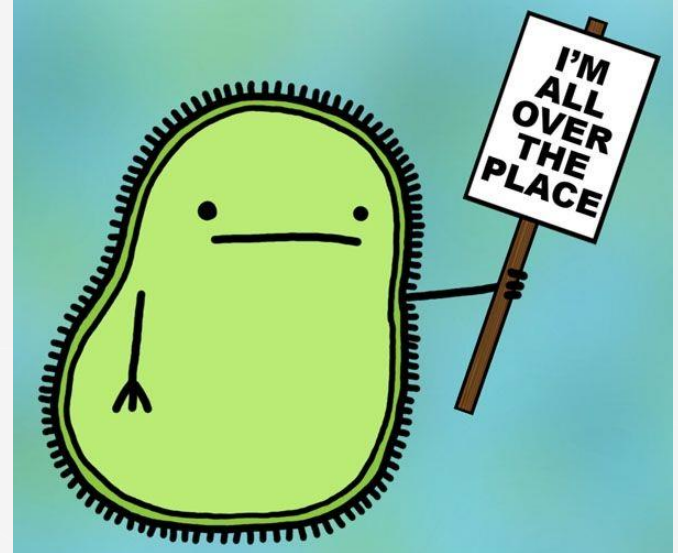


Προκαρυωτικοί οργανισμοί Βακτήρια



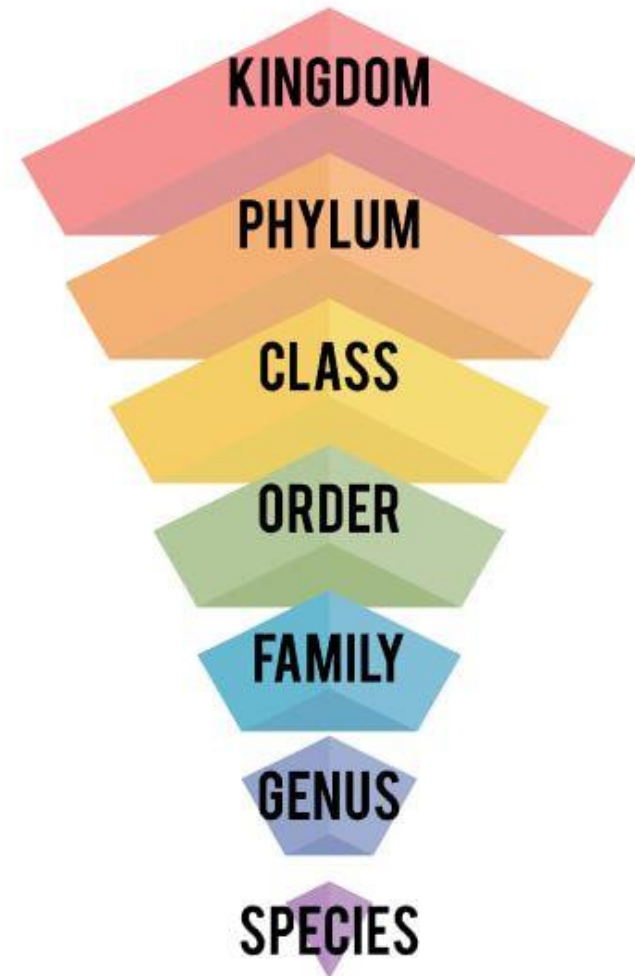
Σύντομη ιστορία της γης

- Σχηματισμός της γης
- 4,5 δις χρόνια
- Εμφάνιση ζωής-προκαρυωτικά βακτήρια
- 3,5 δις χρόνια
- Εμπύρηννα κύτταρα-ευκαρυωτικά
- 1,5 δις χρόνια
- Εμφάνιση πολυκυτταρικών οργανισμών
- 0,5 δις χρόνια

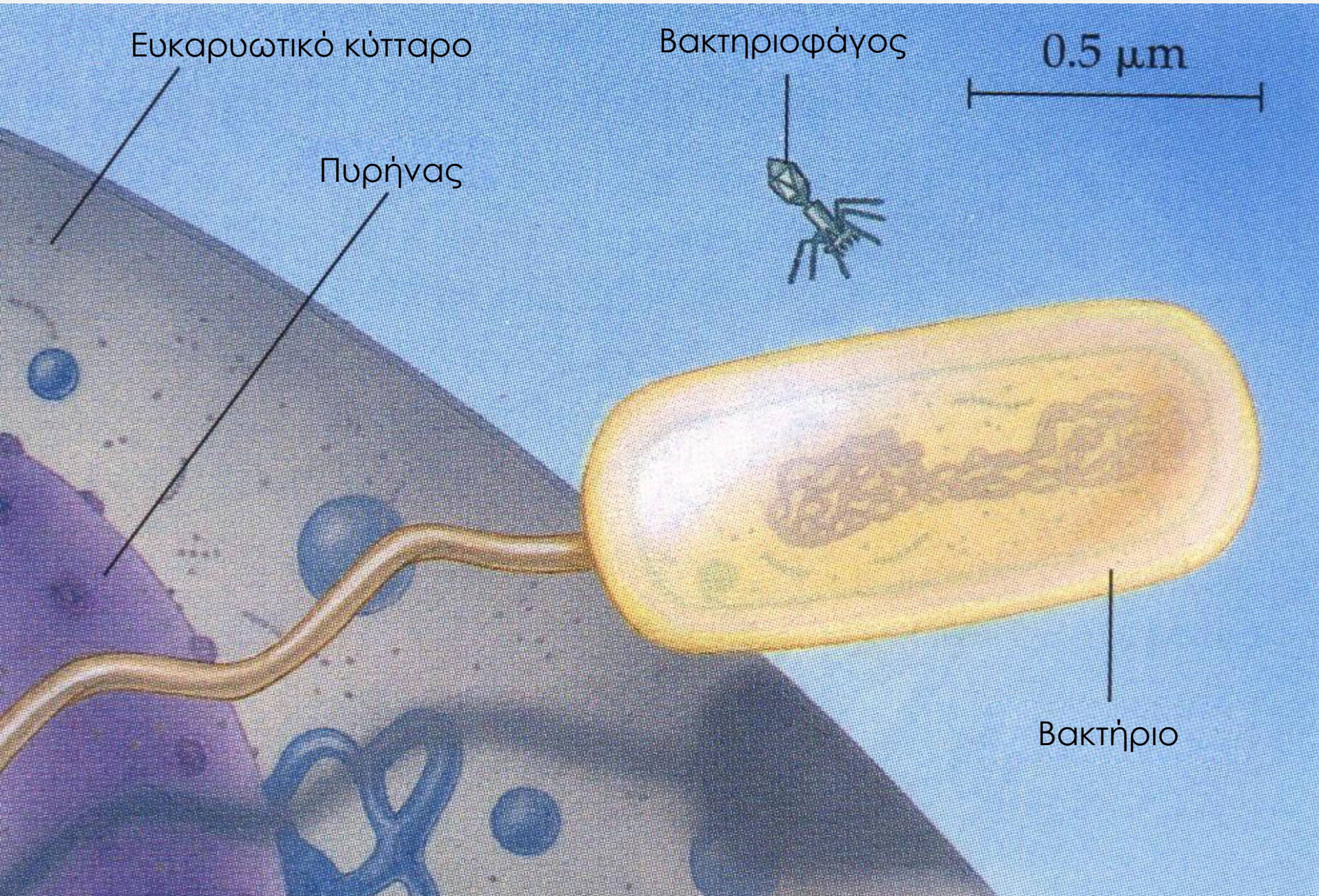
Ταξινόμηση

- Βασίλειο Προκαρυωτικά
- 2 υποβασίλεια:
 - αρχαιοβακτήρια (ή αρχαία)
 - ευβακτήρια (η βακτήρια)

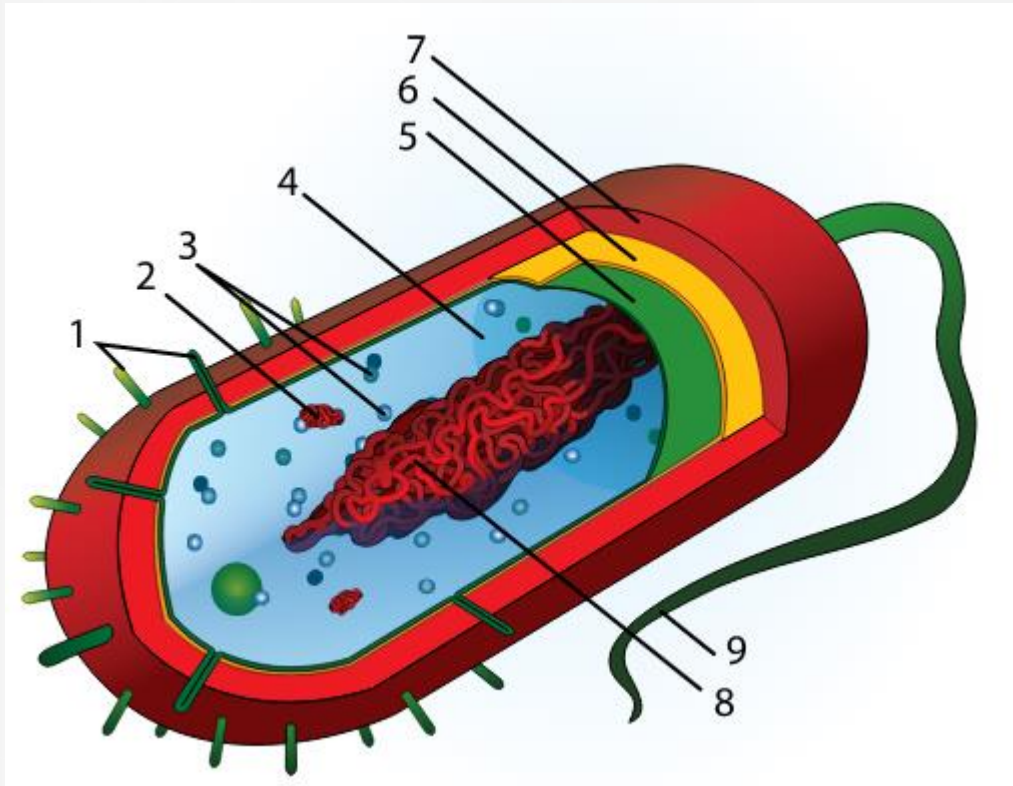
HIERARCHY OF BIOLOGICAL CLASSIFICATION



Σύγκριση μεγεθών



Δομή προκαρυωτικών



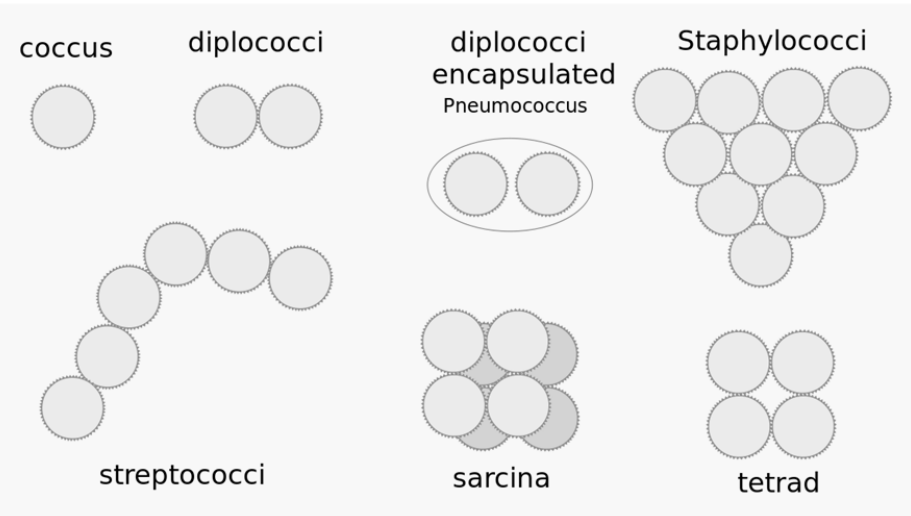
- 1:** Τριχίδια,
- 2:** Πλασμίδιο,
- 3:** Ριβοσώματα,
- 4:** Κυτταρόπλασμα,
- 5:** Κυτταρική μεμβράνη,
- 6:** Κυτταρικό τοίχωμα,
- 7:** Βακτηριακό έλυτρο,
- 8:** Πυρηνοειδές,
- 9:** Βακτηριακό μαστίγιο



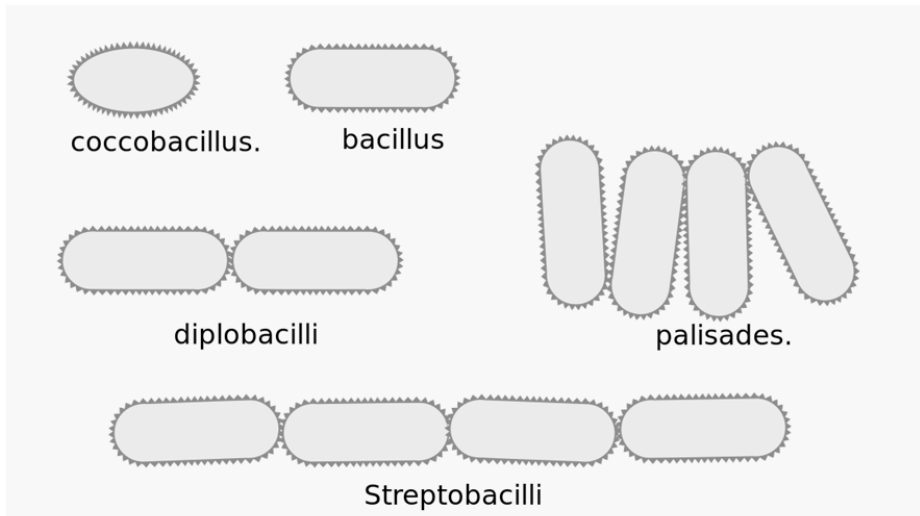
- Το όνομα «βακτήρια», που έχει καταστεί διεθνής όρος, προέρχεται από την αρχαία ελληνική λέξη βακτηρία (δηλαδή ράβδος, μπαστούνι), λόγω του σχήματος που είχαν οι πρώτοι εξ αυτών παρατηρηθέντες μικροοργανισμοί.

Morphology

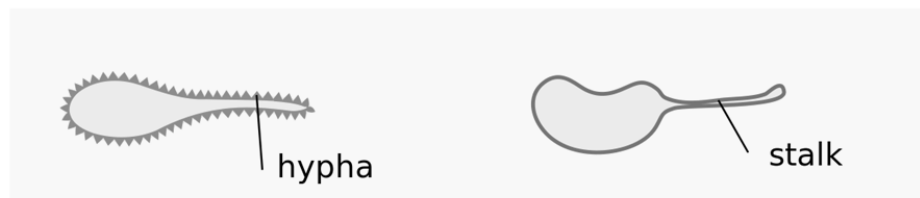
Cocci



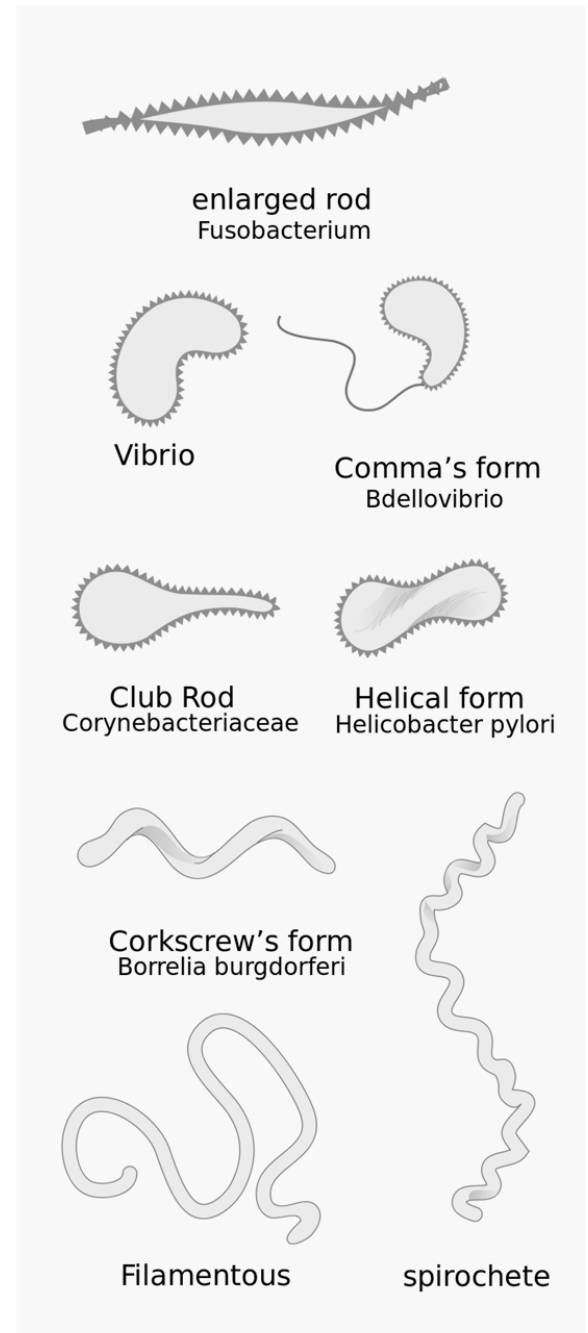
Bacilli



Budding and appendaged bacteria



Others



Διαφορές προκαρυωτικών & ευκαρυωτικών οργανισμών

Κύριες

- Πυρήνας
- (Π: Το DNA κυκλοφορεί ελεύθερο)
- Μεμβρανώδη οργανίδια (Ε: μιτοχόνδρια, χλωροπλάστες, ενδοπλασματικό δίκτυο, και σύμπλεγμα Golgi)

Δευτερεύουσες

- Μέγεθος κυττάρου
- Πολυπλοκότητα & μέγεθος DNA
(Ε: Γραμμικό, πολύπλοκο Χρωμοσώματα)
- Πεπτιδογλυκάνη
(Κυτταρική μεμβράνη προκαρυωτικών)

Διαφορές προκαρυωτικών & ευκαρυωτικών οργανισμών

ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΑ	ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΑ
Έχουν πυρήνα και κυτταρικά οργανίδια	Δεν έχουν,
Πυρηνικό DNA γραμμικό και δίκλωνο	DNA κυκλικό και δίκλωνο αλλά δεν συνδέεται με ιστόνες
Μιτοχονδριακό DNA : κυκλικό και δίκλωνο (εξαιρέση : κατώτερα πρωτόζωα)	-
Χλωροπλαστικό DNA: κυκλικό και δίκλωνο (φυτά και άλγη)	-
Πυρηνικό γενετικό υλικό: νουκλεοπρωτεϊνικό (DNA+ ιστόνες+ μη ιστόνες)→χρωμοσώματα ή ινίδια χρωματίνης	DNA με λίγες πρωτεΐνες
-	Πλασμίδια : DNA κυκλικό και δίκλωνο. Περιέχουν γονίδια αντοχής

Διαφορές προκαρυωτικών & ευκαρυωτικών οργανισμών

ΕΥΚΑΡΥΩΤΙΚΑ	ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΑ
Πρόδρομο mRNA με εσώνια (αμετάφραστες περιοχές, εξώνια και 3'5' αμετάφραστες περιοχές)	mRNA χωρίς εσώνια. Δεν περιέχει 3'5' αμετάφραστες περιοχές και τη μεταφραζόμενη περιοχή από το AUG έως το κωδικόνιο λήξης (το οποίο είναι παρομοίως αμετάφραστο)
Ωρίμανση του mRNA	-
Η Μεταγραφή (πυρήνας) γίνεται ανεξάρτητα από η μετάφραση (κυτταρόπλασμα) λόγω ύπαρξης πυρηνικού φακέλου	Η Μεταγραφή γίνεται ταυτόχρονα με τη μετάφραση λόγω απουσίας πυρηνικού φακέλου
3 είδη RNA Pol (Πολυμεράση rRNA, mRNA, tRNA)	Ένα για όλα
-	Συγκρότηση γονιδίων μεταβολισμού και βιοσύνθεσης αμινοξέων σε ομάδες (οπερόνια)
Κάθε γονίδιο έχει τον υποκινητή του	Μία ομάδα γονιδίων μεταβολισμού, έχουν ένα υποκινητή, ένα χειριστή και ένα ρυθμιστικό γονίδιο.
Ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης : μεταγραφικό / μεταμεταγραφικό / μεταφραστικό/μεταμεταφραστικό επίπεδο	Ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης : μεταγραφικό επίπεδο

Τρόποι παραγωγής ενέργειας

Αυτότροφα	
φωτοσυνθετικά	Χρησιμοποιούν το φως του ήλιου ως πηγή ενέργειας.
	Μετατρέπουν το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το νερό (H_2O) σε οργανικές ενώσεις (γλυκόζη)
χημειοσυνθετικά	Αντλούν ενέργεια από ανόργανες χημικές ενώσεις, όπως υδρόθειο (H_2S), αμμωνία (NH_3) ή νιτρικά άλατα.

Ετερότροφα	
σαπροφυτικά	Τρέφονται αποδομώντας νεκρή οργανική ύλη και ανακυκλώνοντας θρεπτικά συστατικά στο περιβάλλον.
συμβιωτικά	Ζουν σε στενή σχέση με άλλους οργανισμούς, παρέχοντας και λαμβάνοντας θρεπτικά συστατικά ή άλλες υπηρεσίες.

Ποικιλία συστημάτων αναπνοής

- ◉ **Αερόβια:** O_2 αποδέκτης ηλεκτρονίων καταβολισμού
- ◉ **Αναερόβια:** μικρή ανοχή στο O_2 (επιζούν ως 90 min) μικροβιακή χλωρίδα
- ◉ **Δυνητικά αναερόβια:** η ικανότητα εξαρτάται από την παρουσία O_2 . Αναπτύσσονται παρουσία και απουσία O_2 .
- ◉ **Μικροαερόφιλα βακτήρια :** Παρουσία χαμηλής συγκέντρωσης O_2 .
- ◉ **Υποχρεωτικά αναερόβια :** Δεν αναπτύσσονται παρουσία O_2 .

Η θεωρία της ενδοσυμβίωσης

- Εξηγεί την εξέλιξη των ευκαρυωτικών κυττάρων από προκαρυωτικούς οργανισμούς.
- Αυτή η θεωρία προτείνει ότι ορισμένες από τις βασικές δομές των ευκαρυωτικών κυττάρων, όπως τα μιτοχόνδρια και τα πλαστίδια (χλωροπλάστες), προέκυψαν από προκαρυωτικούς οργανισμούς που εισήλθαν σε ένα αρχικό κύτταρο και αναπτύχθηκαν ως ενδοσυμβιωτικά στοιχεία.

- Αρχέγονο προκαρυωτικό κύτταρο: Το προκαρυωτικό κύτταρο αποτελείται από μεμβράνη, κυτταρόπλασμα και DNA χωρίς πυρηνική μεμβράνη.
- Εμφάνιση ενδομεμβρανικού συστήματος: Το πλάσμα της μεμβράνης "αναδιπλώνεται" (infolding) δημιουργώντας τις αρχικές δομές του ενδομεμβρανικού συστήματος, όπως το ενδοπλασματικό δίκτυο και τον πυρηνικό φάκελο.
- Κύτταρο με πυρήνα και ενδομεμβρανικό σύστημα: Η ανάπτυξη του πυρηνικού φακέλου προστατεύει το γενετικό υλικό, σχηματίζοντας έναν πρωτογενή πυρήνα.

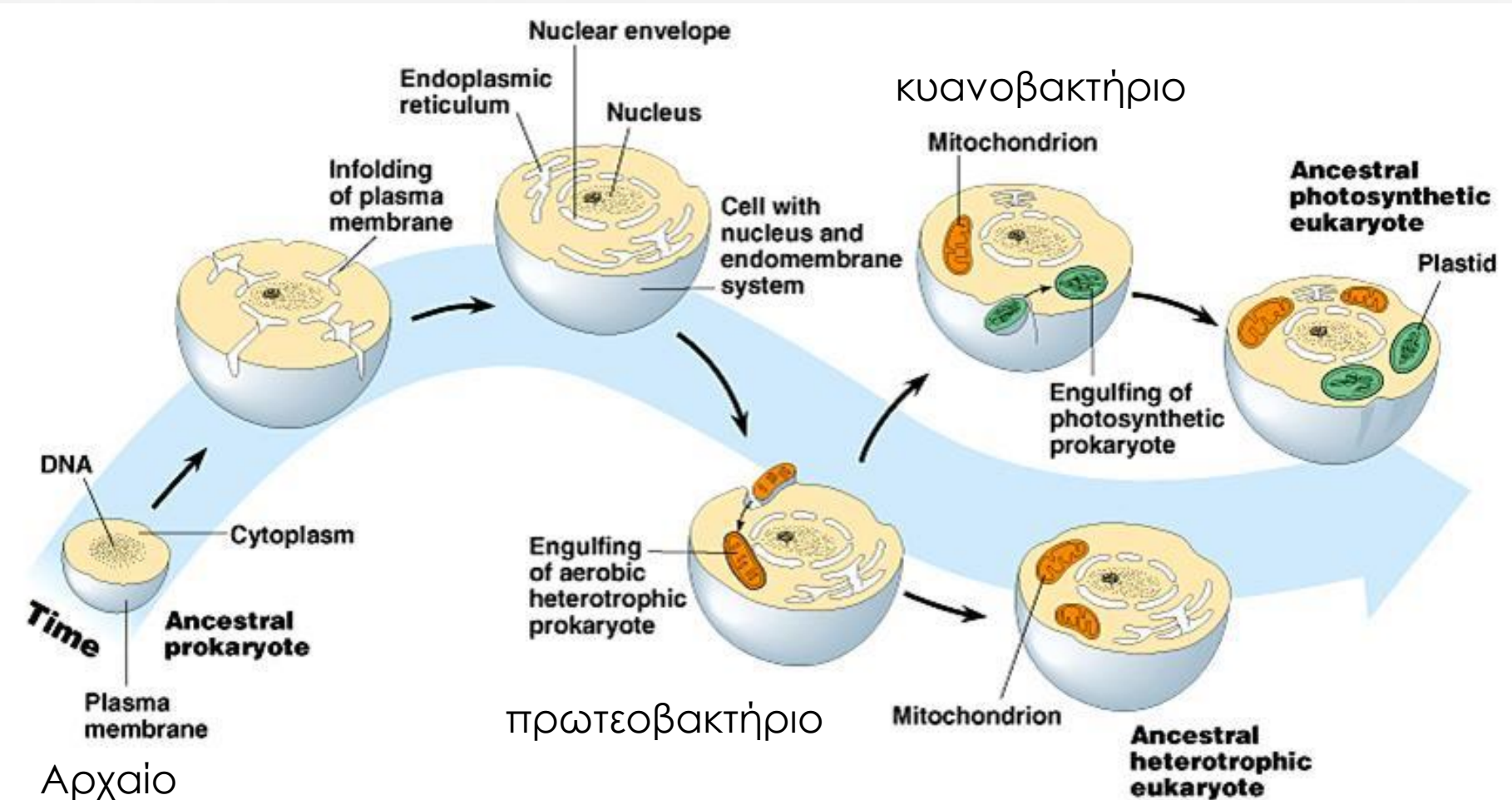


- Ενσωμάτωση αερόβιου ετερότροφου προκαρυώτη: Το κύτταρο καταπίνει έναν αερόβιο προκαρυωτικό οργανισμό (προγονικό μιτοχόνδριο), που εξελίσσεται σε μιτοχόνδριο και παρέχει την ικανότητα για αερόβια αναπνοή.
- Αρχέγονο ετερότροφο ευκαρυωτικό κύτταρο: Το κύτταρο τώρα διαθέτει μιτοχόνδρια και μπορεί να αξιοποιήσει την αερόβια αναπνοή για να παράγει ενέργεια.



- ❖ Ενσωμάτωση φωτοσυνθετικού προκαρυώτη: Το ετερότροφο κύτταρο καταπίνει έναν φωτοσυνθετικό προκαρυωτικό οργανισμό (προγονικός χλωροπλάστης), που εξελίσσεται σε πλαστίδιο, δίνοντας στο κύτταρο τη δυνατότητα φωτοσύνθεσης.
- ❖ Αρχέγονο φωτοσυνθετικό ευκαρυωτικό κύτταρο: Το κύτταρο πλέον διαθέτει τόσο μιτοχόνδρια όσο και πλαστίδια, αποκτώντας την ικανότητα για φωτοσύνθεση, καθιστώντας το έναν πρόγονο των φυτικών κυττάρων.

Η θεωρία της ενδοσυμβίωσης

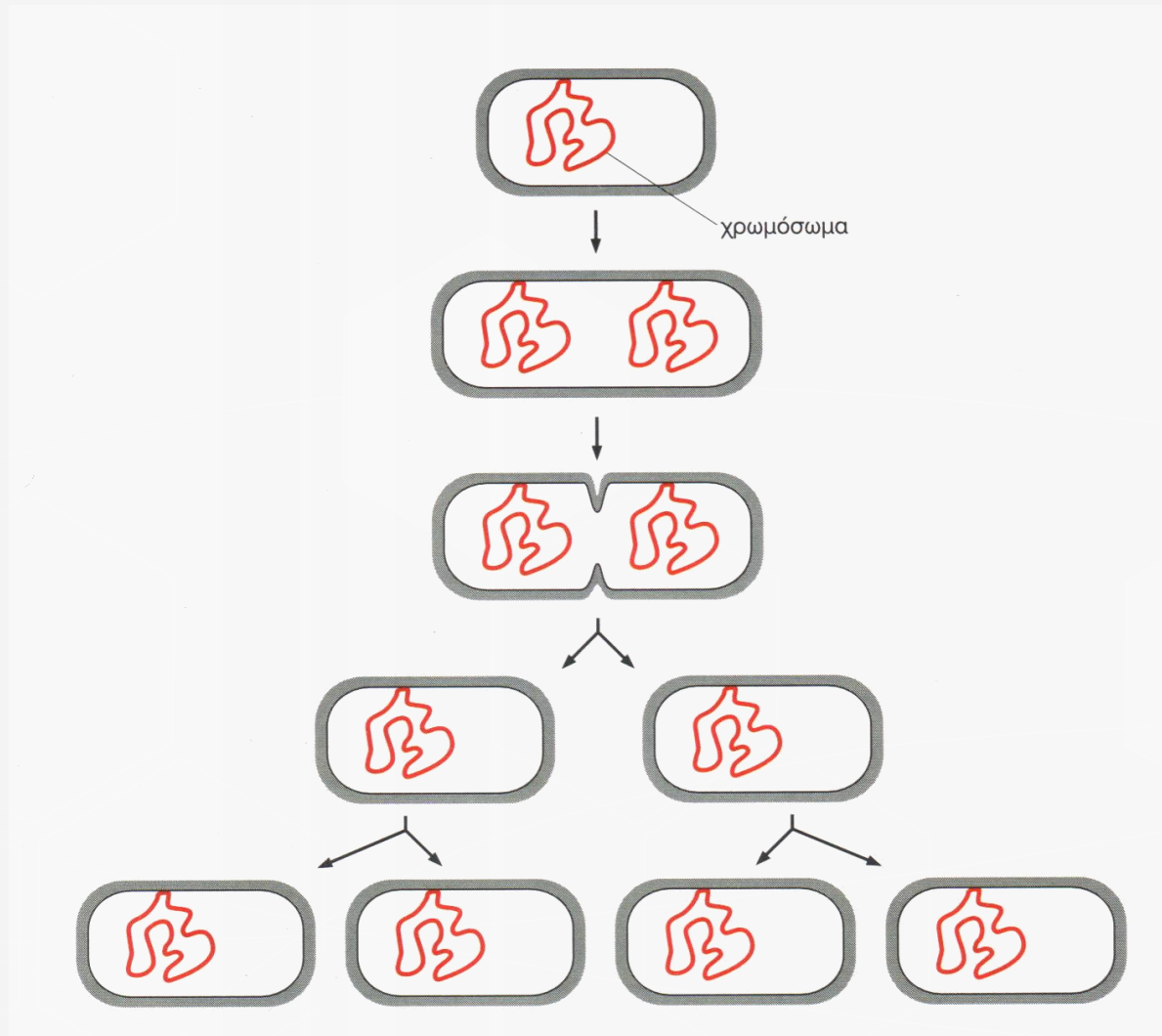


Fun fact!!

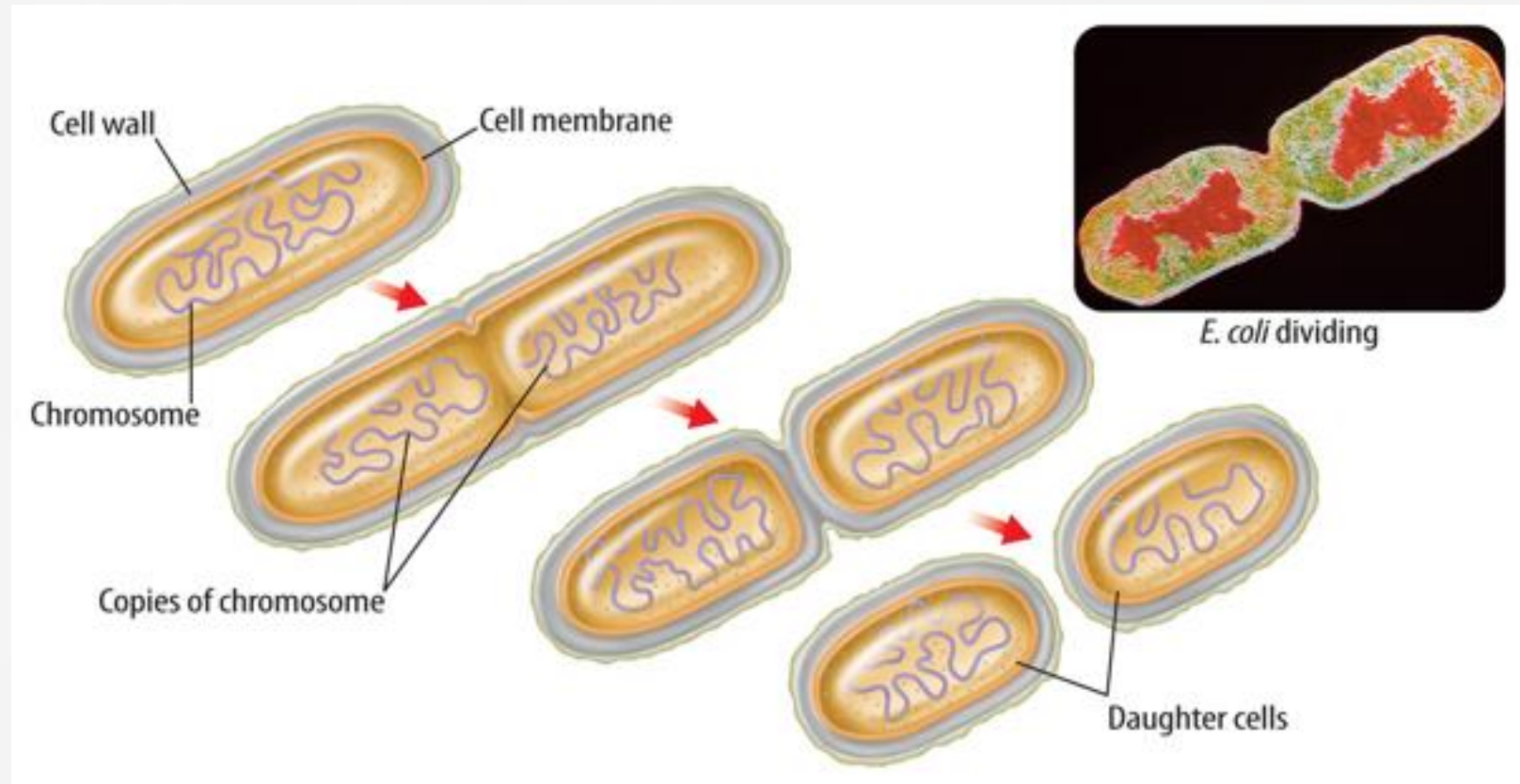
- Τι ήρθε πρώτα; Το χρωμόσωμα ή ο χλωροπλάστης;
- Ένα πρωτογενές ευκαρυωτικό κύτταρο κατάπιε ένα φωτοσυνθετικό κυανοβακτήριο περίπου 1,5–2 δισεκατομμύρια χρόνια πριν. Το κυανοβακτήριο στη συνέχεια εξελίχθηκε ώστε να γίνει το χλωροπλάστης, καθιερώνοντας μια συμβιωτική σχέση μέσα στο κύτταρο-ξενιστή.
- Source: Trust me bro?
- Όχι: [Origin and Evolution of Plastids and Photosynthesis in Eukaryotes - PMC](#)

Αναπαραγωγή

Αντιγραφή βακτηριακού χρωμοσώματος (δυαδική σχέση)



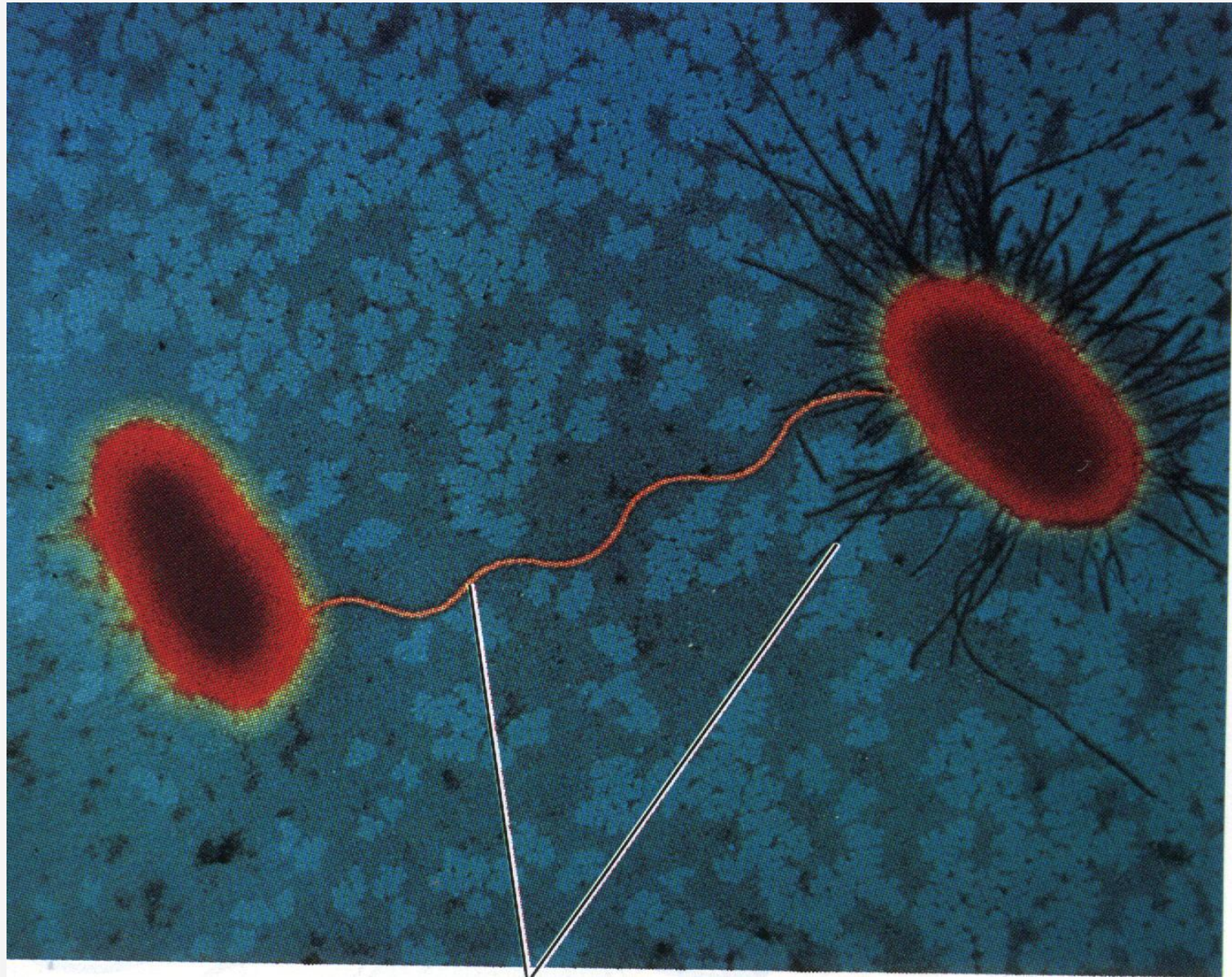
Αγενής πολλαπλασιασμός *E.coli*



Αγενής πολλαπλασιασμός *E.coli*

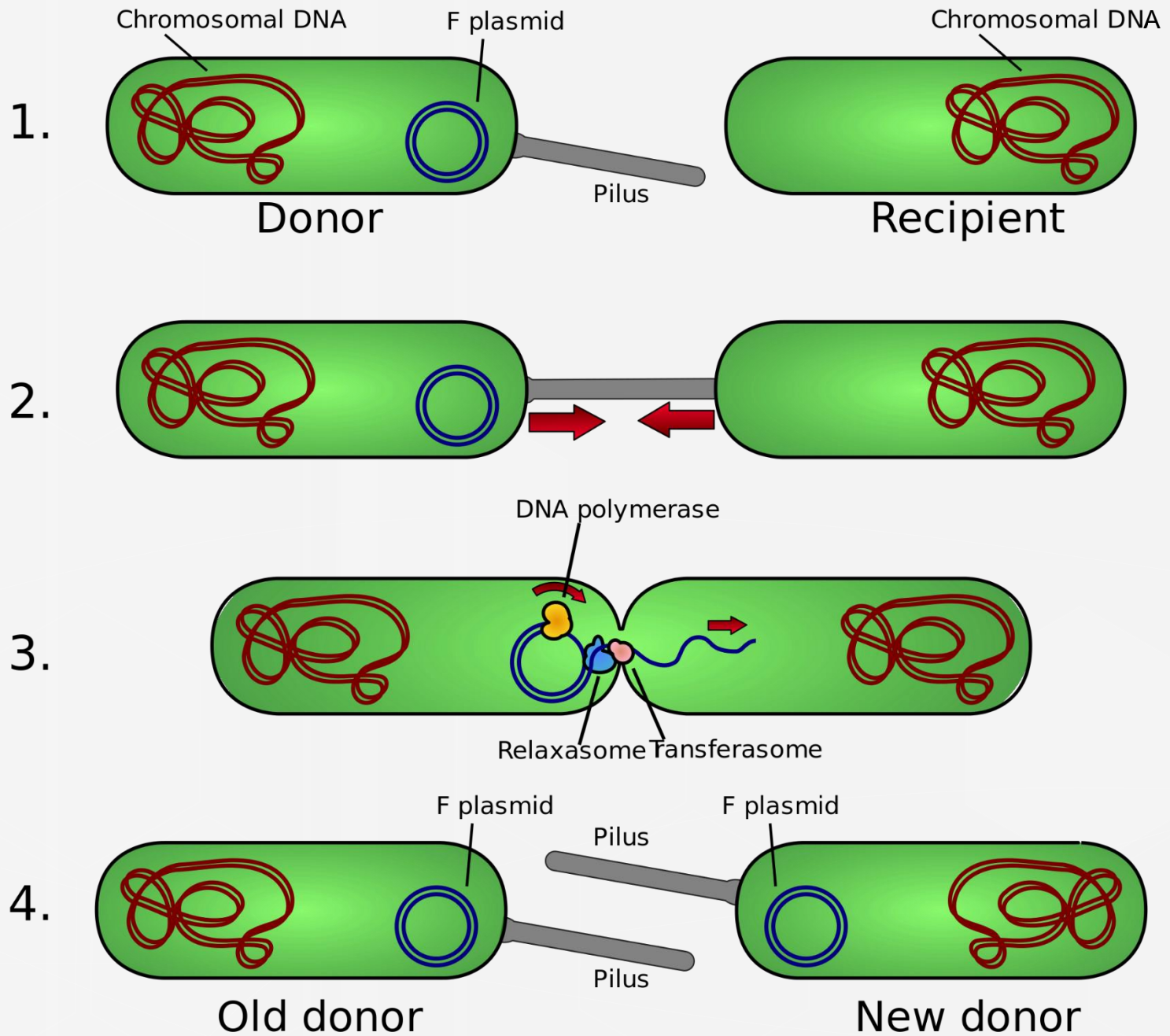


Σύζευξη βακτηρίων



Πλασμίδιο γονιμότητας

- F: μικρό κυκλικό DNA που φέρει μόνο τα γονίδια γονιμότητος
- F': μικρό κυκλικό DNA φέρει τα γονίδια γονιμότητος και μερικά ακόμη βακτηριακά γονίδια
- Hfr: το πλασμίδιο γονιμότητας είναι ενσωματωμένο στο γονιδίωμα



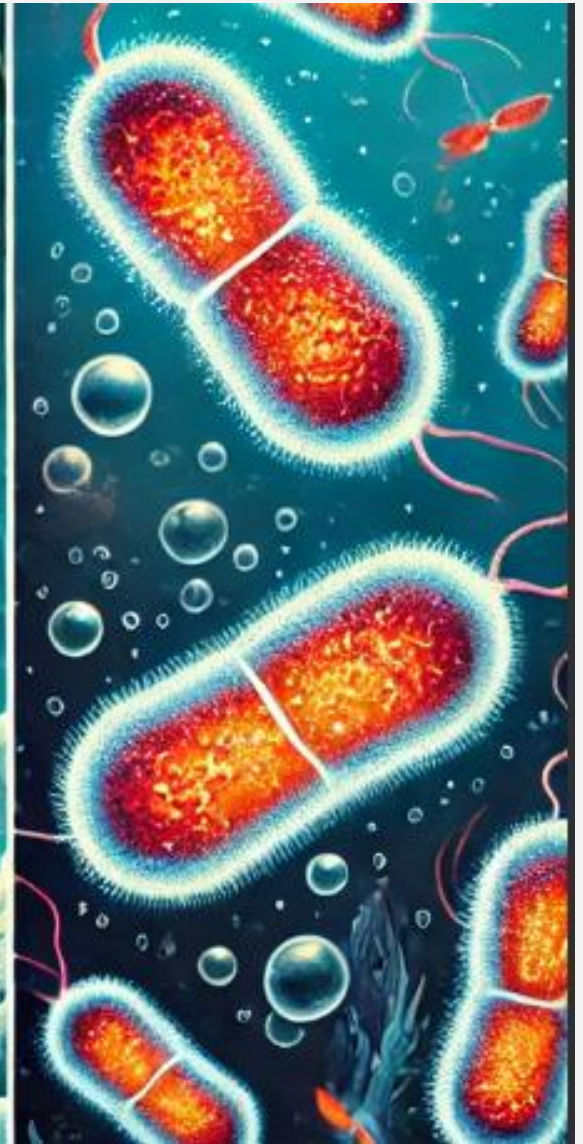
Η σύζευξη είναι ένας από τους βασικούς τρόπους οριζόντιας γονιδιακής μεταφοράς και παίζει σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των βακτηρίων, καθώς επιτρέπει την ταχεία διασπορά γενετικών χαρακτηριστικών σε ένα πληθυσμό.



Γιατί η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερα ανησυχητική στη δημόσια υγεία;

Μπορεί να οδηγήσει στη γρήγορη εξάπλωση γονιδίων ανθεκτικότητας σε αντιβιοτικά μεταξύ βακτηρίων, κάνοντας τις λοιμώξεις πιο δύσκολες στη θεραπεία.

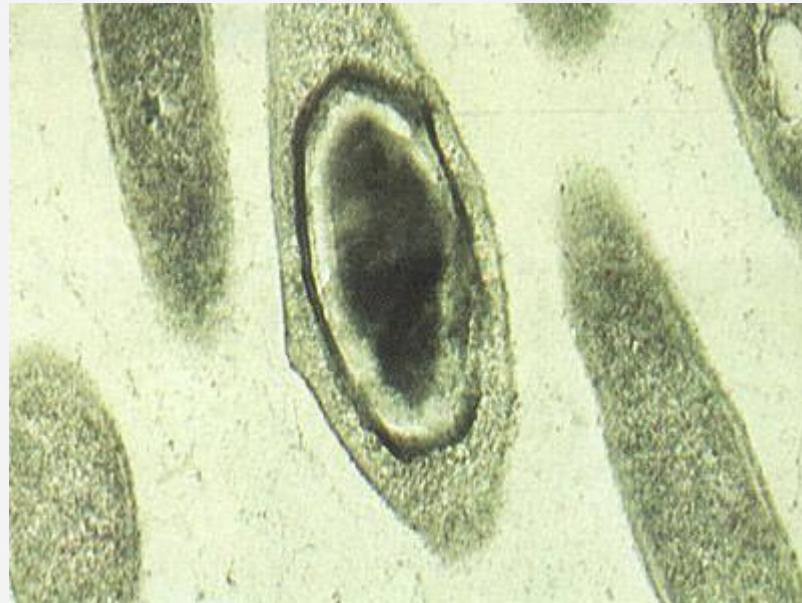
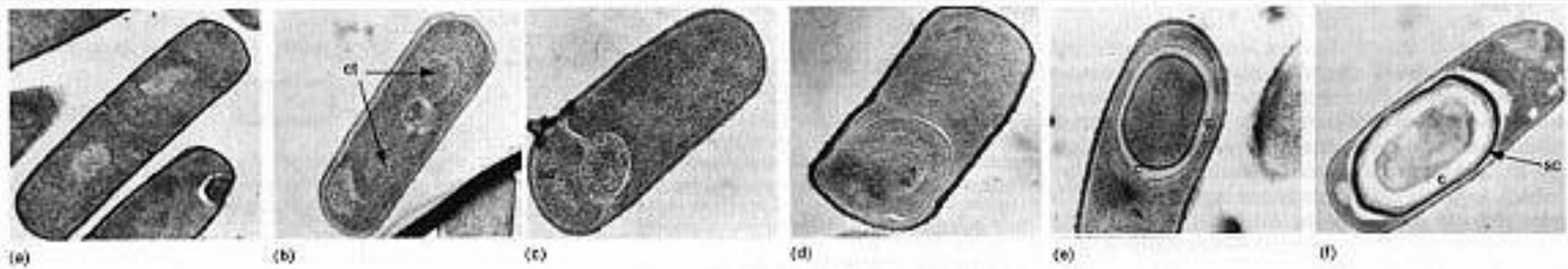
Extreme επιβίωση



Βακτηριακά ενδοσπόρια

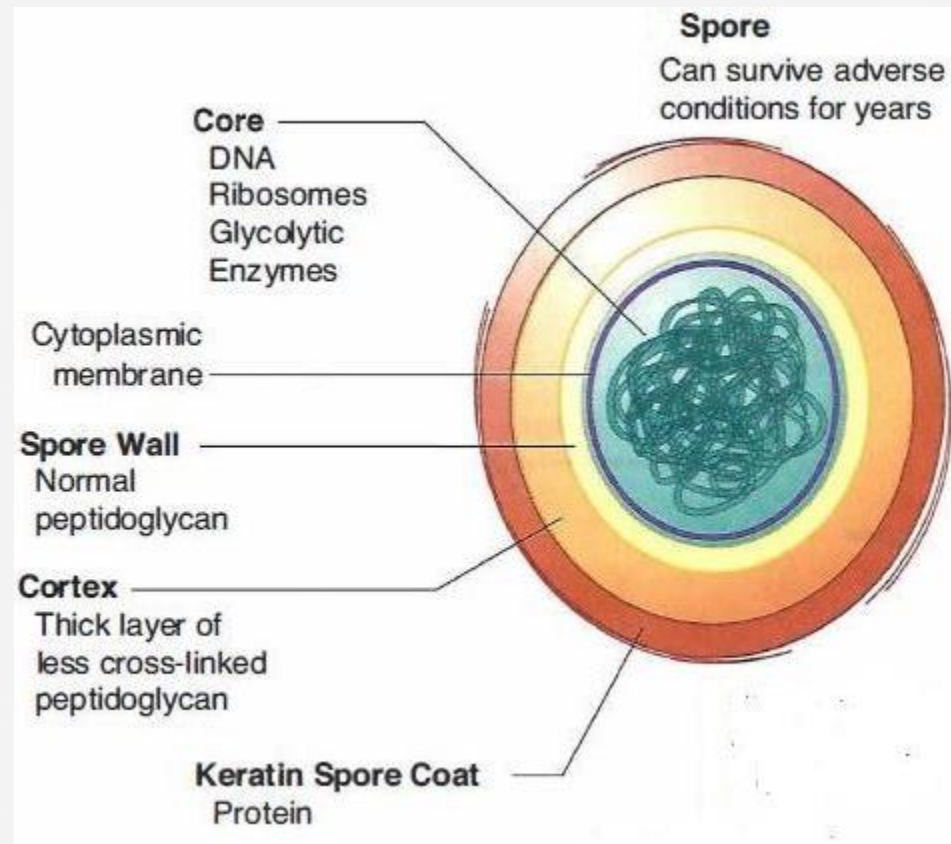
- ☼ Ανθεκτική κυτταρική μορφή, η οποία σχηματίζεται από βακτήρια προκειμένου να αντέξουν σε ακραία θερμοότητα, ψύχος, ή αφυδάτωση.
- ☼ Τέτοια σπόρια μπορεί να παραμείνουν βιώσιμα για δεκαετίες.
- ☼ Τα σπόρια είναι ανθεκτικά στη θέρμανση και μπορούν να επιβιώσουν βρασμού διάρκειας μιας ώρας αλλά μπορούν να καταστραφούν από ατμό υπό πίεση (δηλαδή, στο αυτόκαυστο).

Βακτηριακά ενδοσπόρια



Βακτηριακά ενδοσπόρια : Δομή

- εξωσπόριο που αποτελεί ένα λεπτό και εύθραυστο κάλυμμα πρωτεϊνικής φύσης.
- Η εξώτατη στοιβάδα είναι ο σποριομανδύας (**Coat**) που συνίσταται από στοιβάδες ειδικών πρωτεϊνών.
- Κάτω από το μανδύα βρίσκεται ο φλοιός (**Cortex**) από χαλαρά διασυνδεδεμένη πεπτιδογλυκάνη
- Εσωτερικότερα ο σποριοπυρήνας (**Core**) ή πρωτοπλάστης σπορίου που περιέχει το συνηθές κυτταρικό τοίχωμα, την κυτταροπλασματική μεμβράνη, το κυτταρόπλασμα και το πυρηνοειδές

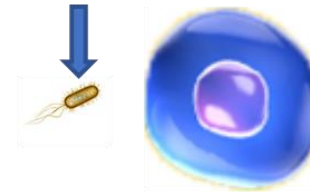




*Η συνολική γενετική σύνθεση της μικροχλωρίδας α
ένα συγκεκριμένο όργανο

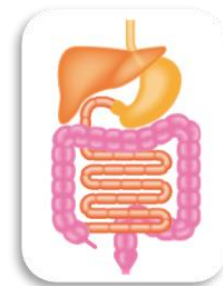
Μερικά νούμερα

Τα βακτήρια είναι **10 έως 50** φορές μικρότερα από τα ανθρώπινα κύτταρα



Το συνολικό βάρος της μικροχλωρίδας σε έναν μέσο ενήλικα φτάνει τα **1-2 κιλά**

Το **95%** της μικροχλωρίδας ζει στον γαστρεντερικό σωλήνα

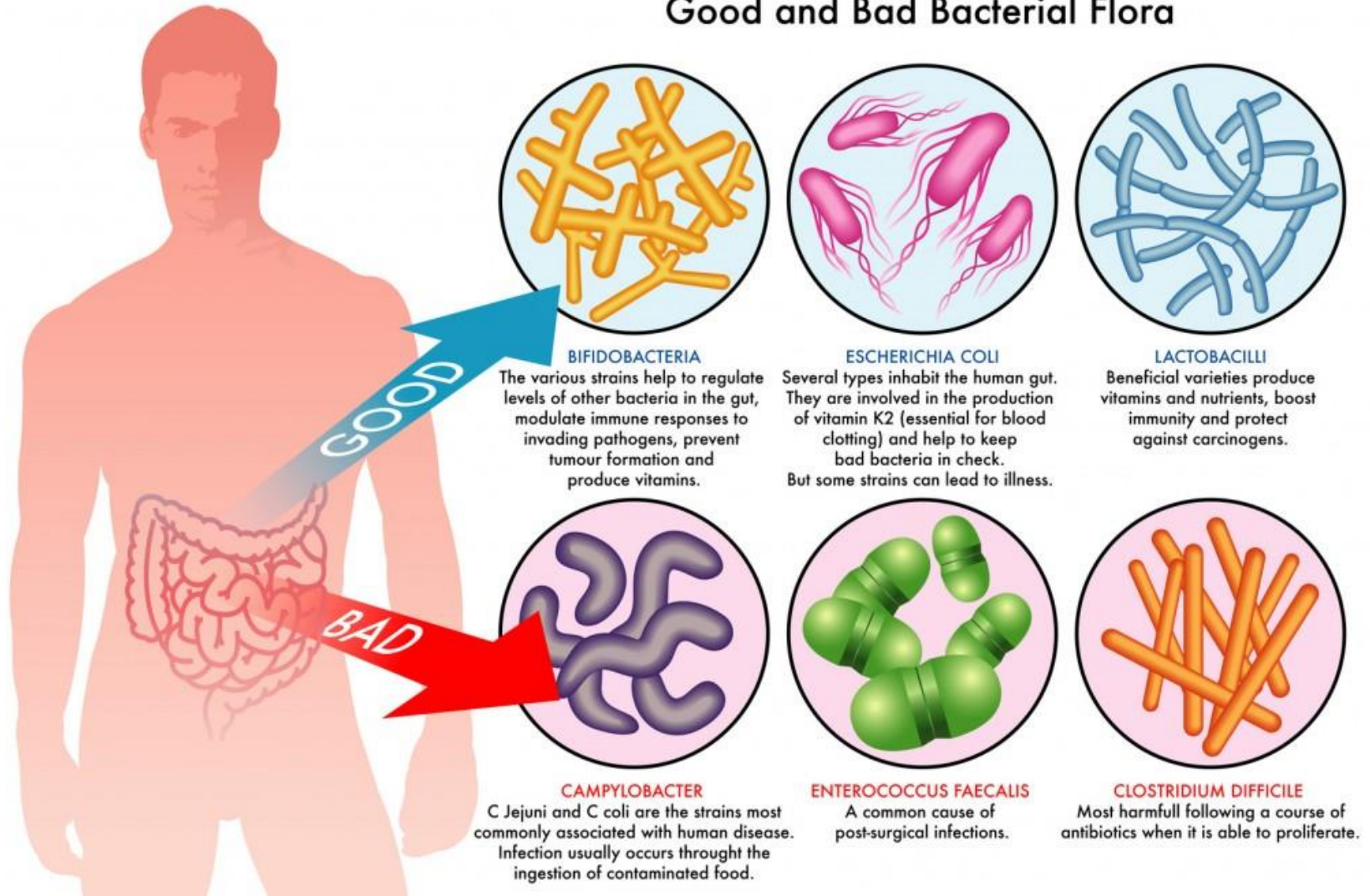


Αν μπορούσαμε να κάνουμε μια αλυσίδα από το γενετικό υλικό των μικρο-οργανισμών θα κυκλώναμε την Γη **2.5** φορές

Μικροβίωμα

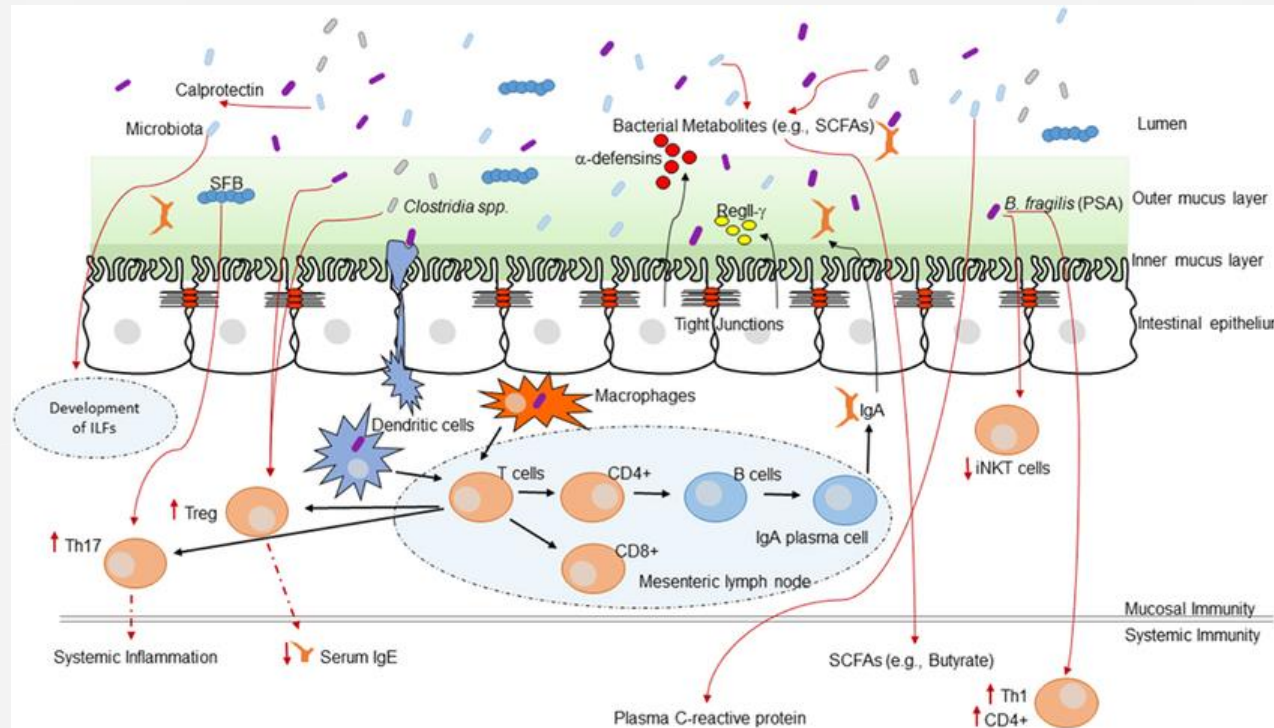
Το πιο σημαντικό είναι το μικροβίωμα του εντέρου ή εντερική χλωρίδα

Good and Bad Bacterial Flora

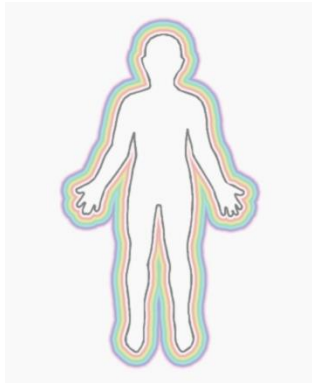
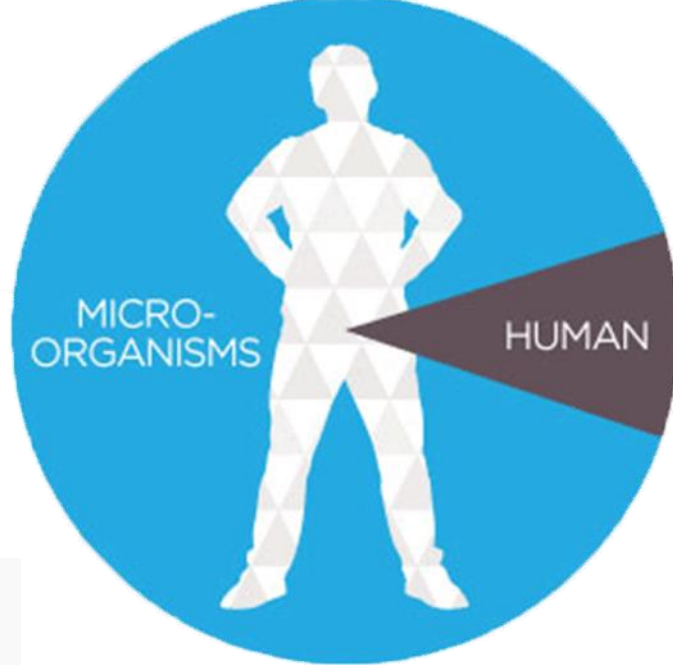


Αλληλεπιδράσεις μικροχλωρίδας – βλεννογόνου

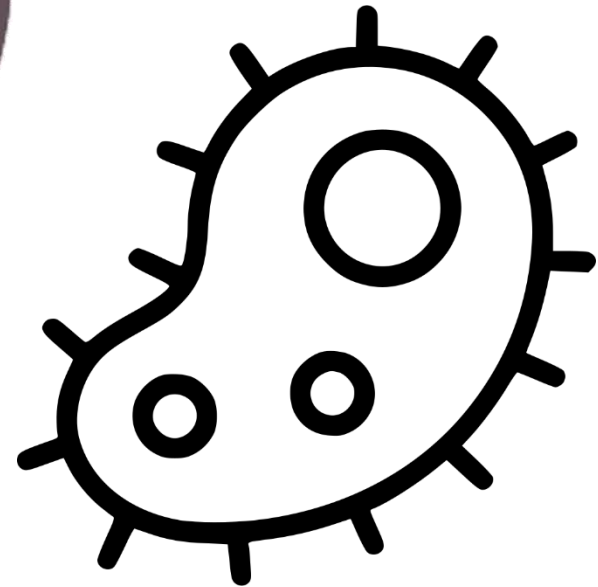
- Σηματοδότηση από την εντερική μικροχλωρίδα
- Εκκίνηση ανοσολογικής απόκρισης



Samuelson, Derrick R., David A. Welsh, and Judd E. Shellito. "Regulation of lung immunity and host defense by the intestinal microbiota." *Frontiers in microbiology* 6 (2015): 1085.



~21.000
Γονίδια

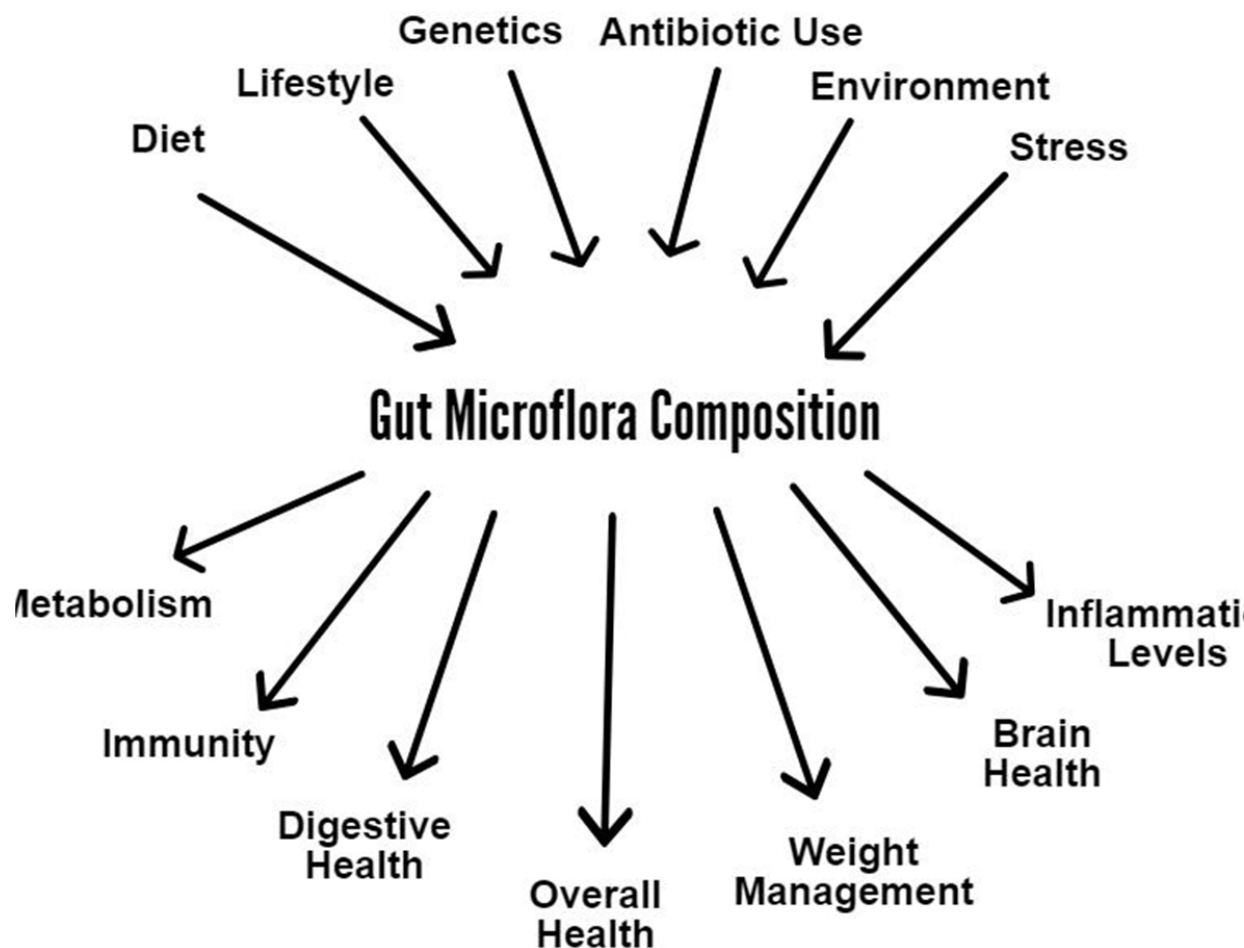


~43.000.000
Γονίδια

Tierney, Braden T., et al. "The landscape of genetic content in the gut and oral human microbiome."

Cell host & microbe 26.2 (2019): 283-295.

Το μικροβίωμα
επηρεάζεται από
και επηρεάζει
πολλές πτυχές
της ζωής μας



Άξονας μικροβιώματος-
εντέρου-εγκεφάλου

Νευρολογικές,
ανοσολογικές,
ενδοκρινικές,
μικροβιακές
οδοί

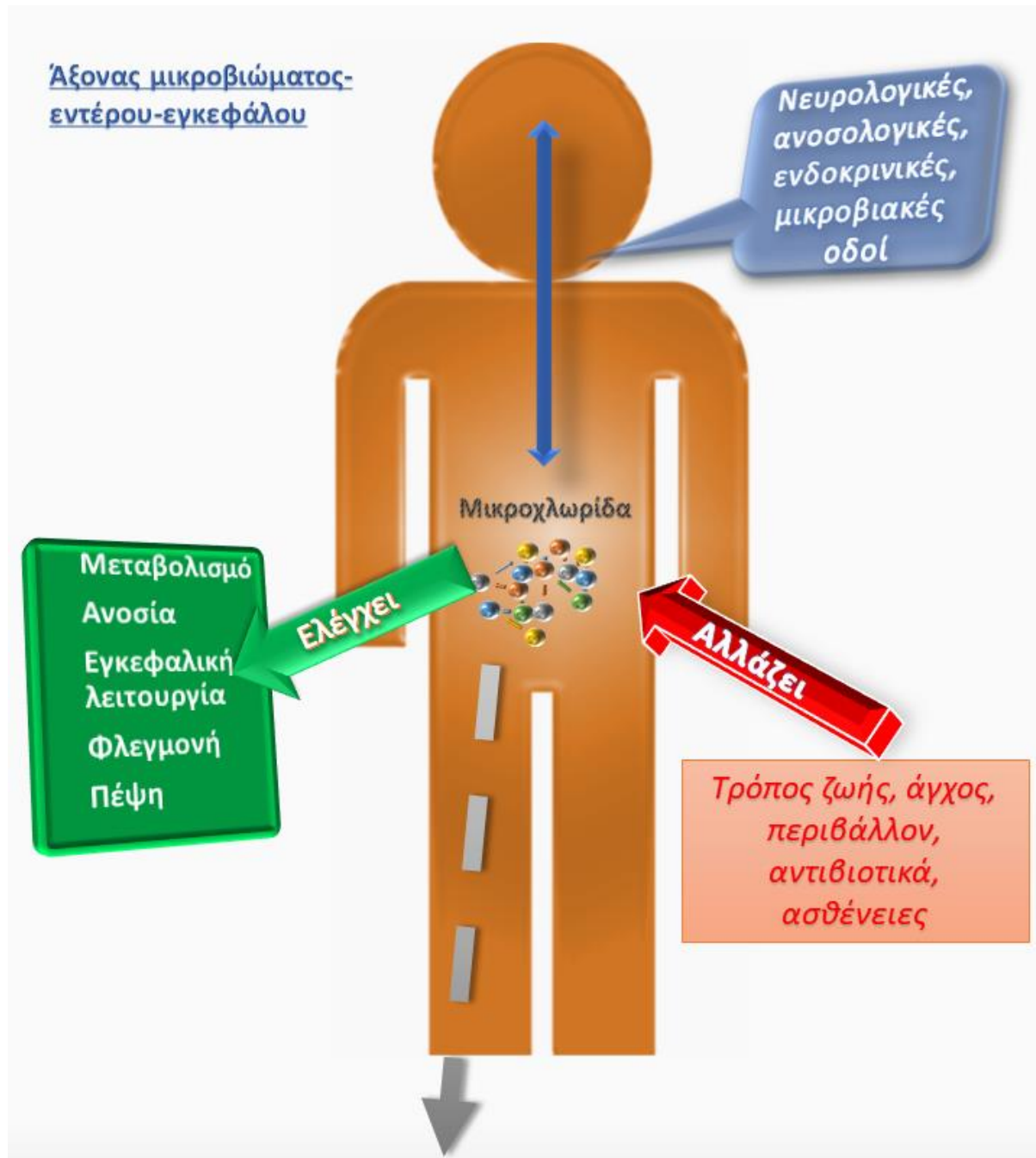
Μικροχλωρίδα

Ελέγχει

Μεταβολισμό
Ανοσία
Εγκεφαλική
λειτουργία
Φλεγμονή
Πέψη

Αλλάζει

Τρόπος ζωής, άγχος,
περιβάλλον,
αντιβιοτικά,
ασθένειες



A map of diversity in the human microbiome

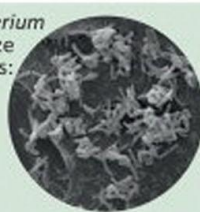


Streptococcus dominates the oral cavity with *S. mitis* > 75% in the **cheek**

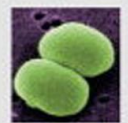
Propionibacterium acnes lives on the skin and **nose** of most people



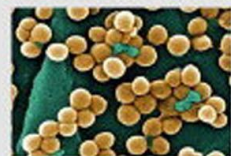
Many *Corynebacterium* species characterize different body sites:
C. matruchoti the **plaque**
C. accolens the **nose**
C. croppenstedtii the **skin**



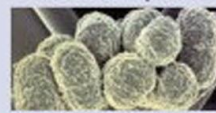
Lactobacillus species (*L. gasseri*, *L. jensenii*, *L. crispatus*, *L. iners*) are predominant but mutually exclusive in the **vagina**



Staphylococcus epidermidis colonizes external body sites



Several *Prevotella* species are present in the gastrointestinal tract. *P. copri* is present in 19% of the subjects and dominates the **intestinal** flora when present



Microscopy from <http://biomaps.wildlifedeb.com>

Key:

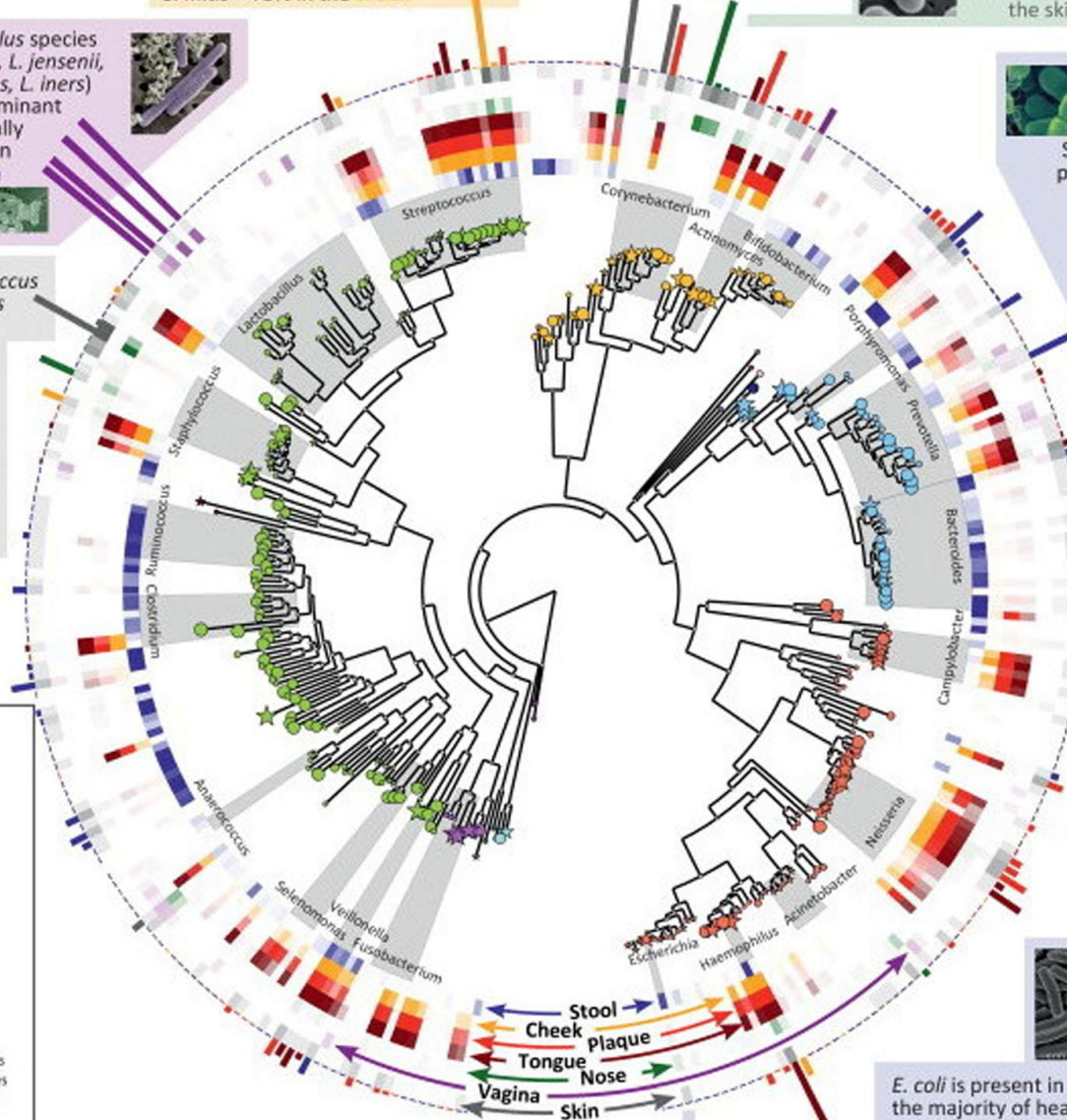
- Commensal microbes
- ☆ Potential pathogens

The four most abundant phyla

- Actinobacteria
- Bacteroidetes
- Firmicutes
- Proteobacteria

Low abundance phyla

- Chloroflexi
- Cyanobacteria
- Euryarchaeota
- Fusobacteria
- Lentisphaerae
- Spirochaetes
- Synergistetes
- Tenericutes
- Thermi
- Verrucomicrobia



Bacteroides is the most abundant genus in the gut of almost all healthy subjects



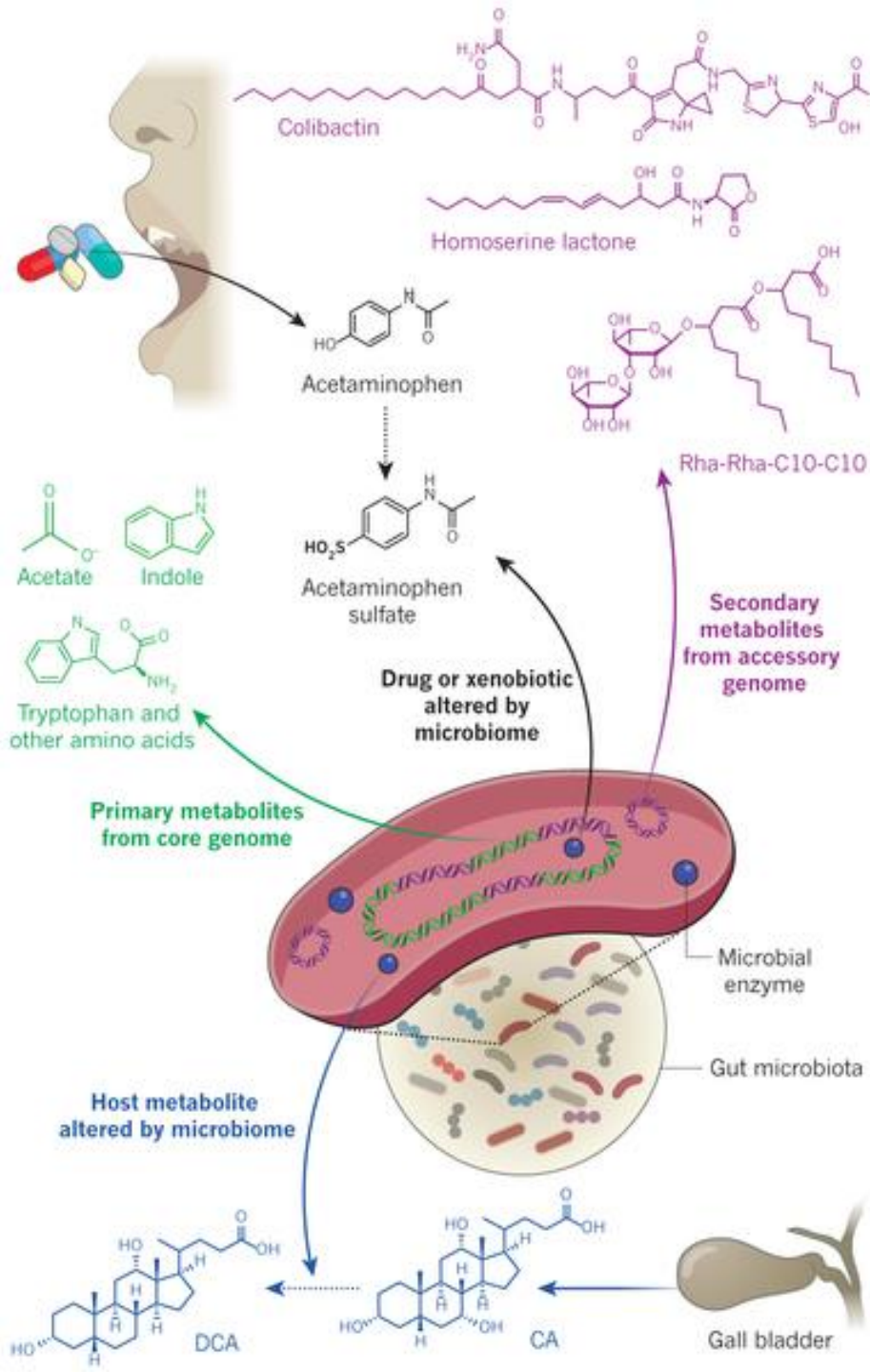
Campylobacter includes opportunistic pathogens, but members live in the oral cavities of most healthy people in the cohort



E. coli is present in the gut of the majority of healthy subjects but at very low abundance

Παιδιά που έχουν αλλεργίες
έχουν λιγότερα «καλά»
βακτήρια και περισσότερα
«κακά»

Οι ποικιλίες βακτηρίων σε
παθολογικά παχύσαρκους
είναι πολύ διαφορετικές από
ανθρώπους με φυσιολογικό
σωματικό βάρος



«Συγκατοίκηση» χωρίς ενοίκιο;

Αμοιβαία επωφελής
Συμβίωση (Ευβίωση)

Αλλά και μερικές φορές **Δυσβίωση**

Ισορροπία = Ομοιόσταση

Μικροβιακή χλωρίδα με πληθυσμιακή σύνθεση που δεν αλλάζει δραστικά -> Υγιής κατάσταση



Συμβίωση (Ευβίωση)

Η μικροβιακή χλωρίδα του εντέρου:

Προστατεύει από ευκαιριακούς παθογόνους οργανισμούς

Βοηθάει στην πέψη και στην παραγωγή ενέργειας. Παράλληλα ρυθμίζει την πρόσληψη θερμίδων από τον οργανισμό μας.

Εκπαιδεύει τις ανοσολογικές διεργασίες του οργανισμού και μάλιστα πολλές φορές αποτελεί τον «συναγερμό» για να ξεκινήσουν

Παράγει απαραίτητες βιταμίνες για την υγεία όπως η B12, η K και το φυλλικό οξύ

Φαίνεται να ελέγχει ή να ελέγχεται από την σωματική και ψυχική υγεία μας (αυτό που ξέρουμε σίγουρα είναι ότι σε παθολογικές καταστάσεις έχουμε διαταραχές στο μικροβίωμα)

Δυσβίωση

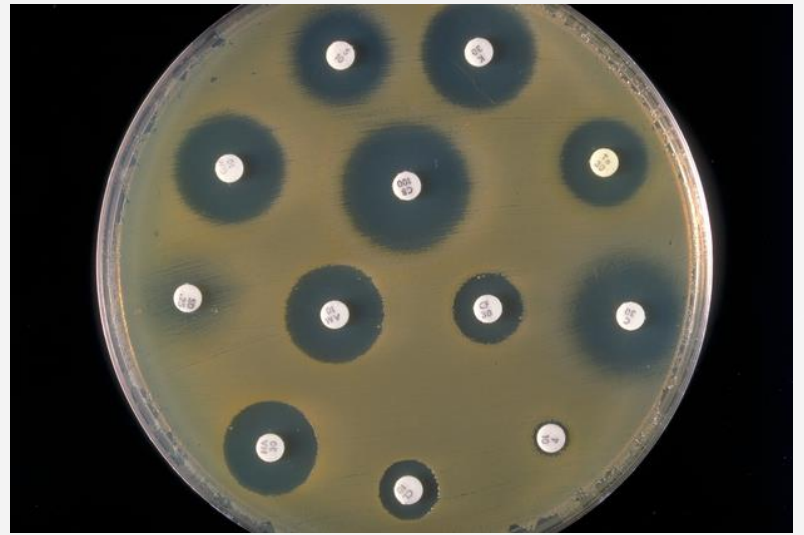
Διαταραχή της μικροβιακής χλωρίδας από εξωγενής ή συστηματικούς παράγοντες

Μείωση ή ακόμα και **εξάλειψη** συγκεκριμένων μικροβιακών πληθυσμών

Επιμόλυνση από ευκαιριακούς παθολογικούς παράγοντες

Αβεβαιότητα αν προκαλεί ή προκαλείται από συγκεκριμένες ασθένειες αποτελεί όμως ένδειξη ύπαρξης τους στον οργανισμό

αντιβιοτικά



Τα **αντιβιοτικά** είναι τα χημειοθεραπευτικά φάρμακα τα οποία χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία ή πρόληψη βακτηριακών λοιμώξεων

Μπορεί είτε να σκοτώνουν (**βακτηριολυτικά**) είτε να αναστέλλουν την ανάπτυξη των βακτηρίων (**βακτηριοστατικά**).

Στόχοι δράσης των αντιβιοτικών

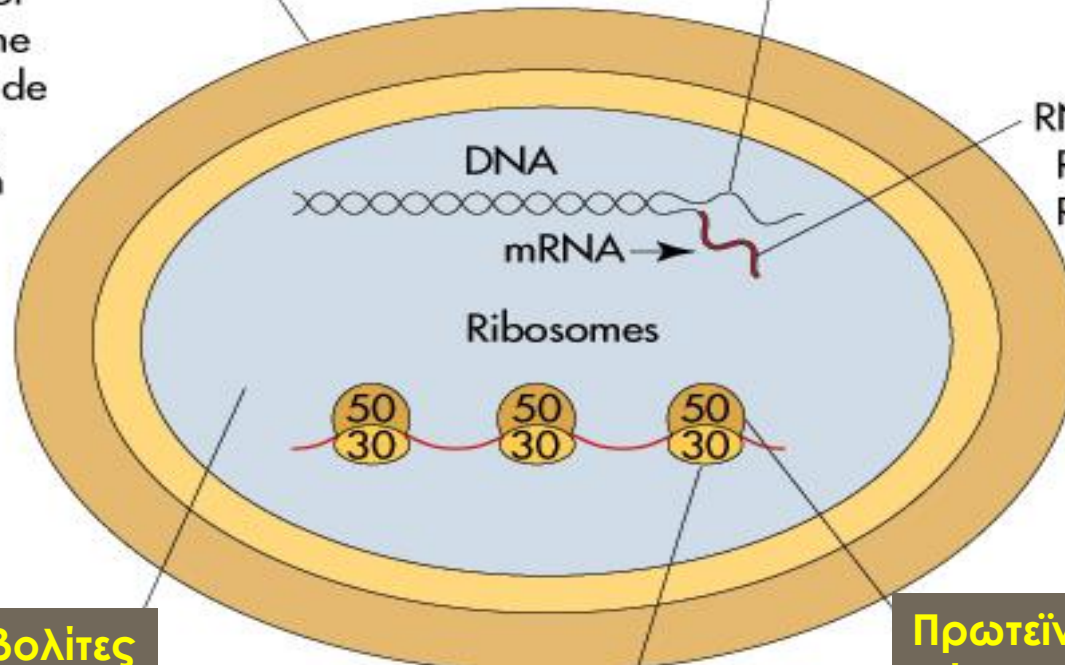
Σύνθεση Κυτταρικού τοιχώματος

Beta-lactams
Vancomycin
Isoniazid
Ethambutol
Cycloserine
Ethionamide
Bacitracin
Polymyxin

Πολλαπλασιασμός βακτηριακού DNA

Quinolones
Metronidazole

RNA synthesis
Rifampin
Rifabutin



Αντιμεταβολίτες

Sulfonamides
Dapsone
Trimethoprim
Para-aminosalicylic acid

Πρωτεϊνική σύνθεση (30S υπομονάδα)

Aminoglycosides
Tetracyclines
Oxazolidinone

Πρωτεϊνική σύνθεση (50S υπομονάδα)

Macrolides
Clindamycin
Streptogramins





Μακροβιότητα και Μικροβίωμα