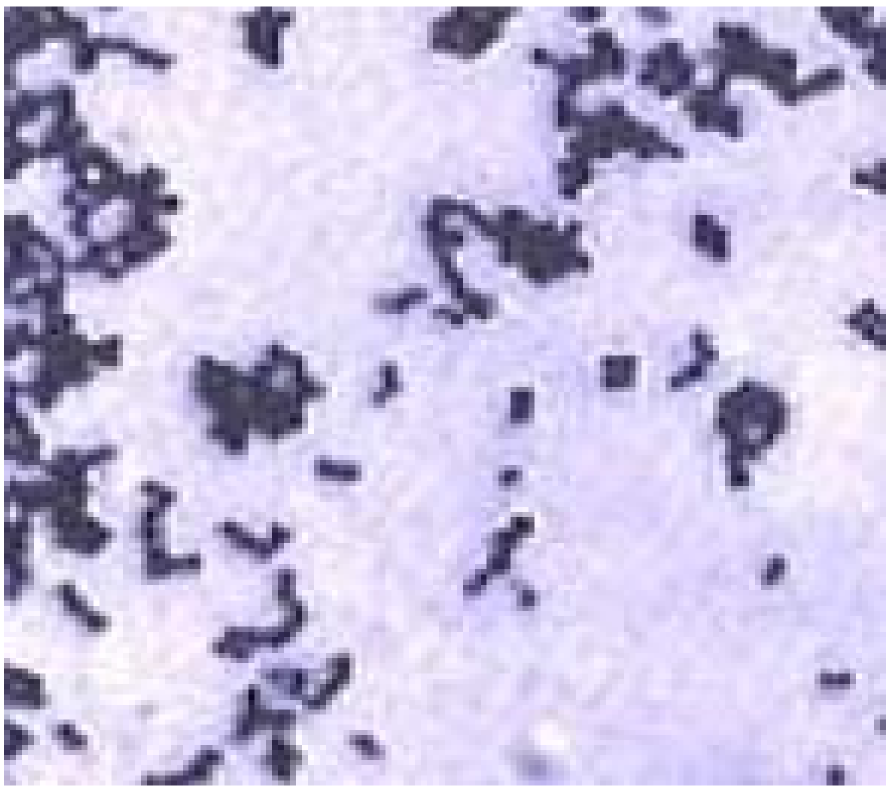


κυτταρικός φάκελος θετικού κατά Gram βακτηρίου

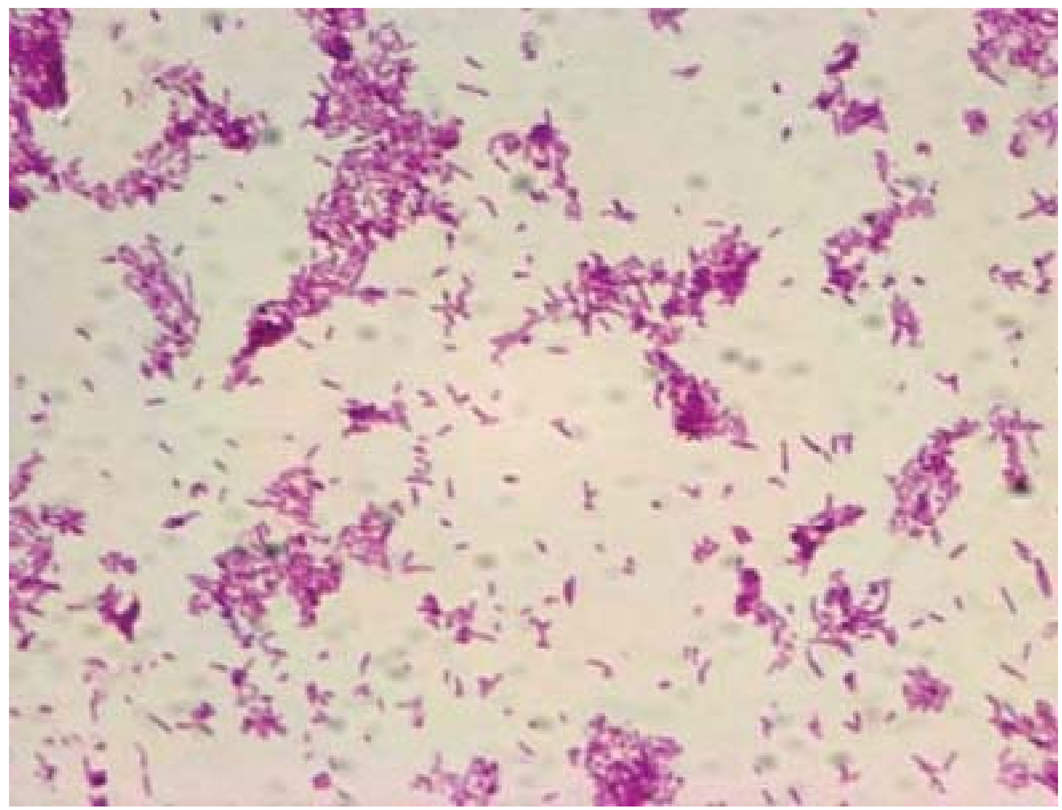


κυτταρικός φάκελος αρνητικού κατά Gram βακτηρίου

παρατήρηση θετικών και αρνητικών κατά Gram βακτηρίων σε οπτικό μικροσκόπιο φωτεινού πεδίου (μετά από διαδικασία διαφορικής χρώσης κατά Gram)



θετικά κατά Gram



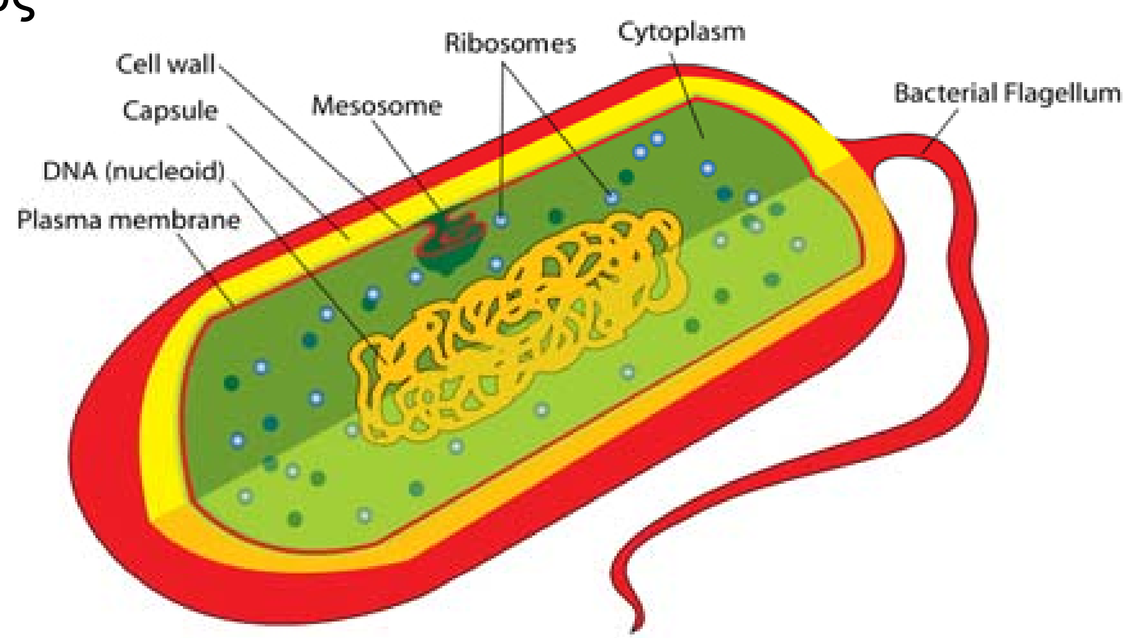
αρνητικά κατά Gram

Κυτταρόπλασμα

- Στο εσωτερικό του κυττάρου βρίσκεται ένα σύνθετο μείγμα ουσιών (και δομών) που ονομάζεται **κυτταρόπλασμα** (cytoplasm).

- Το κυτταρόπλασμα αποτελείται από περίπου **80% νερό** και περιέχει κυρίως **πρωτεΐνες** (ένζυμα), **υδατάνθρακες**, **λιπίδια**, **ανόργανα ιόντα** και πολλές άλλες **ενώσεις μικρού μοριακού βάρους**.

- Οι σημαντικότερες δομές που υπάρχουν στο κυτταρόπλασμα των προκαρυωτικών κυττάρων είναι το **πυρηνοειδές** (πυρηνική περιοχή, DNA), τα **ριβοσώματα** και κάποιες δομές αποθήκευσης ουσιών που καλούνται **έγκλειστα** (inclusions).



- Στο κυτταρόπλασμα επιτελούνται οι κύριες λειτουργίες του κυττάρου.
  - ✓ π.χ. πρωτεϊνοσύνθεση στα ριβοσώματα αυτού.

Ευκαρυωτικά κύτταρα

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ευκαρυωτικών κυττάρων

- Το DNA τους (γενετικό υλικό) βρίσκεται στον **πυρήνα του κυττάρου**, ο οποίος διαχωρίζεται από το κυτταρόπλασμα μέσω πυρηνικής μεμβράνης και το DNA βρίσκεται σε **περισσότερα του ενός χρωμοσώματα**.
- Το **DNA τους συνδέεται με τις ιστόνες** καθώς και με τις **μη-ιστόνες** (π.χ. μεταγραφικοί παράγοντες, επιδιορθωτικοί παράγοντες).
- Τα κυτταρικά τους τοιχώματα (όταν υπάρχουν) έχουν απλούστερη δομή συγκρινόμενα με την **πεπτιδογλυκάνη** των βακτηρίων.
- **Η κυτταρική διαίρεση περιλαμβάνει τη μίτωση**, κατά την οποία τα χρωμοσώματα αντιγράφονται και σχηματίζονται δύο νέοι πυρήνες.

→ Τα χρωμοσώματα καθοδηγούνται στους νέους πυρήνες με τη βοήθεια των μικροσωληνίσκων (μιτωτική άτρακτός).

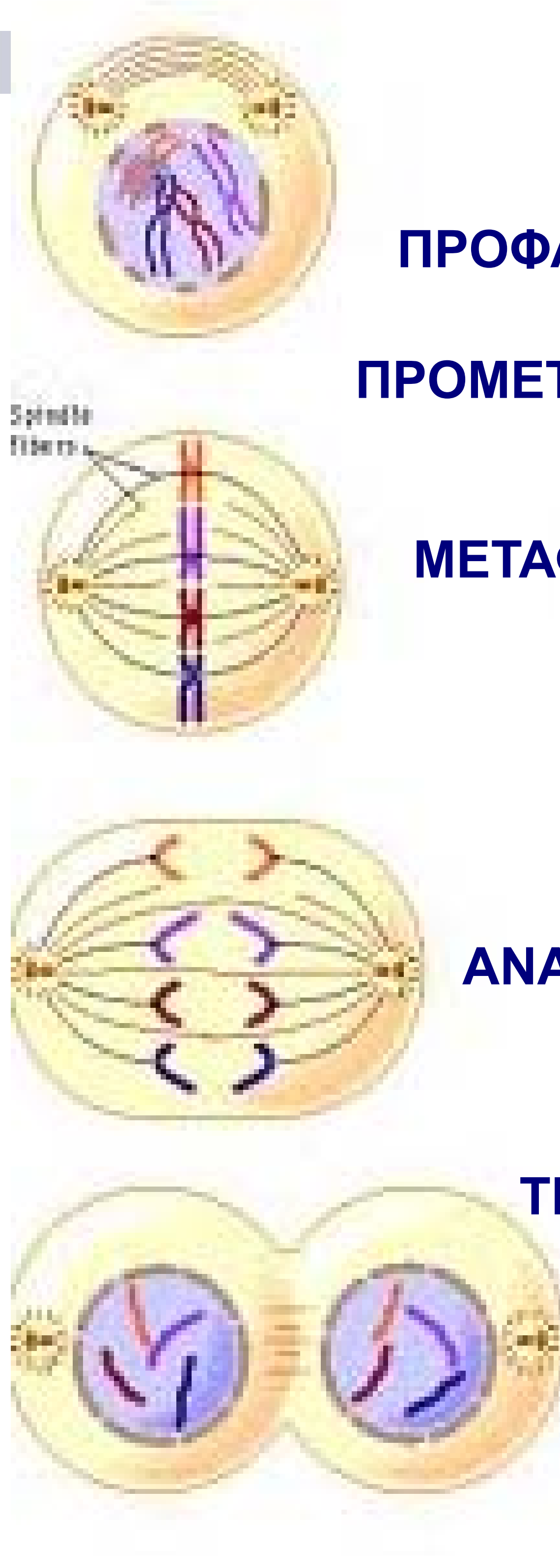
→ Ακολουθεί η διαίρεση του κυτταροπλάσματος (**κυτταροκίνηση**).

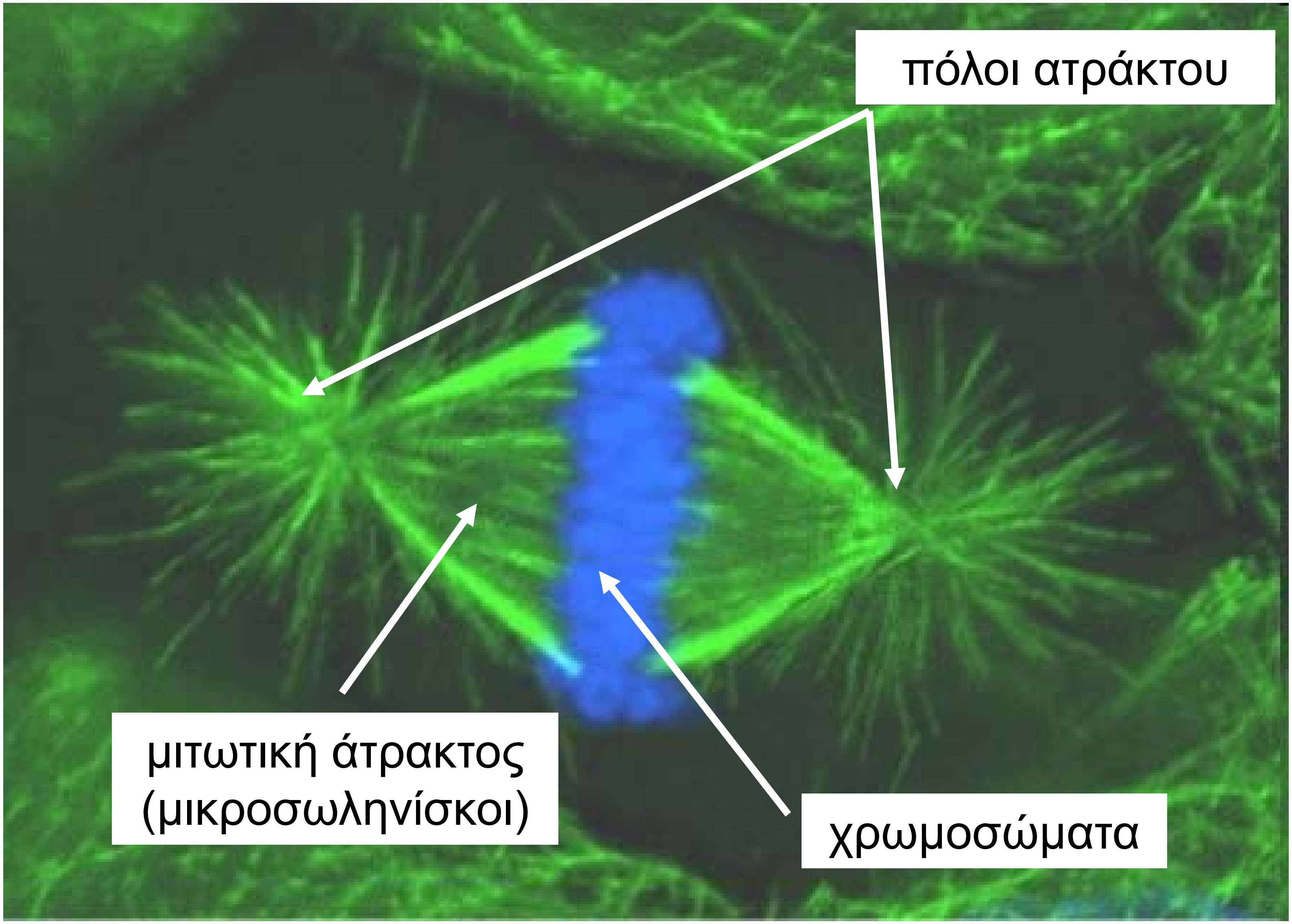
Μίτωση (πυρηνική διαίρεση)

- Στη **μίτωση**, συμβαίνει **διαίρεση του πυρήνα ενός ευκαρυωτικού κύτταρου** προκειμένου μαζί με την επακόλουθη **κυτταροκίνηση** (διαίρεση του κυτταροπλάσματος) να παραχθούν δύο **πανομοιότυπα γενετικά θυγατρικά κύτταρα**.
- Σ' αυτήν έχουμε συμπύκνωση της **χρωματίνης** σε ορατά **χρωμοσώματα**.

➢ **Η μίτωση αποτελείται από 4 κύρια στάδια:**

✓ την **πρόφαση**
✓ τη **μετάφαση**
✓ την **ανάφαση**
✓ την **τελόφαση**





μικροφωτογραφία ανοσοφθορισμού ευκαρυωτικού κυττάρου που έχει μπει στη διαδικασία της πυρηνικής διαίρεσης (μίτωσης)

κατά τη <u>μετάφαση</u> (το 2^{ο} στάδιο της μίτωσης) τα ήδη διπλασιασμένα χρωμοσώματα παρατάσσονται στο ισημερινό επίπεδο της μιτωτικής ατράκτου, στο μέσον της απόστασης ανάμεσα στους πόλους της

Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ευκαρυωτικών κυττάρων

- Τα **ευκαρυωτικά κύτταρα** είναι κατά κανόνα **μεγαλύτερα** (**2-200 *μ*m**) και **πολυπλοκότερα** από τα προκαρυωτικά.

- Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των ευκαρυωτών είναι η παρουσία **μεμβρανοπερίκλειστων δομών** (membrane-enclosed structures) που ονομάζονται **οργανίδια**, όπως:

✓ πυρήνας
✓ **μιτοχόνδρια**
✓ **χλωροπλάστες**
✓ ενδοπλασματικό δίκτυο κτλ.

Τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες παίζουν σημαντικό ρόλο στην παραγωγή ενέργειας μέσω της αναπνοής και της φωτοσύνθεσης, αντίστοιχα.

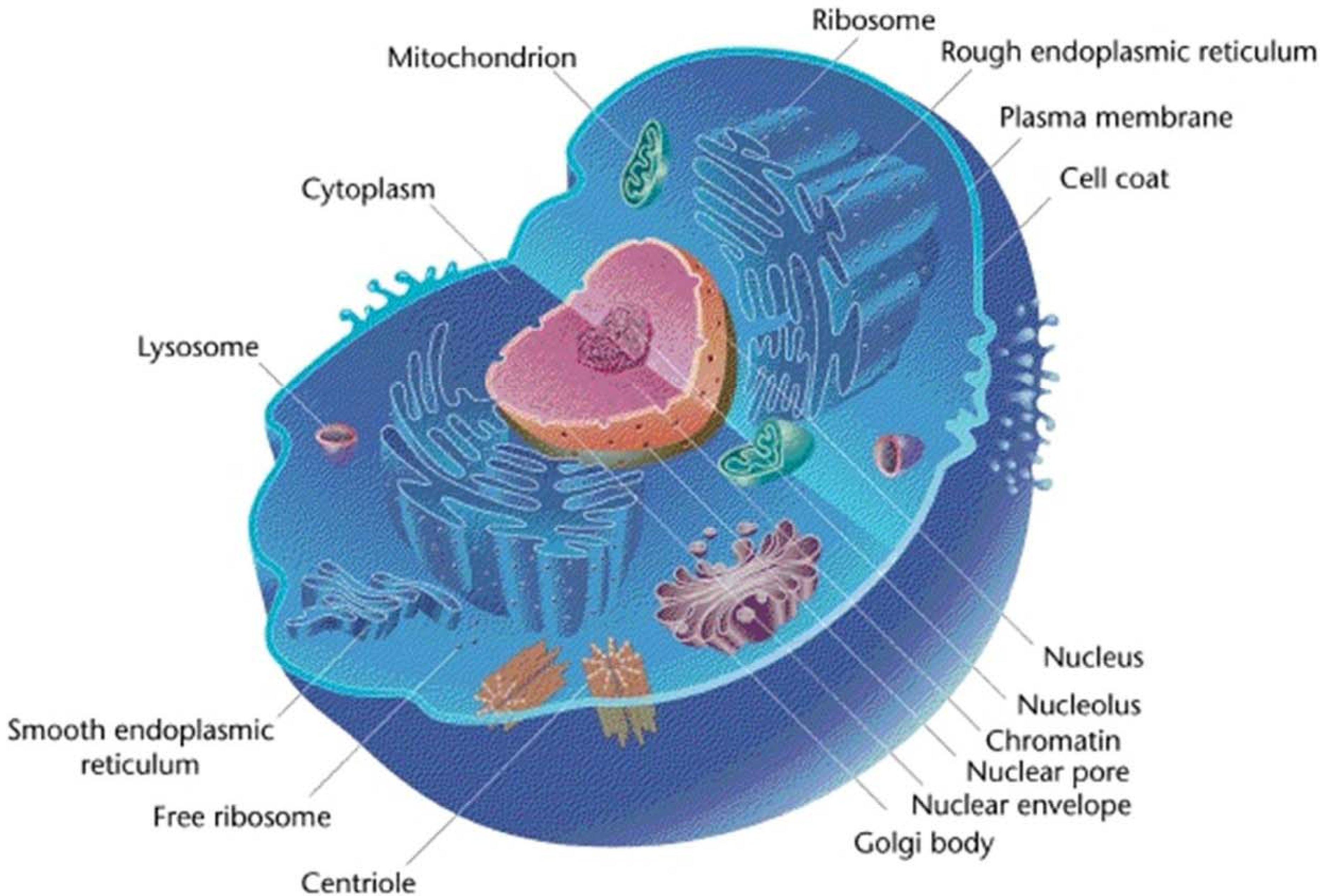
- Από τα ευκαρυωτικά κύτταρα αποτελούνται επίσης όλα τα **ανώτερα φυτά** και **ζώα** (μετάζωα).

Οργανίδια ευκαρυωτικών κυττάρων

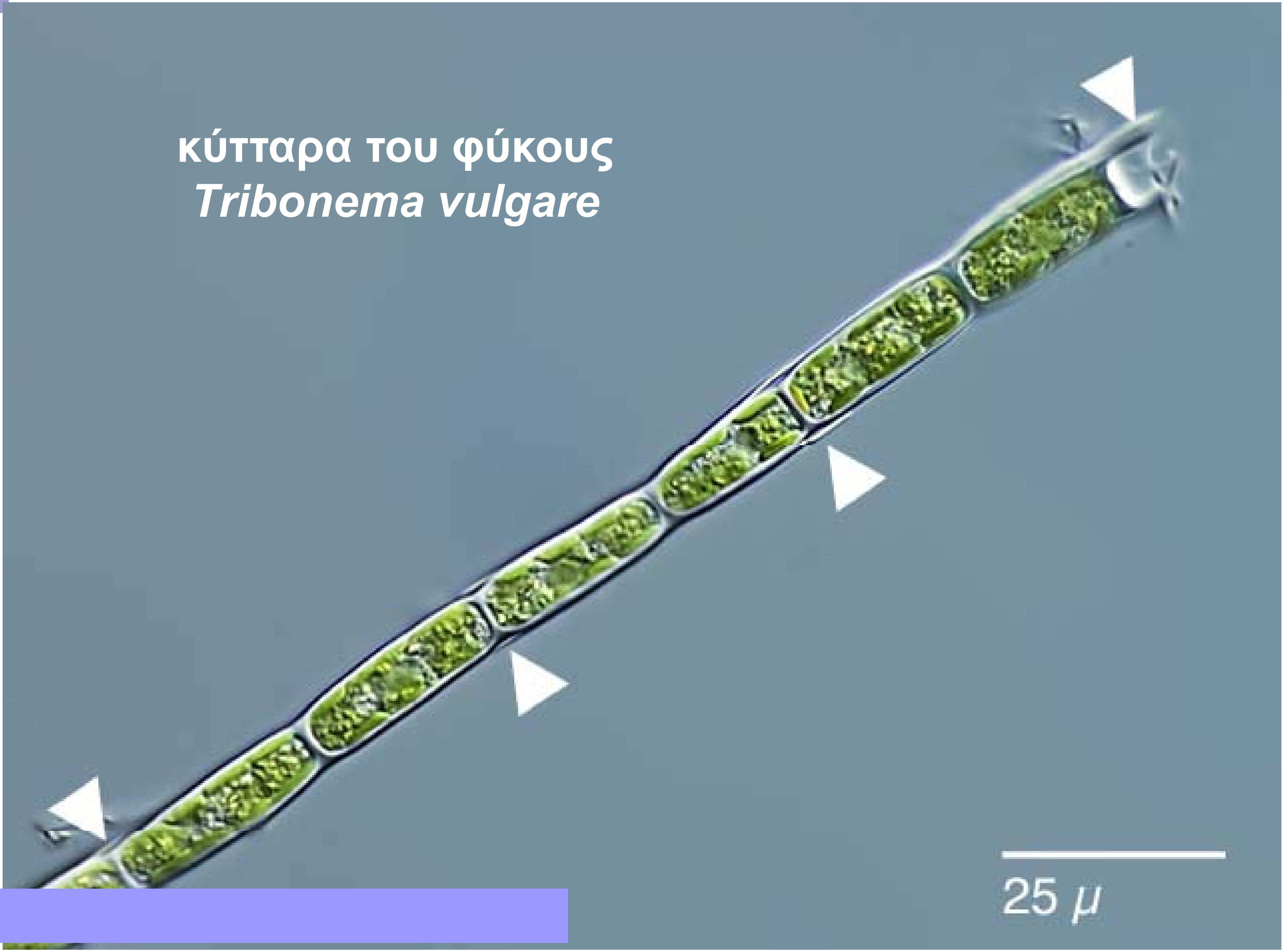
- **Στα ευκαρυωτικά κύτταρα, οι εσωτερικές μεμβράνες δημιουργούν τα εξής <u>ενδοκυττάρια διαμερίσματα</u>:**

- ✓ **τον πυρήνα (nucleus)**
- ✓ **το ενδοπλασματικό δίκτυο (endoplasmic reticulum)**
- ✓ **το σύμπλεγμα ή συσκευή Golgi (Golgi apparatus)**
- ✓ **τα λυσοσώματα (lysosomes)** *μόνο στα ζωικά κύτταρα*
- ✓ **τα μιτοχόνδρια (mitochondria)**
- ✓ **τους χλωροπλάστες (chloroplasts)** *μόνο στα φυτικά κύτταρα*
- ✓ **τα υπεροξυσώματα (peroxisomes)**
- ✓ **τα διάφορα μικρά κυστίδια (vesicles)**
- ✓ **τα χυμοτόπια ή κενοτόπια (vacuoles)** *μόνο στα φυτικά κύτταρα*

σχεδιάγραμμα ενός ευκαρυωτικού κυττάρου



κύτταρα του φύκους
Tribonema vulgare

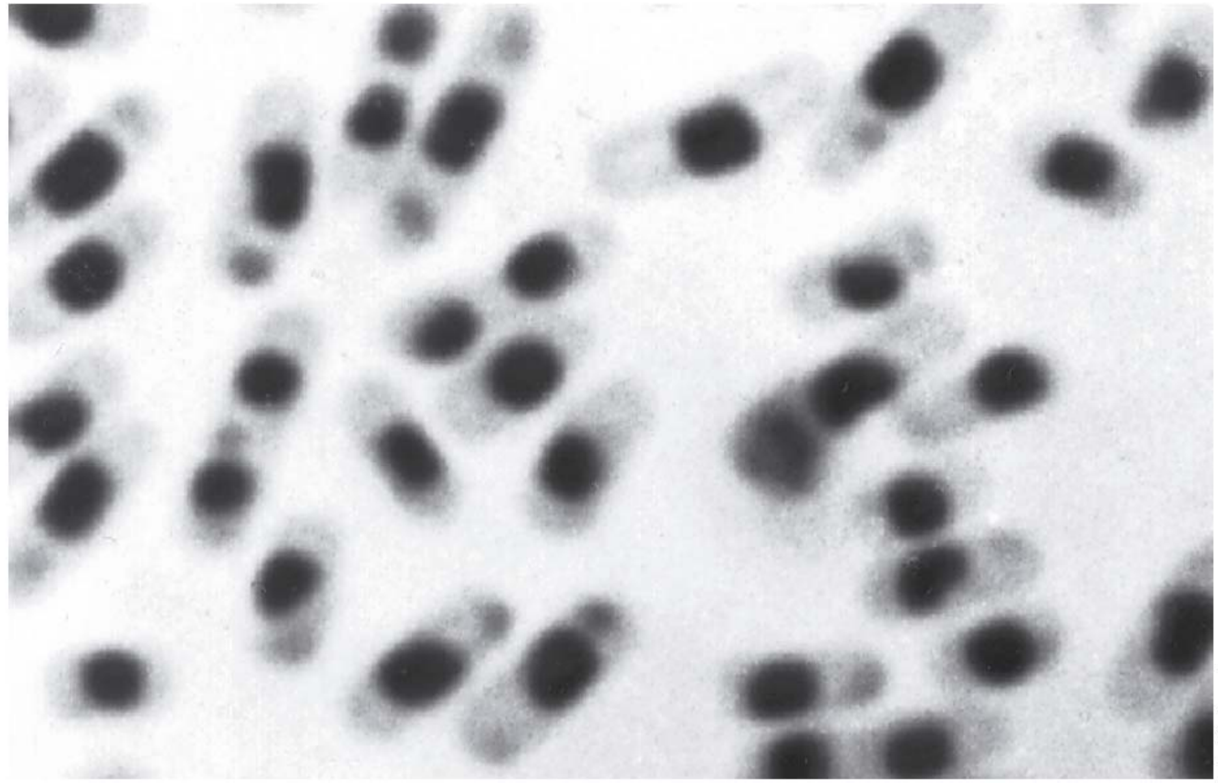


DNA και μικροοργανισμοί

- Οι έμβιες λειτουργίες όλων των κυττάρων εξαρτώνται από τη γενετική τους σύσταση, δηλαδή το **σύνολο των γονιδίων τους**.

- **Γονίδιο** είναι ένα τμήμα του DNA (του γονιδιώματος) που κωδικοποιεί μια πρωτεΐνη ή ένα μόριο RNA (π.χ. rRNA, tRNA).

- Στα προκαρυωτικά κύτταρα, το DNA υπάρχει υπό τη μορφή ενός δίκλωνου μορίου το οποίο ονομάζεται **βακτηριακό χρωμόσωμα** και το οποίο σχηματίζει το **πυρηνοειδές** (nucleoid).



μικροφωτογραφία οπτικού μικροσκοπίου κυττάρων *Escherichia coli*, τα οποία έχουν υποστεί ειδική κατεργασία ώστε να διακρίνεται το πυρηνοειδές

- Οι περισσότεροι προκαρυώτες διαθέτουν ένα μοναδικό αντίτυπο (single copy) του κάθε γονιδίου, είναι δηλαδή **απλοειδείς οργανισμοί** (haploids).

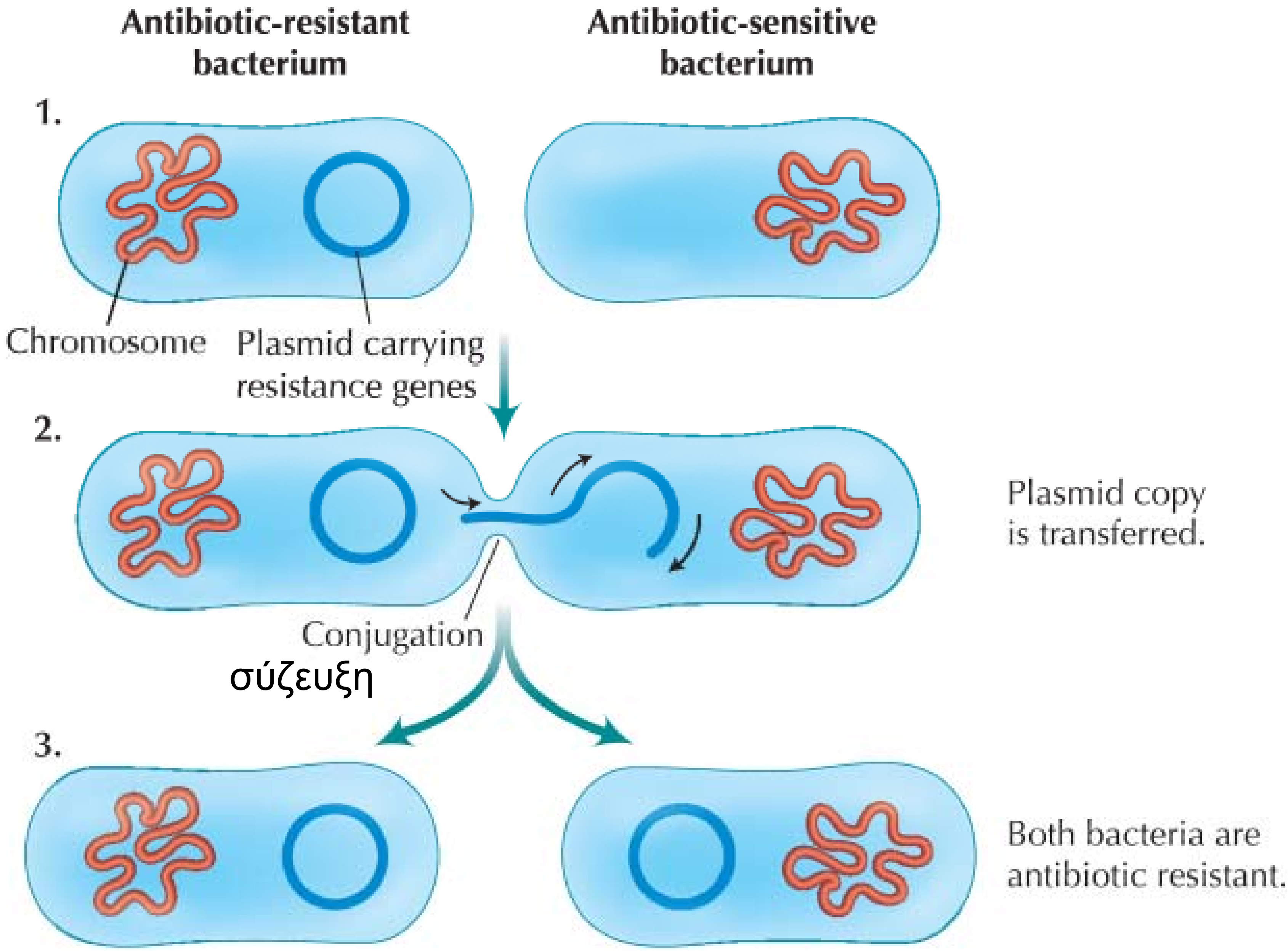
- Οι περισσότεροι προκαρυώτες περιέχουν επίσης **πλασμίδια**, δηλαδή μη χρωμοσωμικό DNA, επίσης σε κυκλική μορφή.

  - Τα πλασμίδια φέρουν **γονίδια που προσδίδουν πρόσθετες ικανότητες** στα βακτήρια.

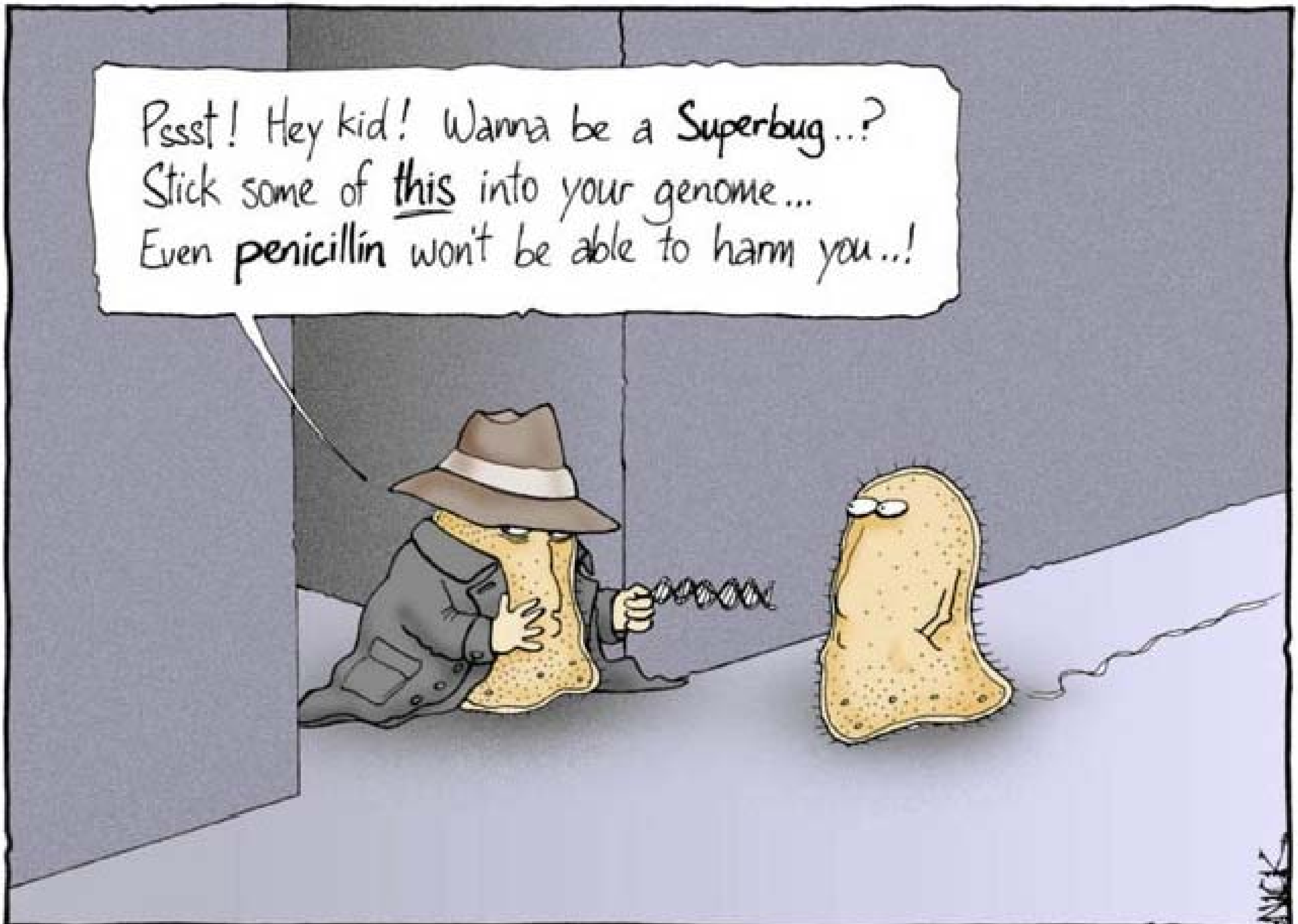
    - π.χ. ιδιαίτερες μεταβολικές ιδιότητες, ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά.

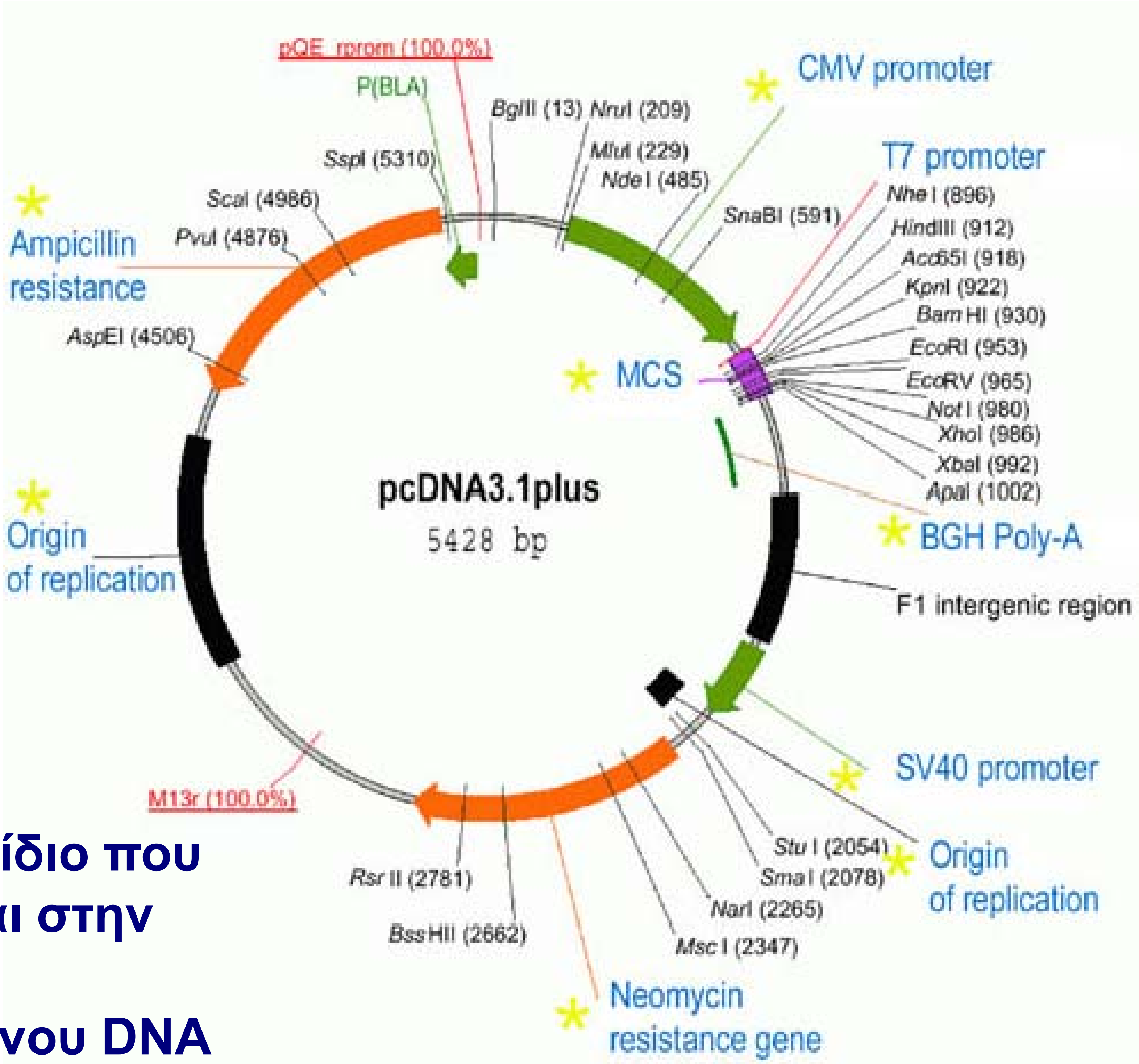
- Σε αντίθεση με τα πλασμιδιακά γονίδια, τα περισσότερα **χρωμοσωμικά γονίδια** είναι απαραίτητα για την επιβίωση του κυττάρου (**γονίδια κυτταρικής οικονομίας**, housekeeping genes).

- Στους ευκαρυώτες το DNA βρίσκεται στον πυρήνα υπό τη μορφή γραμμικών μορίων που «συσκευάζονται» με πολύ οργανωμένο τρόπο, σχηματίζοντας τα **χρωμοσώματα** (chromosomes).



μεταφορά πλασμιδίου ανθεκτικότητας σε κάποιο αντιβιοτικό από ένα ανθεκτικό στο αντιβιοτικό βακτήριο σ' ένα άλλο ευαίσθητο στο αντιβιοτικό βακτήριο, μέσω σύζευξης


Pssst! Hey kid! Wanna be a Superbug..?
Stick some of this into your genome...
Even penicillin won't be able to harm you..!
NICK

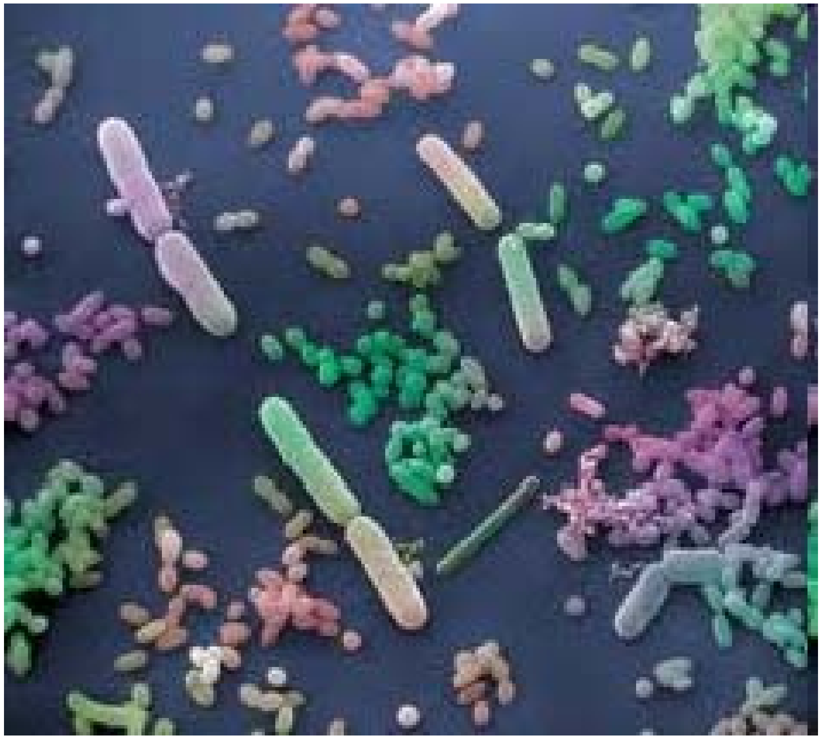


τεχνητό πλασμίδιο που χρησιμοποιείται στην τεχνολογία του ανασυνδυασμένου DNA

Μικροβιακή ποικιλομορφία

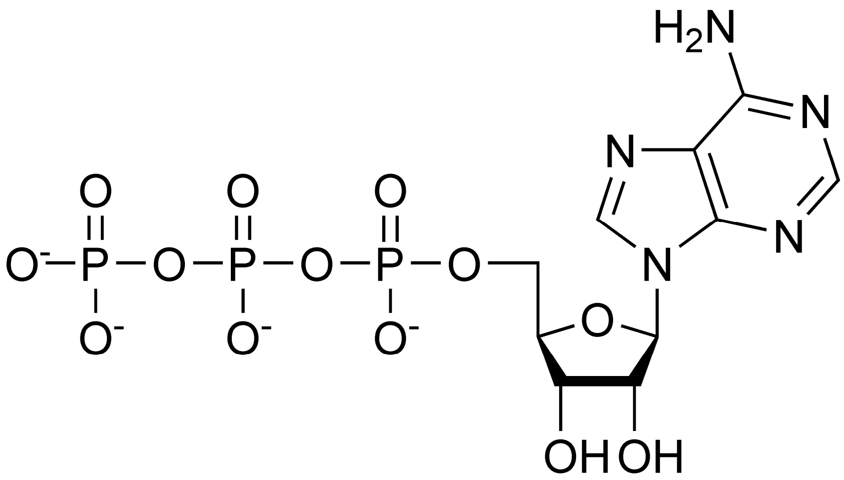
Μικροοργανισμοί και ενέργεια

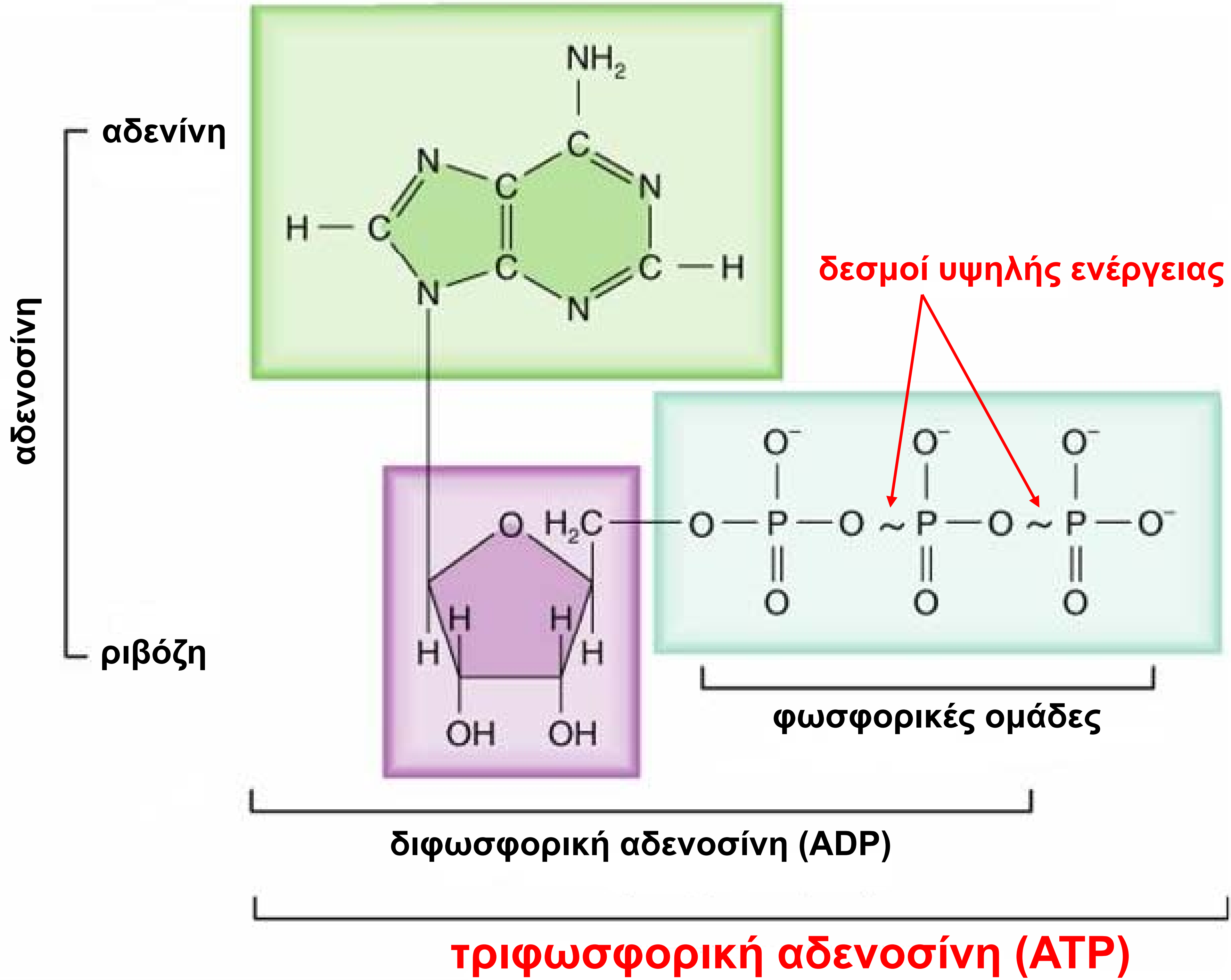
- Όλα τα κύτταρα χρειάζονται **ενέργεια**.



- **Η ενέργεια μπορεί να προσληφθεί με 3 τρόπους:**
  - **από οργανικές ενώσεις**
  - από ανόργανες ενώσεις
  - από το φως (ηλιακή ακτινοβολία)

- Τα κύτταρα διατηρούν ενέργεια στο εσωτερικό τους συνήθως υπό τη μορφή της **τριφωσφορικής αδενοσίνης** (ATP).




αδενίνη
αδενοσίνη
ριβόζη
NH2
H
C
N
O
H2C
OH
O⁻
P
δεσμοί υψηλής ενέργειας
φωσφορικές ομάδες
διφωσφορική αδενοσίνη (ADP)
τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP)

Κατηγορίες οργανισμών ανάλογα με την πηγή άνθρακα και ενέργειας που χρησιμοποιούν

► ΠΗΓΗ ΑΝΘΡΑΚΑ (CARBON SOURCE)

- ✓ **αυτότροφοι** (autotrophs): χρησιμοποιούν το CO_2 σαν πηγή άνθρακα.
- ✓ **ετερότροφοι** (heterotrophs): χρησιμοποιούν οργανικές πηγές (ενώσεις) άνθρακα.

► ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ENERGY SOURCE)

- ✓ **φωτότροφοι** (phototrophs): χρησιμοποιούν το ηλιακό φως σαν πηγή ενέργειας.
- ✓ **χημειότροφοι** (chemotrophs): προμηθεύονται ενέργεια μέσω της οξείδωσης οργανικών (**χημειοοργανότροφοι**) ή ανόργανων (**χημειολιθότροφοι**) ενώσεων.

φυτά, άλγη, κυανοβακτήρια (φωτοαυτότροφοι)

ζώα, μύκητες, πρωτόζωα, τροφιμογενή βακτήρια (χημειοετερότροφοι)

Κυτταρική αναπνοή
(→ οξείδωση ανηγμένων μοριών - πηγών ενέργειας)

- Η **οξειδοαναγωγική αντίδραση** που έχει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στη βιολογία είναι η **κυτταρική αναπνοή** (cellular respiration), δηλαδή η **οξείδωση της γλυκόζης και των άλλων μορίων της τροφής**.

➢ **Η γενική εξίσωση της αντίδρασης της αναπνοής είναι η εξής:**

οξειδώνεται

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{ενέργεια}$$

ανάγεται

- Η **γλυκόζη** είναι ένα ανηγμένο μόριο (reduced molecule) και **ενέργεια απελευθερώνεται όταν ένα κύτταρο την οξειδώνει**, κατά τη διαδικασία της αναπνοής.

Φωτοσύνθεση

- Όλα τα οργανικά υλικά που είναι απαραίτητα για τα σημερινά ζωντανά κύτταρα παράγονται κατά τη **φωτοσύνθεση**.

- Η **φωτοσύνθεση** είναι μια σειρά αντιδράσεων που χρησιμοποιούν την ενέργεια που προέρχεται από την **ηλιακή ακτινοβολία** για τη σύνθεση οργανικών μορίων (κυρίως **σακχάρων**), με πρώτη ύλη το **διοξείδιο του άνθρακα** της ατμόσφαιρας (CO_2).

ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

↓ ΧΛΩΡΟΠΛΑΣΤΕΣ

ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ (ΣΑΚΧΑΡΑ)

↓ ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΑ

ATP

➢ **Η βασική <u>απλοποιημένη</u> εξίσωση της φωτοσύνθεσης είναι:**

$$6\,H_2O + 6\,CO_2 + \text{φωτεινή ενέργεια} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$$

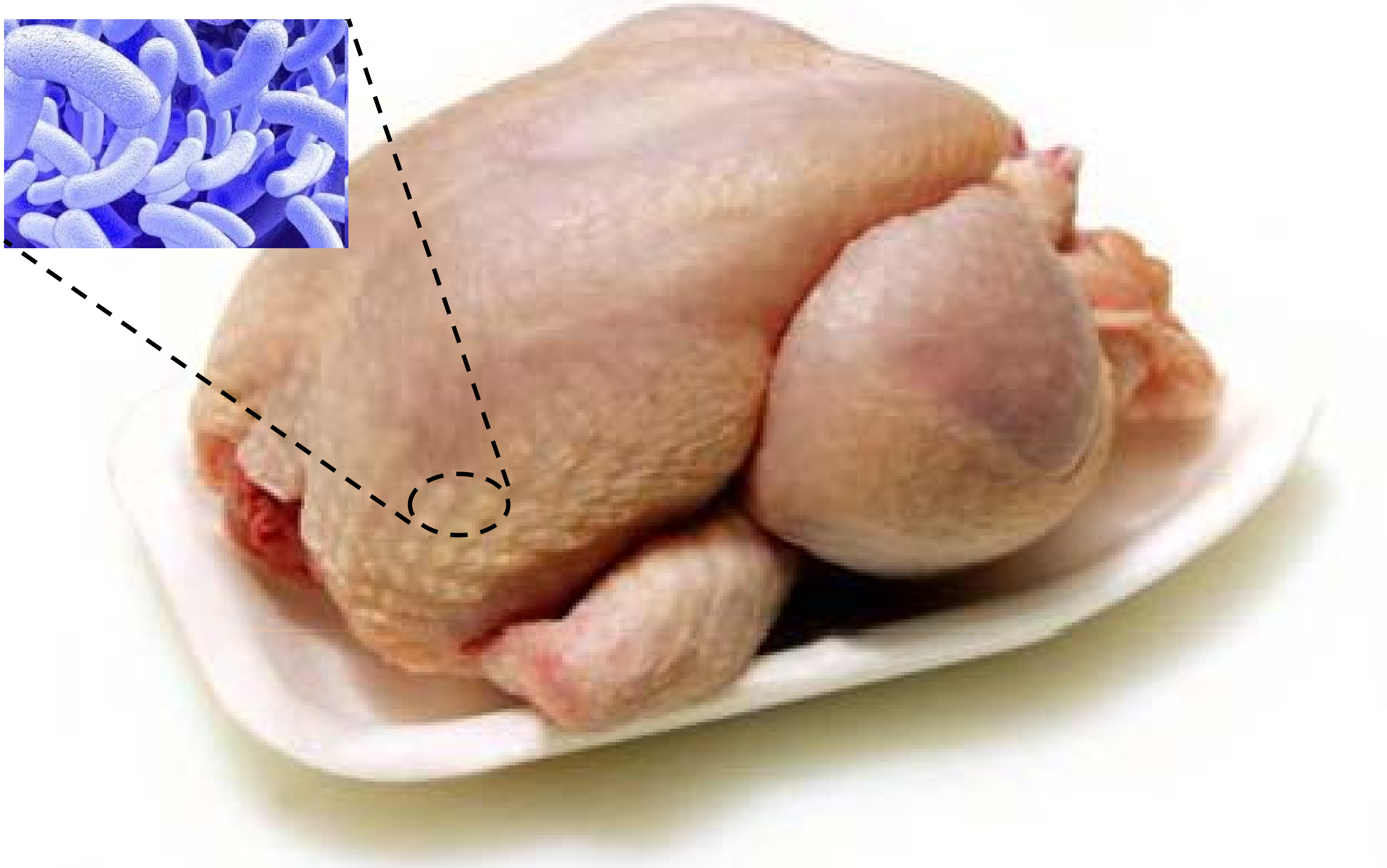
- Οι περισσότεροι μικροοργανισμοί που έχουν αναπτυχθεί σε εργαστηριακές καλλιέργειες είναι **χημειοοργανότροφοι** (δηλαδή **προσλαμβάνουν ενέργεια οξειδώνοντας οργανικές ενώσεις**).

- Οι μικροοργανισμοί που κυρίως μας απασχολούν στην **επιστήμη των τροφίμων** είναι επίσης χημειοργανότροφοι.

→ **αλλοιώσεις τροφίμων**

→ **προκλήσεις τροφιμογενών νοσημάτων**

→ **παραγωγή ζυμώμενων τροφίμων**



οι μικροοργανισμοί μπορούν και πολλαπλασιάζονται στα περισσότερα τρόφιμα <u>καταναλώνοντας ως πηγές ενέργειας τα οργανικά συστατικά των τροφίμων</u> (σάκχαρα, πρωτεΐνες, λιπίδια)

- Οι μικροοργανισμοί που μπορούν να αποκτήσουν ενέργεια μόνο **παρουσία οξυγόνου** λέγονται **αερόβιοι**, ενώ αυτοί που αποκτούν ενέργεια **απουσία οξυγόνου** λέγονται **αναερόβιοι**.

εργαστηριακό δοχείο καλλιέργειας αναερόβιων μικροοργανισμών

- Οι **ακραιόφιλοι** (extremophiles) μικροοργανισμοί είναι αυτοί που αυξάνονται βέλτιστα σε ακραίες περιβαλλοντικές παραμέτρους.

π.χ.

- ✓ χαμηλή ή υψηλή θερμοκρασία
- ✓ υψηλή οξύτητα
- ✓ υψηλή αλατότητα

κτλ.

Αρχαιοβακτήρια

- Στην επικράτεια αρχαία (archaea) απαντώνται μονοκύτταροι προκαρυώτες που **διαβιούν συνήθως σε αντίξοα περιβάλλοντα (εξτρεμόφιλα)**.

- Τα περισσότερα αρχαία είναι **χημειολιθοτροφικά** και χρησιμοποιούν συνήθως **αέριο H_2** ως **πηγή ενέργειας**.

- Ορισμένα είδη απαιτούν οξυγόνο, ενώ άλλα είναι υποχρεωτικά αναερόβια.

- Τα περισσότερα αρχαία **δεν μπορούν να καλλιεργηθούν στο εργαστήριο**.

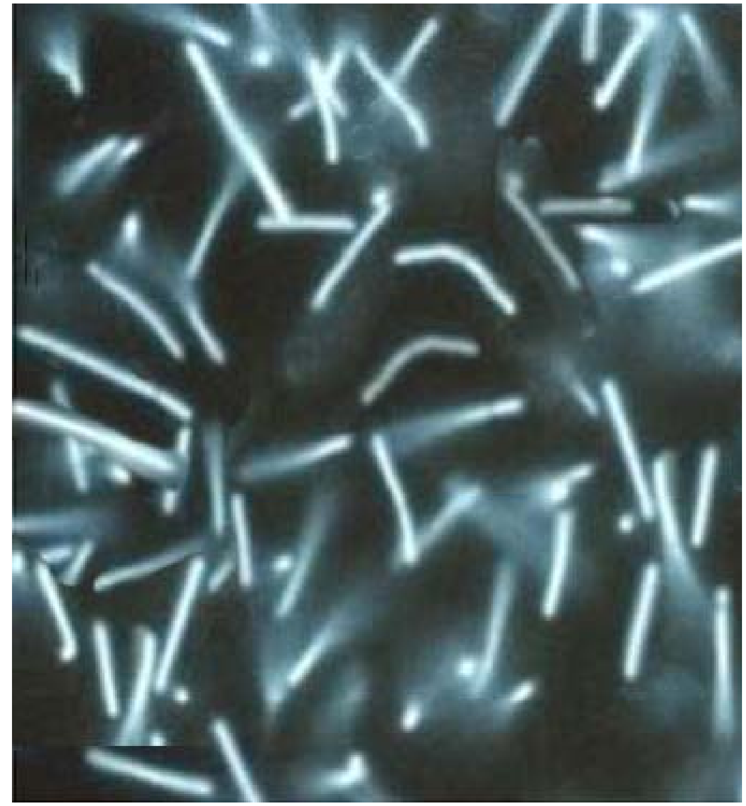
Ομάδες αρχαιοβακτηρίων

- **Διακρίνονται 3 μεγάλες ομάδες αρχαιοβακτηρίων:**

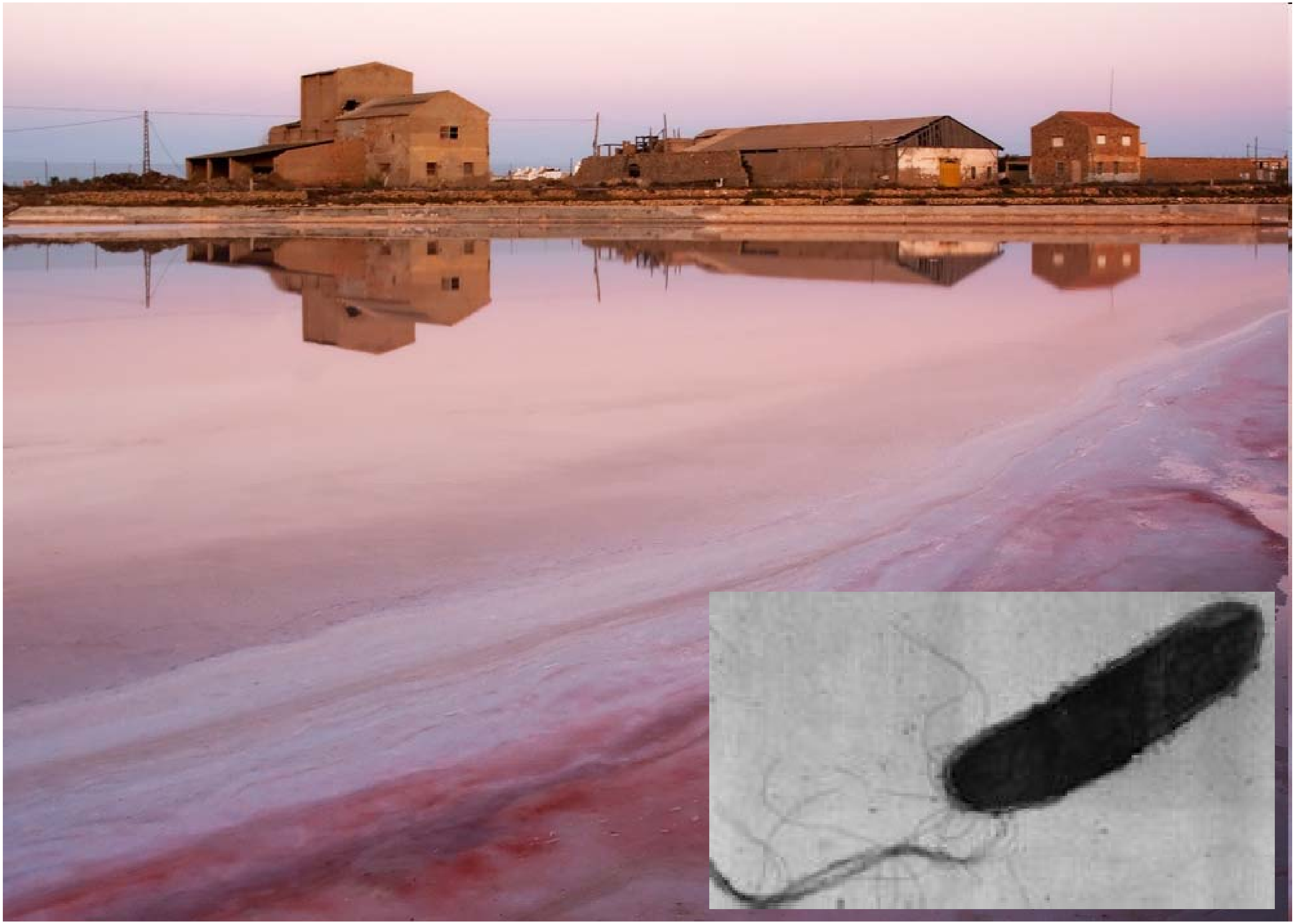
- τα **μεθανιογόνα**: υποχρεωτικά αναερόβιοι μικροοργανισμοί που **παράγουν μεθάνιο (CH_4, φυσικό αέριο)** από διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και υδρογόνο (H_2)

- τα **ακραία αλόφιλα**: απαιτούν υψηλές συγκεντρώσεις άλατος (NaCl) για να αναπτυχθούν

- τα **υπερθερμόφιλα**: αναπτύσσονται σε εξαιρετικά θερμά περιβάλλοντα



Methanopyrus kandleri



πορφυρό χρώμα αλμυρής λίμνης εξαιτίας της ανάπτυξης του <u>φωτοαυτότροφου αλόφιλου</u> αρχαιοβακτηρίου *Halobacterium salinarum*

Ταξινόμηση των μικροοργανισμών

- Η επιστήμη της **κατάταξης** των ζωντανών οργανισμών ονομάζεται **ταξινομική** (taxonomy).

- Η επιστήμη που μελετά τους **εξελικτικούς δεσμούς** μεταξύ των διαφόρων μορφών ζωής καλείται **φυλογενετική** (phylogeny).

- Δεδομένου ότι όλοι οι οργανισμοί έχουν ριβοσώματα, τα **ριβοσωμικά RNA** (rRNA) (η αλληλουχία τους) αποτελούν ένα εξαιρετικό **δείκτη των εξελικτικών σχέσεων**.

ταξινομική ιεραρχία (κατάταξη)

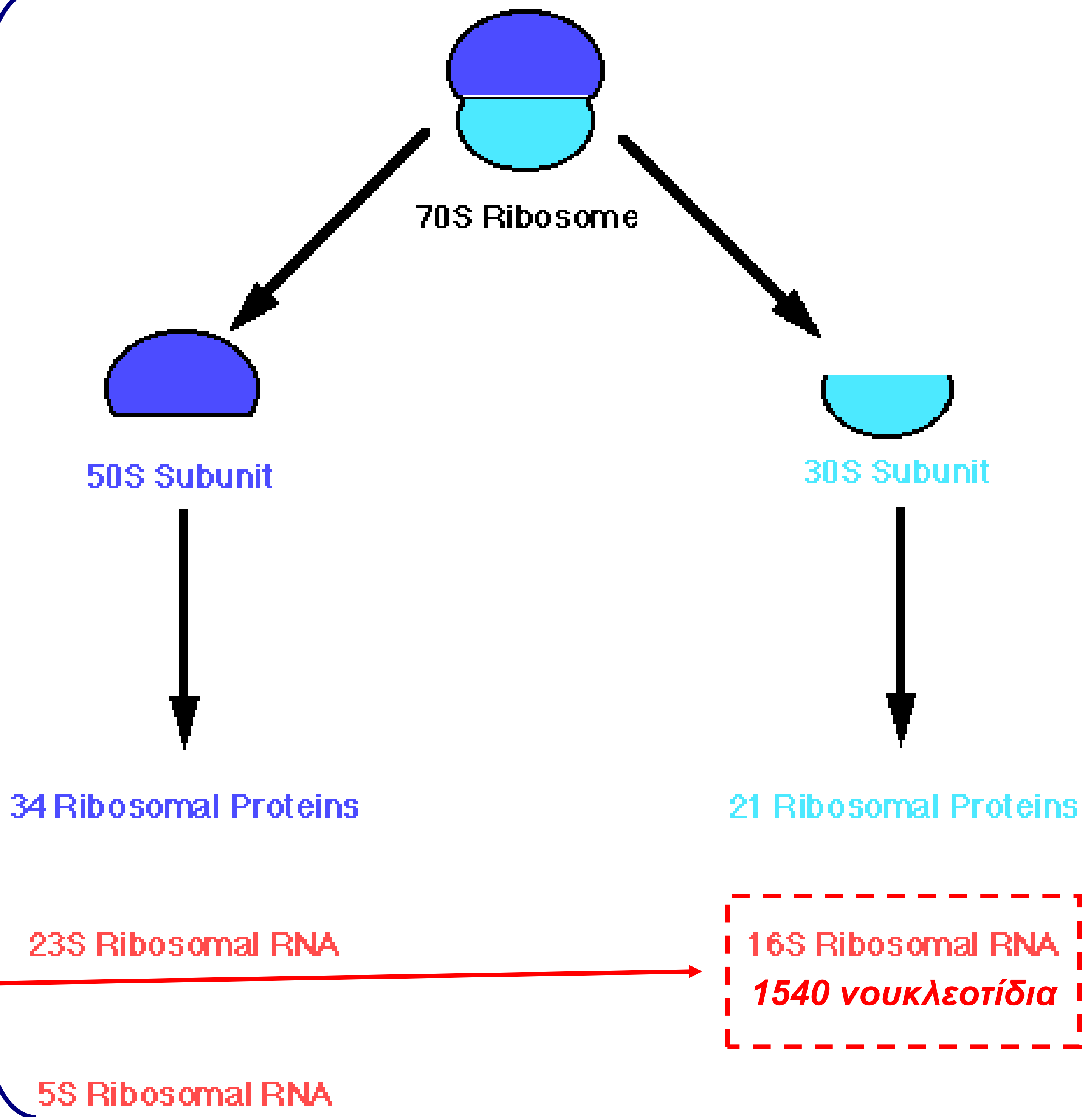
επικράτεια
↓
βασίλειο
↓
φύλο
↓
ομάδα
↓
τάξη
↓
οικογένεια
↓
γένος
↓
είδος
↓
στέλεχος

σύγχρονο απλοποιημένο σχήμα ταξινόμησης όλων των ζωντανών οργανισμών

το δέντρο της ζωής (tree of life)

- Η εμφάνιση του πρώτου κυττάρου οριοθετείται πριν από 3,8 δισεκατομμύρια χρόνια (καθολικός πρόγονος όλης της ζωής, **αρχέγονο κύτταρο**).

δομή βακτηριακού ριβοσώματος



η αλληλουχία του γονιδίου του <u>16S rRNA</u> χρησιμοποιείται σήμερα για την ταξινόμηση των βακτηρίων

Λειχήνες (lichens)

- Οι λειχήνες είναι δομές που αναπτύσσονται πάνω σε βράχια, δέντρα ή άλλες επιφάνειες.

- **Αποτελούν παράδειγμα <u>μικροβιακής συμβίωσης</u>.**

- **Αποτελούνται από:**

- ✓ έναν **μύκητα**
  και
- ✓ ένα **φωτοτροφικό έταιρο** (είτε φύκος, είτε κυανοβακτήριο)

- Ο **φωτοτροφικός οργανισμός** αποτελεί τον πρωτογενή παραγωγό (σύνθεση οργανικής ύλης από CO_2, αυτότροφος), ενώ ο **μύκητας** παρέχει μια σταθερή επιφάνεια προσκόλλησης.