

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Ενότητα α΄

Εισαγωγή

ΑΛΕΞΙΟΣ ΒΛΑΜΗΣ
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ

Σημασία των μικροβίων

- Η μελέτη των μικροοργανισμών σχετίζεται με την καθημερινότητά μας
 - 1) Τα μικρόβια είναι οι πρώτοι οργανισμοί που εμφανίστηκαν στην ιστορία της γης (τα πρώτα απολιθώματα).
 - 2) Είναι πανταχού παρόντα και επιτελούν ουσιώδεις διεργασίες για το περιβάλλον
 - 3) Μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον άνθρωπο
 - 4) Ενδέχεται να προκαλέσουν αρρώστιες

Στόχοι του μαθήματος:

1. Βασικές θεωρητικές γνώσεις για τους μικροοργανισμούς

Δομή και λειτουργία προκαρυωτικών και ευκαρυωτικών κυττάρων

Μοριακή βιολογία μικροοργανισμών

Παραγωγή ενέργειας από τους μικροοργανισμούς

Παρουσίαση του βακτηριακού κόσμου

Παρουσίαση του βασιλείου των μυκητών

Βιοτεχνολογία (παραγωγή προϊόντων από τους μικροοργανισμούς)

2. Πρακτικές γνώσεις

Καλλιέργεια, μικροσκοπία, αναγνώρισης και απομόνωσης μικροοργανισμών.

Προτεινόμενα θέματα προς προφορική παρουσίαση (20', παραδοτέα η παρουσίαση ppt)

Το μικροβίωμα του εντέρου.

Πως προέκυψαν εξελικτικά τα μιτοχόνδρια και οι χλωροπλάστες στα ευκαρυωτικά κύτταρα;

Νευροεκφυλιστικές νόσοι και μικροβίωμα.

Χρήσεις των αρχαίων στη βιοτεχνολογία.

Παρουσίαση του μικροβιώματος του στόματος.

Προβιοτικοί οργανισμοί: παρουσίαση και ρόλος στο μεταβολισμό.

Πολυανθεκτικά σε αντιβιοτικά παθογόνα: εξήγηση του φαινομένου, σχεδιασμός μελλοντικών αντιβιοτικών.

Βιοϋμένια: σχηματισμός και η σημασία τους στην παθογένεση.

Σχέση στελεχών σακχαρομύκητα-υποστρώματος και των γευστικών ιδιοτήτων του οίνου.

Το γνωστικό αντικείμενο της Μικροβιολογίας

- **Μικροβιολογία:** η μελέτη των οργανισμών που δεν μπορούν να παρατηρηθούν με γυμνό μάτι, αλλά απαιτείται μικροσκόπιο για την παρατήρησή τους.

Η μεγαλύτερη και πιο σύνθετη βιολογική επιστήμη.

- **Μικροοργανισμοί ή μικρόβια:** οργανισμός μικρότερος του 0.1 mm (100 μm). Περιλαμβάνει ιούς, βακτήρια, αρχαία, μύκητες, φύκη, πρωτόζωα.
- Αν και υπάρχει αρνητική συσχέτιση για την υγεία του ανθρώπου, πολλοί μικροοργανισμοί είναι απαραίτητοι για τη ζωή.

Κλάδοι της Μικροβιολογίας

- Αγροτική Μικροβιολογία
- Βιοτεχνολογία
- Διατροφή, γαλακτοκομία και υδατοκαλλιέργειες
- Γενετική μηχανική και τεχνολογία ανασυνδιασμένου DNA
- Ιατρική μικροβιολογία και Επιδημιολογία
- Ανοσοβιολογία
- Περιβαλλοντική Μικροβιολογία
- ...

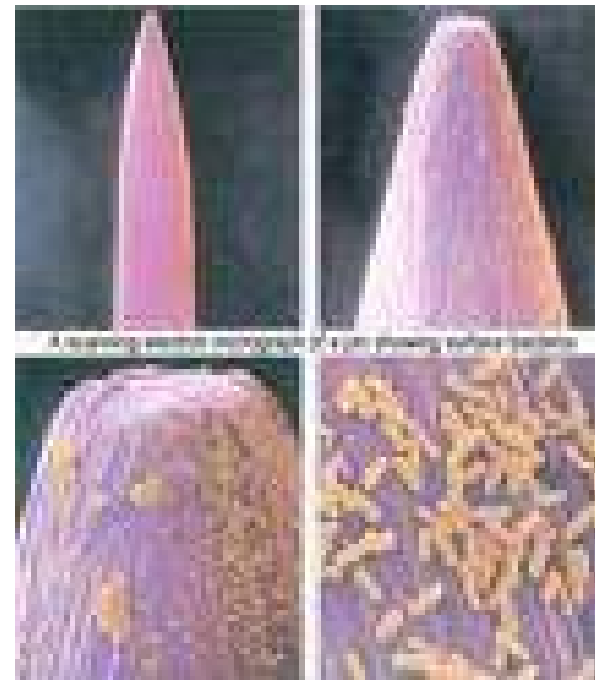
Υπό κλάδοι της Μικροβιολογίας

- Βακτηριολογία
- Μυκολογία
- Φυκολογία
- Πρωτοζωολογία
- Ιολογία
- Ανοσολογία

Μεγέθη



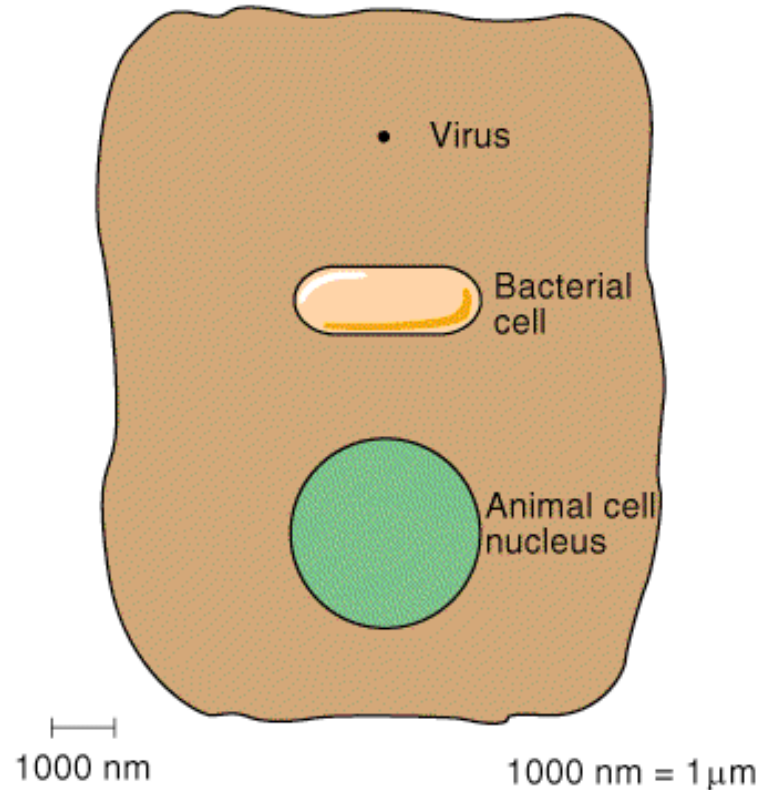
These are prokaryote
E. coli bacteria on the
head of a steel pin.



Τα μικρόβια έχουν διαφορετική εμφάνιση και μεγέθη

- **Μέγεθος** – τα περισσότερα 1-5 μm , αλλά το μέγεθός τους κυμαίνεται από 0.1 έως 660 μm ανά κύτταρο.
- Οι ιοί είναι ακόμα μικρότεροι

Typical animal cell

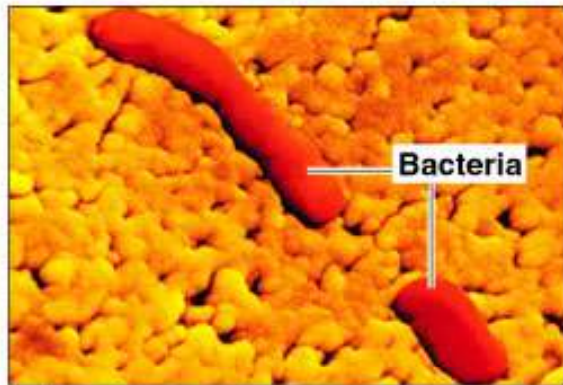


Σύγκριση μεγέθους ευκαρυωτικών-προκαρυωτικών

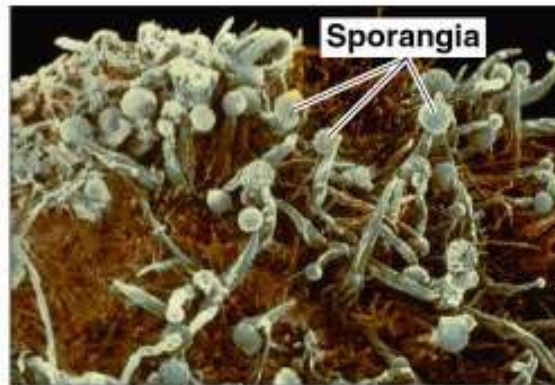
Εδαφικό πρωτόζωο
ενδοκυτώνει βακτήριο



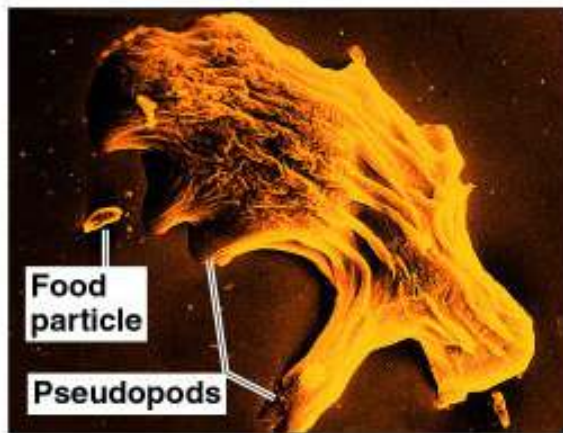
Παραδείγματα μικροβίων



(a)

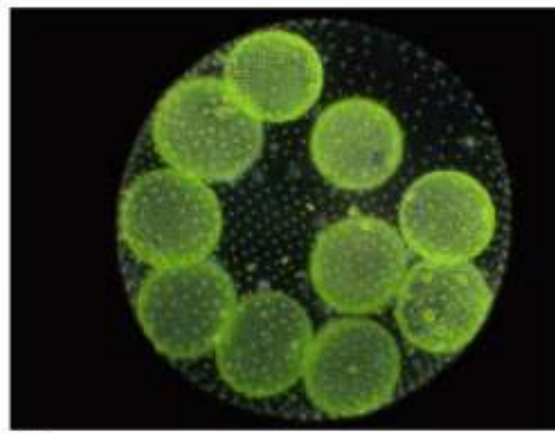


(b)



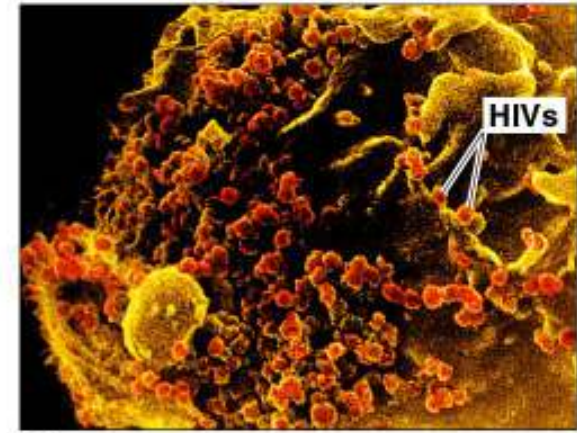
(c)

αμοιβάς

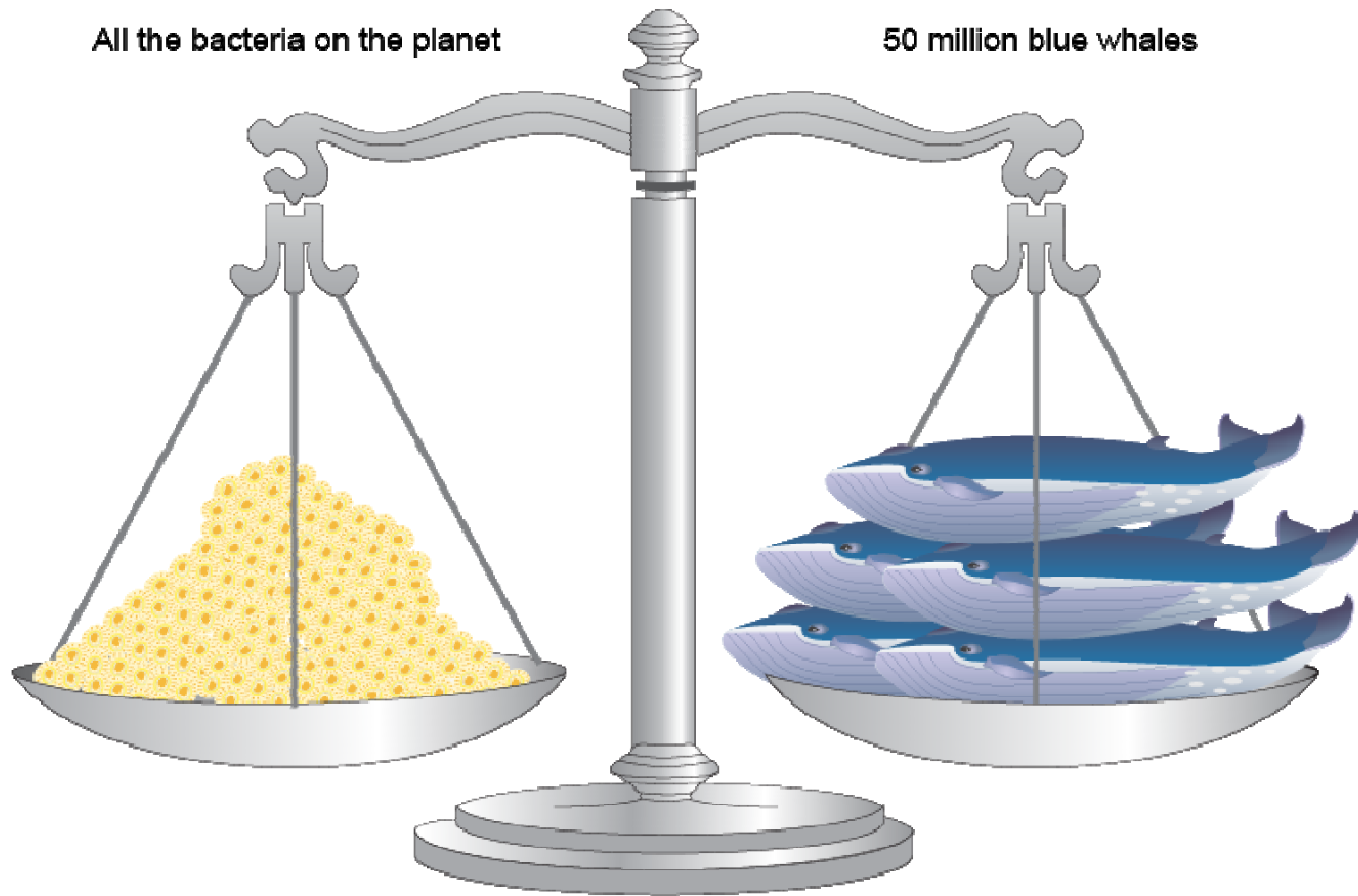


(d)

φύκος



(e)



http://www.teachoceanscience.net/teaching_resources/education_modules/marine_bacteria/learn_about/

Ιστορία της Μικροβιολογίας

Η διαμάχη για την «**αυτόματη γένεση**» της ζωής

- Η υπόθεση ότι οι ζωντανοί οργανισμοί αναδύονται από νεκρή ύλη ονομάζεται αυτόματη γένεση της ζωής. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, μια «ζωτική δύναμη» στην ύλη μπορεί και δίνει ζωή.
- Η εναλλακτική θεωρία «**βιογένεση**» υποστηρίζει ότι όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί προκύπτουν από ζωή που προϋπάρχει.

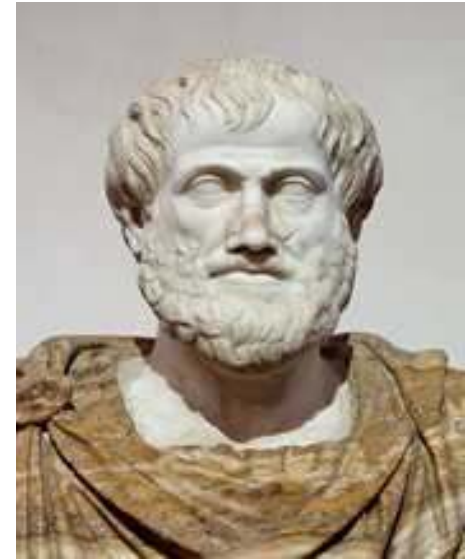
Αρχικά: **αυτόματη γένεση** της ζωής (**Spontaneous Generation**) μπορεί να προκύψει από νεκρή ύλη

Αριστοτέλης, 350 π.Χ.

Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη:

"παρατηρείται εύκολα ότι οι αφίδες μεγαλώνουν από τη δρόσο που πέφτει στα φυτά, οι ψείρες από σάπια ύλη, τα ποντίκια από βρώμικο σανό".

Αυτή η αντίληψη διατηρήθηκε για 2000 χρόνια...



384 - 322 π.Χ.



- Οι πρώτοι επιστήμονες είχαν την τάση να εξηγούν τα φυσικά φαινόμενα με ένα μείγμα από δοξασίες, προλήψεις και επιχειρήματα.
- Η σύγχρονη επιστημονική σκέψη θεωρείται ότι αρχίζει τον 17^ο αιώνα.

Η επιστημονική μέθοδος

- Παρατήρηση φαινομένου
- Λογική υπόθεση για το φαινόμενο
- Πειραματική εξακρίβωση της υπόθεσης
- Συμπεράσματα:
 1. Απόρριψη της υπόθεσης
 2. Επιβεβαίωση
 3. Διόρθωση της αρχικής υπόθεσης και βελτιωμένη επανάληψη του πειράματος

Το φαινόμενο:

Ανάπτυξη ζωντανών οργανισμών σε ζωικούς χυμούς-κρέας

Ερώτηση: τι το προκαλεί;

Υπόθεση:

1. Προκαλείται αυθόρμητα
(ή έστω από χημική μεταβολή των στοιχείων)
2. Προκαλείται από άλλη ζωή (βιογένεση)

«Αυτόματη γένεση της ζωής», υποστηρικτές

Ο **John Needham** (1713-1781) – έβρασε ζωμό από αρνί, τον σφράγισε και παρατήρησε ανάπτυξη μετά από κάποια χρονική περίοδο.

(ανεπαρκής χρόνος βρασμού, μη ασηπτικό κλείσιμο πώματος)



Ο **Felix Archimède Pouchet** (1859) – Η ζωή μπορεί να προέλθει από νεκρά μόρια τα οποία έρχονται σε επαφή με νεκρή ζωντανή ύλη. «Απέδειξε» την ανάπτυξη χωρίς την ανάγκη αέρα.



«Βιογένεση»,
υποστηρικτές

Ο **Girolamo Fracastoro** (ιατρός) (1476-1553) πίστευε ότι αόρατα πλάσματα (σπόρια) ήταν υπεύθυνα για τις ασθένειες. Ο **πρώτος** που το πρότεινε.



Ο **Franscesco Stelluti** (1577-1652) παρατήρησε μέλισσες και σκαθάρια με μικροσκόπιο.



Robert Hooke (1635-1703)

- Φυσιοδίφης και αρχιτέκτων.
- Ίσως ο πρώτος που είδε ζωντανούς οργανισμούς.
- Χρησιμοποίησε πρώτος τον όρο κύτταρο για να περιγράψει αυτό που είδε σε παρασκευάσματα από φελλό.



Anton van Leeuwenhoek (Λίβανχουκ) (1632-1723) "ζωάκια-ζωάρια"

- Ράφτης που χρησιμοποιούσε φακούς για να ελέγχει τα υφάσματά του. Απέκτησε ενδιαφέρον για την κατασκευή φακών.
- Κατασκεύασε εκατοντάδες μικροσκόπια με μεγέθυνση έως και 270 φορές.
- Ανακάλυψε μικροσκοπικούς οργανισμούς, αόρατους στο γυμνο μάτι. Τους ονόμασε «ζωάκια-ζωάρια».
- Ο πρώτος που περιέγραψε βακτήρια και πρωτόζωα.



PLATE XXIV



LEEUWENHOEK'S FIGURES OF BACTERIA FROM THE HUMAN MOUTH
(Letter 29, 17 Sept. 1683)

Enlarged ($\times 14$) from the engravings published in *Arc. Nat. Del.*, 1695.

Fig. A, a motile *Bacillus*.

Fig. B, *Selenomonas spuligera*. C . . . D, the path of its motion.

Fig. E, Micrococci.

Fig. F, *Leptothrix buccalis*.

Fig. G, A spirochete—probably "*Spirochaeta buccalis*," the largest form found in this situation.

Παρατηρήσεις του Leeuwenhoek από το ίδιο του το στόμα:
5 κατηγορίες μικροοργανισμών

«Αυτόματη γένεση της ζωής», εχθροί, οπαδοί «βιογενέσεως» Πειράματα με μύγες

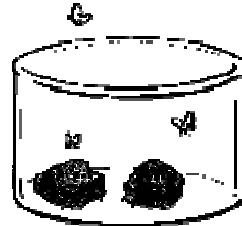
1668, **Francisco Redi**: ο πρώτος που αμφισβήτησε επισήμως την αρχή της αυθόρμητης γέννησης της ζωής.

Ερώτηση: από που προέρχονται τα σκουλήκια;

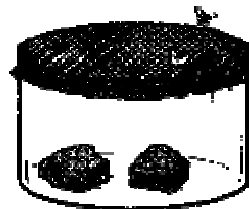
Υπόθεση: τα σκουλήκια προέρχονται από τις μύγες

Πείραμα: κρέας τοποθετείται σε 3 δοχεία

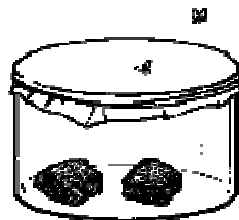
Το πρώτο δοχείο δεν έχει κάλυμμα



Το δεύτερο δοχείο καλύπτεται από λεπτό πλέγμα



Το τρίτο δοχείο καλύπτεται από πανί



Francesco Redi, Italian physician, naturalist & poet, 1626 - 1697.

Συμπέρασμα:

«Αυτόματη γένεση της ζωής», εχθροί, οπαδοί «βιογενέσεως»

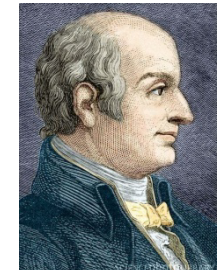
Ο **Lazarro Spallanzani** (1729-1799) Δεν παρατήρησε ανάπτυξη σένα σφραγισμένο δοχείο μετά από βράση. Πρότεινε ότι ο αέρας περιείχε παράγοντες απαραίτητους για την ανάπτυξη ζωής.

Needham



1713 - 1781

Spallanzani



1729 - 1799

«Αυτόματη γένεση της ζωής», εχθροί, οπαδοί «βιογενέσεως»

Theodor Schwann (1810 –1882) και

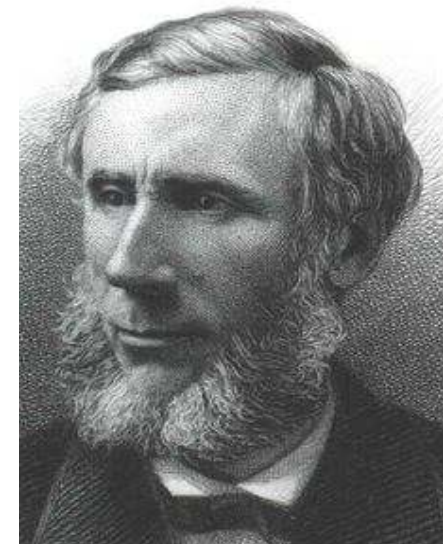
Theodor von Dusch (1824-1890)

Δεν παρατηρήθηκε ανάπτυξη όταν ο αέρας μπορούσε να περάσει μέσα σε δοχείο με ζυμό δια μέσου καυτού σωλήνα ή αποστειρομένου μαλλιού.



John Tyndall (1820-1893) – Παρεμπόδιση της επαφής της σκόνης με ζυμό δε δίνει ανάπτυξη. Έδειξε επίσης την ύπαρξη επιπλέον θερμοανθεκτικών μορφών οργανισμών (ενδοσπόρια).

Μέθοδος αποστείρωσης (Tyndallization) για περιπτώσεις που δεν υπάρχει υπερπίεση με διαδοχικό βράσιμο κατά διαστήματα ημερών.

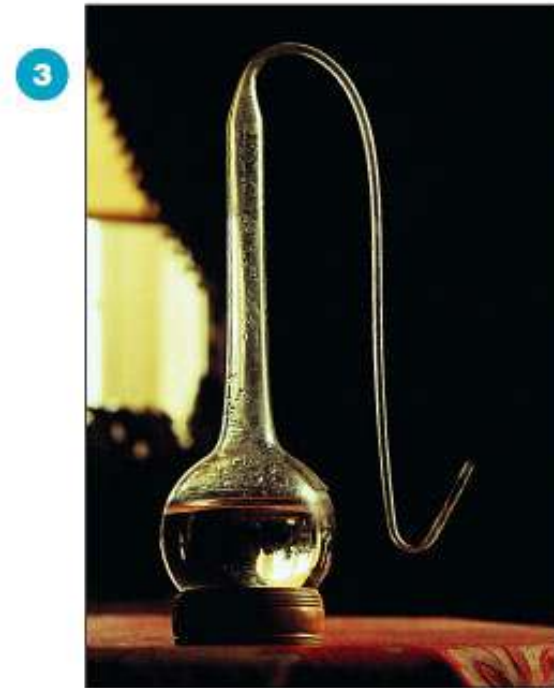
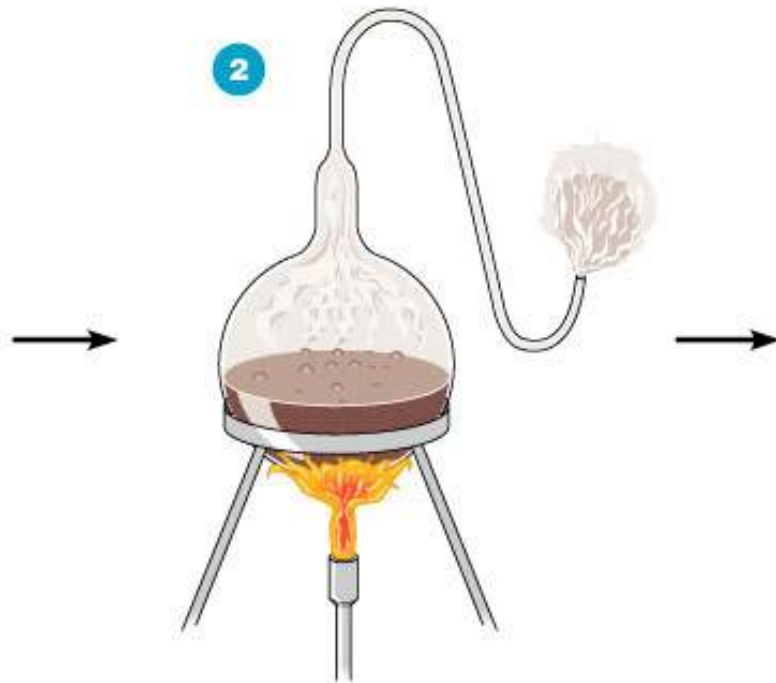
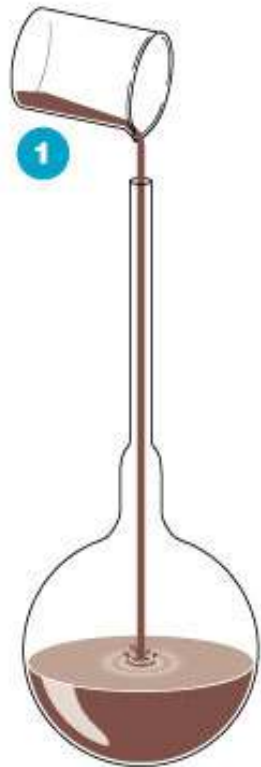


1820 - 1893

Louis Pasteur (1822 - 1895)

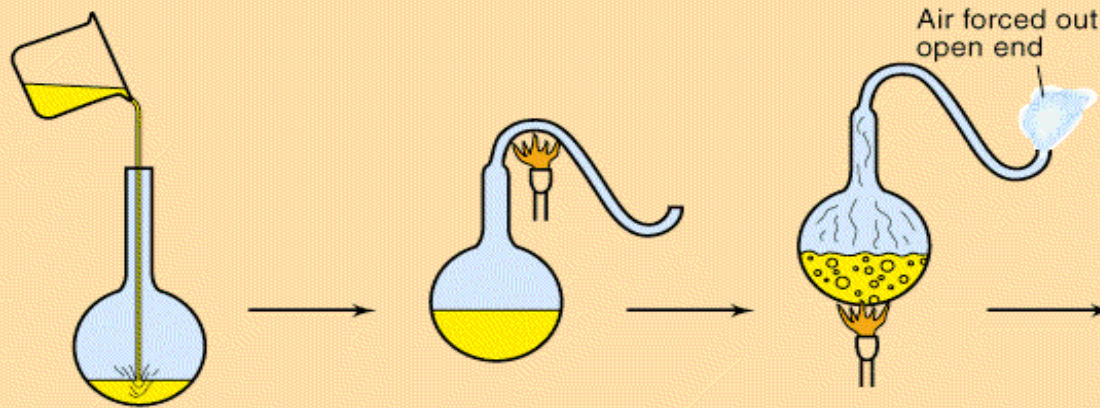
Παγίδεψε αερομεταφερόμενους οργανισμούς σε βαμβάκι

Σε δοχεία με βρασμένους ζωμούς, ζέστανε τους λαιμούς τους, τους επιμήκυνε και τους έδωσε σιγμοϊδές σχήμα, αφήνοντάς τους ανοιχτούς.



Η ανάπτυξη μικροοργανισμών δεν έγινε διότι σωματίδια σκόνης μεταφέροντα μικροοργανισμούς δεν έφτασαν το ζωμό του δοχείου.

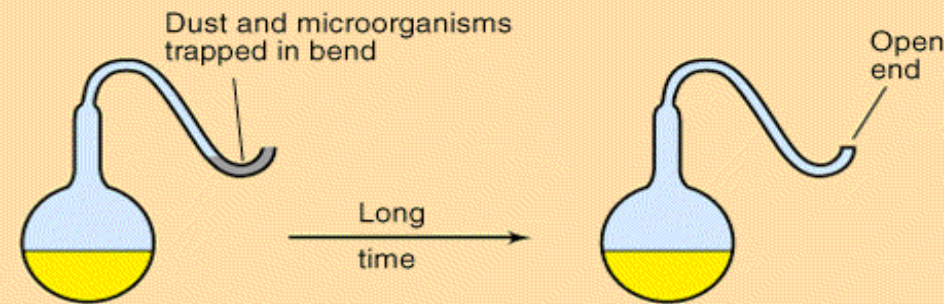
Όταν έσπασαν οι επιμηκυσμένοι λαιμοί ή άλλαξε η γωνία του δοχείου, σωματίδια με μικροοργανισμούς μπορούσαν να φτάσουν το ζωμό και να παρατηρηθεί ανάπτυξη.



Nonsterile liquid poured into flask

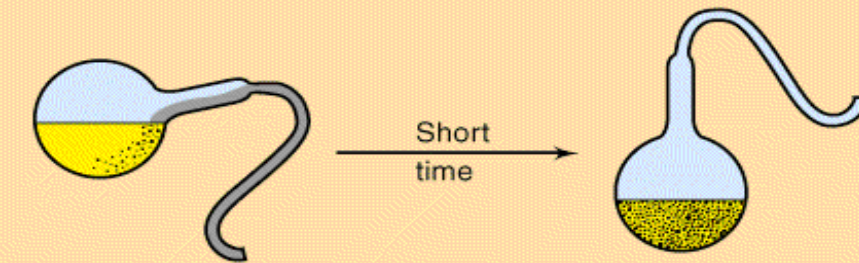
Neck of flask drawn out in flame

Liquid sterilized by heating



Liquid cooled slowly

Liquid remains sterile for many years



Flask tipped so microorganism-laden dust contacts sterile liquid

Microorganisms grow in liquid

- Συμπεράσματα:
- Στο κάτω μέρος του σωλήνα παγιδεύονται στοιχεία που υπάρχουν και στον αέρα.
- Καταρρίπτεται η θεωρία της αυτόματης γένεσης της ζωής.

Louis Pasteur (1822-1895)

Κατέρριψε το δόγμα της αυτόματης γένεσης.

Ανακάλυψε την ύπαρξη αναερόβιας ζωής.

Μελέτησε την αλκοολική και οξική ζύμωση.

Απέδειξε ότι η αλκοολική ζύμωση ήταν αποτέλεσμα των ζυμών.

Η οξίνιση του γάλακτος είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δραστηριότητας.

Η θέρμανση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την καταστροφή μικροοργανισμών στη μπίρα και το κρασί.

Τεράστια συνδρομή στην ανοσολογία.



ΠΑΡΕΝΘΕΣΗ: ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΖΩΗ

Η ζωή σε όλες της τις μορφές που ξέρουμε,
βασίζεται σε συστήματα μεταφοράς ηλεκτρονίων.

Είναι δυνατή η μεταφορά ηλεκτρονίων σε συστήματα άλλα
πλην του οξυγόνου (αναεροβίωση);

Table 1. Midpoint potentials of relevant redox couplets

Redox couplet	E, mV	
	pH 7	pH 8
$\text{CO}_2/\text{CH}_4^{*\dagger}$	-230	-289
$\text{SO}_4^{2-}/\text{HS}^{-\ddagger}$	-217	-284
$\text{Fe}(\text{OH})_3$ (ferrihydrite)/ $\text{Fe}^{2+\ddagger}$	-5	-183
$\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2^{2-}/\text{UO}_2$ (uraninite) + $\text{CO}_2^{*\S}$	-18	-137
$\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^{+\ddagger}$	+366	+292
$\text{P}_{870}/\text{P}_{870}^+$ (purple bacteria)	$\approx +450$	
MnO_2 (pyrolusite)/ $\text{Mn}^{2+\ddagger}$	+490	+372
$\text{NO}_3^-/\text{N}_2^{\ddagger}$	+717	+646
$\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$	+815	+756
$\text{P}_{680}/\text{P}_{680}^+$ (Photosystem II)	$\approx +1,100$	

Η αλκοολική ζύμωση είναι αποτέλεσμα των ζυμών

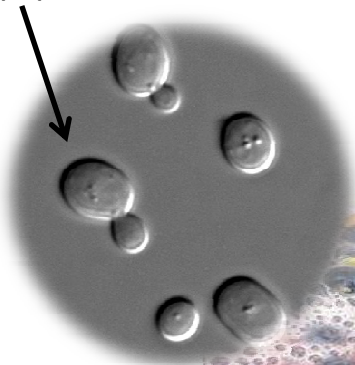
Τι είναι η ζύμωση; Τι προκαλεί την ζύμωση;

Μερικοί επιστήμονες πίστευαν ότι προκαλείται από τον αέρα. Άλλοι πίστευαν ότι προκαλείτο από μικρόβια.

Ο Παστέρ παρατήρησε ότι

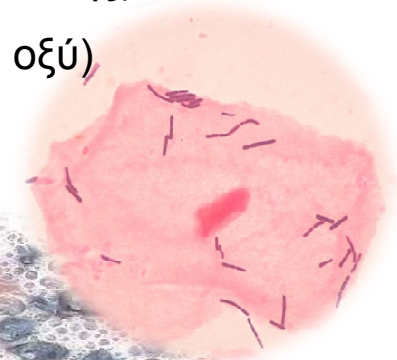
1. Τα φουσκώματα στη ζύμη του αλευριού μπορούσαν να διαιρεθούν και να κάνουν περισσότερα.
2. Προσθήκη γλεύκους και ζυμών σε ανοιχτά και κλειστά δοχεία έδωσε ζύμωση. Άρα οι ζύμες είναι αερόβιες και αναερόβιες.
3. Προσθήκη ζυμών ή βακτηρίων σε αποστειρωμένο γλεύκος δίνει διαφορετικά τελικά προ

Είναι αυτά ζώντα
μικρόβια;



ζύμη + γλεύκος → καλό κρασί ☺ (παραγωγή αιθανόλης)

Βακτήρια + γλεύκος → χαλασμένο κρασί ☹ (γαλακτικό οξύ)



Βιογένεση: αντεπίθεση διασήμων χημικών υπέρ της θεωρία της αυτόματης γένεσης τον 19^{ος} αιώνα

Συλλογισμός: Η θέρμανση διώχνει το οξυγόνο από τα υποστρώματα και για αυτό εμποδίζεται η ανάπτυξη των μικροοργανισμών

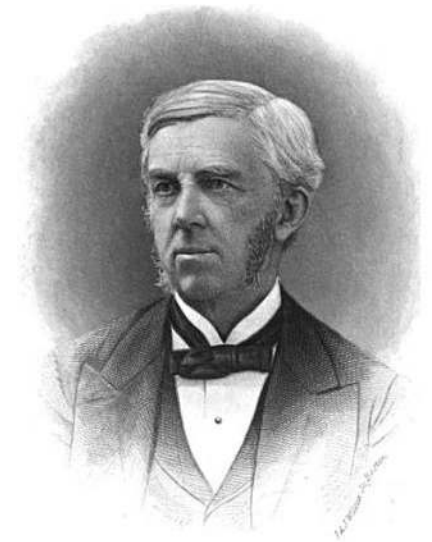
Οι **Justus von Liebig** (1803–1873), **Jöns Jakob Berzelius** (1779–1848) και **Friedrich Wöhler** (1800-1882) ανέπτυξαν τη μηχανιστική θεωρία των ζυμώσεων:

Οι ζύμες κινούνται συνέχεια (κίνηση Brown!) και συγκρούονται με τα «ασταθή» μόρια των σακχάρων τα οποία διασπώνται σε αιθανόλη και CO₂.

Η μικροβιακή θεωρία για την εξήγηση των
ασθενειών

Oliver Wendell Holmes Sr (1809-1894)

Πίστευε ότι ο θάνατος μετά τη γέννα (επιλόχειος πυρετός) προκαλείται από τα βρώμικα χέρια των μαιών και των ιατρών.

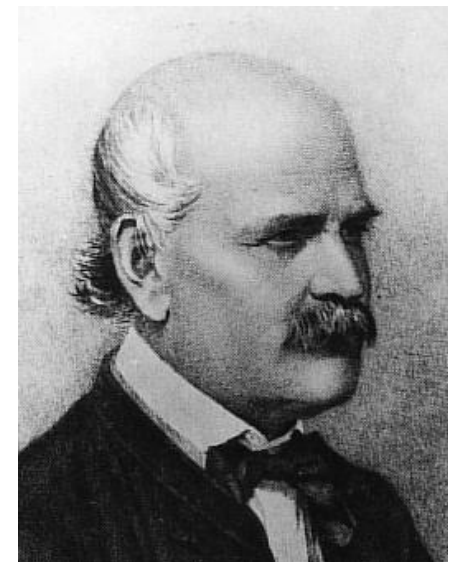


1809 - 1894

Ignaz Semmelwise (1818-1865)

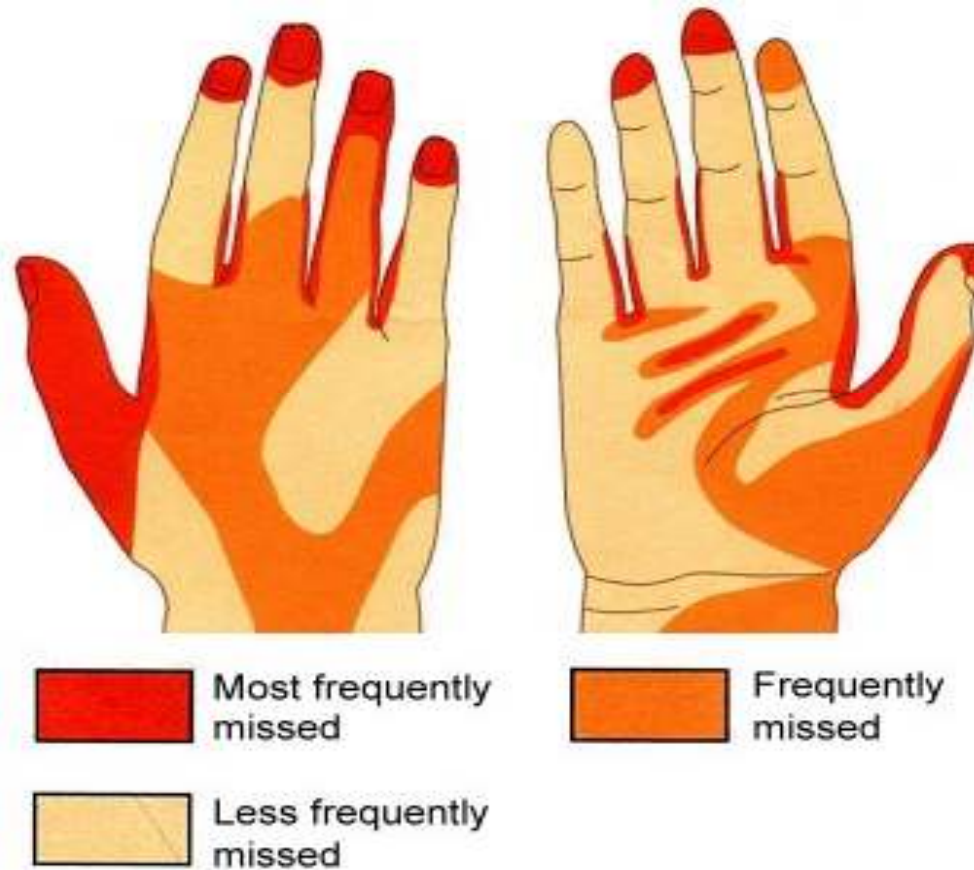
1840s: υιοθέτησε το πλύσιμο των χεριών για την παρεμπόδιση του επιλόχειου πυρετού.

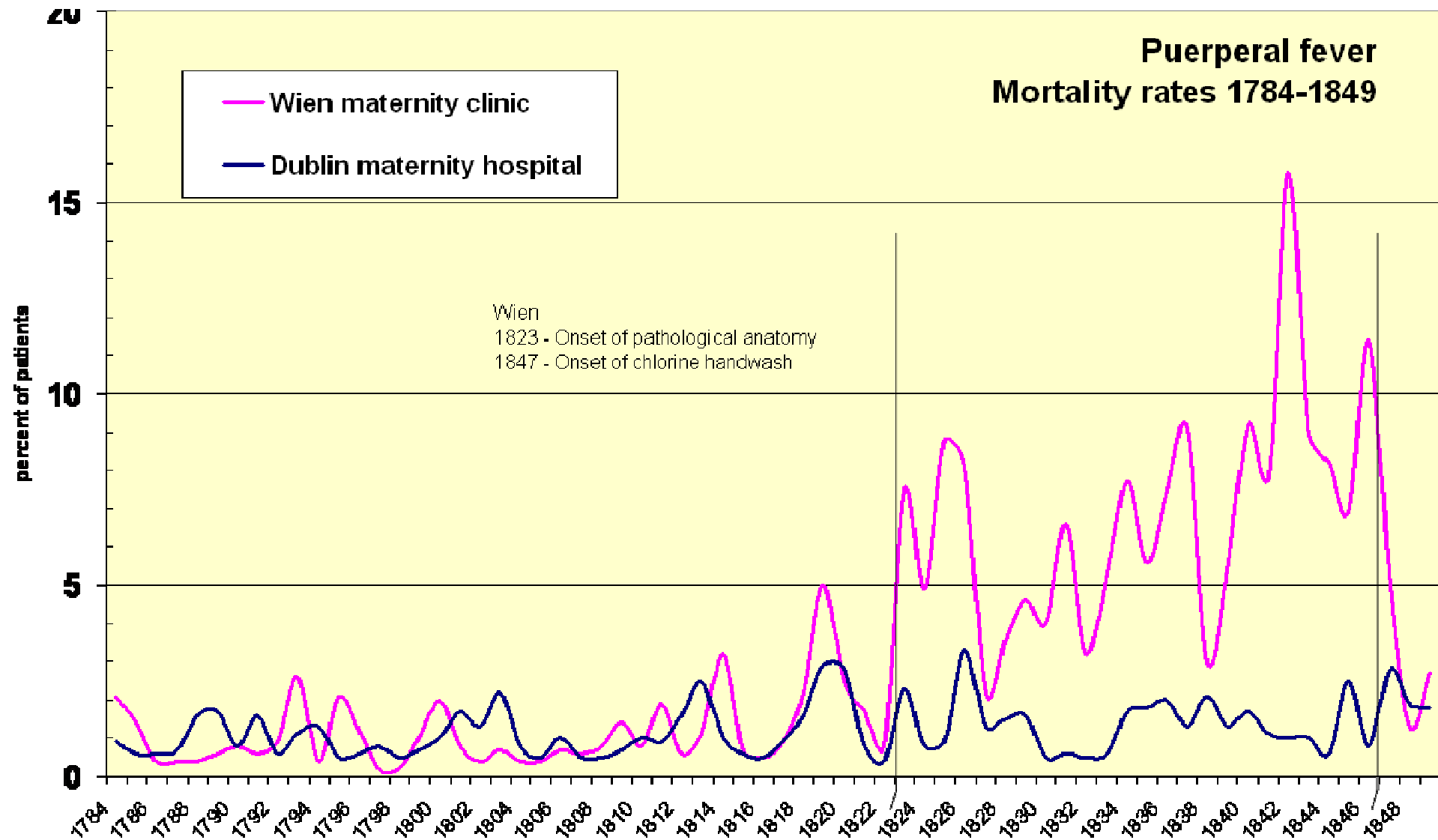
Παρατήρησε ότι οι θάνατοι στα μαιευτήρια γεμάτα με φοιτητές ήταν περισσότεροι από αυτά που είχαν μόνο μαιές. Οι θάνατοι ελαττώνονταν το καλοκαίρι.



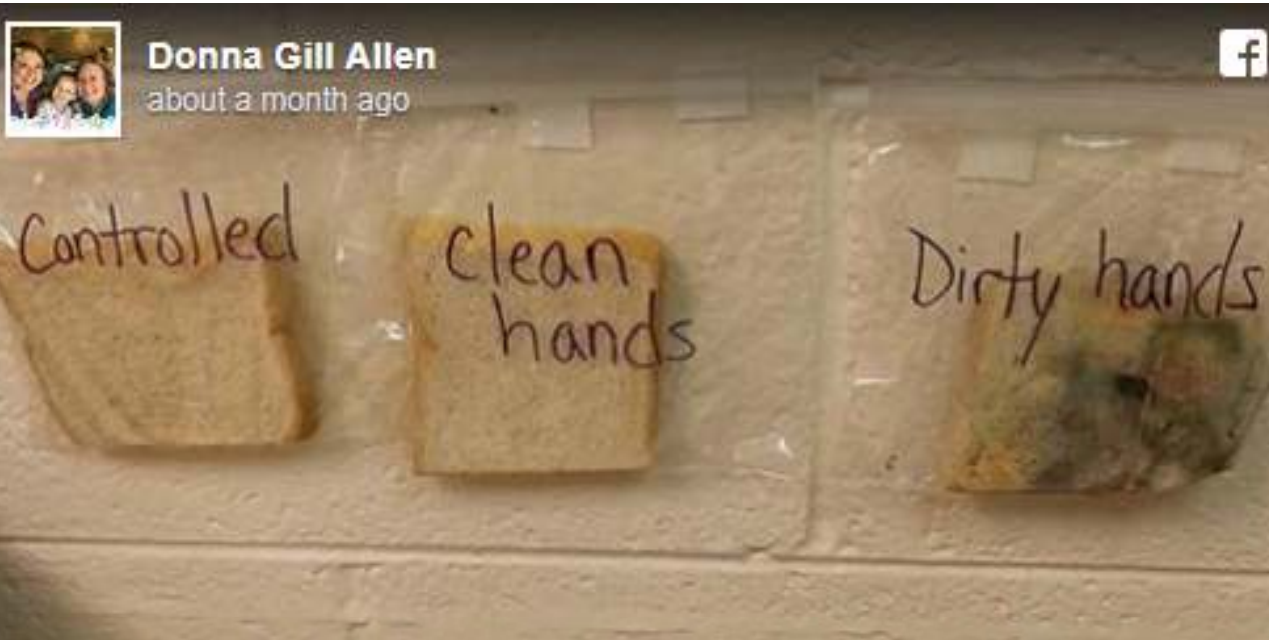
1818 - 1865

Σημασία του πλυσίματος των χεριών





Θάνατοι από επιλόχειο πυρετό που προκαλείται από άπλυτα χέρια

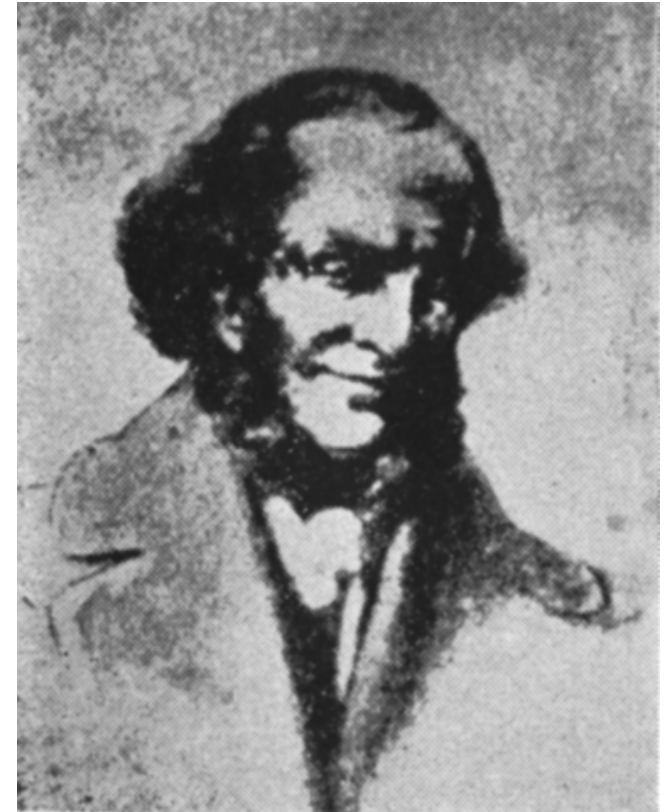


To all my teacher friends this is the grossest yet coolest experiment. I did this while teaching about germs and how they spread. You use three pieces of bread. You let all the kids see you put a piece of bread in a baggy with a glove on hence "controlled" then you wash your hands and put a piece of bread in a baggy for "clean" last but definitely not least you pass a piece of bread around and let every kid in class touch it then you put it in a baggy and label it dirty. Watch how the bread changes over time due to germs. It is so cool and a great way to teach the importance of hand washing 😊

👍 40K 💬 15K ➦ 73K

Η μικροβιακή θεωρία για την εξήγηση των ασθενειών

1835: **Agostino Bassi** (1773-1856),
ο πρώτος διδάξας: μια ασθένεια του
μεταξοσκώληκα προκαλείται από έναν μύ-
κητα (*Beauveria bassiana*). Πρότεινε ότι και
ανθρώπινες αρρώστιες (ιλαρά, σύφιλις,
πανώλη) προκαλούνται από μικρόβια.



1865: Ο **Pasteur** πίστευε ότι μια άλλη ασθένεια του
μεταξοσκώληκα προκαλείτο από ένα πρωτόζωο.
Είχε το πορτραίτο των **Bassi** και **Spallanzani** στο
γραφείο του.

Joseph Lister (1827-1912) Πατέρας της αντισηψίας

Επικρατούσα άποψη:

Οι μολύνσεις στις πληγές συνέβαιναν λόγω κάποιου μιάσματος στον όζοντα αέρα. Γάγγραινα.

Ο Lister είχε διαβάσει ένα άρθρο του Pasteur για την αναερόβια σήψη.

Μήπως οι μικροοργανισμοί προκαλούσαν γαγγραινα;

Το καρβολικό οξύ (φαινόλη) χρησιμοποιείτο για να αφαιρεί τη βρωμιά από τους υπονόμους. Ο Lister ψέκασε με αυτό εγχειρητικά εργαλεία, χειρουργικές τομές και επιδέσεις: τα περιστατικά γάγγραινας ελαττώθηκαν σημαντικά.

Η σημασία των μικροβίων για την πρόκληση παθήσεων έγινε ευρέως αποδεκτή.

Η καλύτερη μέθοδος για την αποφυγή των βακτηριακών μολύνσεων είναι η πρόληψη.



1827 - 1912

Πρώιμη ανοσοβιολογία

Edward Jenner (1749 – 1823) και το πρώτο **εμβόλιο**

Ήξερε πως οι αγρότες πίστευαν πως αν είχε κανείς αρρωστήσει από δαμαλίαση, δεν κολούσε ευλογία.

Η δαμαλίαση προκαλεί ήπια δυσφορία, πόνο, μερικές φλύκταινες και περιορισμένο πρήξιμο. Τα συμπτώματα διαρκούσαν λίγες μέρες.

Αντίθετα, η **ευλογία** προκαλεί έντονη παραμόρφωση, μερικές φορές τύφλωση και συχνά θάνατο.

Προς το τέλος του 18^{ου} αιώνα, ο Jenner έκανε μικρές τομές με υλικό δαμαλίας σε χέρια με σκοπό την αποφυγή της ευλογιάς.

Αρχικά οι συνάδελφοί του αμφισβήτησαν την ασφάλεια και αποτελεσματικότητα της θεραπείας αυτής. Στη συνέχεια όμως, η αξία του εμβολίου δαμαλίας αναγνωρίστηκε.

Λέγεται ότι η δουλειά του Jenner έσωσε τους περισσότερους ανθρώπους στην ιστορία από οποιονδήποτε άλλον άνθρωπο.

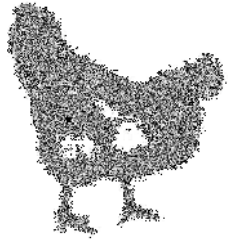


1749 - 1823





(1802), James Gillray δέκτες του εμβολίου αναπτύσσουν βοειδείς αποφύσεις!



Συνδρομή του Pasteur στην ανοσολογία

Παρατήρηση: Όσοι «περνούν» μιά νόσο μπορεί να αποκτήσουν ανοσία.

Με βάση αυτό το σκεπτικό, ο Pasteur σκέφτηκε να προσδώσει ανοσία στις κότες για προσβολή από χολέρα.

Ένας συνάδελφος του καθυστέρησε να εμβολιάσει με καλλιέργειες χολέρας τα κοτόπουλα με αποτέλεσμα ο εμβολιασμός να γίνει με τις υπερμεγαλωμένες καλλιέργειες.

Παρατήρηση: Ο εμβολιασμός με αυτές τις ξεχασμένες καλλιέργειες είχε ως συνέπεια να προκύψουν κότες με πλήρη ανοσία στη χολέρα.

Τα μικρόβια ήταν νεκρά ή εξασθενημένα.

Ο Pasteur τροποποίησε παρομοίως και άλλους οργανισμούς (τον άνθρακα και τον ιό που προκαλεί τη λύσσα).

Τελικά δημιούργησε **πρωτόκολλα εμβολιασμού**.



1843 - 1910

Robert Koch: επανάσταση στη μικροβιολογία Τεχνικές

Πειραματίστηκε για το μέσο στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν βακτήρια.

Ξεκίνησε με ζελατίνη κολλαγόνου με μέτρια αποτελέσματα.

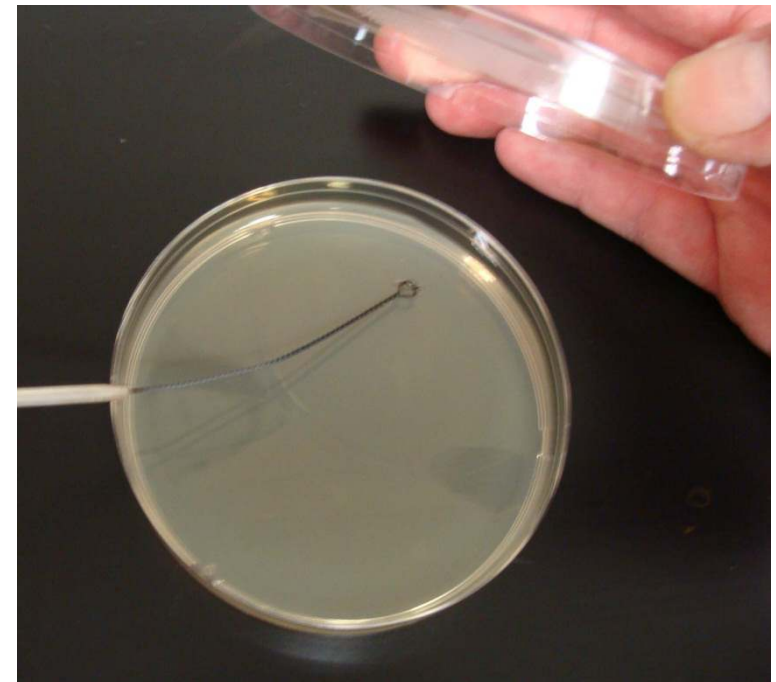
Συνέχισε με άγαρ (ζελατινοειδές προϊόν από φύκια). Αποδείχθηκε καλό μέσο καθώς δεν έλιωνε και δεν καταναλώνονταν από τα βακτήρια.

Στο υπόστρωμα του άγατος προσέθεσε θρεπτικά μέσα για την ανάπτυξη συγκεκριμένων μικροοργανισμών.

Με τη συνεισφορά του Julius Petri ανέπτυξαν τον τρόπο με τον οποίο καλλιεργούμε βακτήρια σε τρυβλία με άγαρ από τα οποία μπορούμε να απομονώσουμε μεμονωμένες αποικίες.



Αποικίες *Micrococcus luteus*



Robert Koch (1843 – 1910): επανάσταση στη μικροβιολογία

- Ο Robert Koch απέδειξε ότι η ασθένεια άνθραξ προκαλείται από το βακτήριο *Bacillus anthracis*

Οι 4 απαιτήσεις του Koch για την απόδοση αρρώστιας σε συγκεκριμένο μικρόβιο

Ο μικροοργανισμός βρίσκεται πάντα σε άρρωστα και ποτέ σε υγιή ζώα.

Ο μικροοργανισμός απομονώνεται και καλλιεργείται σε καθαρή καλλιέργεια.

Μόλυνση ενός υγιούς ζώου με τον απομονωμένο οργανισμό από την καλλιέργειά του, προκαλεί την ίδια αρρώστια με τα ζώα από τα οποία απομονώθηκε.

Ο μικροοργανισμός μπορεί να απομονωθεί από τα εκ νέου προσβεβλημένα ζώα και να αποδειχθεί ότι είναι ο ίδιος με τον αρχικό που απομονώθηκε από τα αρχικά μολυσμένα ζώα.



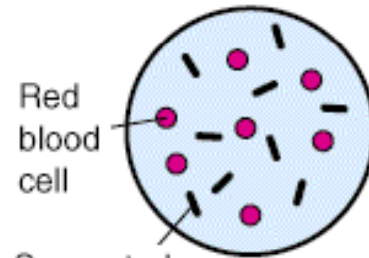
Diseased animal



Healthy animal



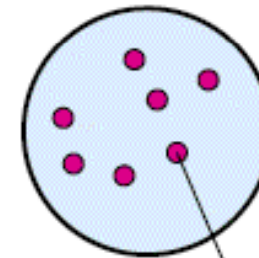
Postulate 1
The suspected pathogenic organism should be present in *all* cases of the disease and *absent* from healthy animals.



Red blood cell

Suspected pathogen

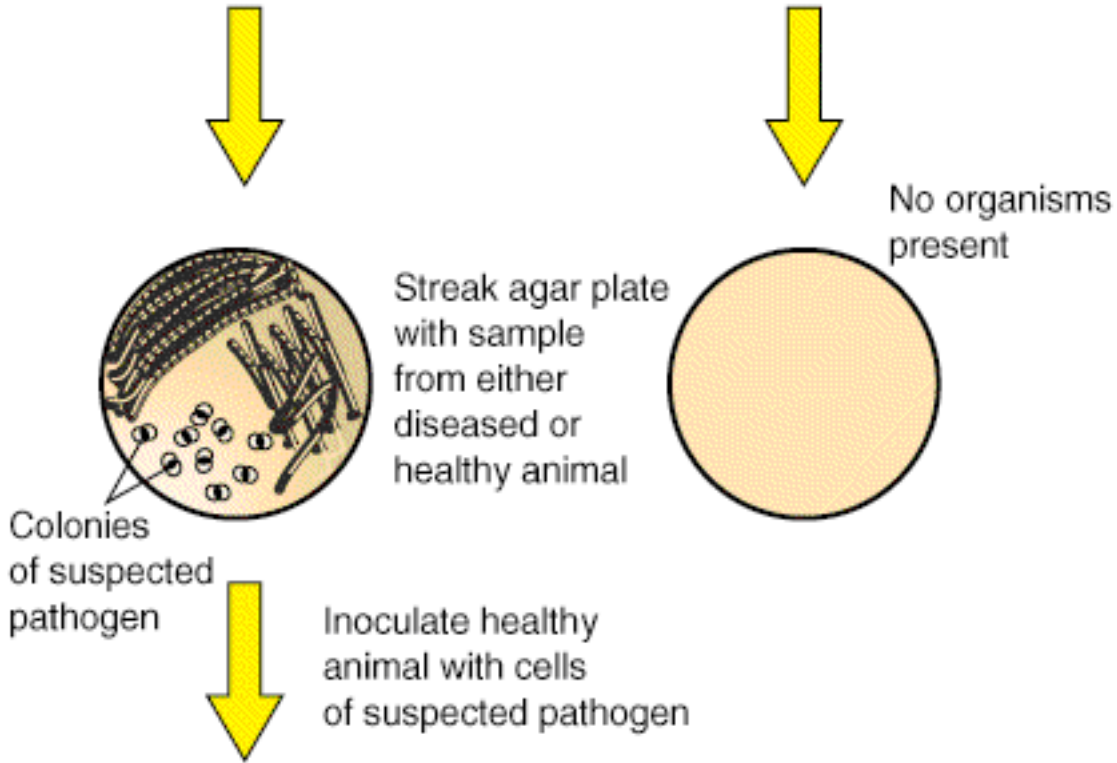
Observe blood/tissue under the microscope



Red blood cell

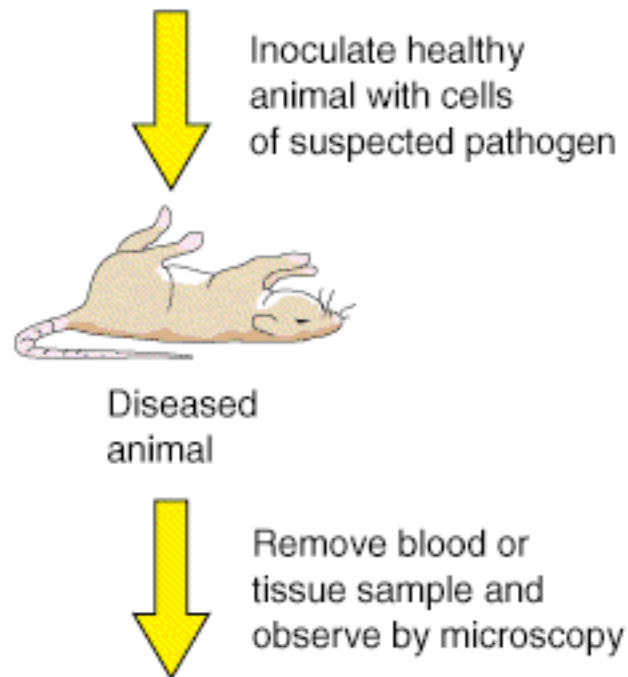


Postulate 2
The suspected organism should be grown in pure culture.



Postulate 3

Cells from a pure culture of the suspected organism should cause disease in a healthy animal.

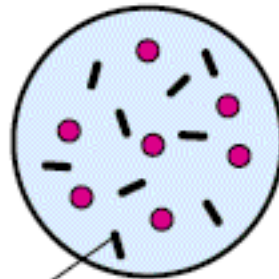


Postulate 4

The organism should be reisolated and shown to be the same as the original.



Remove blood or tissue sample and observe by microscopy



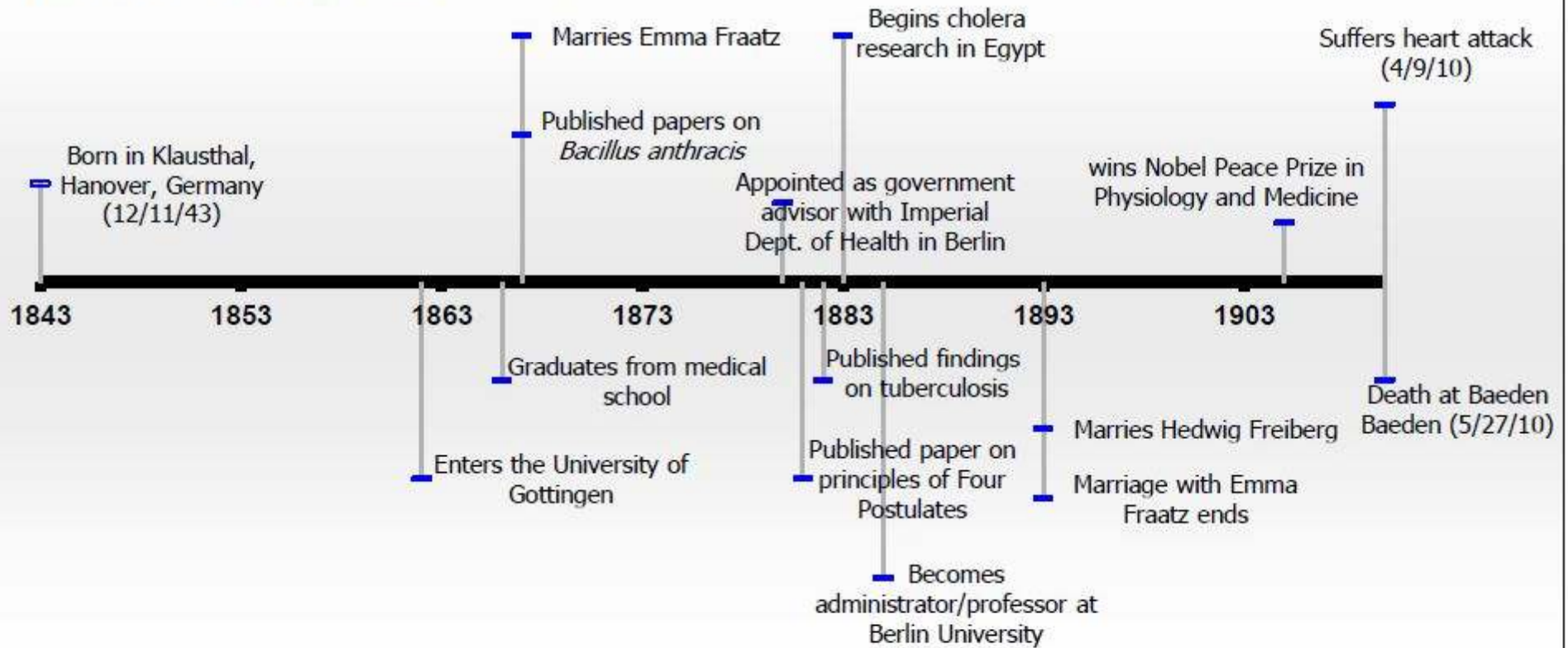
Suspected pathogen

Laboratory culture

A yellow arrow pointing to the right, indicating the process of laboratory culture.

Pure culture
(must be same organism
as before)

The Life and Work of Robert Koch



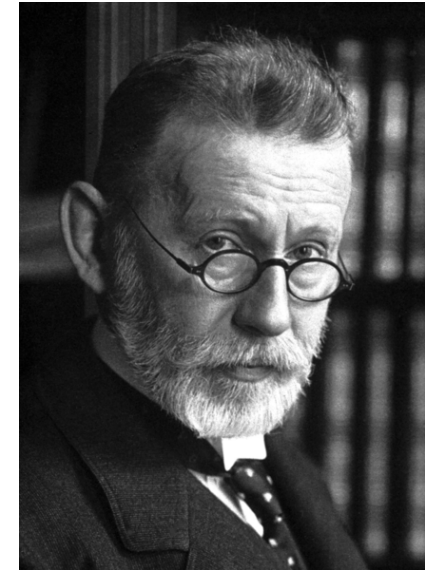
Ανακάλυψη αντιμικροβιακών ουσιών

Paul Ehrlich (1854 – 1915)

Χρησιμοποίησε χρώσεις για τη διάκριση διαφορετικών τύπων αίματος. Εργάστηκε με αντιμικροβιακές χρωστικές.

Ανακάλυψε την αρσενοφενामीνη (Salvarsan) που χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς για τη θεραπεία της σύφιλης (1909).

Είναι ο πατέρας της χημειοθεραπείας: τεχνητές ενώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία ανθρωπίνων νόσων.



Gerhard Domagk (1895 – 1964) ανακάλυψε ότι η χρωστική σουλφοναμιδοχρυσοϊδίνη μπορεί να σκοτώσει διαφορετικά είδη βακτηρίων θετικών κατά Gram.

Το πρώτο αντιβιοτικό

1939, βραβείο Nobel στην ιατρική.



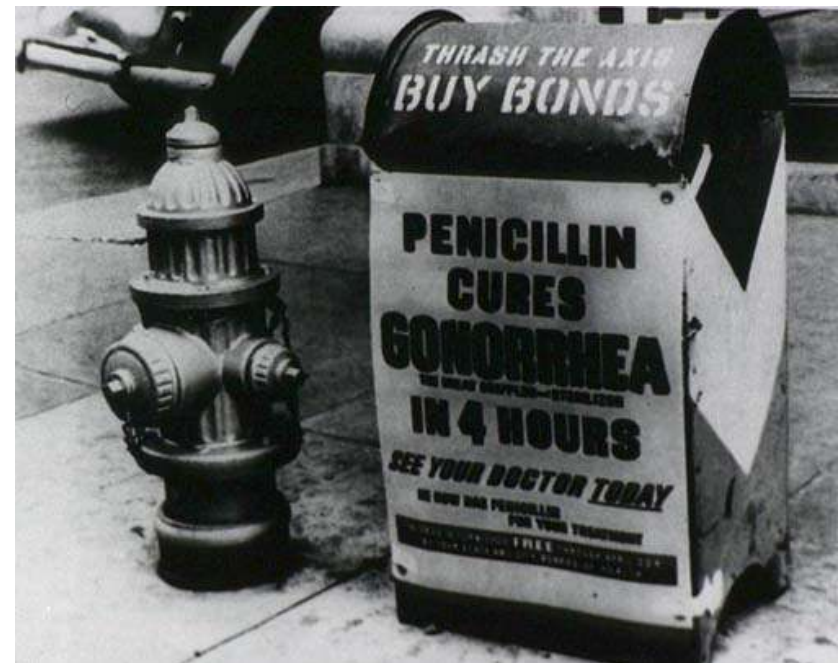
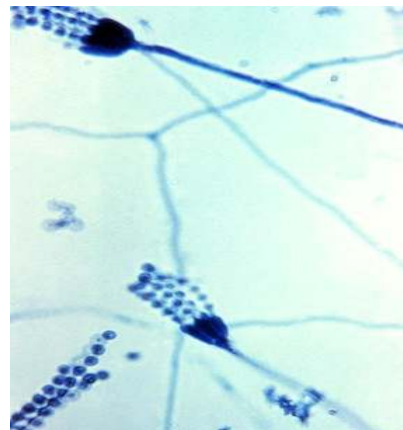
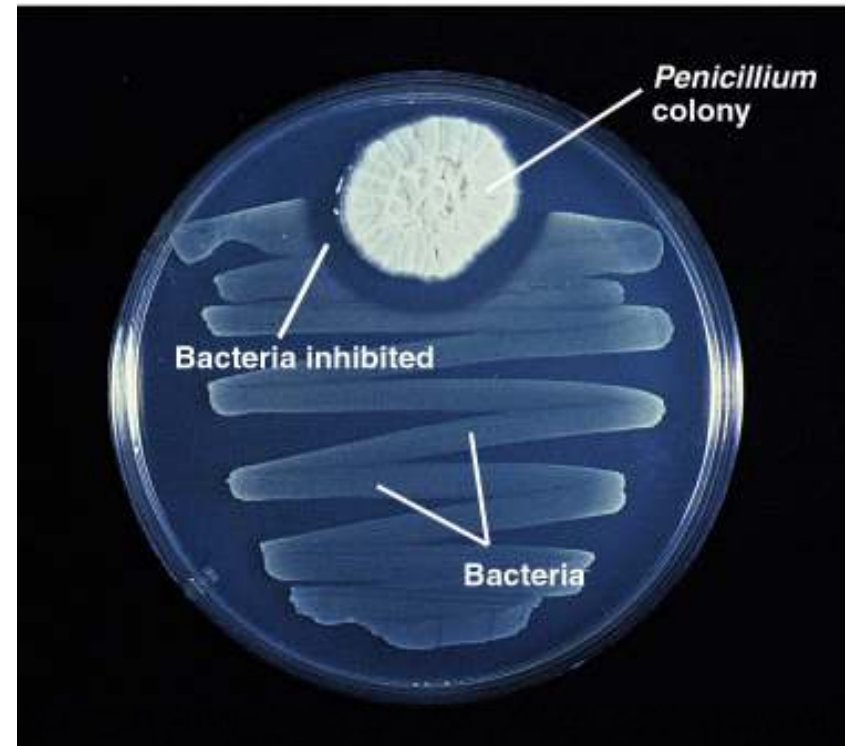
Alexander Fleming (1881 – 1955): Σκώτος βιολόγος και φαρμακοποιός. Παρατήρησε ότι σταφυλόκοκοι (*Staphylococcus aureus*) δεν αναπτύσσονταν κοντά σε μια αποικία μούχλας (1928).

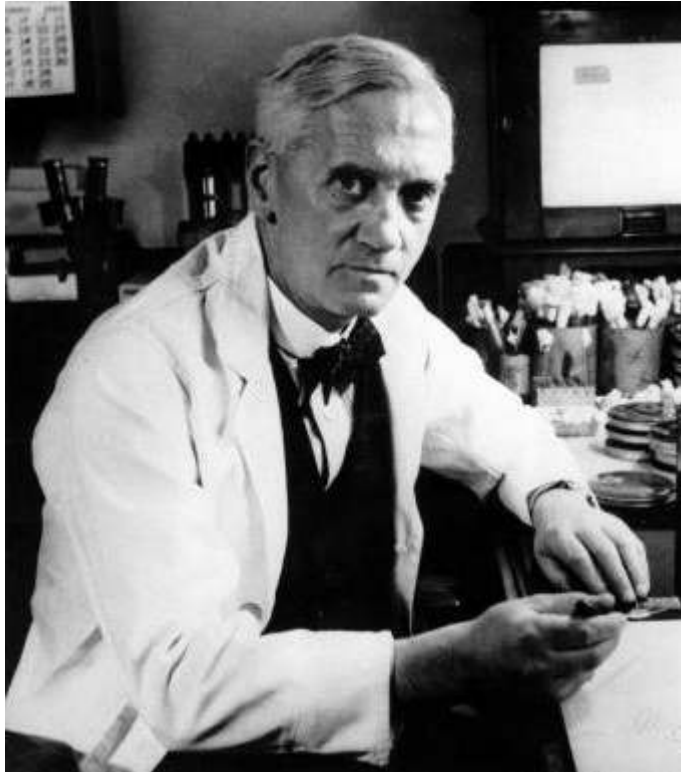
Απομόνωσε την ουσία της μούχλας που παρεμπόδιζε την ανάπτυξη των βακτηρίων.

Η αντιβακτηριακή ουσία ονομάστηκε πενικιλίνη από το όνομα του *Penicillium*, της μούχλας.

1940: Η πενικιλίνη εξετάστηκε σε κλινικές δοκιμές και παρήχθη σε μεγάλες ποσότητες.

Βραβείο Nobel στην Φυσιολογία και Ιατρική το 1945.





Αλέξανδρος Φλέμιγκ

Αντιβιογράμμα



Ανακαλύψεις στη Μικροβιολογία, περιληπτικά

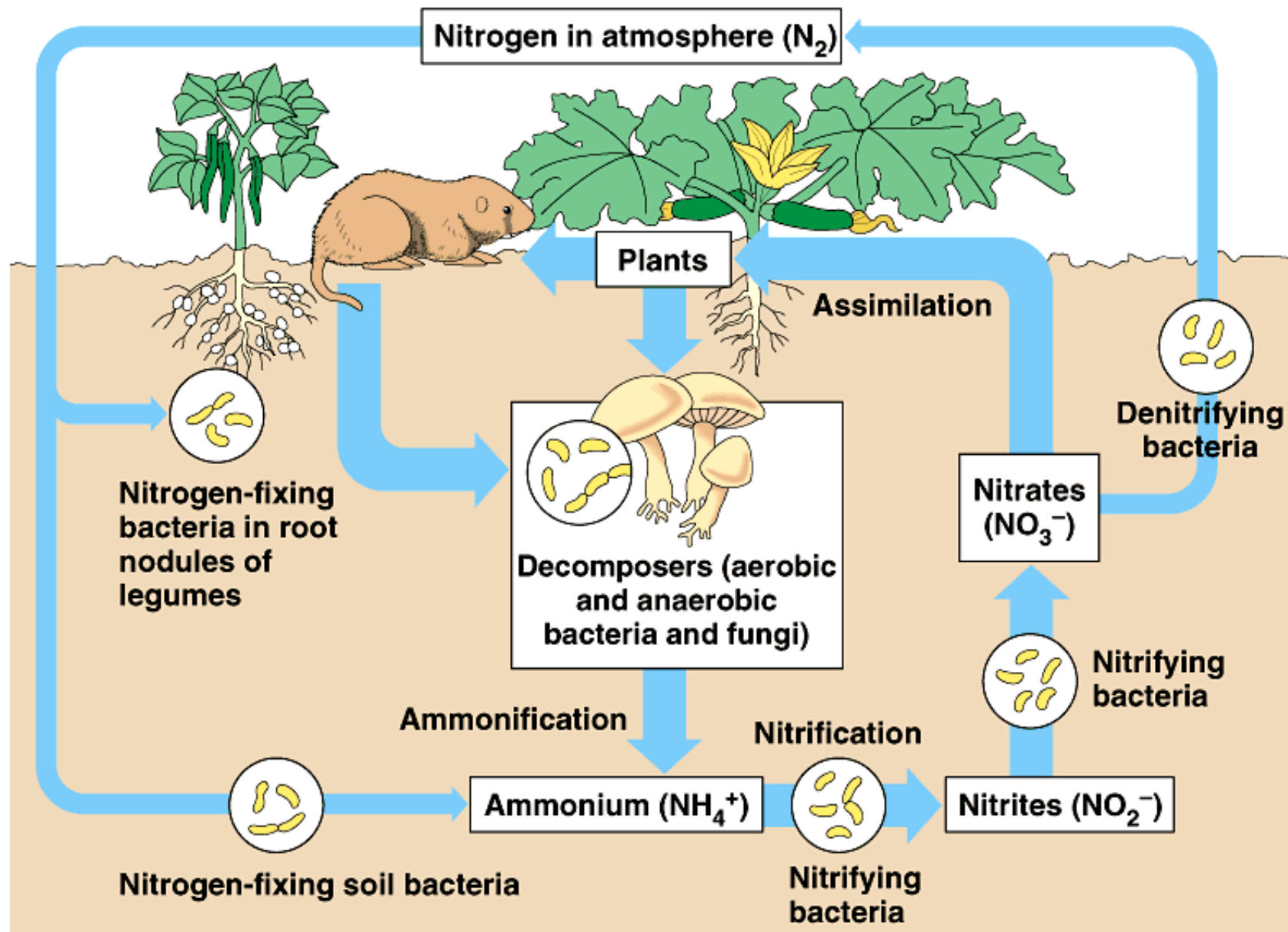
- 1665 Hooke
- 1673 van Leeuwenhoek: μικροσκόπια
- 1735 Linnaeus: ορολογία
- 1798 Jenner: εμβολιασμοί
- 1857 Pasteur: ζυμώσεις
- 1876 Koch: μικροβιακή θεωρία λοιμώξεων

ENZYMΟΛΟΓΙΑ: ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

- 1783 [Spallanzani](#): παρατηρεί ότι το γαστρικό υγρό γερακιού και άλλων ζώων (και άνθρωπος) ρευστοποιεί το κρέας (πεψίνη)
- 1814 Kirchoff: το εκχύλισμα από σιτάρι διαλυτοποιεί το άμυλο σε δεξτρίνες και σάκχαρα (αμυλάση)
- 1833 Payen κ Persoz: 1^η απομόνωση ενζύμου.
Προσθήκη αλκοόλης σε υδατικό εκχύλισμα βύνης δίνει θερμοευαίσθητο ίζημα ικανό να υδρολύει άμυλο σε διαλυτά σάκχαρα. «Διαστάση», σήμερα αμυλάση.
- 1834 Schwann: απομόνωση ενζύμου από στομάχι ζώου κατόπιν όξινης εκχύλισης (πεψ)
-
- 1860 Berthelot: απομόνωση ενζύμου από αλκοολικό ίζημα ζύμης ικανό να μετατρέπει τη ζάχαρη (σουκρόζη) σε γλυκόζη και φρουκτόζη (ινβερτάση). «Φυράματα».
- 1870 [Liebig](#): τα «φυράματα» είναι «ανοργάνωτα»μη ζώντα συστατικά, [Pasteur](#): τα «φυράματα» είναι «οργανωμένα»
- 1878 Kühne: εισάγει τον όρο ένζυμο για να αποδώσει τα «φυράματα», που βρίσκονται «εν τη ζύμη» και προκαλούν τις προηγούμενες διαδικασίες μετατροπών
- 1897 Buchner: επιτυγχάνει αλκοολική ζύμωση χρησιμοποιώντας εκχύλισμα ζύμης ελεύθερο από ακέραια κύτταρα.

- **Martinus Beijerinck** (1851 – 1931). Εργάστηκε στη δέμευση διαφόρων στοιχείων από τους μικροοργανισμούς (κύκλοι του άνθρακα, αζώτου και θείου) στη φύση. Ανακάλυψε τη δέσμευση του αζώτου από τα συμβιοτικά (*Rhizobium* sp.) και ελεύθερα βακτήρια (*Azotobacter* sp.). Η διεργασία αυτή είναι τεραστίας σημασίας για τη θρέψη των φυτών. Απομόνωσε θειοαναγωγικά βακτήρια. Ανέπτυξε τεχνικές για την απομόνωση μικροοργανισμών με εξειδικευμένες μεταβολικές δραστηριότητες.
- **Sergei Winogradsky** (1856 – 1953). Ανακάλυψε ότι τα αυτοτροφικά βακτήρια έχουν ευρεία κατανομή. Απομόνωσε και μελέτησε τα βακτήρια που είναι υπεύθυνα για την μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρικά ανιόντα, αφομοιώσιμα για τα φυτά. Ανακάλυψε μικροοργανισμούς που μπορούν να παράγουν ενέργεια μέσω της οξειδωσης του CO₂. Πέρασε τα τελευταία 34 χρόνια της ζωής του στο Ινστιτούτο Pasteur μελετώντας τα βακτήρια του εδάφους. Περιέγραψε τη μικροβιακή οξειδωση του θείου και του σιδήρου και μελέτησε την αναερόβιο αζωτοδέσμευση.
- Οι αμερικανοί **Thomas Burrill** (1839 – 1916) και **Erwin Smith** (1854 – 1927) ανέλυσαν το ρόλο των βακτηρίων σε ασθένειες φυτών.
- **Albert Jan Kluyver** (1888 – 1956), πρότεινε ότι οι βασικές μεταβολικές αντιδράσεις είναι κοινές για όλα τα κύτταρα των εμβίων όντων: «Συγκριτική Βιοχημεία». “From elephant to butyric acid bacterium – it is all the same”

Ο κύκλος του N



Επιλεγμένα βραβεία Νομπέλ στη Φυσιολογία και Ιατρική

1901*	von Behring	Diphtheria antitoxin
1902	Ross	Malaria transmission
1905	Koch	TB bacterium
1908	Metchnikoff	Phagocytes
1945	Fleming, Chain, Florey	Penicillin
1952	Waksman	Streptomycin
1969	Delbrück, Hershey, Luria	Viral replication
1987	Tonegawa	Antibody genetics
1997	Prusiner	Prions
2003	Agre, Mackirron	water and ion channels
2005	Marshall, Warren	Helicobacter and ulcers
2008	Hausen	Papilloma and viruses

* The first Nobel Prize in Physiology or Medicine.

Μια ματιά στην εμφάνιση της ζωής στη Γη

-Ο ρόλος των μικροοργανισμών

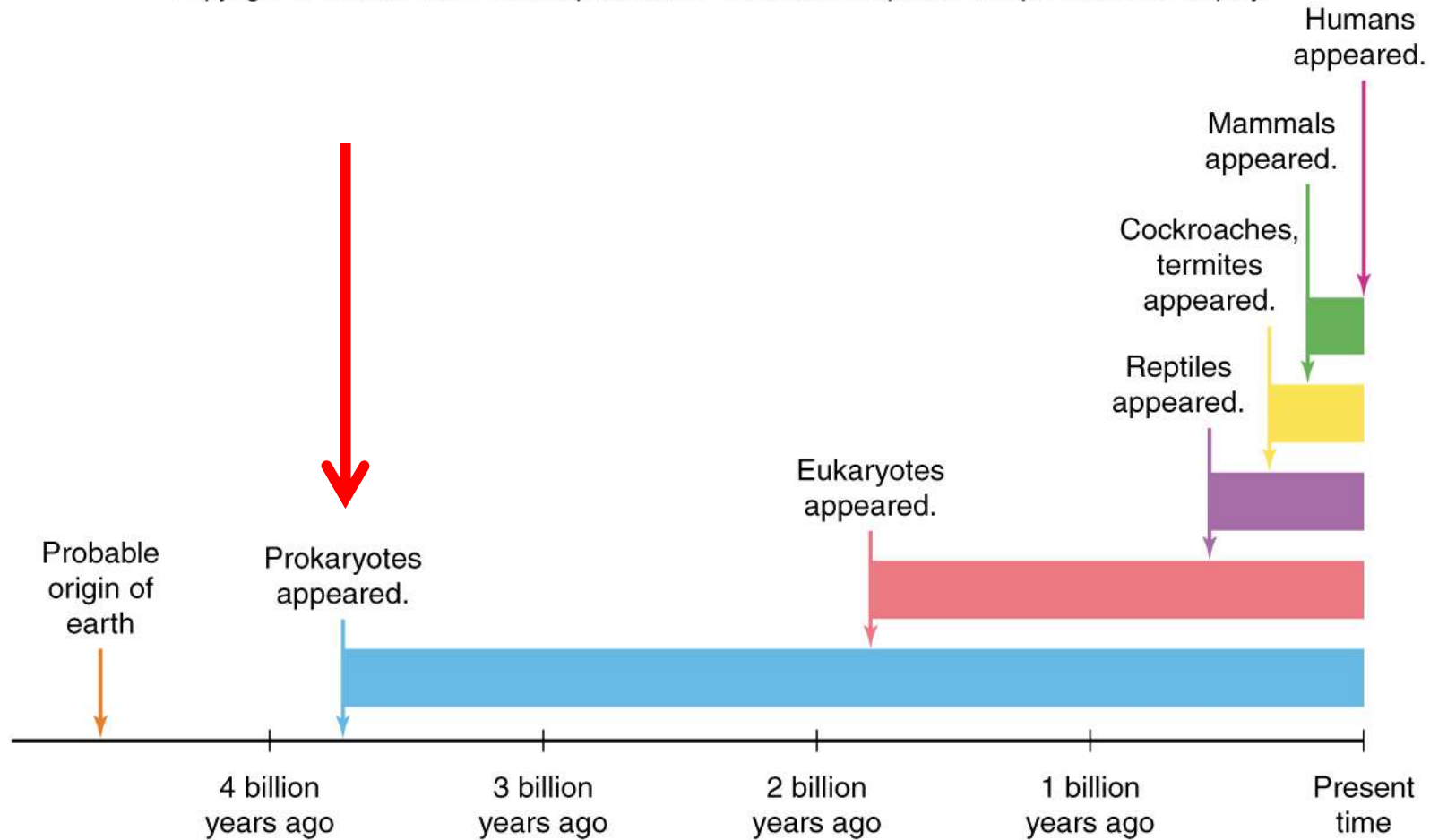
Η αρχική ατμόσφαιρα στη γη και στους ωκεανούς

Ηφαιστειακές εκρήξεις εκτόξευαν αέρια από το εσωτερικό της γης στην ατμόσφαιρα. Η διαδικασία συνεχίζεται και σήμερα. Τα εκλυόμενα αέρια ήταν CO₂ και υδρατμοί. Καθώς η επιφάνεια της γης κρύωνε, το νερό συμπυκνώθηκε και μετετράπη σε ωκεανούς, ποτάμια και λίμνες. Οι κομήτες ενδέχεται να συνείσφεραν στη γη πολύπλοκα οργανικά μόρια.



Η εμφάνιση της ζωής στη γη

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



Η εμφάνιση των αερίων στη γη

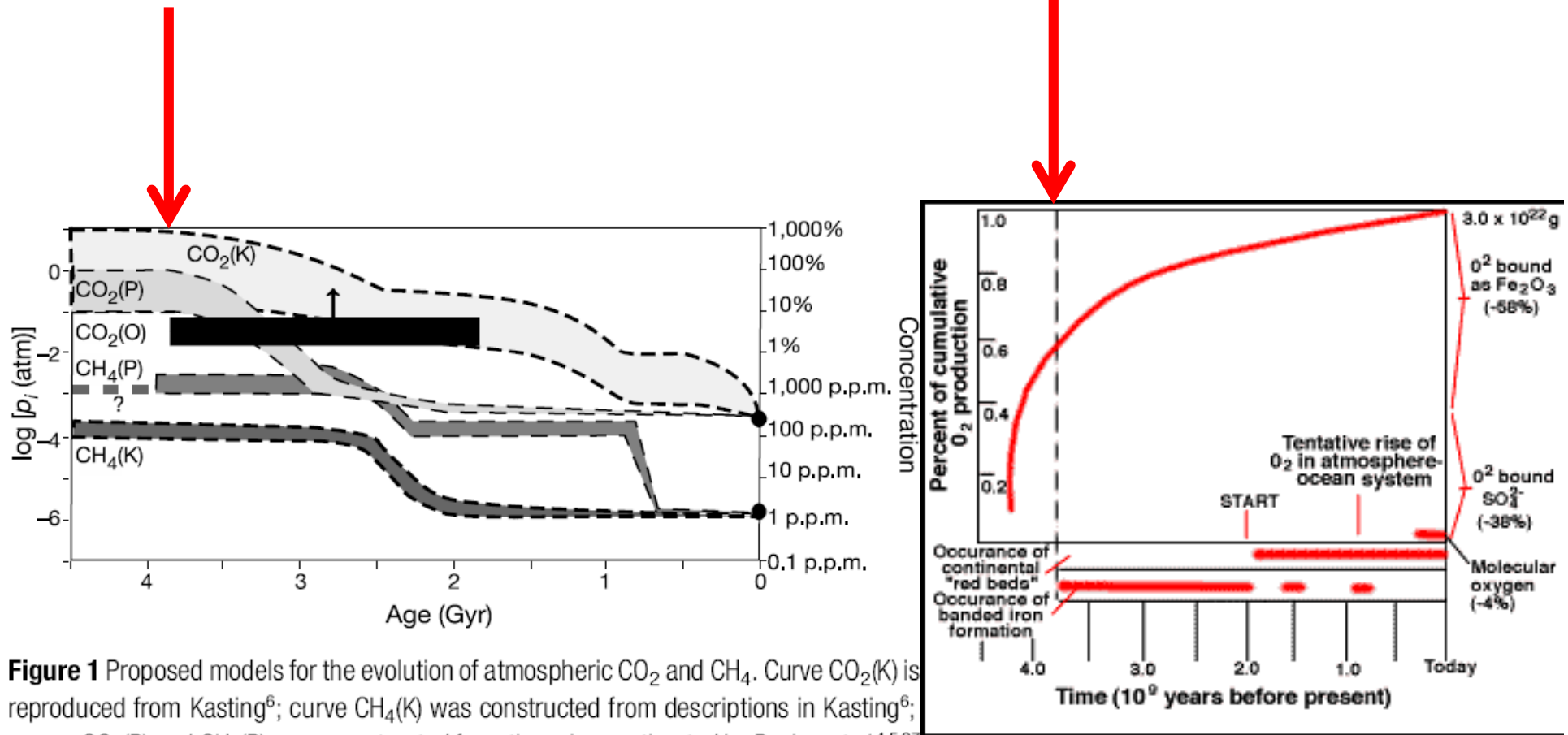
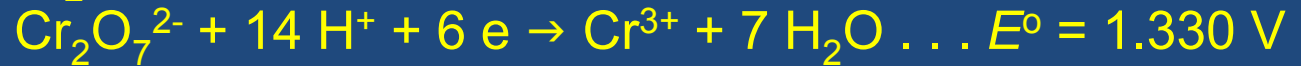


Figure 1 Proposed models for the evolution of atmospheric CO_2 and CH_4 . Curve $\text{CO}_2(\text{K})$ is reproduced from Kasting⁶; curve $\text{CH}_4(\text{K})$ was constructed from descriptions in Kasting⁶; curves $\text{CO}_2(\text{P})$ and $\text{CH}_4(\text{P})$ were constructed from the values estimated by Pavlov *et al.*^{4,5,27} at 3.9 Gyr, 2.8 Gyr and 2.3–0.75 Gyr ago; and line $\text{CO}_2(\text{O})$ is from this study. p_i refers to the partial pressure of a gaseous species i .



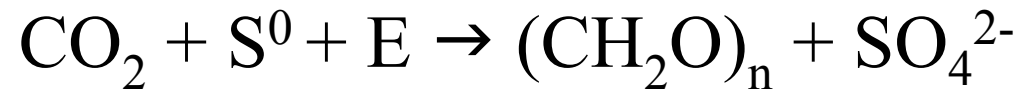
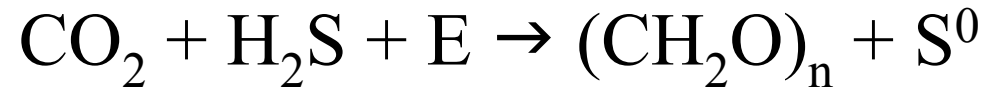
Πρότυπα Δυναμικά
αναγωγής
για κάθε ημιαντίδραση
αναγωγής

E°

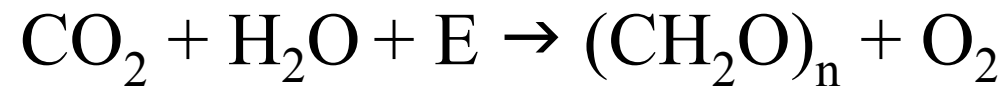


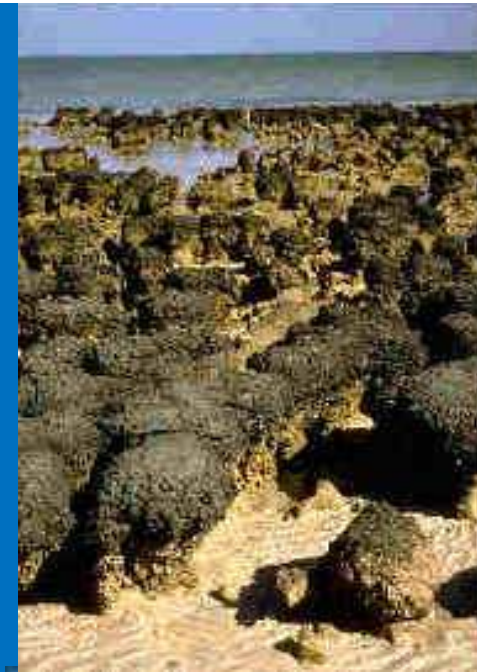
Οι πρώτοι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί:
κάτι σαν τα *Proteobacteria*, *Chlorobia*

Ανοξυγονική φωτοσύνθεση:



Κυανοβακτήρια: οξυγονική φωτοσύνθεση:



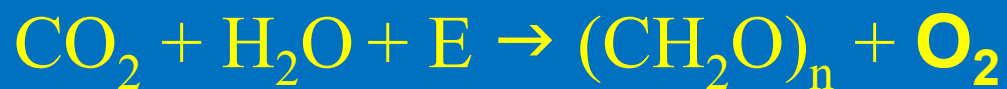


Φωτοσύνθεση: αναεροβικά βακτήρια



<http://www.louisville.edu/~mmcarr01/GCE/CourseIntro.html>

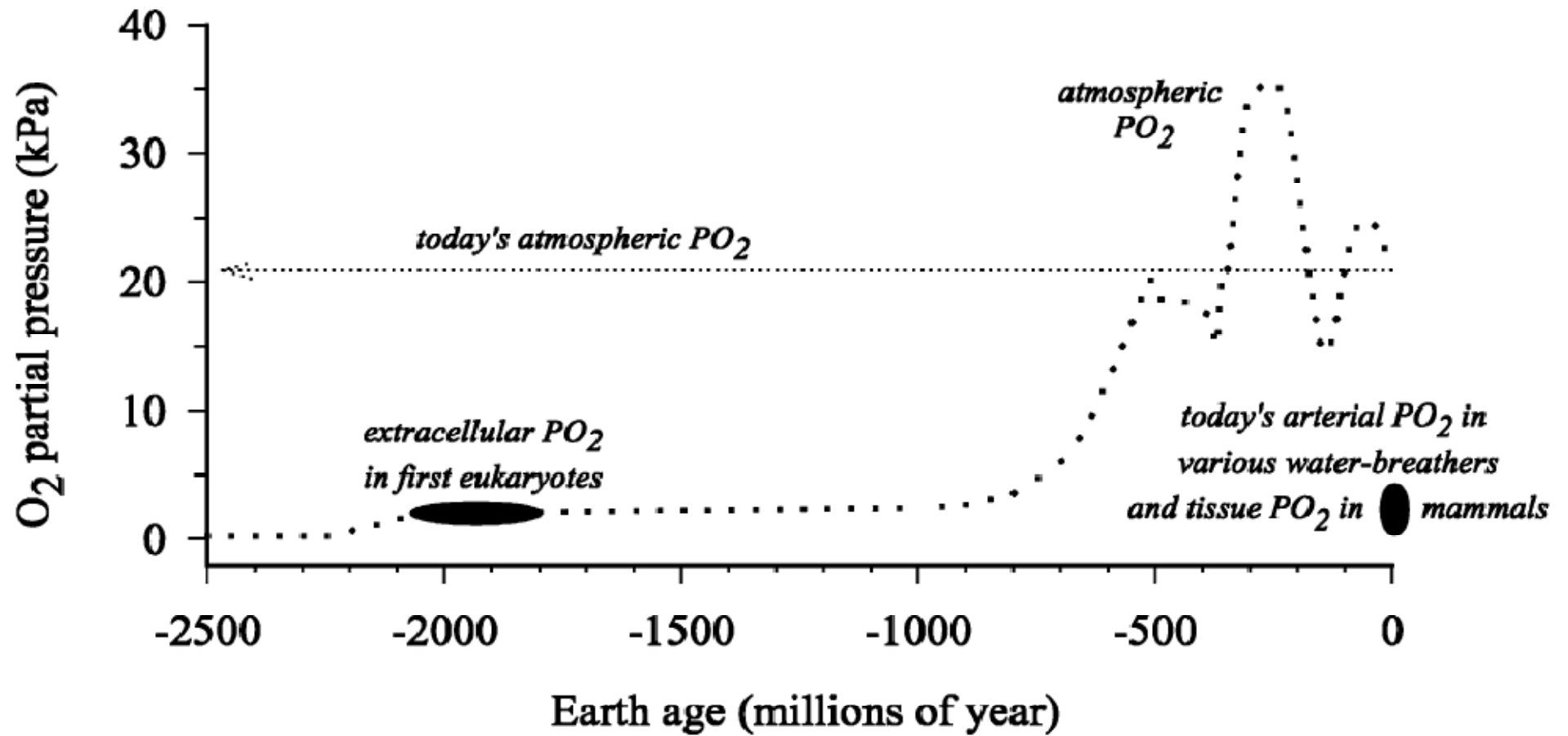
Φωτοσύνθεση: αεροβικά βακτήρια



Hydrogen escape after CH_4 photolysis, therefore, causes a net gain of O_2

Science (2001) 293, 839-43





Mechanisms of Ageing and Development (2003) 124, 857-863

- Υπάρχουν απολιθώματα από **προ**καρυωτικούς οργανισμούς με ηλικία 3.5 δισ. ετών.
- 2 δισ. έτη αργότερα εμφανίστηκαν οι **ευ**καρυωτικοί οργανισμοί.
- Οι μικροοργανισμοί άλλαξαν σταδιακά τη σύνθεση της ατμόσφαιρας της γης και επέτρεψαν έτσι την εμφάνιση αερόβιας ζωής (κυανοβακτήρια).

Η αρχή και εξέλιξη των οργανισμών

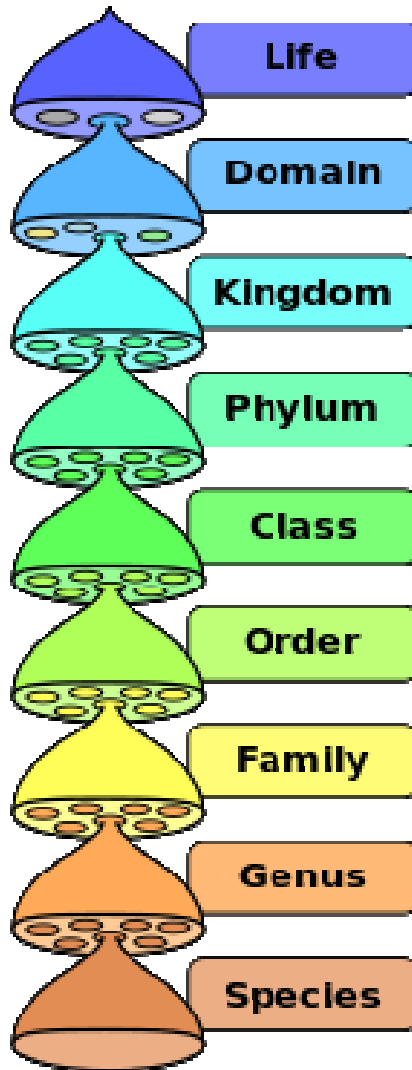
Θεωρία της εξέλιξης:

Οι κληρονομικές ιδιότητες στα έμβια όντα αλλάζουν σταδιακά στο χρόνο. Οι αλλαγές αυτές έχουν ως αποτέλεσμα δομικές και λειτουργικές αλλαγές μετά από πολλές γενιές.

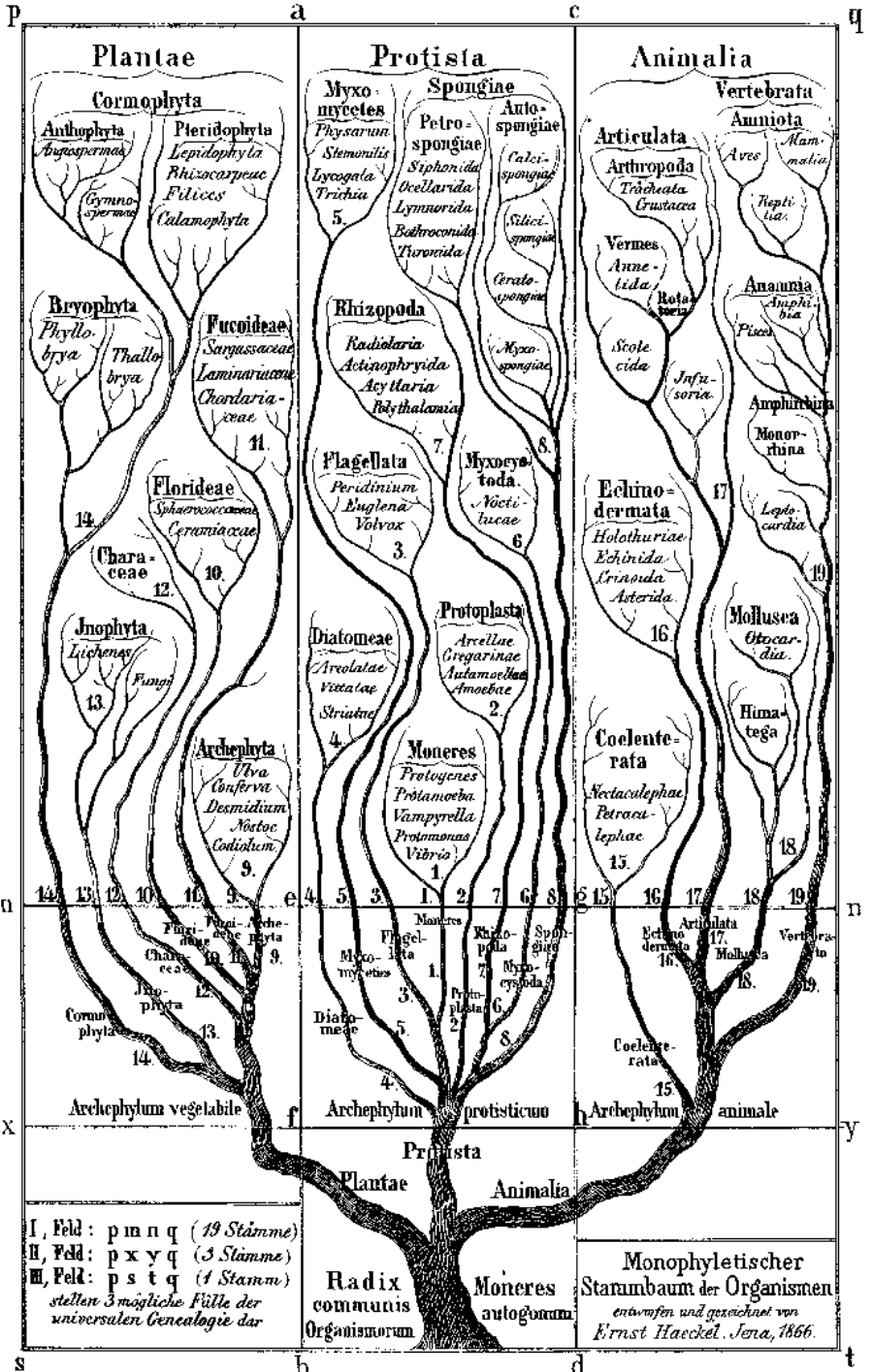
Επίσης:

Όλα τα καινούργια είδη προέρχονται από είδη που προϋπάρχουν
Συγγενείς οργανισμοί έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά διότι έχουν
εξελιχθεί από έναν κοινό πρόγονο.

Συστηματική ταξινόμηση



- Domain
- Kingdom
- Phylum
- Class
- Order
- Family
- Genus
- Species
- Επικράτεια
- Βασίλειο
- Συνομοταξία
- Ομοταξία
- Τάξη
- Οικογένεια
- Γένος
- Είδος



Εξελικτική ταξινόμηση:
Haeckel, 1866

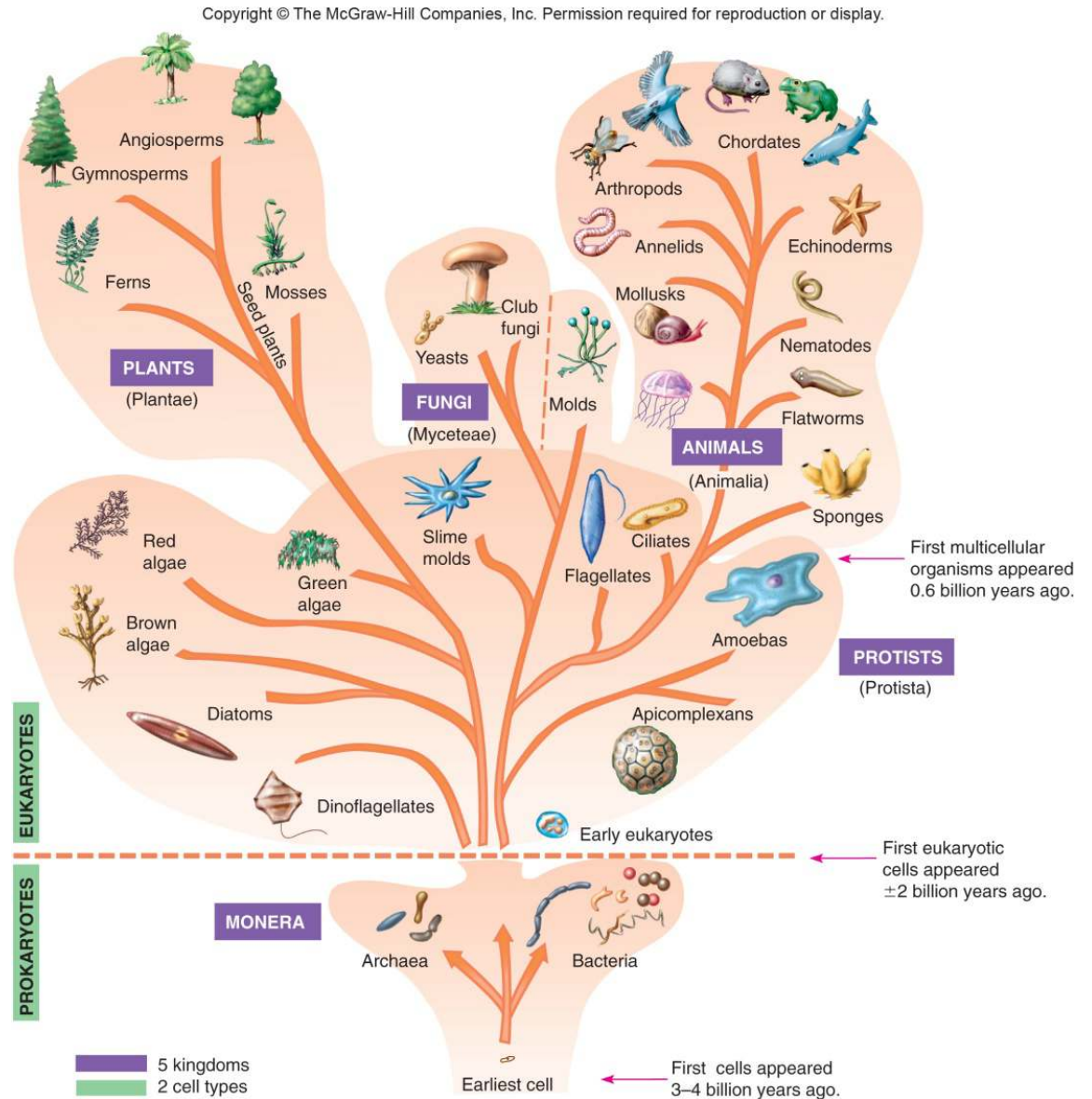
Μορφολογία

Παλαιά μέθοδος ταξινόμησης

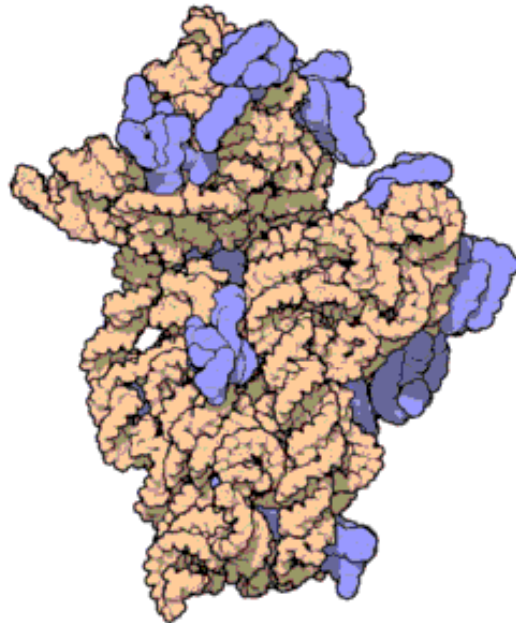
Robert Whittaker
(1959)

Μορφολογία

1. Ζώα
2. Φυτά
3. Μύκητες (μικρόβια)
4. Πρώτιστα (μικρόβια)
5. Μονήρη (μικρόβια)

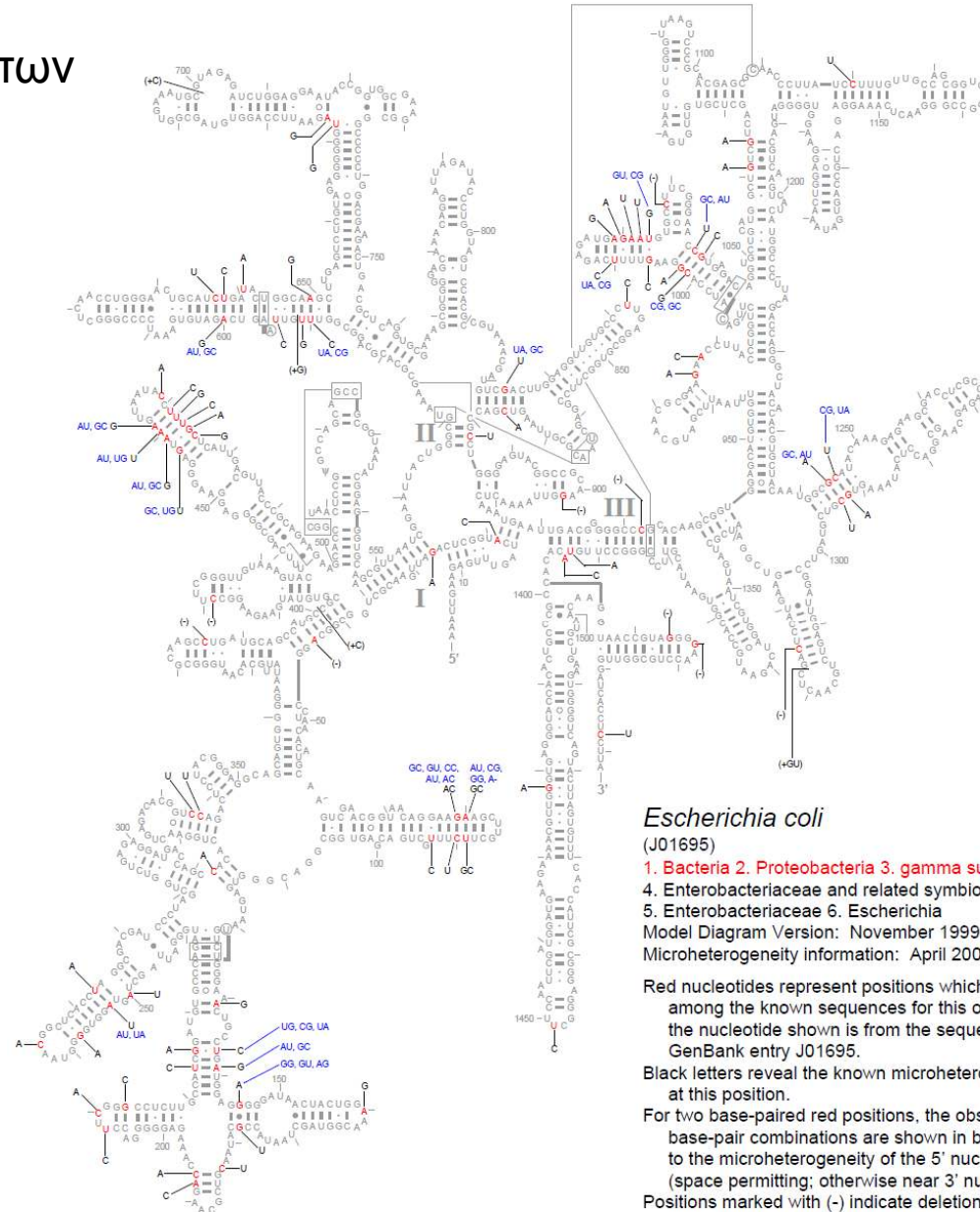


Το **16S** ριβοσωμικό RNA (16S rRNA) είναι συστατικό της μικρής υπομονάδος (30S) των προκαρυωτικών ριβοσωμάτων



http://en.wikipedia.org/wiki/16S_ribosomal_RNA

Secondary Structure: small subunit ribosomal RNA
Microheterogeneity



Escherichia coli
J01695)

1. Bacteria 2. Proteobacteria 3. gamma subdivision
 4. Enterobacteriaceae and related symbionts
 5. Enterobacteriaceae 6. Escherichia
- Model Diagram Version: November 1999
Microheterogeneity information: April 2001

Red nucleotides represent positions which change among the known sequences for this organism; the nucleotide shown is from the sequences in GenBank entry J01695.

Black letters reveal the known microheterogeneity at this position.

For two base-paired red positions, the observed base-pair combinations are shown in blue adjacent to the microheterogeneity of the 5' nucleotide (space permitting; otherwise near 3' nucleotide).

Positions marked with (-) indicate deletions relative to J01695.

Positions marked with (+) indicate insertions relative to J01695.

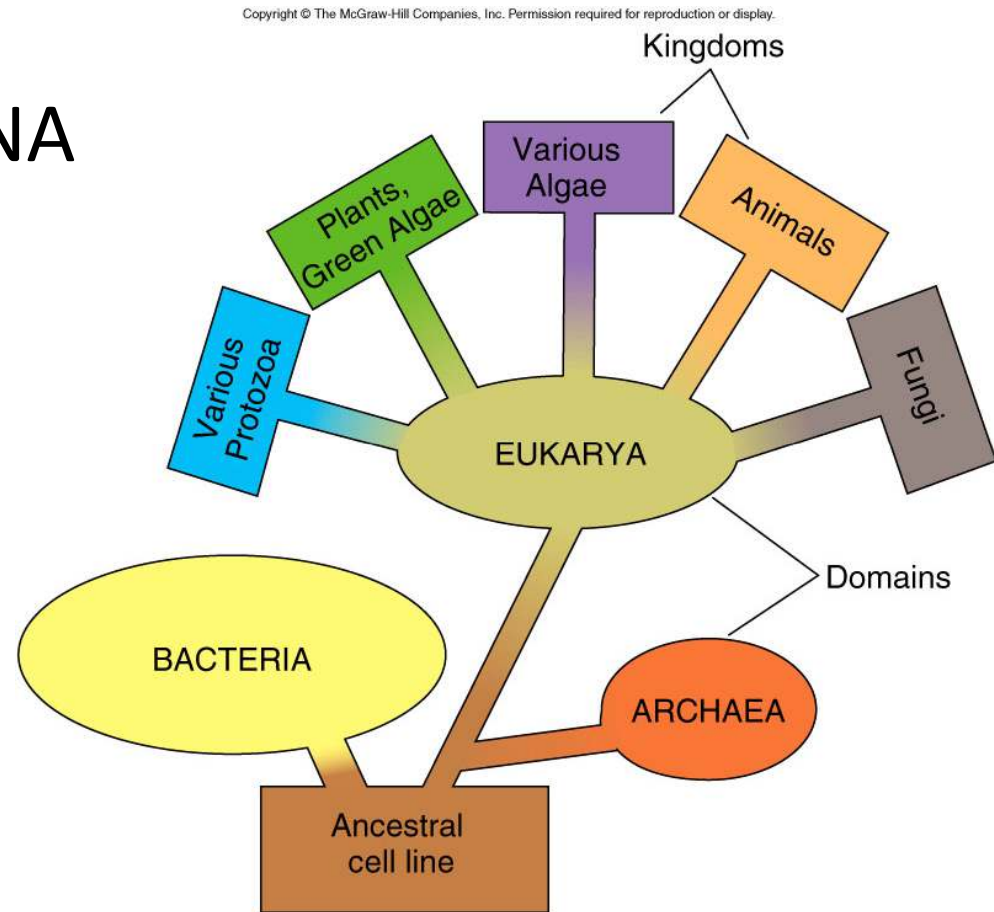
RSD = Reference Structure Diagram; CD = Conservation Diagram; #S = Number of Sequences.* denotes older conservation diagrams that use 95% to define the top conservation level and/or do not include insertions relative to reference sequence.

Phylogeny	5S			16S			23S				
	RSD	CD	#S	RSD	CD	#S	RSD		CD		
* root (3DOM+2ORG)	5S	5S	686	16S	16S	6389	23S-5	23S-3	23S-5	23S-3	9
* root	5S	5S	678	16S	16S	5591	23S-5	23S-3	23S-5	23S-3	5
* Archaea	5S	5S	53	16S	16S	171	23S-5	23S-3	23S-5	23S-3	1
* Bacteria	5S	5S	323	16S	16S	4213	23S-5	23S-3	23S-5	23S-3	4
* Firmicutes	5S	5S	125	--	--	--	--	--	--	--	
* Actinobacteria	5S	5S	55	--	--	--	--	--	--	--	
* Bacillus/Clostridium group	5S	5S	71	--	--	--	--	--	--	--	
* Proteobacteria	5S	5S*	165	16S	16S*	1594	23S-5	23S-3	23S-5*	23S-3*	1
* Alphaproteobacteria	5S	5S*	47	--	--	--	--	--	--	--	
* Betaproteobacteria	5S	5S*	28	--	--	--	--	--	--	--	
* Gammaproteobacteria	5S	5S*	82	16S	16S*	784	23S-5	23S-3	23S-5*	23S-3*	1
* Eukaryota	5S	5S	299	16S	16S	1937	23S-5	23S-3	23S-5	23S-3	1
* Acanthamoebidae	--	--	--	16S	16S	132	--	--	--	--	
* Coccidia	--	--	--	16S	16S	125	--	--	--	--	
* Entamoebidae	--	--	--	16S	16S	17	--	--	--	--	
* Giardiinae	--	--	--	16S	16S	18	--	--	--	--	
* Haemosporida	--	--	--	16S	16S	24	--	--	--	--	
* Haplosporida	--	--	--	16S	16S	10	--	--	--	--	
* Heterolobosea	--	--	--	16S	16S	29	--	--	--	--	
* Litostomatea (Ciliophora)	--	--	--	16S	16S	28	--	--	--	--	
* Lobosea	--	--	--	16S	16S	58	--	--	--	--	
* Microsporidia	--	--	--	16S	16S	200	--	--	--	--	
* Parabasalidea	--	--	--	16S	16S	68	--	--	--	--	
* Perkinsea	--	--	--	16S	16S	10	--	--	--	--	
* Piroplasmida	--	--	--	16S	16S	106	--	--	--	--	

Νέα μέθοδος Φυλογένεσης

- **Carl Woese (1975)**
- Βασίζεται στο 16S rRNA
- Τρεις επικράτειες:

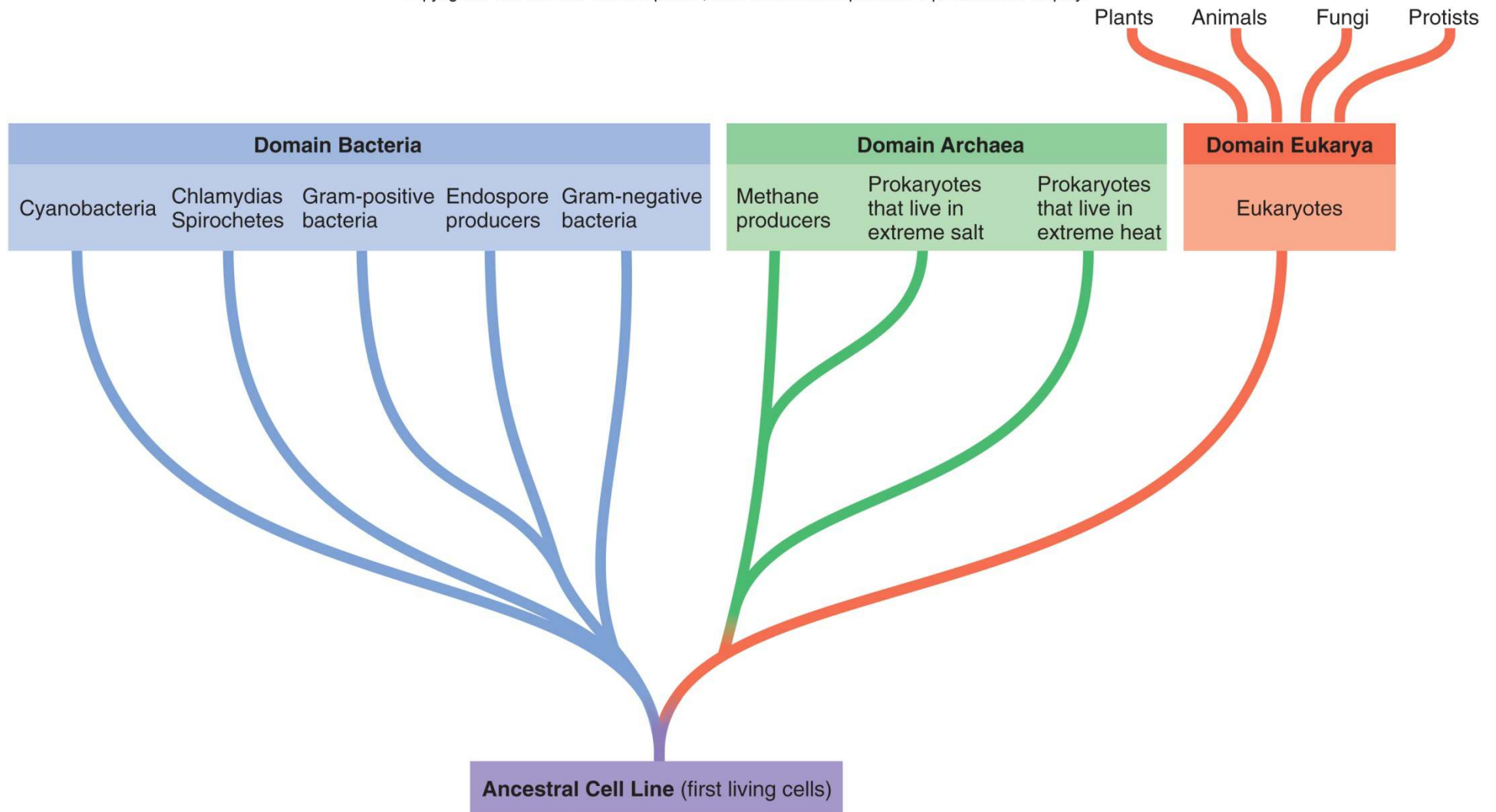
1. **Αρχαία**
(μόνο μικρόβια)
2. **Βακτήρια**
(μόνο μικρόβια)
3. **Ευκάρυα**
(μερικά μικρόβια)

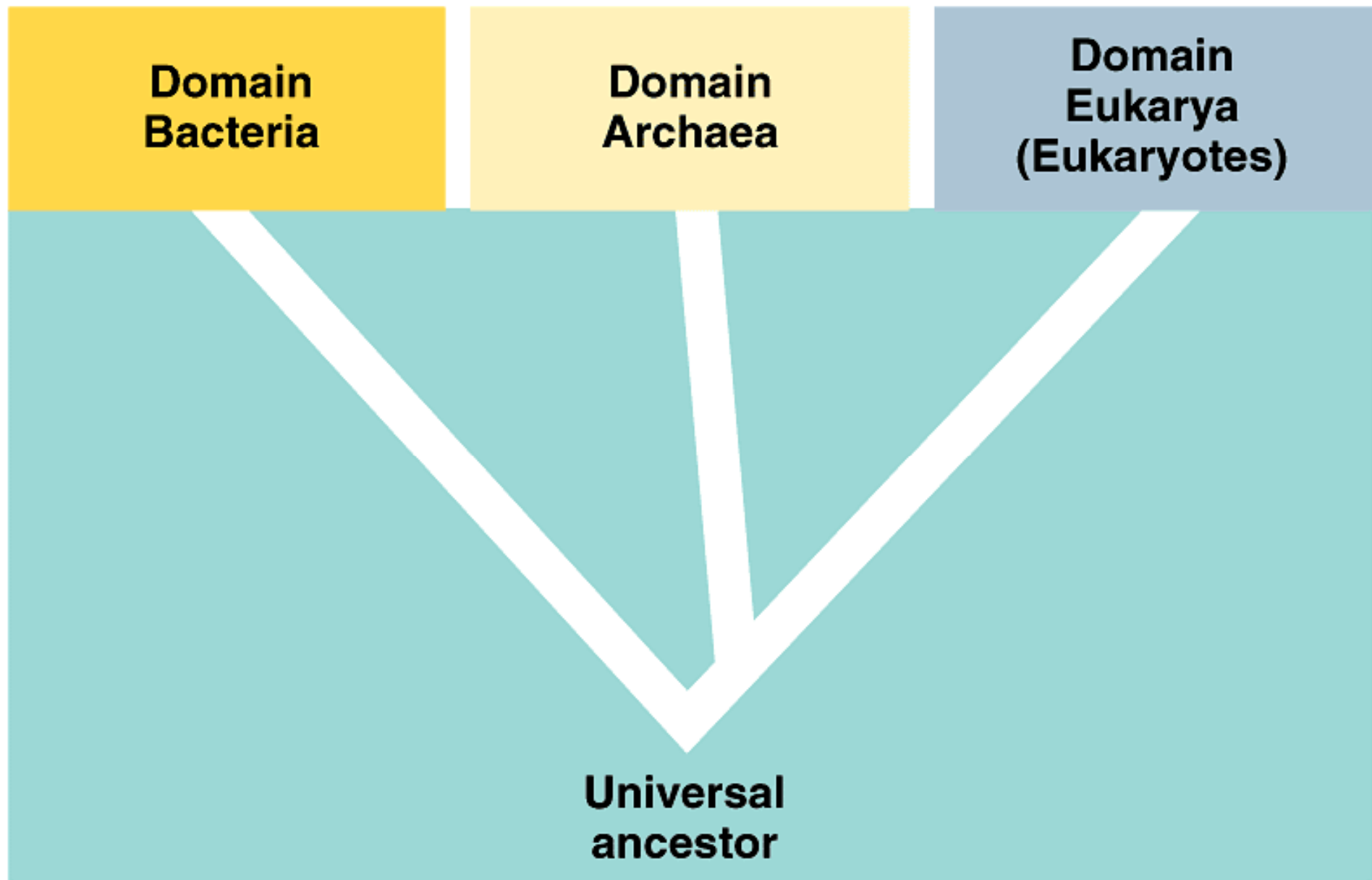


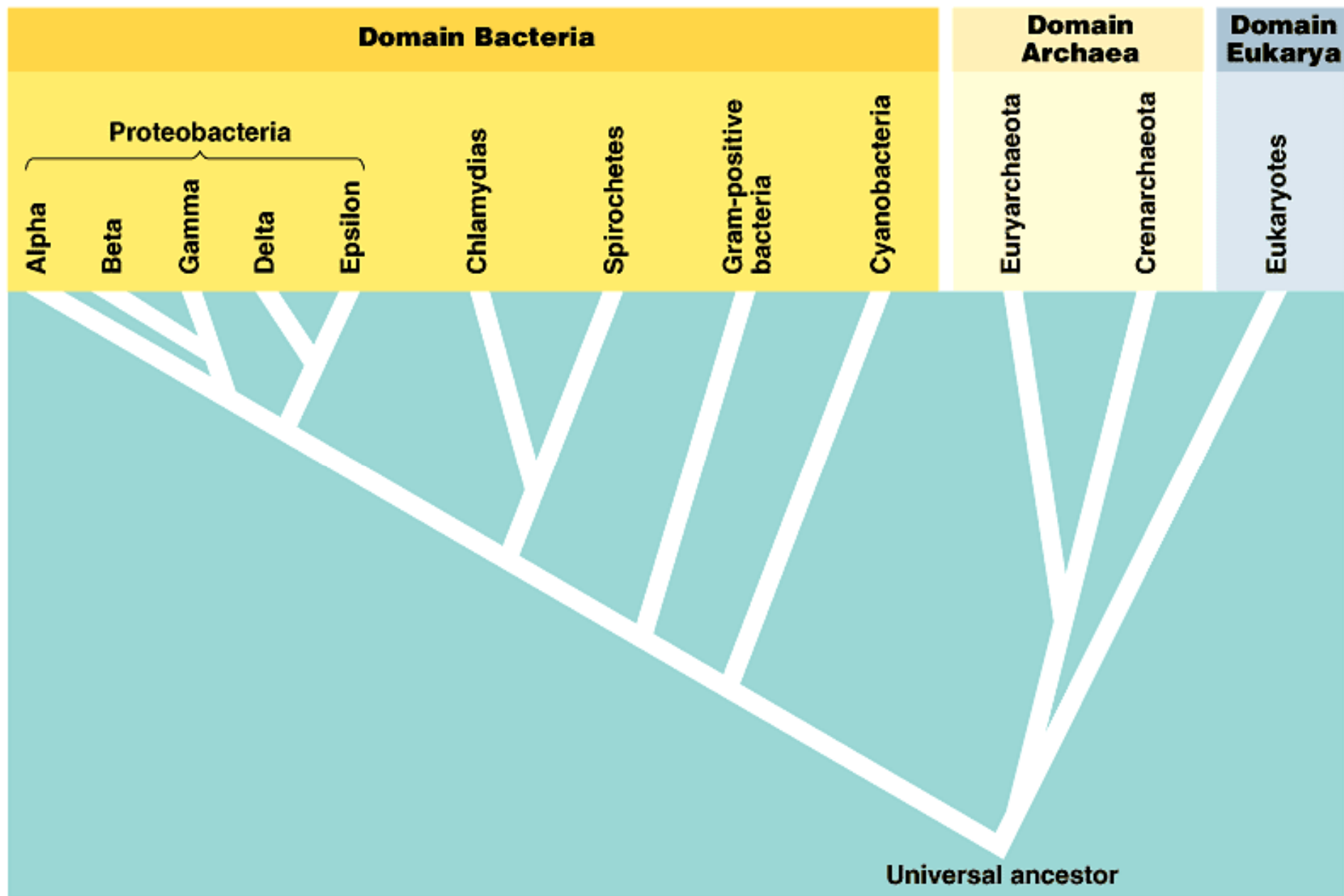
3 cell types, showing relationship with domains and kingdoms

Νέα μέθοδος Φυλογένεσης

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







Επικράτειες/συγκρίσεις

Table 27.2 A Comparison of the Three Domains of Life			
CHARACTERISTIC	DOMAIN		
	Bacteria	Archaea	Eukarya
Nuclear envelope	Absent	Absent	Present
Membrane-enclosed organelles	Absent	Absent	Present
Peptidoglycan in cell wall	Present	Absent	Absent
Membrane lipids	Unbranched hydrocarbons	Some branched hydrocarbons	Unbranched hydrocarbons
RNA polymerase	One kind	Several kinds	Several kinds
Initiator amino acid for start of protein synthesis	Formyl-methionine	Methionine	Methionine
Introns (noncoding parts of genes)	Absent	Present in some genes	Present
Response to the antibiotics streptomycin and chloramphenicol	Growth inhibited	Growth not inhibited	Growth not inhibited
Histones associated with DNA	Absent	Present	Present
Circular chromosome	Present	Present	Absent
Ability to grow at temperatures >100°C	No	Some species	No

Διατροφικοί τύποι

Ταξινόμηση των εμβίων με βάση:

Από πού παίρνουν **ενέργεια**;

Φως, ανόργανες ενώσεις, οργανικές ενώσεις

Από πού παίρνουν **άνθρακα**;

CO_2 , HCO_3^- (ανόργανος), οργανικές ενώσεις (οργανικός)

Table 27.1 Major Nutritional Modes

Mode	Energy Source	Carbon Source	Types of Organisms
AUTOTROPH			
Photoautotroph	Light	CO ₂ , HCO ₃ ⁻ , or related compound	Photosynthetic prokaryotes (for example, cyanobacteria); plants; certain protists (for example, algae)
Chemoautotroph	Inorganic chemicals (such as H ₂ S, NH ₃ , or Fe ²⁺)	CO ₂ , HCO ₃ ⁻ , or related compound	Unique to certain prokaryotes (for example, <i>Sulfolobus</i>)
HETEROTROPH			
Photoheterotroph	Light	Organic compounds	Unique to certain aquatic and salt-loving prokaryotes (for example, <i>Rhodobacter</i> , <i>Chloroflexus</i>)
Chemoheterotroph	Organic compounds	Organic compounds	Many prokaryotes (for example, <i>Clostridium</i>) and protists; fungi; animals; some plants

Παράδειγμα

1. Φυτά

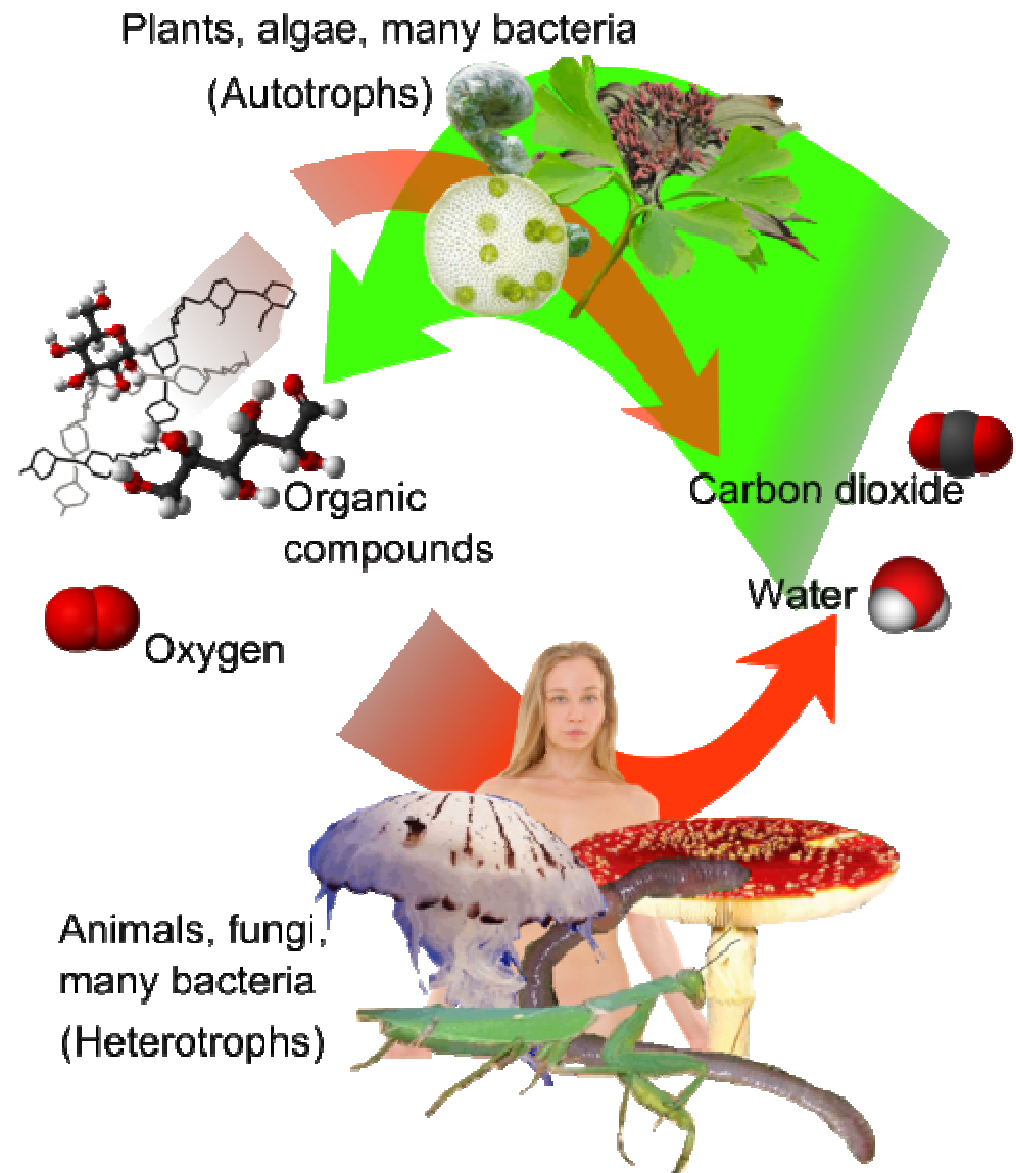
Ενέργεια από το φως (φωτο-)
Αφομοιώνουν ανόργανο C
(αυτότροφοι)

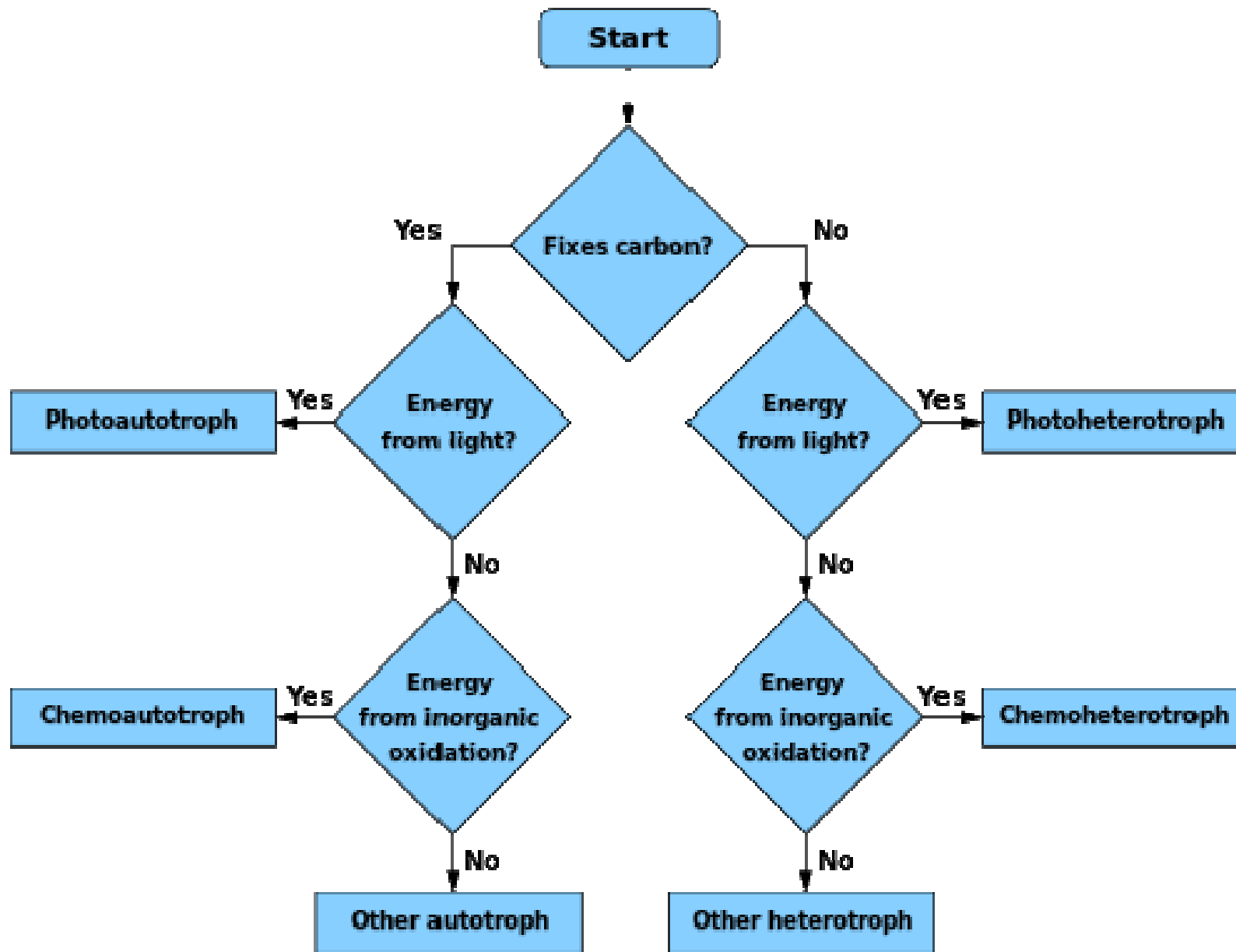
Φωτό-αυτότροφοι

2. Θηλαστικά (+μύκητες)

Οργανισμοί που λαμβάνουν
ενέργεια και άνθρακα από
οργανικές ενώσεις

Χημο-ετερότροφοι





Χαρακτηρισμός των οργανισμών με βάση το διατροφικό τους τύπο

https://en.wikipedia.org/wiki/Chemotroph#/media/File:AutoHeteroTrophs_flowchart.png

Μορφές

Σύντομη παρουσίαση των μικροοργανισμών

Τύποι μικροοργανισμών

- ❑ Επικράτεια «βακτήρια»
 - ευβακτήρια (“πραγματικά” βακτήρια)
- ❑ Αρχαιοβακτήρια
 - επικράτεια Αρχαία
- ❑ Μονοκύτταρα μέλη της επικρατείας των ευκαρύων
 - Πρωτόζωα
 - Μικροσκοπικά Φύκη
 - Μικροσκοπικοί Μύκητες
- ❑ Ιοί

Βακτήρια

Περιγραφή: eubacteria, archaeabacteria, Gram-negative, Gram-positive, acid fast, cyanobacteria

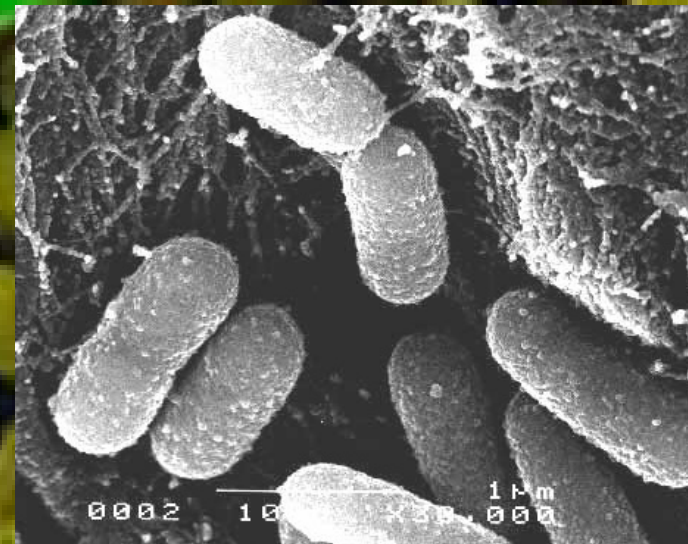
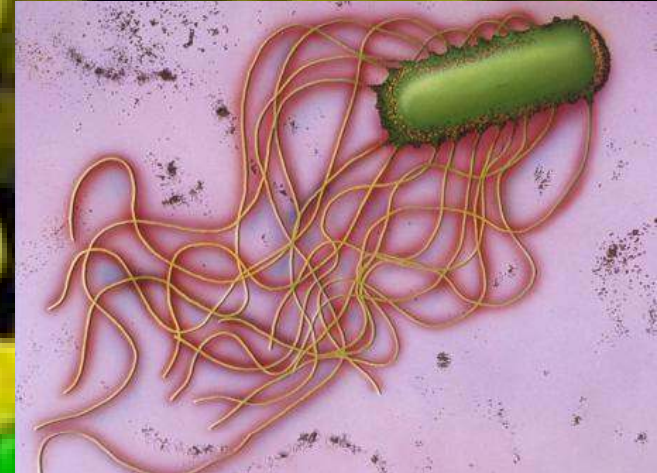
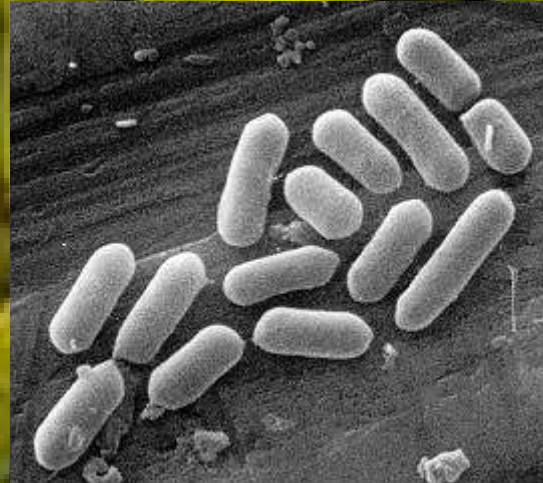
Τύποι: procaryotes, absorbers, wet conditions, animal decomposers, cell walls, unicellular

Διατροφικοί τύποι: chemoheterotrophs, photoheterotrophs, chemoautotrophs, photoautotrophs

Ανθεκτική μορφή: ενδοσπόρια (μερικά)

Ασθένειες: tetanus, botulism, gonorrhoea, chlamydia, tuberculosis, etc., etc., etc.

Ραβδοειδή βακτήρια



Σφαιρικά βακτήρια

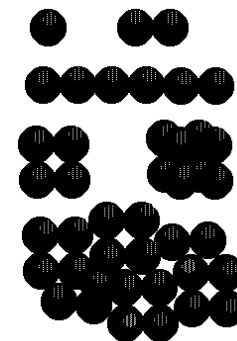
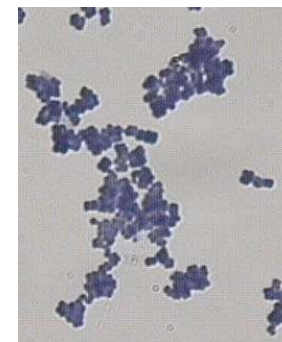
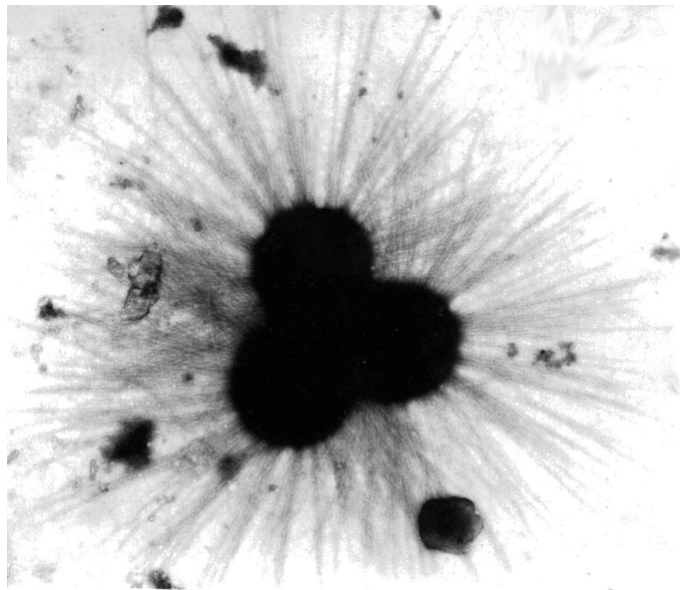
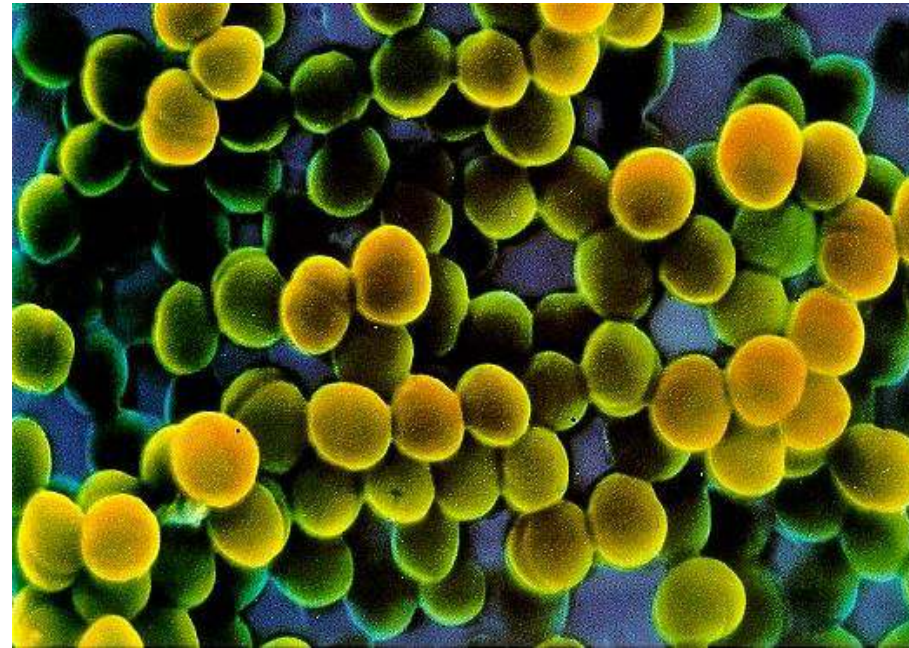
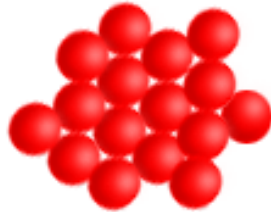
Diplocoques



Streptocoques



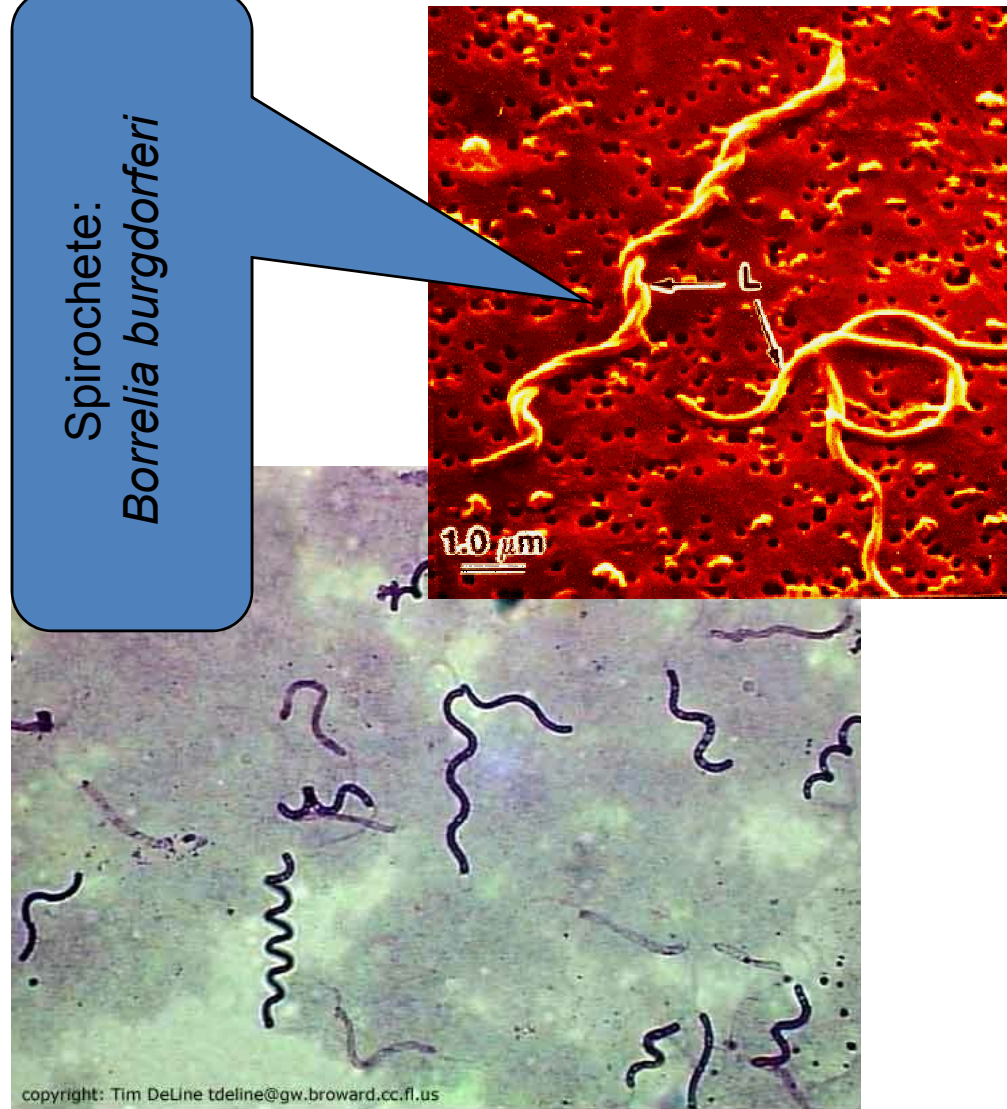
Staphylocoques



Σπειροειδή βακτήρια



Spirochete:
Borrelia burgdorferi



Κυανοβακτήρια

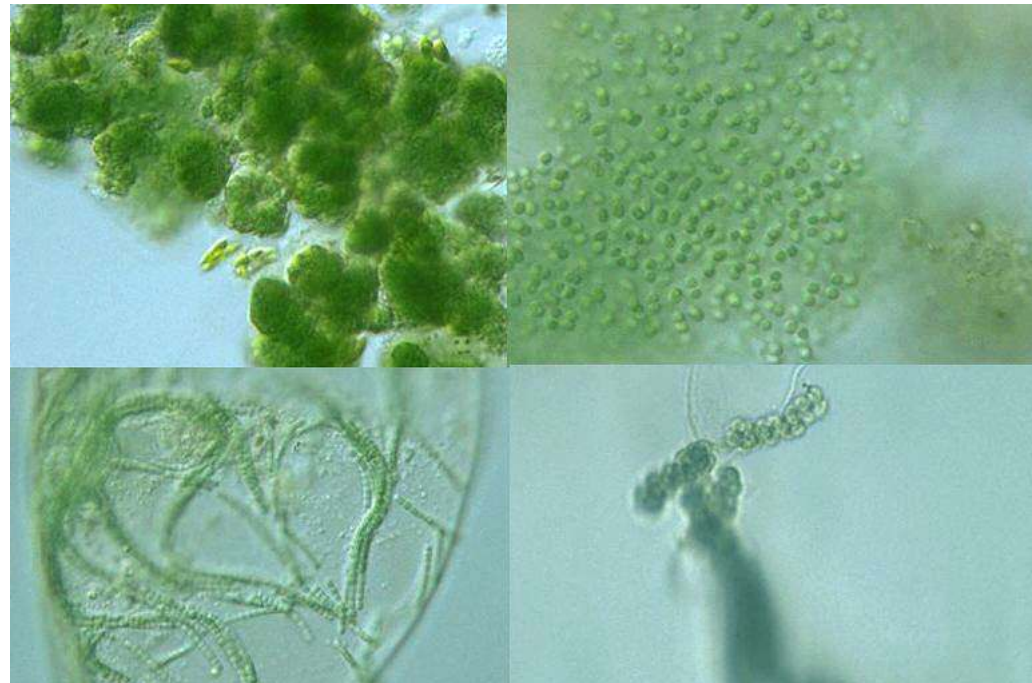
Description: blue-green algae

Types: photosynthetic aquatic procaryotes, green lake scum, cell walls

Nutrient Type: photoautotrophs

Durable state: ?

Diseases: none



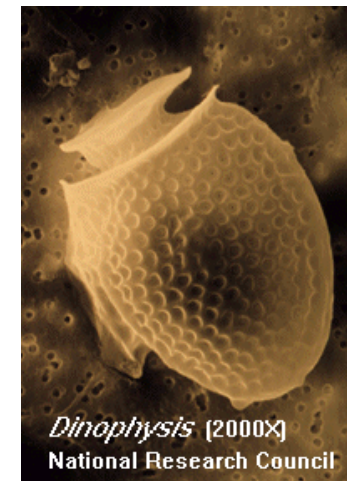
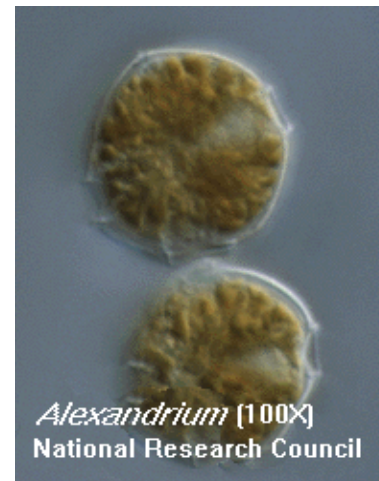
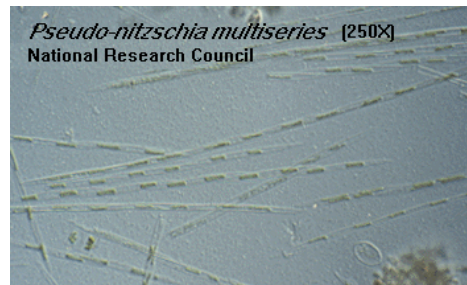
Μικροσκοπικά Φύκη

Description: photosynthetic aquatic eucaryotes, cell walls, both unicellular and multicellular types

Types: brown, red, green, diatoms, dinoflagellates, euglenoids

Nutrient Type: photoautotrophs

Durable state:?



Diseases: Some poisonings associated with unicellular types: *Alexandrium* causes Paralytic Shellfish Poisoning (PSP), *Dinophysis* causes Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP), *Pseudo-nitzschia multiseries* causes Amnesic Shellfish Poisoning (ASP) [some would describe some as protists]

Μικροσκοπικοί Μύκητες

Περιγραφή: ζύμες (μονοκυτταρικοί μύκητες), μούχλες (νηματοειδείς μύκητες)

Types: eucaryotes, absorbers, dry conditions, plant decomposers, cell walls, ~100 human pathogens

Nutrient Type: chemoheterotrophs

Durable state: spores



Diseases: mycoses: candida, ringworm (pictured), athlete's foot, jock itch, etc.

Έλμινθες

Description: Flatworms (platyhelminths), roundworms (nematodes)



Types: metazoan (multicellular animal) parasites, engulfers and absorbers

Nutrient Type: chemoheterotrophs

Durable state:?

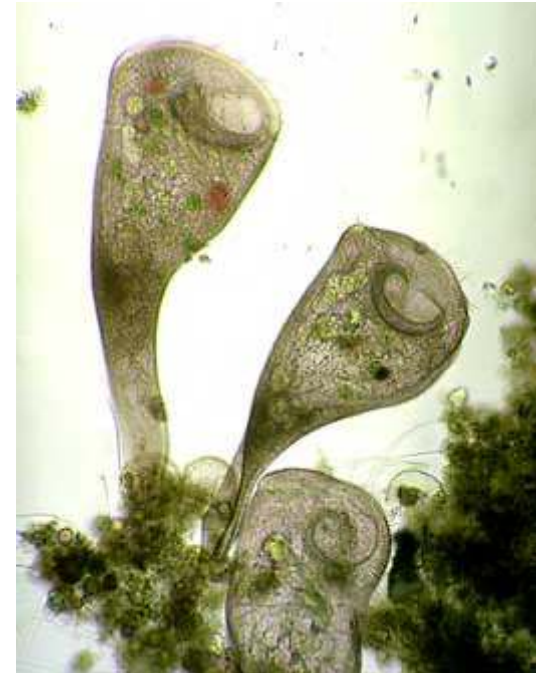
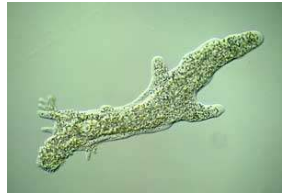


Diseases: trichinosis, hook worm, tape worm (pictured are scolex-heads of), etc.

Γένος σκουληκιών, του αθροίσματος των νηματωδών, της οικογένειας των ασκαριδών. Στο γένος αυτό ανήκουν πολυάριθμα είδη, που ζουν παρασιτικά στα έντερα του ανθρώπου ή διαφόρων ζώων. Οι έ. προκαλούν την πάθηση του πεπτικού σωλήνα που ονομάζεται ελμινθίαση

Πρωτόζωα

Description: Unicellular and slime molds, flagellates, ciliates



Types: eucaryotes, parasites, engulfers and absorbers, wet conditions, no cell wall, ~30 human pathogens

Nutrient Type: chemoheterotrophs (some classifications include some photoautotrophs as well)

Durable state: cysts (some)

Diseases: malaria, giardiasis, amoebic dysentery, etc. (shown are harmless--to us-- protist components of pond water: *Amoeba*, *Blepharisma*, *Paramecium*, *Peranema*, & *Stentor*)

loí

Description: Not cells but enveloped or non-enveloped

Types: acellular, obligate intracellular parasites

Nutrient Type: not applicable

Durable state: virion particles, some can encase in durable state of host

Diseases: common cold, flu, HIV, herpes, chicken pox, etc.

<http://www.rna.icmb.utexas.edu/SAE/2B/ConsStruc/>

[Virtual Microbiology Classroom](#) και [ScienceProfOnline.com](#)

ΤΕΛΟΣ