



ΓΕΝΙΚΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

ΣΧΟΛΗ: ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΣ: ΔΡ. ΓΚΙΑΟΥΡΗΣ ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ

1^η θεματική ενότητα:

Εισαγωγή στους μικροοργανισμούς και στη μικροβιολογία



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

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό διατίθεται με τους όρους χρήσης Creative Commons (CC) – Αναφορά Δημιουργού – Μη Εμπορική Χρήση – Όχι Παράγωγα Έργα.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, διαγράμματα, κείμενα, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



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.



- 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

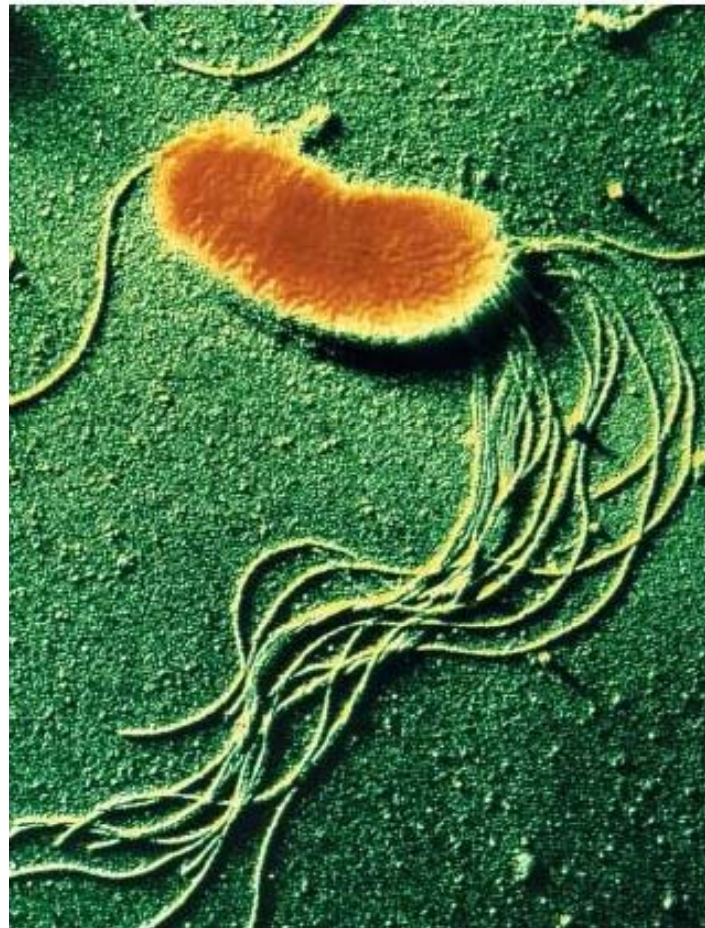


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

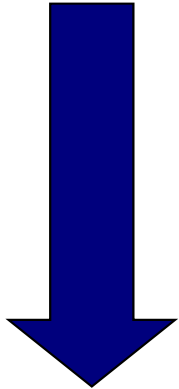


Ιστορία των μικροβιολογικών ανακαλύψεων



Pseudomonas fluorescens

- Η ανακάλυψη των μικροοργανισμών είναι συνδεδεμένη με την ανακάλυψη του μικροσκοπίου.



- Ο **Robert Hooke** περιέγραψε το **1664** έναν κυανόχρωμο μύκητα (μούχλα).
- Το **1684** ο Ολλανδός **Antonie van Leeuwenhoek** μπόρεσε να δει μικροοργανισμούς σε μεγέθη βακτηρίων χρησιμοποιώντας μικροσκόπια δικής του κατασκευής.

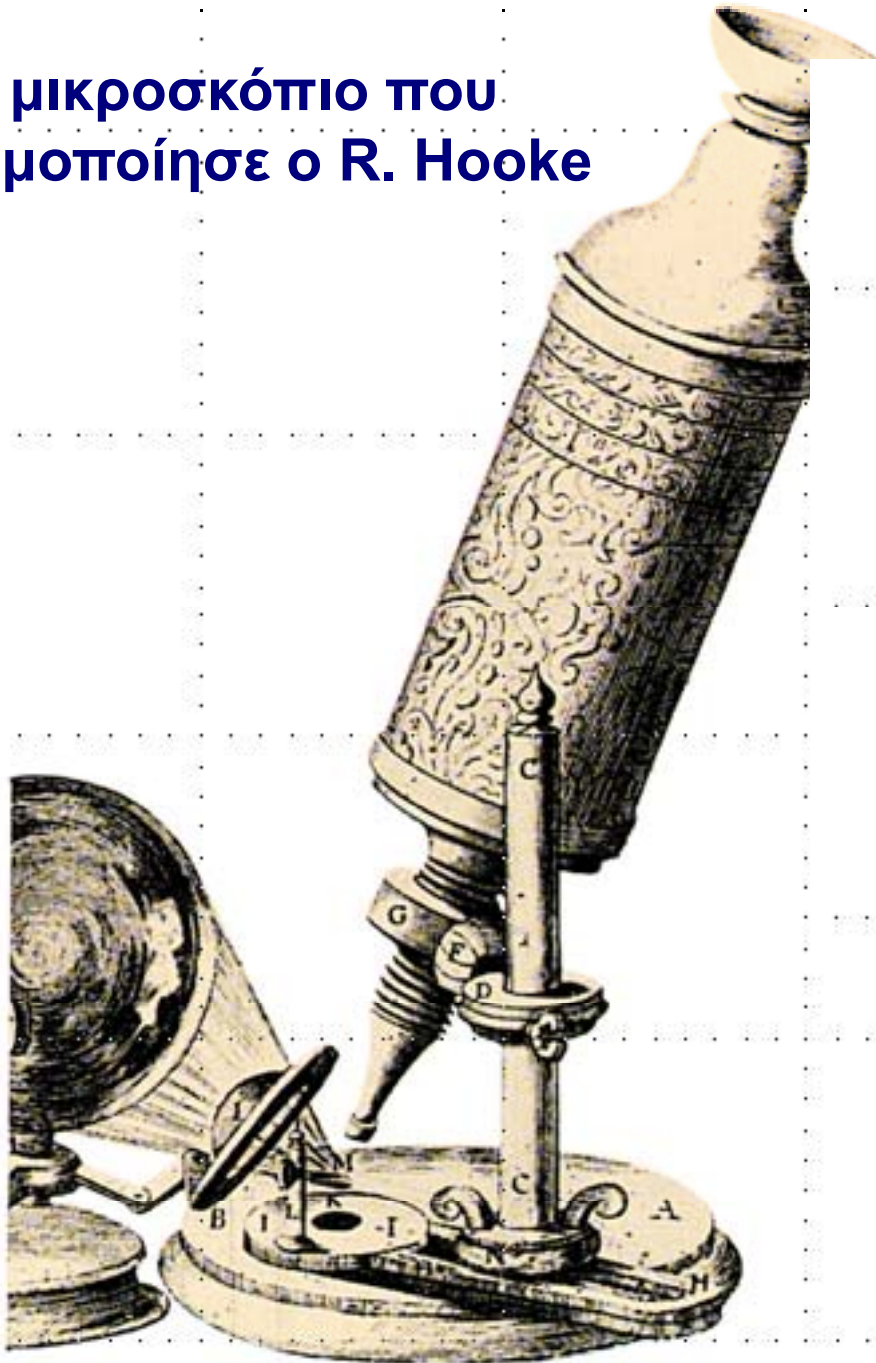


Robert Hooke

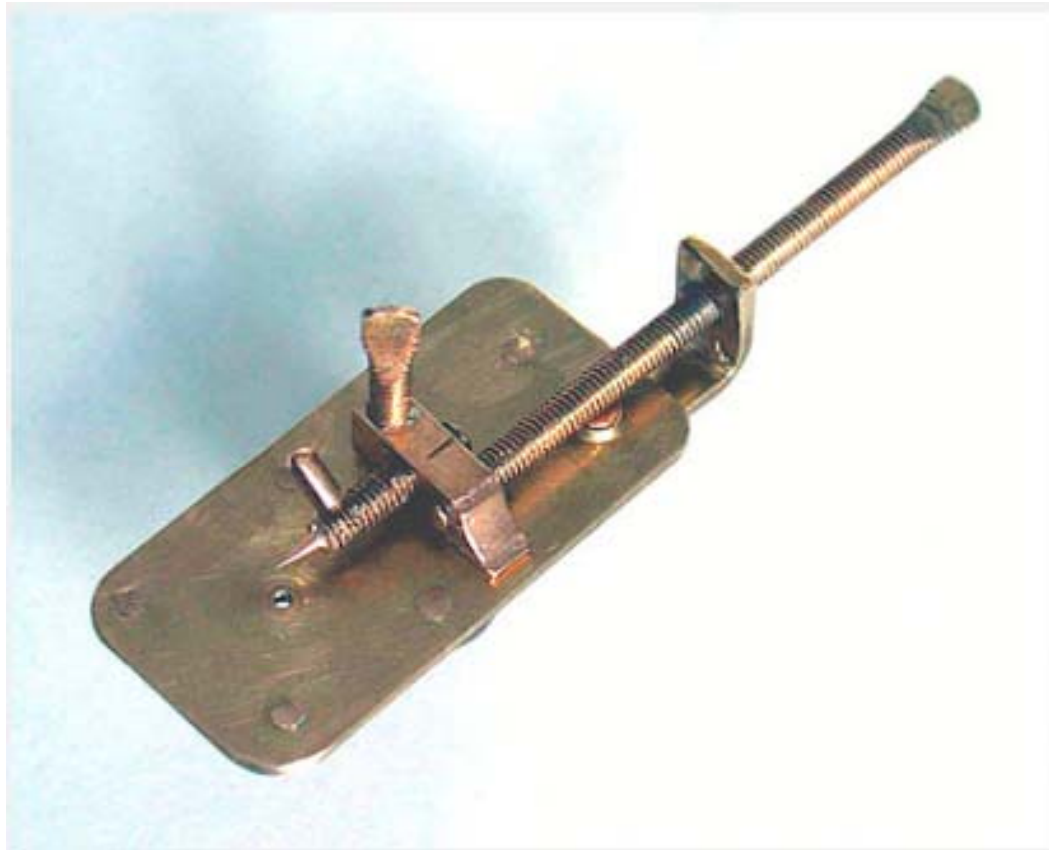


Antonie van Leeuwenhoek

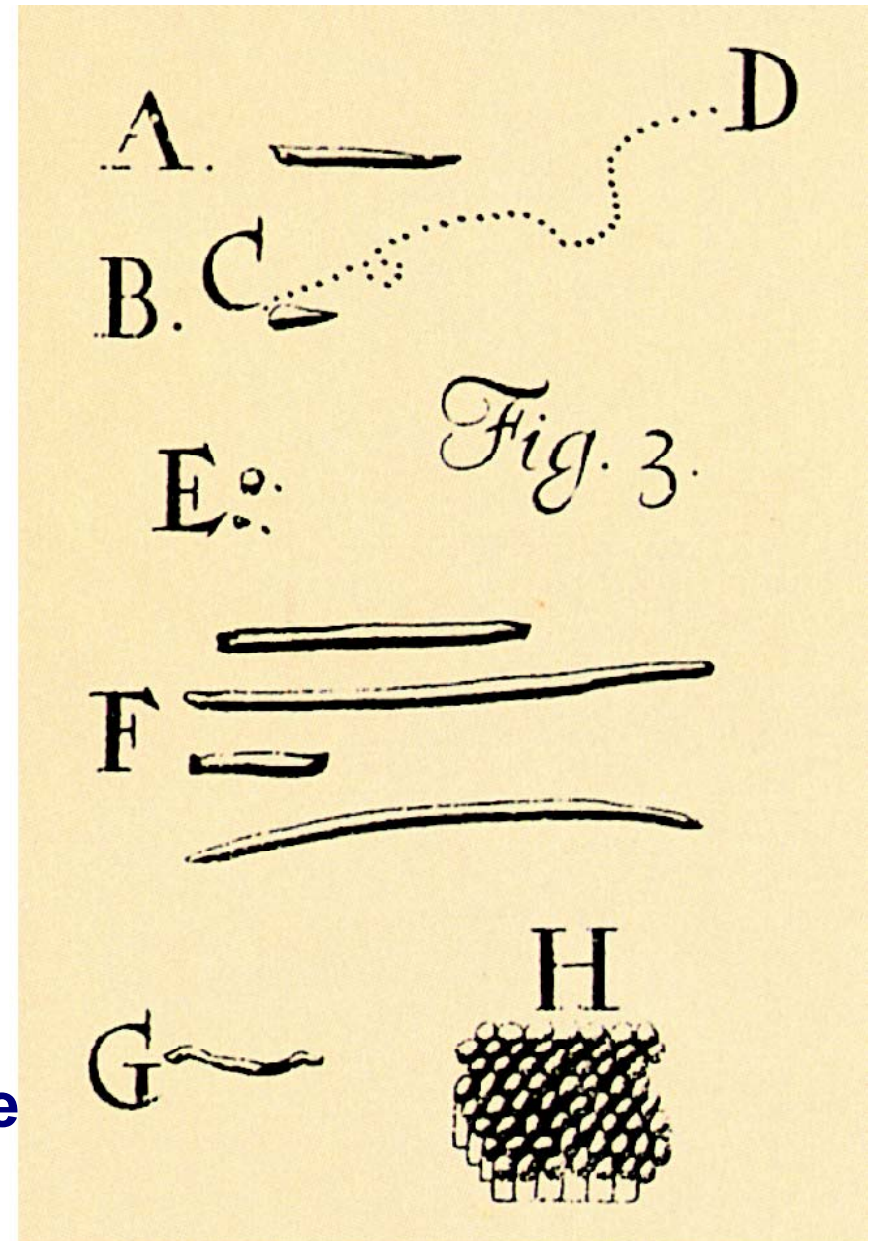
**το μικροσκόπιο που
χρησιμοποίησε ο R. Hooke**



**σχέδιο μύκητα από τον R. Hooke
που αντιπροσωπεύει την πρώτη
περιγραφή μικροοργανισμών με
το μικροσκόπιο**



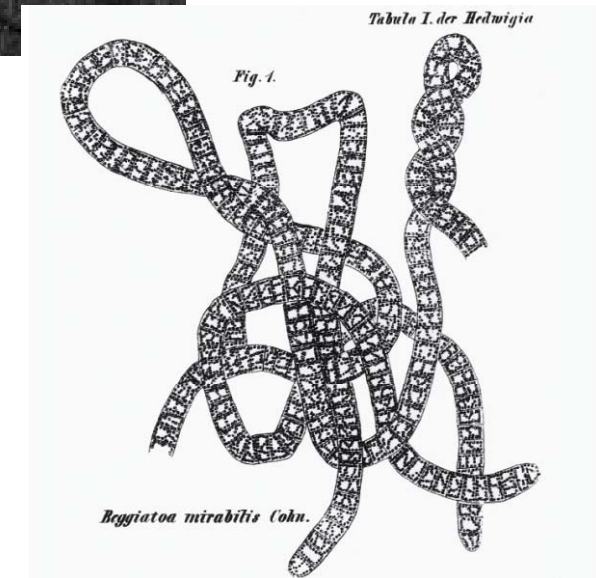
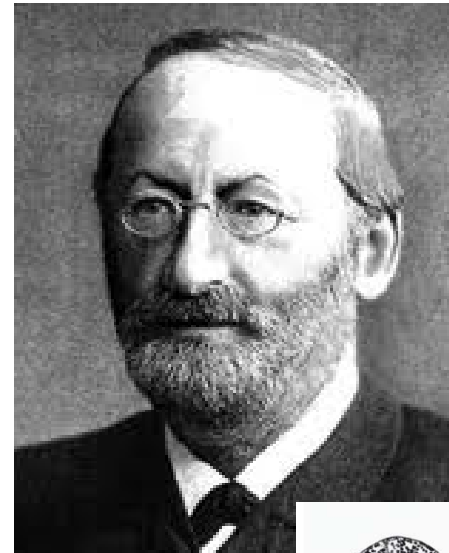
το πρώτο μικροσκόπιο του Antonie van Leeuwenhoek



σχέδια βακτηρίων από τον A. van Leeuwenhoek

Επιστήμη της βακτηριολογίας (bacteriology)

- Η θεμελίωση της **βακτηριολογίας** (μελέτης των βακτηρίων) οφείλεται στο Γερμανό βοτανολόγο **Ferdinand Cohn** (γύρω στο 1850).
- Ο Cohn αρχικά ασχολήθηκε με τα **φωτοσυνθετικά βακτήρια** (κυανοβακτήρια) και τα **φύκη** (άλγη) και αργότερα εστίασε την προσοχή του στις θερμοανθεκτικές μορφές των βακτηρίων ανακαλύπτοντας το γένος ***Bacillus***.
- ✓ βακτήρια που σχηματίζουν ενδοσπόρια, π.χ. *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus anthracis*



σχέδιο του Ferdinand Cohn (1866) που αναπαριστά το νηματοειδές θειοξειδωτικό βακτήριο *Beggiatoa mirabilis*

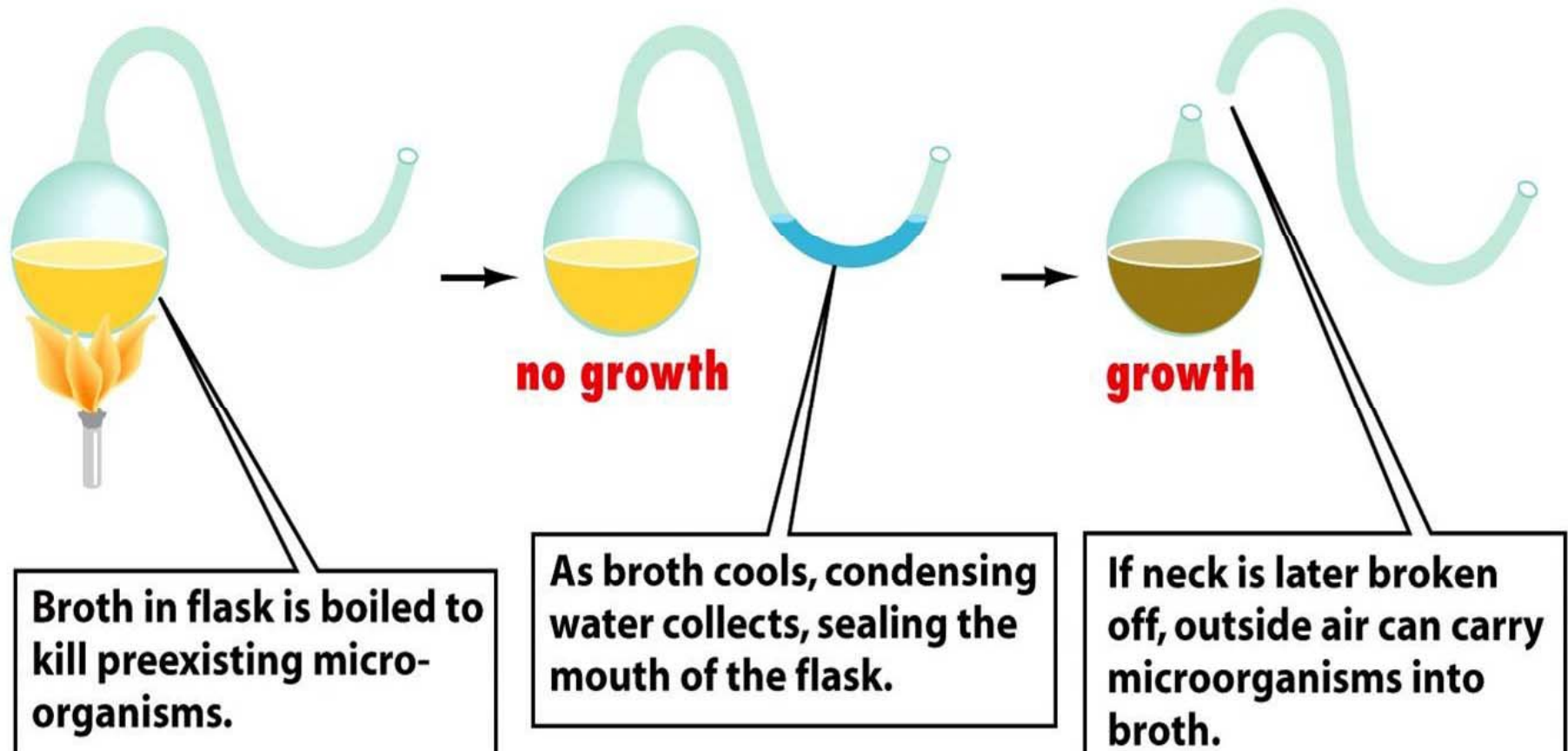
Ο Louis Pasteur και η κατάρριψη της θεωρίας της αυτόματης γένεσης (spontaneous generation)

- Τον 19^ο αιώνα πολλοί πίστευαν πως οι μικροοργανισμοί προέκυπταν αυθόρμητα από μη ζωντανά υλικά.



- Ο **L. Pasteur** (1822-1895) ήταν αυτός που απέδειξε, με το περίφημο απλό πείραμα του, πως **οι μικροοργανισμοί δεν εμφανίζονται από το πουθενά**, αλλά αναπτύσσονται στο θρεπτικό ζωμό μιας φιάλης μόνο αν μπορέσουν να εισέλθουν σε αυτόν διαμέσου των σωματιδίων σκόνης του αέρα.

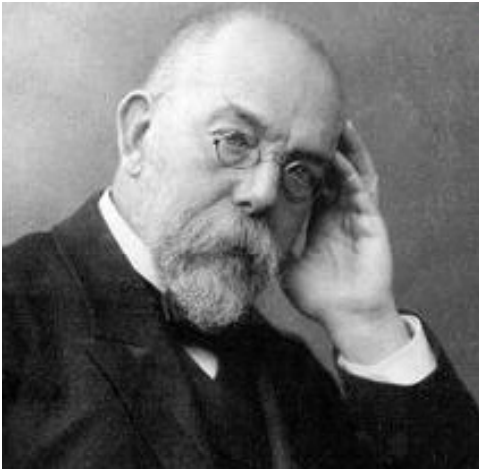
Ο Louis Pasteur και η κατάρριψη της θεωρίας της αυτόματης γένεσης (1861)



Αποστείρωση και παστερίωση

- Η διαδικασία θανάτωσης όλων των μικροοργανισμών (βλαστικών μορφών και ενδοσπορίων) καλείται **αποστείρωση** (sterilization).
- ✓ Κατά την αποστείρωση δεν καταστρέφονται υποχρεωτικά όλα τα προϊόντα του μικροβιακού μεταβολισμού (π.χ. τοξίνες, ένζυμα).
- Με τον όρο **παστερίωση** (pasteurization) εννοούμε την καταστροφή μέσω θερμικής επεξεργασίας όλων των συνηθισμένων αλλοιογόνων και παθογόνων μικροοργανισμών (που μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα στα τρόφιμα).
- ✓ π.χ. παστερίωση γάλακτος επιτυγχάνεται με θέρμανση **στους 66°C για 30 λεπτά** ή **στους 72°C για 15 δευτερόλεπτα** → high temperature, short time: HTST pasteurization).





Ο Robert Koch (1843-1910) και η μικροβιακή θεωρία για τις ασθένειες (germ theory of diseases)

- Μετά την ανακάλυψη των μικροοργανισμών επικράτησε ευρέως η πεποίθηση ότι οι μολυσματικές ασθένειες (infectious diseases) πρέπει να οφείλονται σε μικροοργανισμούς, έλειπαν όμως οι αποδείξεις.



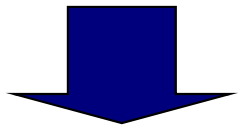
- Ο Robert Koch διατύπωσε τη «μικροβιακή θεωρία για τις ασθένειες» μελετώντας τον άνθρακα, μια ασθένεια των βοοειδών και του ανθρώπου, που προκαλείται από το σποριογόνο βακτήριο *Bacillus anthracis*.



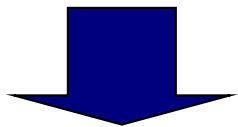
δερματικός άνθρακας (cutaneous anthrax) σε άνθρωπο (μολυσματική ασθένεια, infectious disease)

► Τα αξιώματα του Koch:

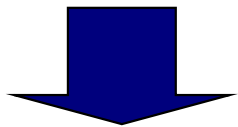
- Ο ύποπτος παθογόνος μικροοργανισμός πρέπει να υπάρχει σε κάθε άρρωστο ζώο, αλλά να απουσιάζει από τα υγιή ζώα.



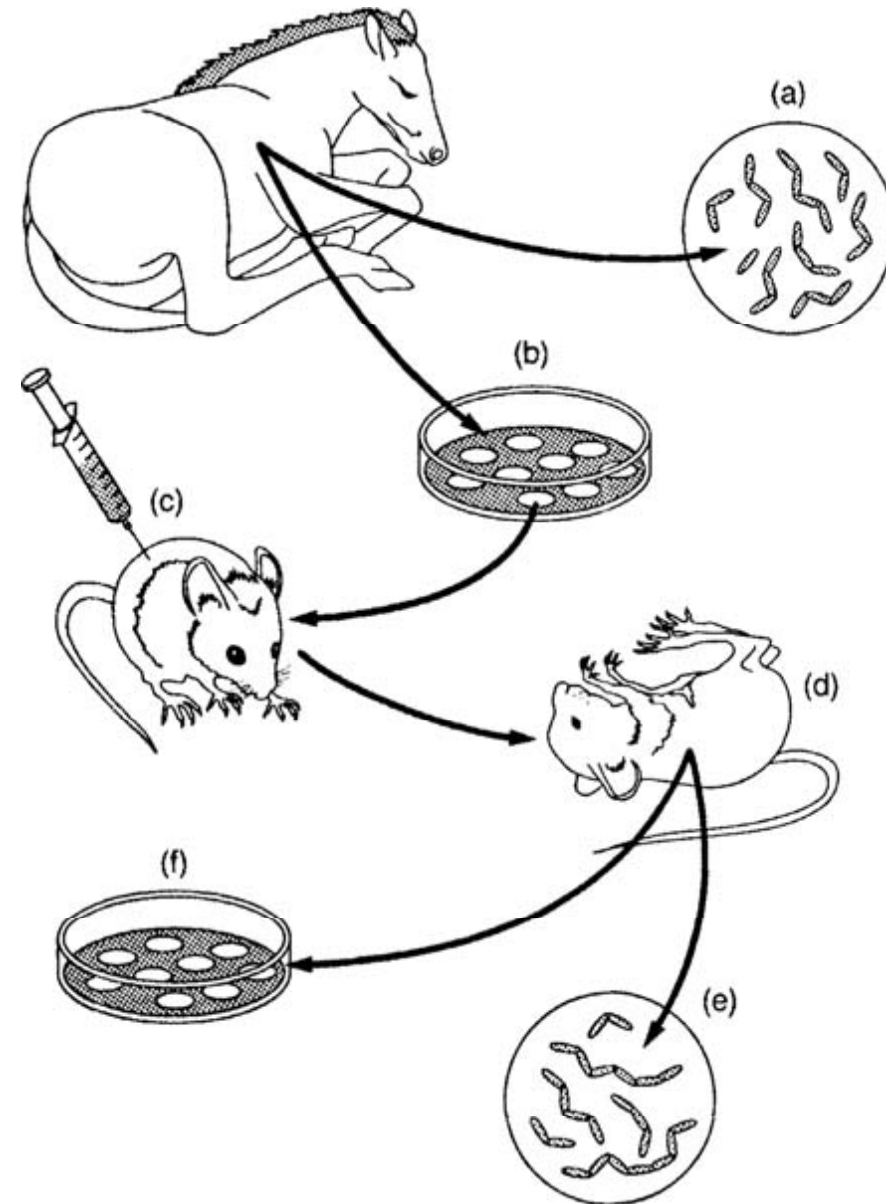
- Ο ύποπτος μικροοργανισμός πρέπει να μπορεί να απομονωθεί και εν συνεχεία να αναπτυχθεί σε **καθαρή καλλιέργεια** (pure culture).



- Κύτταρα από την καθαρή καλλιέργεια του ύποπτου μικροοργανισμού πρέπει να προκαλούν ασθένεια σε υγιή ζώα.



- Ο μικροοργανισμός πρέπει να απομονώνεται εκ νέου και να είναι ίδιος με τον αρχικό.



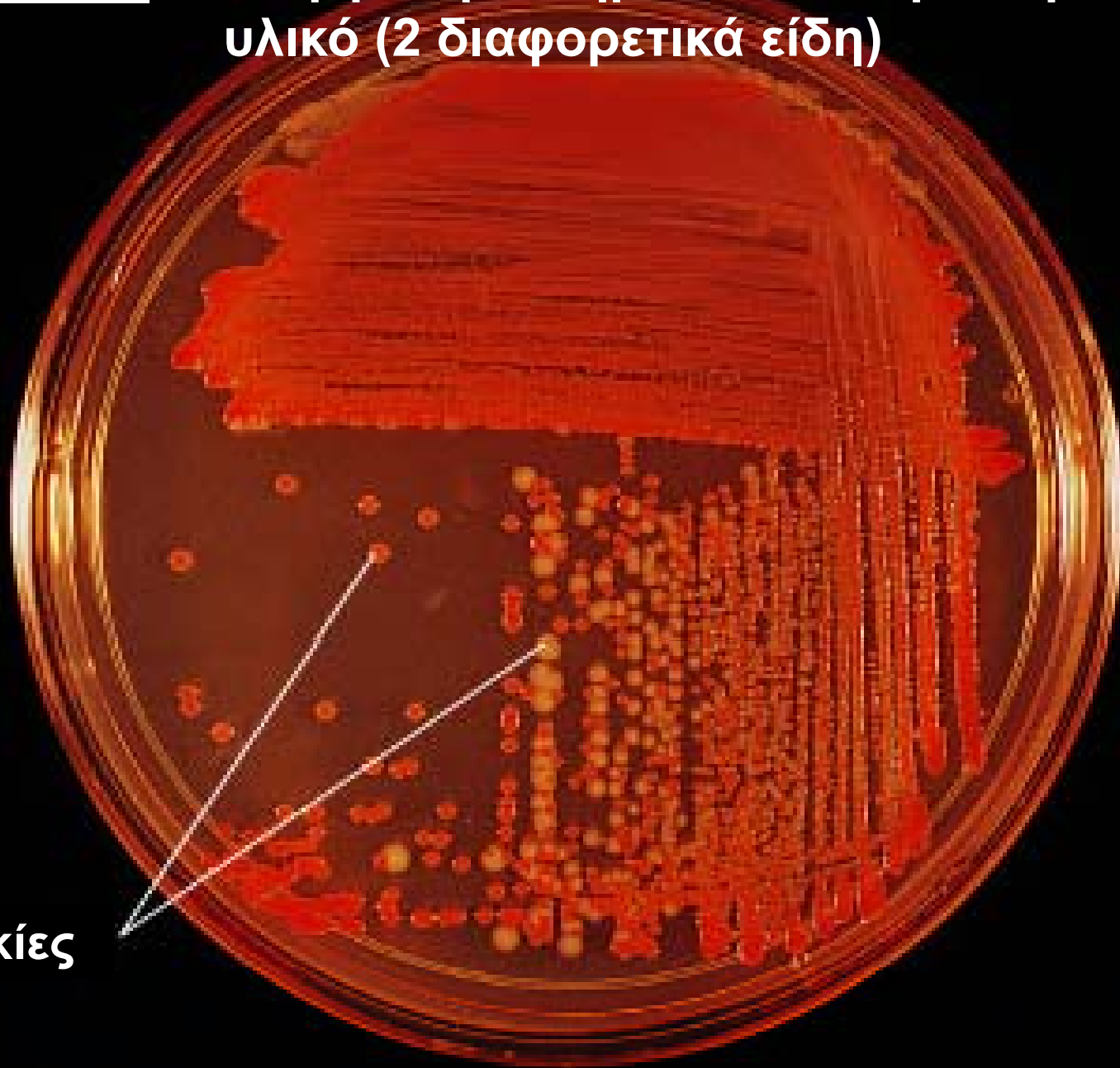
- Ο R. Koch ήταν αυτός που ανέπτυξε τις πρώτες μεθόδους για την αύξηση των μικροοργανισμών σε **καθαρές (αμιγείς) καλλιέργειες** σε στερεά μέσα καλλιέργειας (αρχικά πάνω σε φέτες πατάτας).

- **Καθαρή καλλιέργεια (pure culture) είναι μια καλλιέργεια που περιέχει ένα μόνο τύπο μικροοργανισμού (ένα μόνο στέλεχος αυτού).**

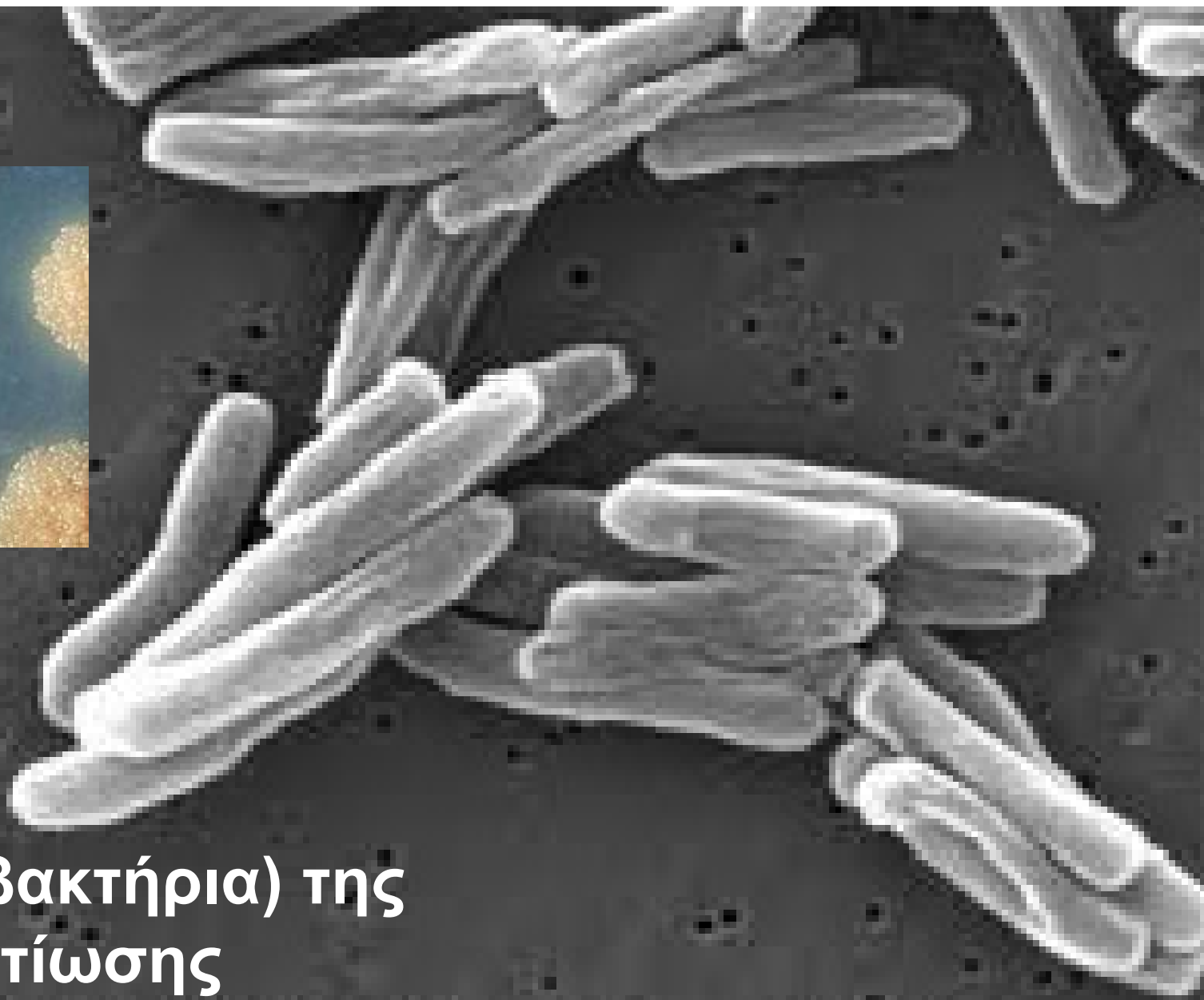
- Το **1905** τιμήθηκε με το βραβείο Nobel για τη φυσιολογία ή την ιατρική για την **ανακάλυψη του αιτίου της φυματίωσης (*Mycobacterium tuberculosis*, βάκιλλος της φυματίωσης).**



μη-καθαρή καλλιέργεια βακτηρίων σε στερεό θρεπτικό υλικό (2 διαφορετικά είδη)



αποικίες



βάκιλλοι (βακτήρια) της φυματίωσης

Acc.V Spot Magn Det WD Exp |-----| 2µm
30.0 kV 3.0 15548µ SEI 7.4 0 µm

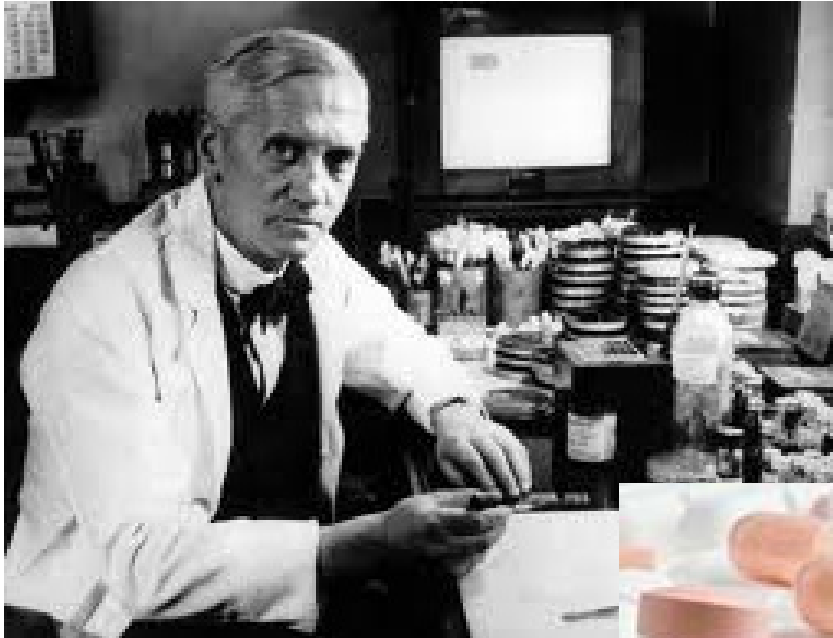
Mycobacterium tuberculosis

- Ο **Richard Petri** (1852-1921) κατασκεύασε το χρησιμότερο δοχείο στερεών καλλιιεργειών των μικροοργανισμών:

→ το τρυβλίο (πιατάκι, dish) Petri



Άλλες σημαντικές μικροβιολογικές ανακαλύψεις



- Η ανακάλυψη της πενικιλίνης (από το μύκητα *Penicillium notatum*) το 1928 χάρισε στον **Alexander Fleming** το βραβείο Nobel το 1945.



παραλαβή του βραβείου Νόμπελ από τον A. Fleming το 1945 στη Σουηδία για την ανακάλυψη της πενικιλίνης



■ Ο **Sergei Winogradsky** (1856-1953) άνοιξε τον τομέα της **μικροβιολογίας εδάφους** (περιβαλλοντικής μικροβιολογίας) με την ανακάλυψη:

✓ των **αζωτοδεσμευτικών** (ή νιτροποιητικών) βακτηρίων *Nitrosomonas* και *Nitrobacter*, τα οποία οξειδώνουν την **αμμωνία** (NH_3) προς **νιτρώδη** (NO_2^-) και στη συνέχεια προς **νιτρικά** (NO_3^-)

(**διαδικασία νιτροποίησης** → nitrification)

και

✓ των **θειοξειδωτικών βακτηριών** (sulfur oxidizing bacteria)

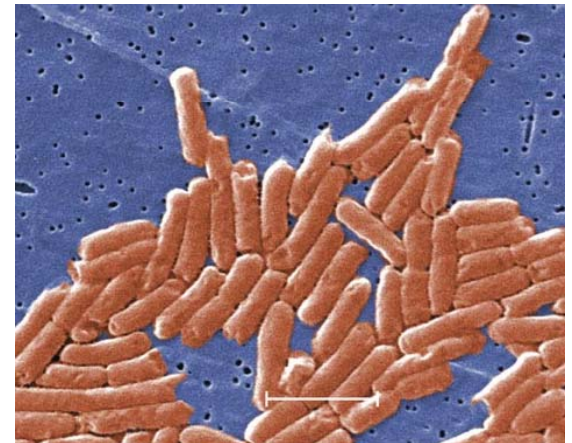
(οξείδωση του H_2S προς θειικά, SO_4^{2-})





- Ο **Martinus Beijerinck** (1851-1931) επινόησε τη μέθοδο της **καλλιέργειας εμπλουτισμού** (enrichment culture), με την οποία κατάφερε να απομονώσει μικροοργανισμούς από τη φύση (βακτήρια εδάφους και του νερού) με τη **χρήση**:
 - ✓ **ειδικών μέσων καλλιέργειας**
και
 - ✓ **συνθηκών επώασης** (που ευνοούν την ανάπτυξη ενός μόνο είδους ή μιας συγγενικής από άποψης φυσιολογίας ομάδας μικροοργανισμών).

**απομόνωση παθογόνου
βακτηρίου της σαλμονέλας από
τρόφιμο μέσω της μεθόδου του
εμπλουτισμού**



- ✓ **ISO 6579:2002**. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs – Horizontal Method for the Detection of *Salmonella* spp. Geneva: International Organization of Standardization (ISO)



<http://www.iso.org>

Μικροβιολογία και μικροοργανισμοί



- **Μικροβιολογία** είναι η επιστήμη (**κλάδος της Βιολογίας**) που μελετά τους μικροοργανισμούς.
- **Μικροοργανισμός** (ή **μικρόβιο**) είναι ένας **μικροσκοπικός οργανισμός** (αόρατος δια γυμνού οφθαλμού), ο οποίος αποτελείται από ένα μόνο κύτταρο ή μια μικρή ομάδα κυττάρων.

➤ **Στους μικροοργανισμούς περιλαμβάνονται:**

- ✓ τα **αρχαία**
 - ✓ τα **βακτήρια**
- } **προκαρυώτες**
- ✓ οι **μύκητες** (ζύμες & μούχλες) (yeasts & moulds)
 - ✓ τα **άλγη** (ή **φύκη**) (algae)
 - ✓ τα **πρωτόζωα** (protozoa)
 - ✓ οι **έλμινθες** (helminths)
- } **ευκαρυώτες**

- Η μικροβιολογία ασχολείται επίσης με τους **ιούς**, οι οποίοι είναι μικροσκοπικοί, αλλά δεν είναι κύτταρα.

σύγχρονο
απλοποιημένο σχήμα
ταξινόμησης όλων των
ζωντανών οργανισμών

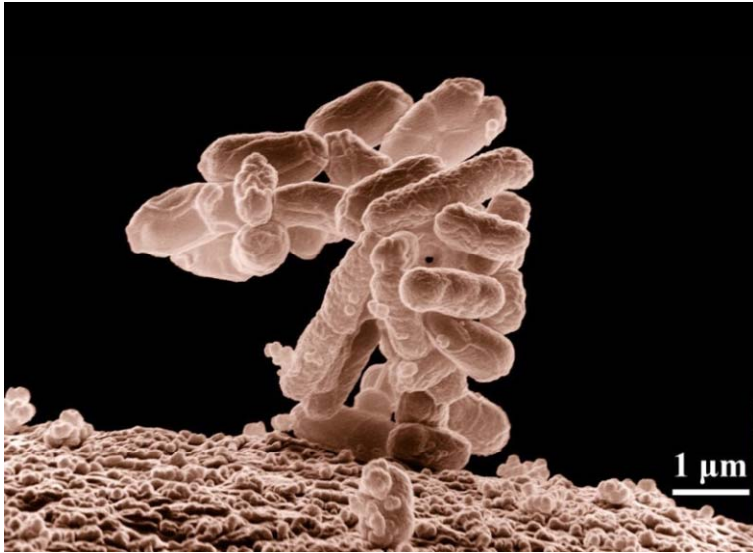
ΒΑΣΙΛΕΙΑ

KINGDOMS

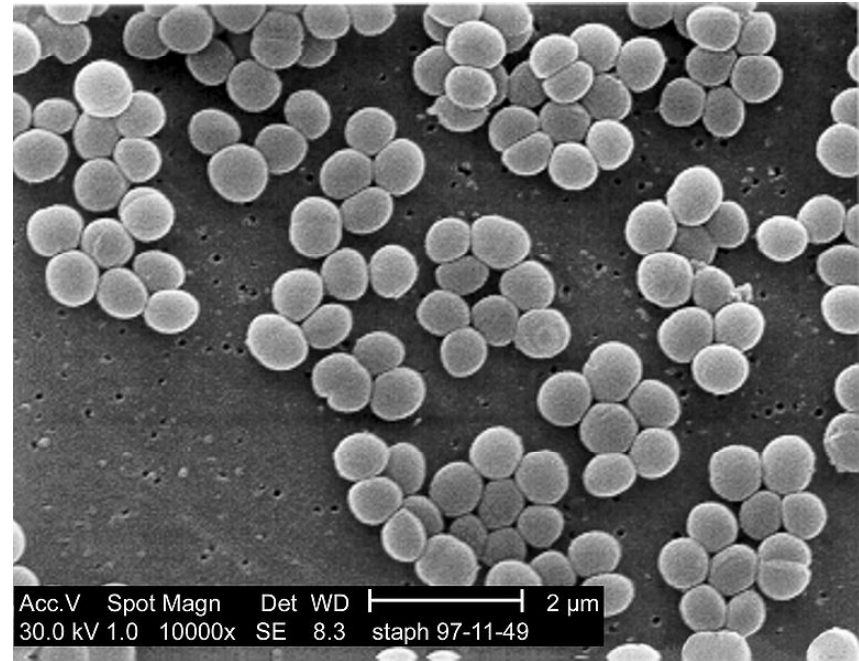
το δέντρο της
ζωής (tree of life)



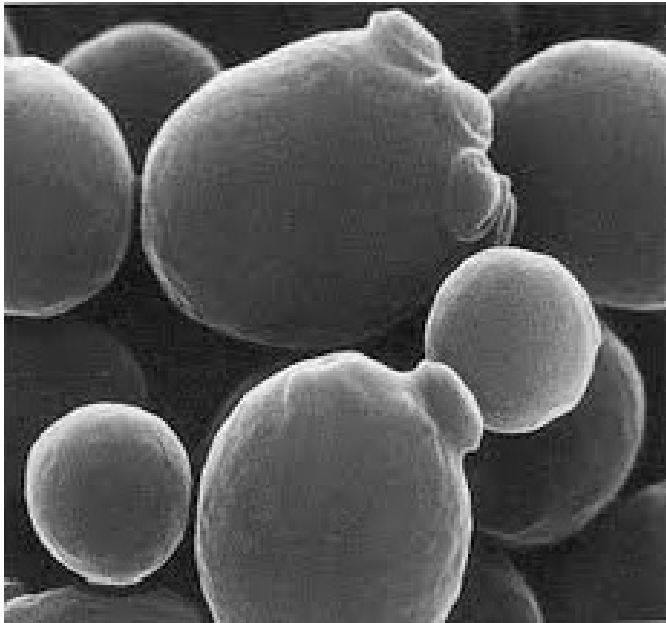
■ Η εμφάνιση του πρώτου κυττάρου οριοθετείται πριν από 3,8 δισεκατομμύρια χρόνια (καθολικός πρόγονος όλης της ζωής, **αρχέγονο κύτταρο**).



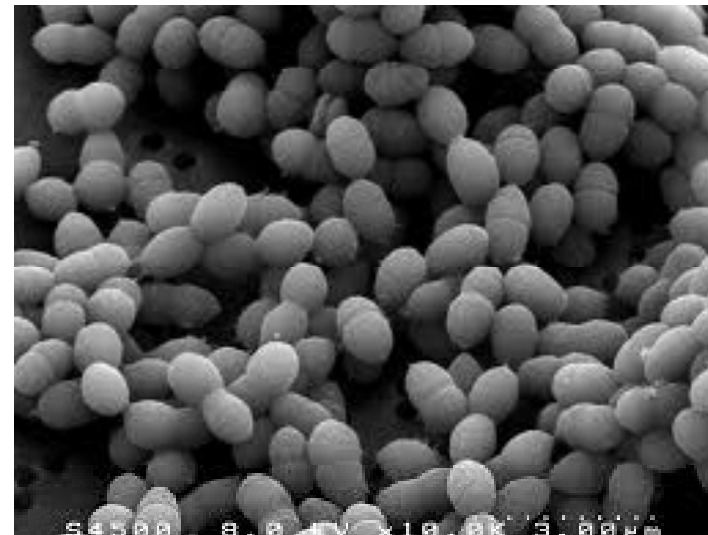
Escherichia coli



Staphylococcus aureus

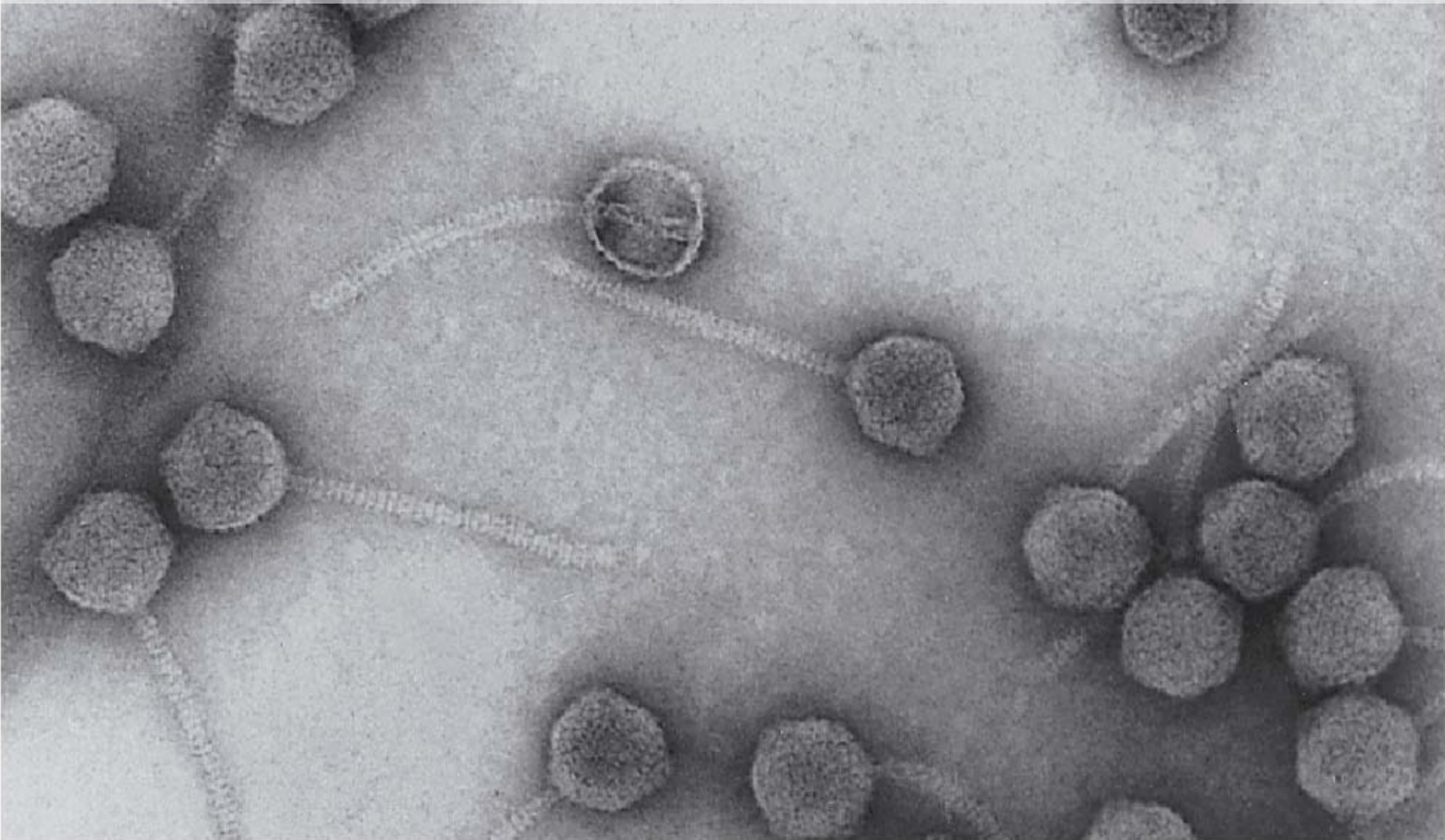


Saccharomyces cerevisiae
(ζυμομύκητας)



Streptococcus thermophilus

βακτηριοφάγος λάμδα, είδος ιού βακτηρίων που προσβάλλει το *Escherichia coli*



Ονοματολογία μικροοργανισμών

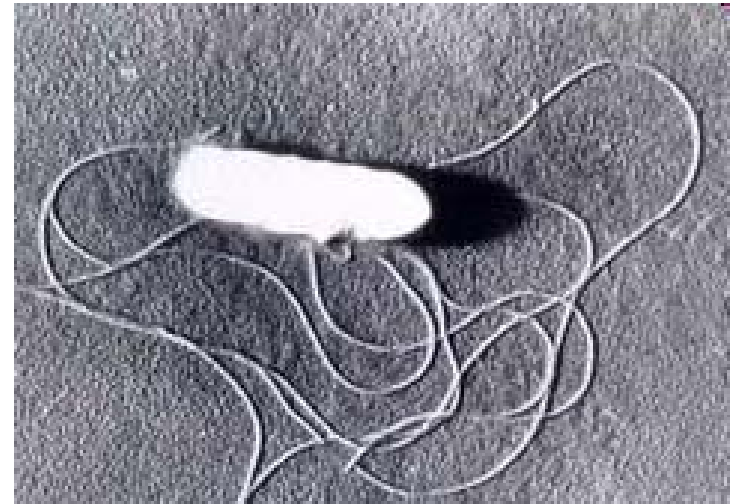
- Η βασική ταξινομική μονάδα στους μικροοργανισμούς είναι το είδος (species).

- Κάθε είδος φέρει διώνυμη ονομασία:

π.χ. *Listeria monocytogenes*


↑
γένος

↑
επίθετο



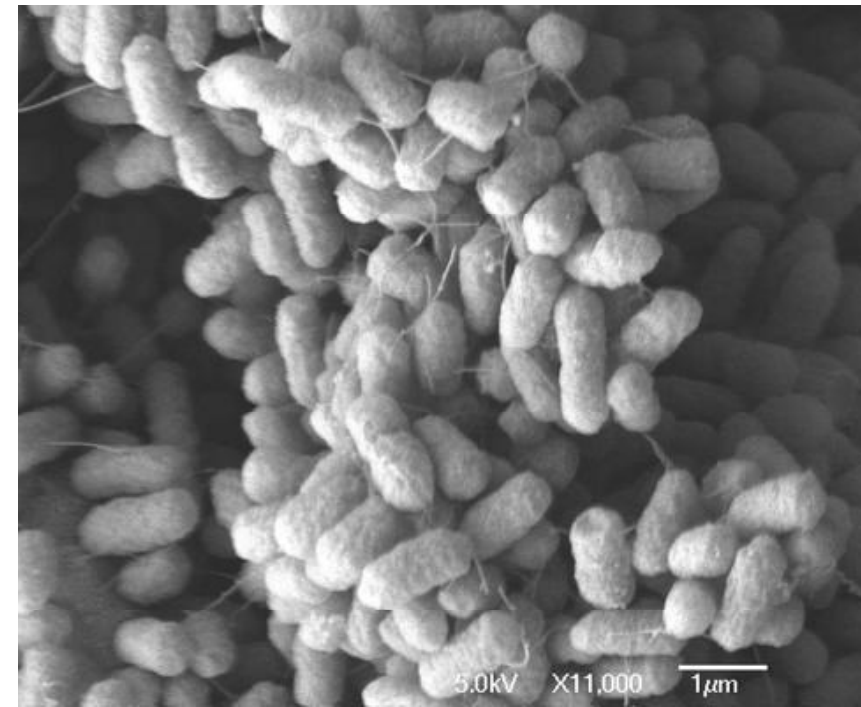
- Και οι δύο λέξεις γράφονται πλάγια (*italics*) και το όνομα του γένους ξεκινά πάντα με Κεφαλαίο γράμμα.

- Ένα βακτηριακό είδος μπορεί να υποδιαιρεθεί σε αρκετά υποείδη (subspecies, subsp., **ssp.**), π.χ. *Lactococcus lactis ssp. cremoris*.

- Κάθε είδος (ή υποείδος) μπορεί να περιέχει αρκετά **στελέχη** (strains).
- Κάθε στέλεχος έχει **μοναδικό κωδικό**, που μπορεί να είναι γράμματα, αριθμοί ή γράμματα και αριθμοί μαζί.
- ✓ π.χ. *Listeria monocytogenes* **Scott A**, *Escherichia coli* **K-12**, *Staphylococcus aureus* **RN6390**
- Πάνω από το γένος ταξινομικά βρίσκεται η **οικογένεια** (family),
π.χ. *Enterobacteriaceae*
 **κοινή κατάληξη**
- Όλα τα είδη (και τα στελέχη) που περιέχονται σε κάθε γένος μπορούν να αντιπροσωπευθούν συλλογικά:
 - ✓ είτε χρησιμοποιώντας το “**spp.**” μετά το όνομα του γένους
 - ✓ είτε την πληθυντική μορφή του γένους
π.χ. *Lactobacillus spp.* ή **lactobacilli**, *Salmonella spp.* ή **salmonellae**

Σύγχρονο σύστημα ονοματολογίας και ταξινόμησης του βακτηρίου της σαλμονέλας

| | |
|---------------------|---|
| Βασίλειο (kingdom) | Eubacteria |
| Φύλο (phylum) | Proteobacteria |
| Ομάδα (class) | Gammaproteobacteria |
| Τάξη (order) | Enterobacteriales |
| Οικογένεια (family) | Enterobacteriaceae |
| Γένος (genus) | <i>Salmonella</i> |
| Είδη (species) | <i>Sal. enterica</i> <i>Sal. bongori</i> |



➤ Το είδος *S. enterica* περιλαμβάνει 6 υποείδη (subspecies):

Salmonella enterica enterica
Salmonella enterica salamae
Salmonella enterica arizonae
Salmonella enterica diarizonae
Salmonella enterica houtenae
Salmonella enterica indica

➤ Η μικροβιολογία ως βιολογική επιστήμη μελετάται ως:

✓ βασική επιστήμη

Οι γνώσεις που σήμερα κατέχουμε για τη ζωή και τα κύτταρα έχουν εν πολλοίς προκύψει από μελέτες πάνω σε μικροοργανισμούς.

→ Οι βασικές βιοχημικές ιδιότητες μικροβιακών κυττάρων είναι στην ουσία ίδιες με εκείνες των κυττάρων των πολυκύτταρων οργανισμών.

✓ εφαρμοσμένη επιστήμη

Η μικροβιολογία ασχολείται με πολλές και σημαντικές εφαρμογές / προβλήματα των μικροοργανισμών στην **ιατρική**, στη **γεωργία**, στα **τρόφιμα** και στη **βιομηχανία**.

→ Για παράδειγμα, μερικές από τις πιο σημαντικές ασθένειες του ανθρώπου, των ζώων και των φυτών προκαλούνται από μικροοργανισμούς.

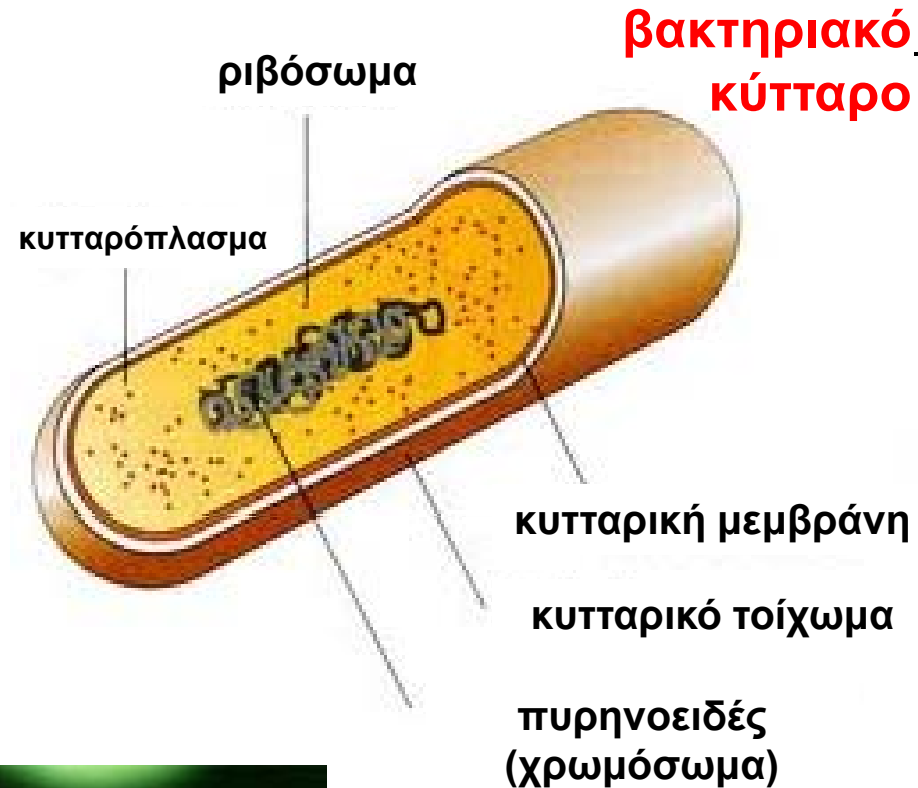
→ Επίσης πολλές βιοτεχνολογικές παραγωγικές διεργασίες, όπως παραγωγή αντιβιοτικών, πρωτεϊνών κτλ. βασίζονται στη δράση μικροοργανισμών.



**μικροβιολογία τροφίμων → αλλοιώσεις τροφίμων,
τροφιμογενή νοσήματα, παραγωγή (ζυμώμενων)
τροφίμων**

Οι μικροοργανισμοί ως κύτταρα

- Το κύτταρο είναι η **θεμελιώδης μονάδα της ζωής**.
- Κάθε μικροβιακό κύτταρο οριοθετείται από το περιβάλλον του και από άλλα κύτταρα από την **κυτταρική μεμβράνη** και συνήθως και από **κυτταρικό τοίχωμα**.
- Στο εσωτερικό του κυττάρου υπάρχει ο **πυρήνας** (ή **πυρηνοειδές**) και το **κυτταρόπλασμα**.
- Στο πυρηνοειδές βρίσκεται αποθηκευμένη η **γενετική πληροφορία (DNA)**, ενώ στο κυτταρόπλασμα βρίσκονται οι **μοριακοί μηχανισμοί για τη λειτουργία** του κυττάρου.

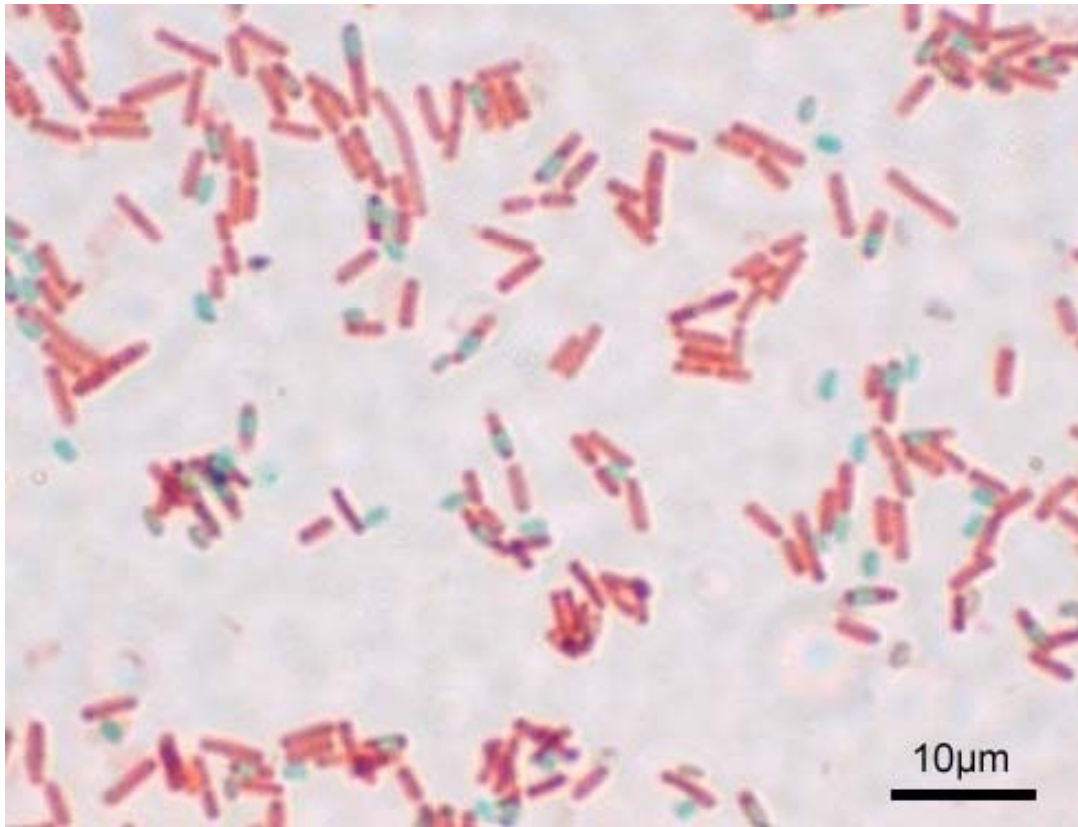


Μακρομόρια (μικροβιακών) κυττάρων

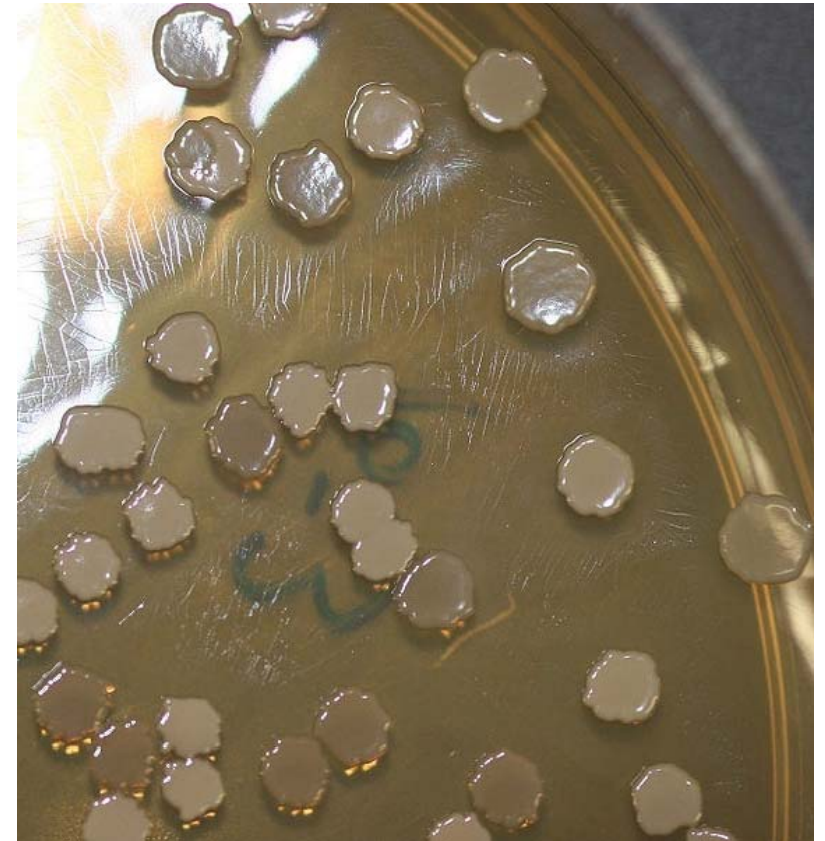
- Όλα τα κύτταρα αποτελούνται από 4 κύριες κατηγορίες μακρομορίων:
 - ✓ τις πρωτεΐνες
 - ✓ τα νουκλεϊκά οξέα
 - ✓ τα λιπίδια
 - ✓ τους πολυσακχαρίτες
- Τα κύτταρα ενός μικροοργανισμού διαφέρουν από τα κύτταρα ενός άλλου μικροοργανισμού με βάση τη **χημική φύση** και τη **διάταξη** αυτών των μακρομορίων.



τριτοταγής πρωτεϊνική
δομή



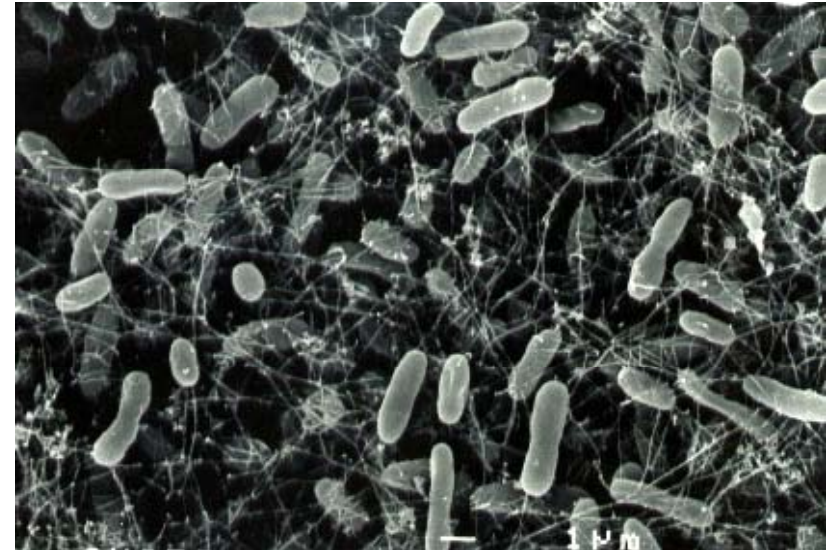
φωτογραφία οπτικού μικροσκοπίου
χρωματισμένων κυττάρων *Bacillus subtilis*.
Τα ενδοσπόρια φαίνονται πράσινα, ενώ τα
βλαστικά κύτταρα κόκκινα



αποικίες *Bac. subtilis* όπως αυτές
εμφανίζονται πάνω σε στερεό θρεπτικό
υλικό σε τρυβλίο Petri στο εργαστήριο

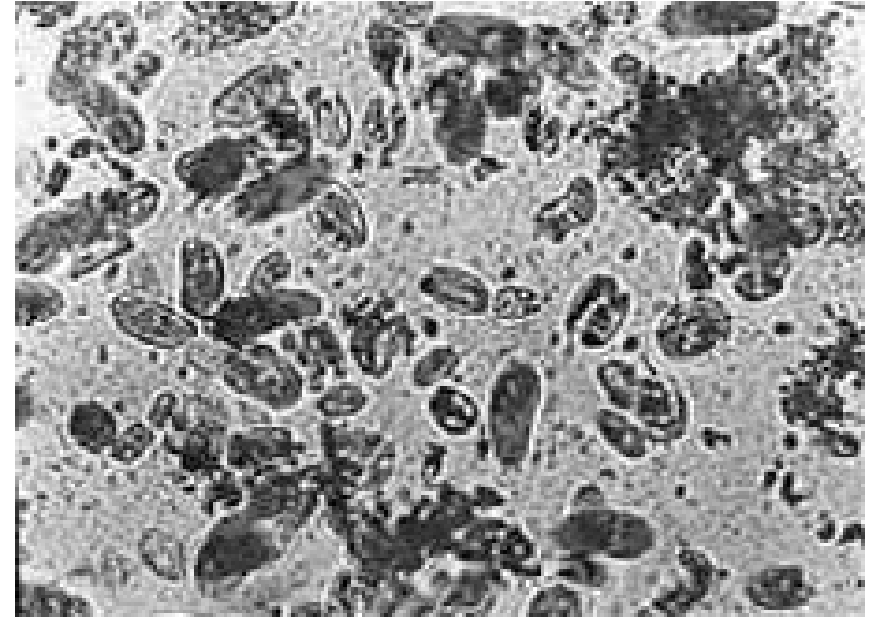
Θεμελιώδη χαρακτηριστικά μικροβιακής ζωής

- Μεταβολισμός
- Αναπαραγωγή (αύξηση)
- Διαφοροποίηση
- Επικοινωνία
- Κίνηση (όχι σε όλα)
- Εξέλιξη



Οι μικροοργανισμοί και το φυσικό περιβάλλον τους

- Τα κύτταρα ζουν στη φύση σε στενή αλληλεξάρτηση με άλλα κύτταρα, σχηματίζοντας συναθροίσεις που λέγονται **πληθυσμοί** (populations).
- Κάθε πληθυσμός αποτελείται από **ομάδες γειτονικών κυττάρων**, με την κάθε ομάδα να έχει προέλθει από τις **διαδοχικές διαιρέσεις ενός αρχικού κυττάρου**.
- Η **ακριβής θέση** μέσα στο περιβάλλον στην οποία διαβιεί ένας μικροβιακός πληθυσμός καλείται **ενδιαίτημα** (habitat).



- Στη φύση, οι διάφοροι πληθυσμοί των μικροβιακών κυττάρων σπανίως ζουν μόνοι τους.

- Αντιθέτως, **συμβιώνουν και αλληλεπιδρούν** με άλλους μικροβιακούς πληθυσμούς σχηματίζοντας **μικροβιακές κοινότητες** (microbial communities).

- **Οι διάφορες μικροβιακές κοινότητες:**

- ✓ μπορεί να υπάρχουν ελεύθερες μέσα σε υδατικά περιβάλλοντα (**πλαγκτονικές**),

- ✓ αλλά πιο συχνά βρίσκονται προσκολλημένες πάνω σε βιοτικές ή αβιοτικές επιφάνειες σχηματίζοντας **βιο-υμένια** (biofilms).



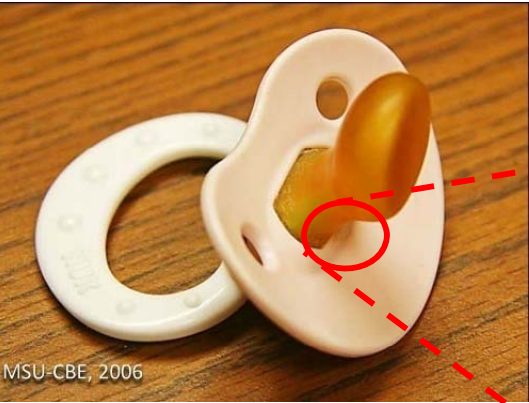
μικροβιακή κοινότητα σε θαλάσσιο δείγμα



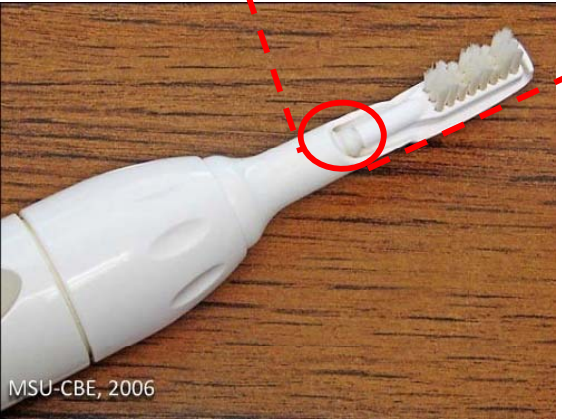
βιο-υμένιο πάνω σε δόντια (οδοντική πλάκα)



φίλτρο νεροχύτη

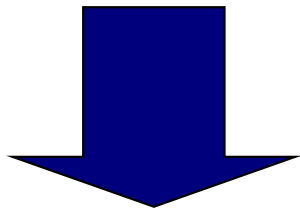


πιπίλα μωρού



οδοντόβουρτσα

- Σ' ένα ενδιαίτημα, οι διάφοροι μικροβιακοί πληθυσμοί **αλληλεπιδρούν μεταξύ τους** (συνεργιστικά ή ανταγωνιστικά).
- ✓ Για παράδειγμα, τα **άχρηστα προϊόντα** της μεταβολικής δραστηριότητας ενός πληθυσμού μπορεί να αποτελούν **θρεπτικά υλικά** για κάποιον άλλο πληθυσμό.
- Ένα ενδιαίτημα που ευνοεί την ανάπτυξη ενός μικροοργανισμού, μπορεί να είναι **επιβλαβές** για κάποιον άλλο μικροοργανισμό.

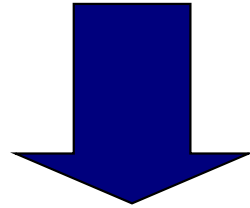


- **Επομένως, η σύσταση των μικροβιακών κοινοτήτων σ' ένα ενδιαίτημα καθορίζεται από τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του εν λόγω ενδιαιτήματος.**

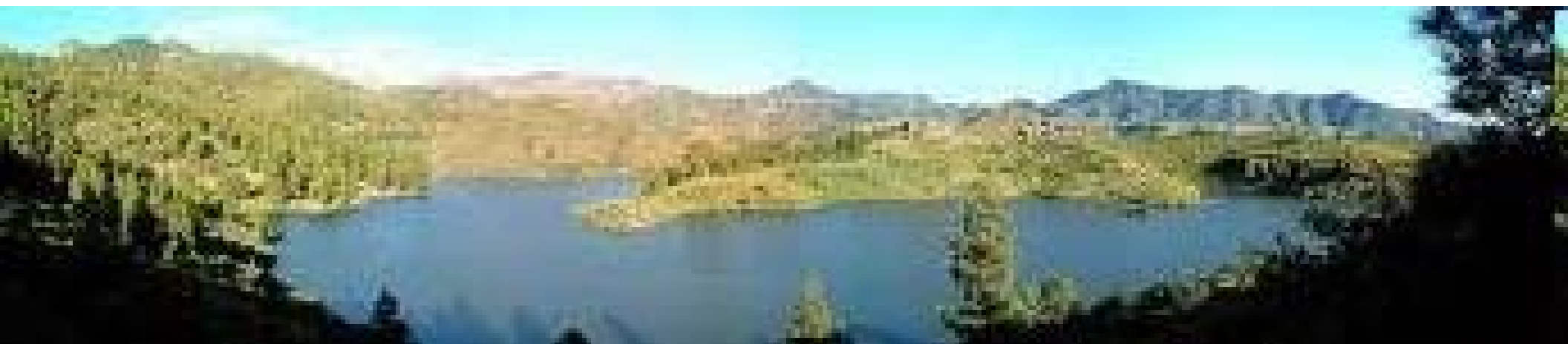


**εντερικό σύστημα:
ενδιαίτημα πολλών
εντερικών
μικροοργανισμών**

- Το **σύνολο των ζωντανών οργανισμών** μαζί με το **περιβάλλον** στο οποίο ζουν καλείται **οικοσύστημα** (ecosystem).



- **Κυριότερα μικροβιακά οικοσυστήματα είναι:**
 - ✓ τα **υδατικά** (ωκεανοί, λίμνες, ποτάμια, θερμές πηγές)
 - ✓ τα **χερσαία** (έδαφος, βράχοι)
 - ✓ οι **ανώτεροι οργανισμοί** (ζώα, φυτά)

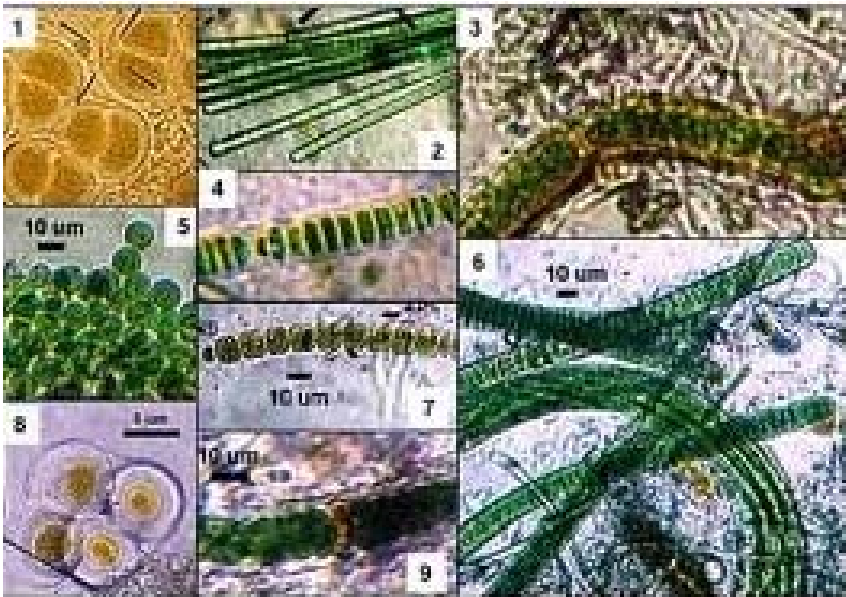


κοραλλιογενές οικοσύστημα



- Οι μικροοργανισμοί συνιστούν **σημαντικότερο τμήμα** όλων πρακτικά των οικοσυστημάτων και **επηρεάζουν** (μέσω της μεταβολικής τους δράσης) τις ιδιότητες του καθενός.

- Τα **προκαρυωτικά κύτταρα** (ευβακτήρια, αρχαία) συνιστούν το μεγαλύτερο τμήμα της **συνολικής βιομάζας** του πλανήτη (5×10^{30} κύτταρα !)



κυανοβακτήρια

→ η **συνολική ποσότητα C** που υπάρχει σ' αυτά τα κύτταρα είναι ίση με την ποσότητα C όλων των φυτών στη γη !

Η επίδραση των μικροοργανισμών στον άνθρωπο

Louis Pasteur: «η σημασία του απείρως μικρού στη φύση είναι απείρως μεγάλη»



Ένας από τους στόχους ενός μικροβιολόγου είναι να κατανοήσει πως λειτουργούν οι μικροοργανισμοί και μέσω αυτής της κατανόησης να επινοήσει τρόπους για να αυξήσει τις επωφελείς και να ελαχιστοποιήσει τις επιβλαβείς συνέπειες τους

Οι μικροοργανισμοί ως νοσογόνοι παράγοντες (disease agents)



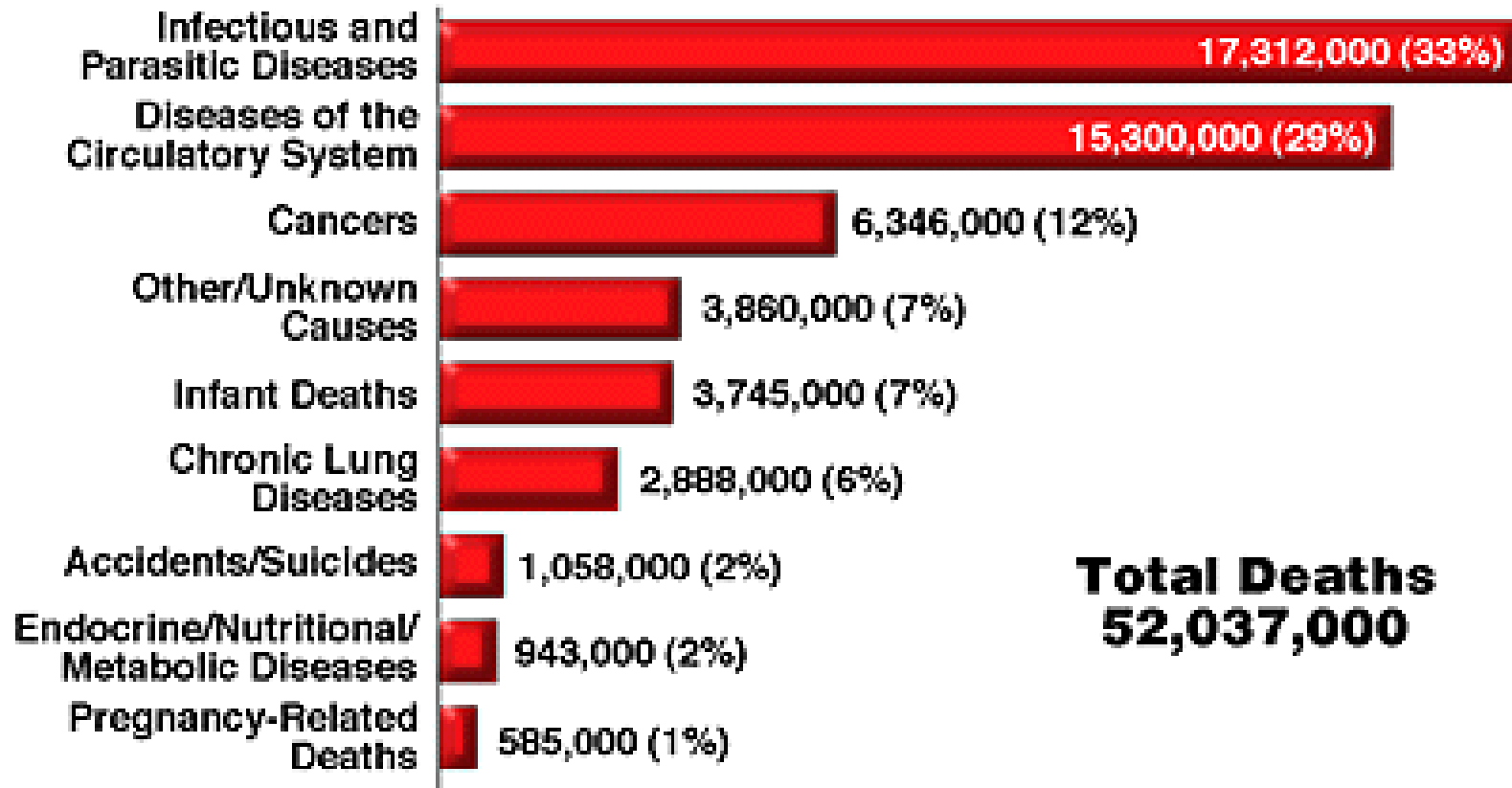
**τροφιμογενής λοίμωξη
(γαστρεντερίτιδα)**



- Οι μικροοργανισμοί ευθύνονται για πολλές **λοιμώξεις** (infectious diseases), δηλαδή **μολυσματικές νόσους** που προκαλούνται από μικροοργανισμούς.
- Η βελτίωση των συνθηκών υγιεινής μαζί με την ανακάλυψη διαφόρων **αντιμικροβιακών παραγόντων** (π.χ. εμβόλια, αντιβιοτικά) συνέβαλε στο σταδιακό έλεγχο των **λοιμώξεων**.

αιτίες θνησιμότητας παγκόσμια (ΠΟΥ, 1997)

Worldwide Causes of Death



Source: The World Health Report 1997, WHO

- Όμως, οι περισσότεροι μικροοργανισμοί δεν είναι επικίνδυνοι (επιβλαβείς) για τον άνθρωπο, αλλά αντίθετα είναι ωφέλιμοι (beneficial), εκτελώντας διαδικασίες που έχουν τεράστια σημασία και αξία για τον άνθρωπο.





Η επίδραση των μικροοργανισμών στη γεωργία



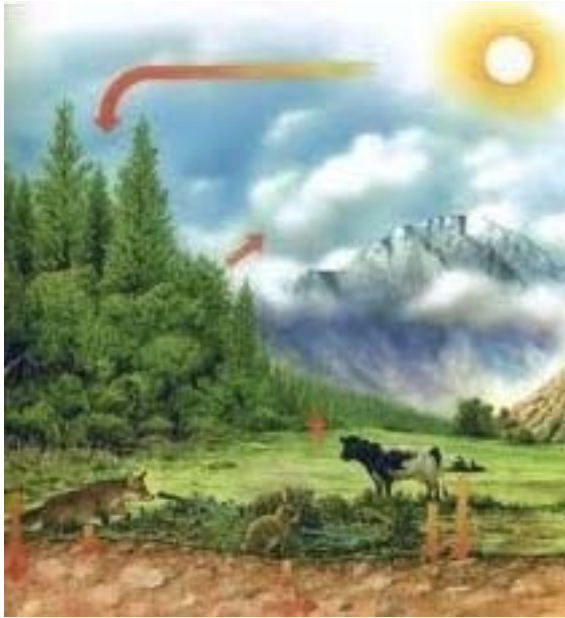
- Ένας μεγάλος αριθμός καλλιεργήσιμων φυτών που ανήκουν στην ομάδα των **ψυχανθών** (legumes), όπως φασόλια, φακές, αρακάς, σόγια κτλ μπορούν και δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο (N_2) εξαιτίας **αζωτοδεσμευτικών βακτηρίων** που υπάρχουν στις ρίζες τους μέσα σε **φυμάτια** (nodules).



- Ιδιαίτερης σημασίας είναι και οι μικροοργανισμοί που σχετίζονται με τη **πέψη των μηρυκαστικών** (ruminant animals, π.χ. αγελάδες, αιγοπρόβατα).



- ✓ Στον **προστόμαχο** (rumen) οι πεπτικές λειτουργίες επιτελούνται από μικροοργανισμούς.



- Οι μικροοργανισμοί του εδάφους και του νερού συμμετέχουν στην **ανακύκλωση των ενώσεων του άνθρακα (C), του αζώτου (N) και του θείου (S)**, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα φυτά.



- Εκτός από τα οφέλη, οι μικροοργανισμοί προκαλούν **ασθένειες στα ζώα και στα φυτά** με σημαντικές οικονομικές συνέπειες (περονόσπορος πατάτας, ντομάτας, βρουκέλλωση των αιγοπροβάτων από *Brucella melitensis*).

περονόσπορος πατάτας προκαλούμενος από το μύκητα (μυκητιόμορφο φύκος) *Phytophthora infestans*

Η επίδραση των μικροοργανισμών στη βιομηχανία τροφίμων





- Οι μικροοργανισμοί που ενυπάρχουν ή μεταφέρονται στα **εδώδιμα (βρώσιμα) γεωργικά προϊόντα** (φυτικά, ζωικά) προκαλούν **αλλοίωση (spoilage)** των τροφίμων, με σημαντικές οικονομικές απώλειες.

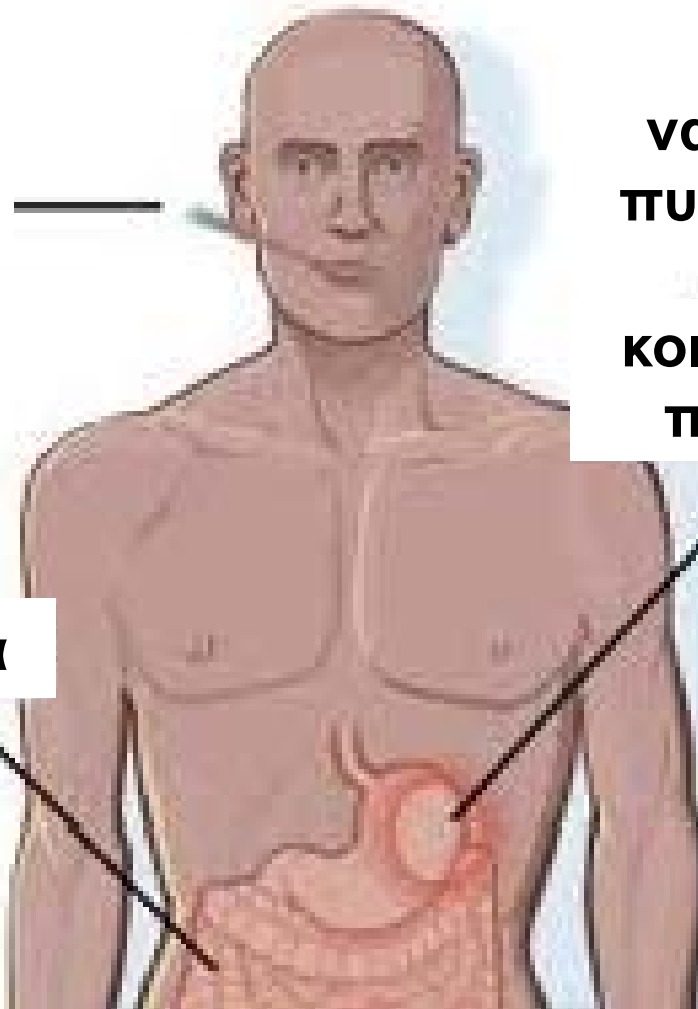
- Η κονσερβοποίηση, η κατάψυξη, η παστερίωση, και η αποξήρανση είναι κύριοι **τρόποι επεξεργασίας των τροφίμων** ώστε να μην αλλοιώνονται από μικροοργανισμούς.

εμετός

ναυτία
πυρετός

κοιλιακός
πόνος

διάρροια



**συνήθη συμπτώματα
τροφιμογενούς νοσήματος**

- Τα **τροφιμογενή νοσήματα** (foodborne diseases) είναι επίσης μεγάλο ζήτημα.
- ✓ σαλμονέλωση
- ✓ λιστερίωση
- ✓ αιμορραγική κολίτιδα
- ✓ καμπυλοβακτηριδίωση
- ✓ σιγκέλλωση
- ✓ σταφυλοκοκκική τροφολοξίνωση
κτλ



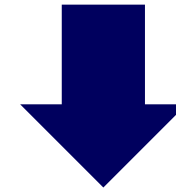
- Ωστόσο, μερικά από τα πιο διαδεδομένα τρόφιμα, όπως:

- ✓ τα τυριά
- ✓ το γιαούρτι
- ✓ το ψωμί
- ✓ το τουρσί
- ✓ τα ζυμώμενα αλλαντικά (π.χ. σαλάμια αέρος)
και
- ✓ διάφορα αλκοολούχα ποτά (μπύρα, κρασί)

οφείλουν την ύπαρξη τους στη μικροβιακή δραστηριότητα (**ζύμωση**, fermentation).



Το γιαούρτι (yoghurt) είναι ένα γαλακτοκομικό προϊόν που παράγεται από τη ζύμωση του γάλακτος από βακτήρια.



Η ζύμωση της λακτόζης που υπάρχει στο γάλα δίνει γαλακτικό οξύ, το οποίο «δρα» στις πρωτεΐνες του γάλακτος δίνοντας στο γιαούρτι τη χαρακτηριστική του υφή.

συνήθη χρησιμοποιούμενα
γαλακτικά βακτήρια για την
παρασκευή γιαουρτιού:



Lactobacillus delbrueckii ssp.
bulgaricus

Streptococcus thermophilus



Η επίδραση των μικροοργανισμών στην ενέργεια και το περιβάλλον



- Το **φυσικό αέριο** (μεθάνιο, CH_4) είναι προϊόν μικροβιακής δράσης (μεθανιογόνων βακτηρίων),

όπως και

- το **πετρέλαιο** (oil, petroleum) το οποίο πιστεύεται πως είναι προϊόν αποσύνθεσης φυτικών και ζωικών οργανισμών υπό τη δράση αναερόβιων βακτηρίων.



Σύνθεση οργανικής βιομάζας από CO₂

■ Οι φωτοαυτότροφοι μικροοργανισμοί μπορούν και εκμεταλλεύονται τη φωτεινή ενέργεια (ηλιακό φως) για την παραγωγή **οργανικής βιομάζας** (biomass), με αποτέλεσμα να αποθηκεύεται **χρήσιμη χημική ενέργεια** μέσα σε ζωντανούς οργανισμούς.



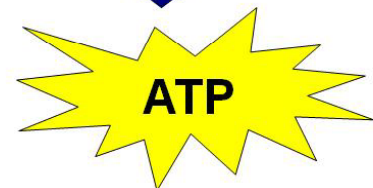
ΗΛΙΑΚΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑ



ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
(ΣΑΚΧΑΡΑ)



ΜΙΤΟΧΟΝΔΡΙΑ



άλγη (φύκη)



κυανοβακτήρια

Βιοκαύσιμα

- Η **μικροβιακή βιομάζα**, όσο και **διάφορα άχρηστα προϊόντα** (π.χ. οικιακά λύματα, απόβλητα ζώων, απόβλητα γεωργικής παραγωγής) μπορούν να μετατραπούν από άλλους μικροοργανισμούς σε **βιοκαύσιμα** (biofuels), όπως:
 - ✓ το μεθάνιο
 - ✓ η αιθανόλη
 - και
 - ✓ το βιοντίζελ



Βιοαποικοδόμηση



- Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούνται επίσης για την αποικοδόμηση τοξικών αποβλήτων και ρυπαντών ουσιών (π.χ. πετρελαιοκηλίδες) σε μια διαδικασία που λέγεται **βιοαποικοδόμηση** (bioremediation)

→ κυρίως χρησιμοποιούνται βακτήρια των γενών *Pseudomonas*, *Bacillus*.

Οι μικροοργανισμοί και η βιοτεχνολογία



- Με τον όρο **βιοτεχνολογία** (biotechnology) εννοούμε τη χρήση μικροοργανισμών με στόχο την εκτέλεση καθορισμένων χημικών αντιδράσεων (**βιοκατάλυση**) για τη παραγωγή προϊόντων υψηλού βιομηχανικού, εμπορικού ή ερευνητικού ενδιαφέροντος
- ✓ π.χ. παραγωγή αντιβιοτικών, αμινοξέων, βιταμινών, αιθανόλης, κιτρικού οξέος κτλ

ζυμωτήρες με καλλιέργειες μικροοργανισμών που παράγουν χρήσιμες ενώσεις

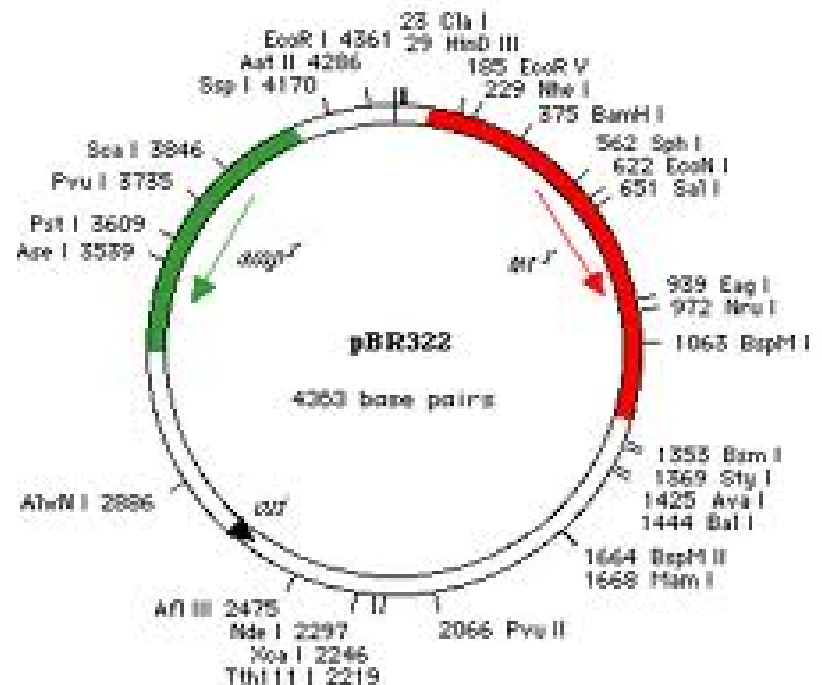


Το **κιτρικό οξύ** που προστίθεται σε πολλά μη αλκοολούχα ποτά (προσδίδει γεύση ταγκάδας) παράγεται βιομηχανικά σε μεγάλη κλίμακα χρησιμοποιώντας το μύκητα *Aspergillus niger*.

- Σήμερα, η βιοτεχνολογία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη **γενετική μηχανική** (genetic engineering), το επιστημονικό πεδίο που ασχολείται με το **τεχνητό (*in vitro*) χειρισμό του γενετικού υλικού (DNA)**.



- Άπαξ και επιλεγεί ή κατασκευαστεί το επιθυμητό γονίδιο μπορούμε να το εισάγουμε σ' έναν μικροοργανισμό για την έκφραση και την παραγωγή του επιθυμητού προϊόντος



- ✓ π.χ. ανθρώπινη ινσουλίνη παράγεται από βακτήρια (!)

Πολυμήχανος χρυσοθήρας

Το βακτήριο του Μίδα απομονώνει χρυσάφι από το νερό

Δημοσίευση: 04 Φεβ 2013, 18:26



Το βακτήριο *Delftia acidovarans* ζει έναν μόνιμο πυρετό του χρυσού -εικόνα αρχείου

Λονδίνο

Μικροβιολόγοι στον Καναδά κατάφεραν να απομονώσουν μια ουσία που επιτρέπει σε ένα ασυνήθιστο βακτήριο να μετατρέπει τα ιόντα χρυσού σε σωματίδια συμπαγούς χρυσού -η τεχνική που εφαρμόζει το μικρόβιο θα μπορούσε μια μέρα να αξιοποιηθεί για την ανάκτηση χρυσού από τα απορρίμματα των ορυχείων, ή ακόμα και από τον ανοιχτό ωκεανό.

Το υδρόβιο βακτήριο *Delftia acidovarans*, [αναφέρουν](#) οι ερευνητές στην επιθεώρηση Nature Chemical Biology, χρησιμοποιεί την ουσία «δελφτιβακτίνη» (delftibactin) για να απομακρύνει από το νερό τα ιόντα χρυσού, τα οποία έχουν τοξική δράση.

Τα ιόντα μετατρέπονται έτσι σε συμπαγή σωματίδια στοιχειακού χρυσού ο οποίος σχηματίζει ένα στρώμα πάνω στις επιφάνειες όπου ζει το βακτήριο.

Την ανακάλυψη υπογράφουν ο δρ Νείθαν Μαγκάρβεϊ και οι συνεργάτες του στο Πανεπιστήμιο McMaster του Καναδά, οι οποίοι έσπευσαν μάλιστα να κατοχυρώσουν με πατέντα την τεχνική απομόνωσης χρυσού με δελφτιβακτίνη.

Ελπίζουν να αξιοποιήσουν εμπορικά την ουσία για την εκμετάλλευση των απορριμμάτων από ορυχεία χρυσού, τα οποία περιέχουν ιόντα που δεν μπορούν να ανακτηθούν με τις σημερινές τεχνολογίες.

Αργότερα θα μπορούσε να γίνει το ίδιο στο νερό του ωκεανού, το οποίο περιέχει χρυσό σε αναλογία ένα προς μερικά τρισεκατομμύρια.

Newsroom ΔΟΛ

πρόσφατο παράδειγμα χρησιμοποίησης μικροοργανισμού (ή/και ουσίας που παράγεται απ' αυτόν) για κάποιον τεχνολογικό σκοπό

20ος αιώνας:

γένεση των κυριότερων κλάδων της
μικροβιολογίας





■ Ιατρική μικροβιολογία και ανοσολογία (clinical microbiology and immunology)

- ✓ μέσω της ανακάλυψης πολλών νέων παθογόνων μικροοργανισμών και της μελέτη της ικανότητας των ανώτερων οργανισμών να ανθίστανται στις λοιμώξεις.



■ Γεωργική μικροβιολογία (agricultural microbiology)

- ✓ κατανόηση των μικροβιακών διαδικασιών του εδάφους που ωφελούν ή βλάπτουν τη φυτική ανάπτυξη.



■ Βιομηχανική μικροβιολογία (industrial microbiology)

- ✓ χρησιμοποίηση μικροοργανισμών για την παραγωγή προϊόντων αυξημένης εμπορικής σημασίας.



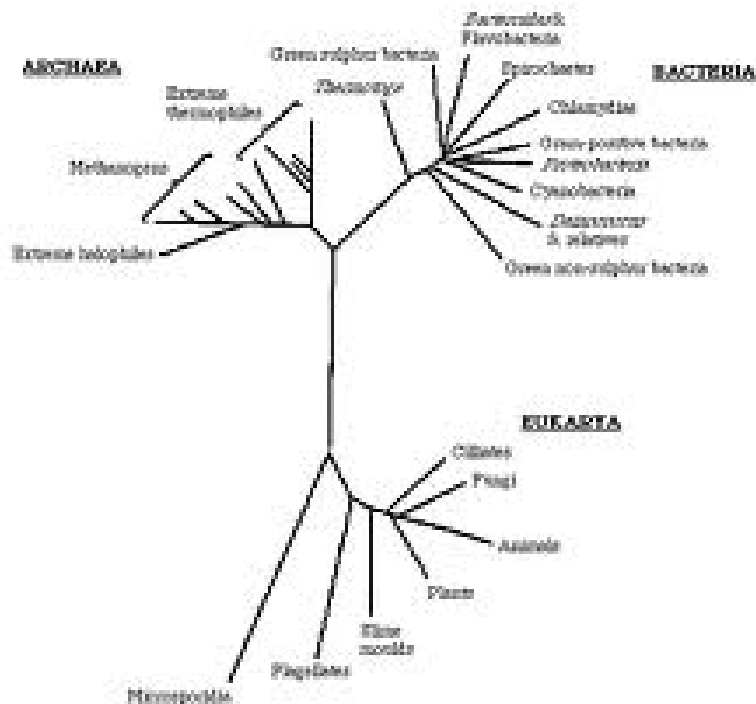
■ Μικροβιολογία υδάτων (water microbiology)

- ✓ μελέτη των μικροοργανισμών σε υδατικά περιβάλλοντα, επεξεργασία αποβλήτων, καθαρισμός πόσιμου νερού.



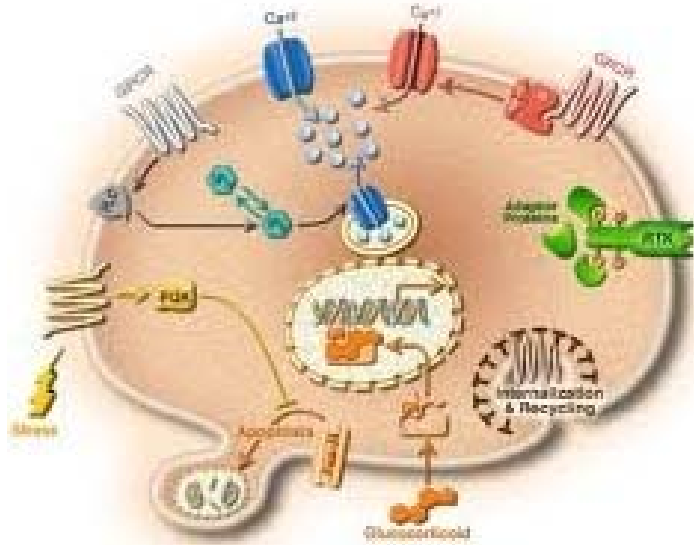
■ Μικροβιακή οικολογία (microbial ecology)

- ✓ μελέτη της αλληλεπίδρασης των μικροοργανισμών τόσο μεταξύ τους, όσο και με το περιβάλλον τους.



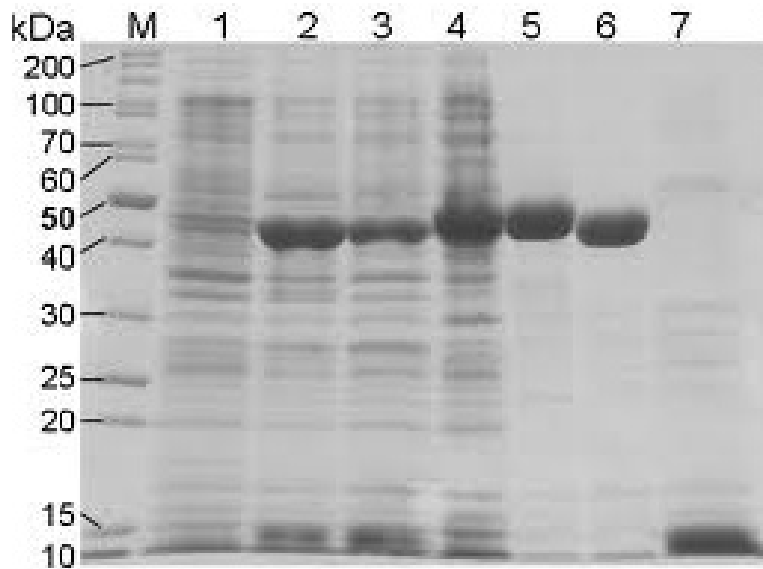
■ Μικροβιακή συστηματική και εξέλιξη (microbial systematics and evolution)

- ✓ ανακάλυψη και ταξινόμηση ειδών μικροοργανισμών, μελέτη των εξελικτικών τους σχέσεων.



■ Μικροβιακή φυσιολογία και βιοχημεία (microbial physiology and biochemistry)

- ✓ μελέτη της φυσιολογίας και της βιοχημείας των μικροοργανισμών.



■ Μοριακή μικροβιολογία (molecular microbiology)

- ✓ μελέτη της γενετικής των μικροοργανισμών, DNA, RNA, πρωτεϊνοσύνθεση, χαρτογράφηση γονιδιωμάτων, τεχνικές γενετικής μηχανικής, βιοτεχνολογία.



■ Μικροβιολογία τροφίμων (food microbiology)

- ✓ μελέτη των θετικών και αρνητικών επιδράσεων των μικροοργανισμών για τα τρόφιμα.

