

Επίδραση Φυσικοχημικών Παραγόντων στη Μικροβιακή Αύξηση

Συνήθως η αύξηση των μ/ών περιγράφεται κάτω από ελεγχόμενες φυσικοχημικές συνθήκες. Στο φυσικό περιβάλλον όμως υπάρχει μια συνεχής εναλλαγή συνθηκών που επιβάλλει στους μ/ούς αντίστοιχη προσαρμογή. Οι μ/οί μπορούν να ανταπεξέρχονται σε ορισμένες δυσμενείς συνθήκες με απλή επιβίωση.

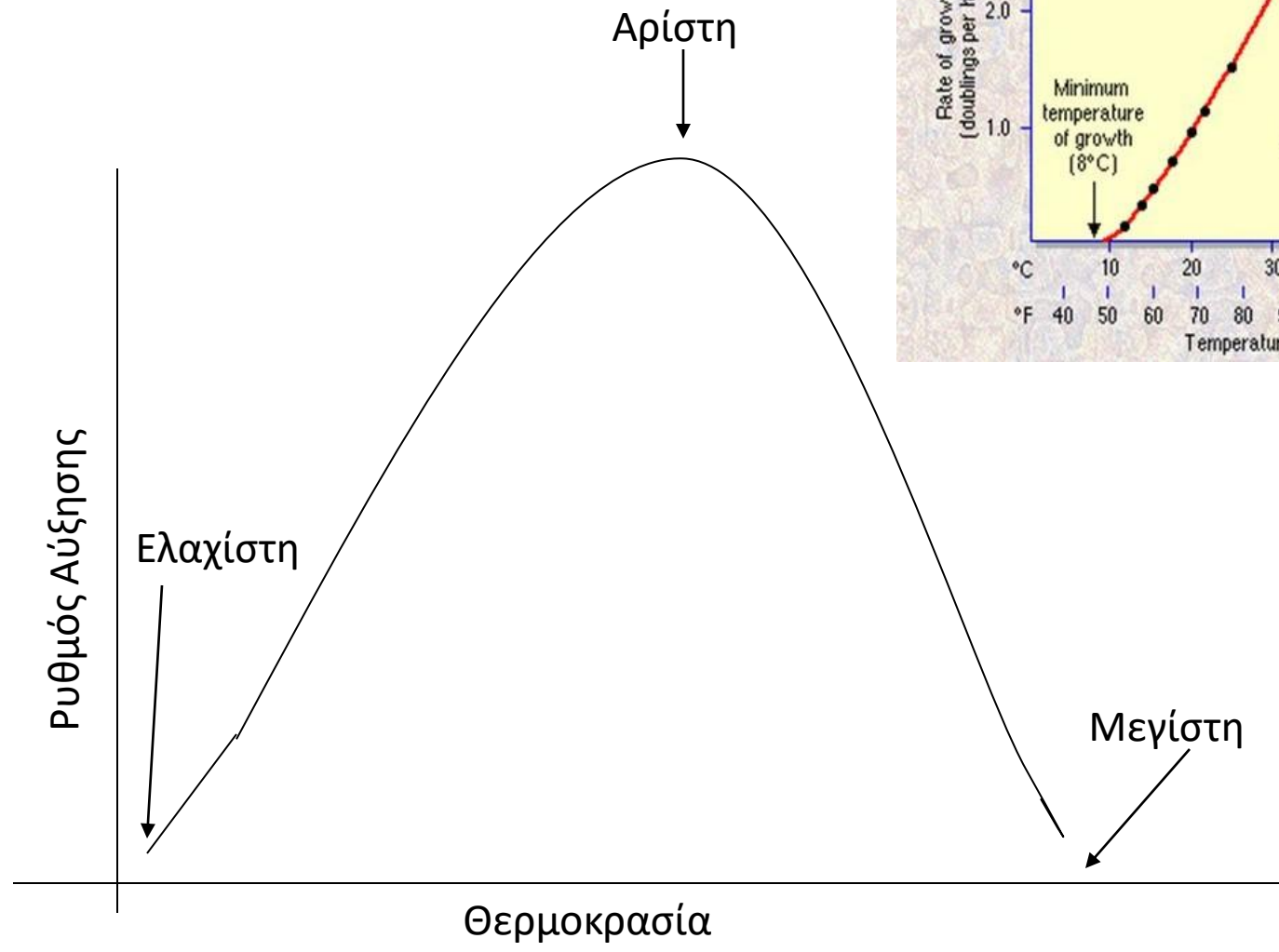
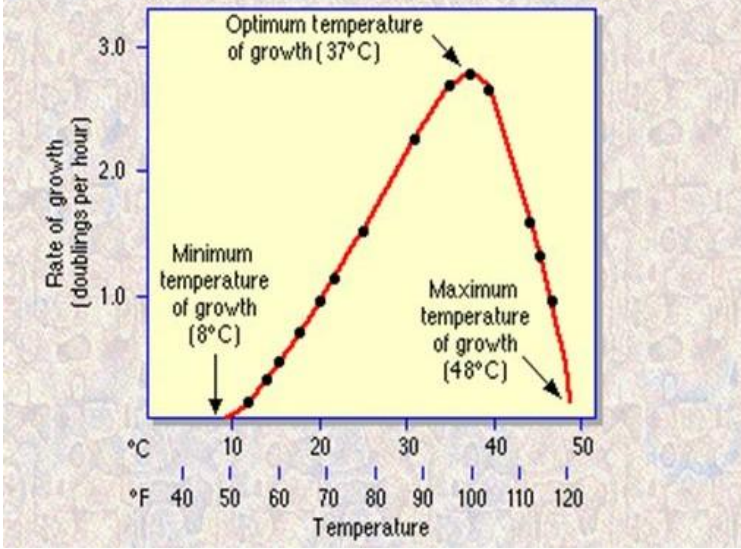
Οι σημαντικότεροι περιβαλλοντικοί παράγοντες που παίζουν ρόλο στην αύξηση των μικροοργανισμών είναι: θερμοκρασία, pH, διαθεσιμότητα νερού και οξυγόνο.

Επίδραση θερμοκρασίας στη μικροβιακή αύξηση

Ο σημαντικότερος περιβαλλοντικός παράγοντας που επηρεάζει το ρυθμό ανάπτυξης και νέκρωσης των κυττάρων. Αύξηση T συνεπάγεται αύξηση της ταχύτητας των χημικών και ενζυμικών αντιδράσεων του κυττάρου. Από κάποιο όριο και μετά, αρχίζουν ανεπανόρθωτες καταστροφές των πρωτεϊνών, νουκλεϊκών οξέων και άλλων κυτταρικών συστατικών. Το θερμοκρασιακό εύρος των $\mu/ών$ περιλαμβάνει: ελαχίστη, αρίστη και μέγιστη θερμοκρασία.

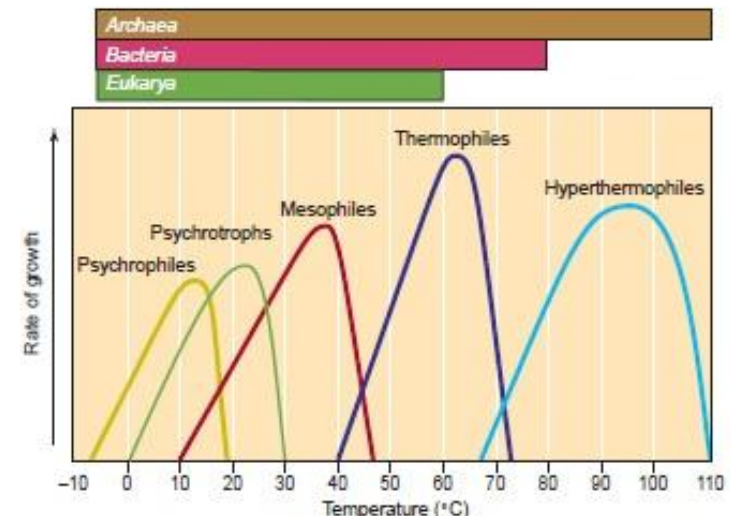
Οι τρεις τιμές του θερμοκρασιακού εύρους είναι συνήθως χαρακτηριστικές του $\mu/ού$ χωρίς να είναι απόλυτες αφού επηρεάζονται και από άλλους παράγοντες όπως το Θ.Υ.

Effect of Temperature on the Growth of *E. coli*



Κατηγορίες μ/ών ανάλογα με το θερμοκρασιακό τους εύρος

- Υπερθερμόφιλοι ή άκρως θερμόφιλοι μ/οί με άριστη T από 80°C και πάνω
- Θερμόφιλοι με άριστο 65-75°C
- Μεσόφιλοι με άριστο 35-40°C
- Ψυχρότροφοι ή ψυχροανθεκτικοί με άριστο 20-30°C
- Ψυχρόφιλοι άριστο 10-20°C

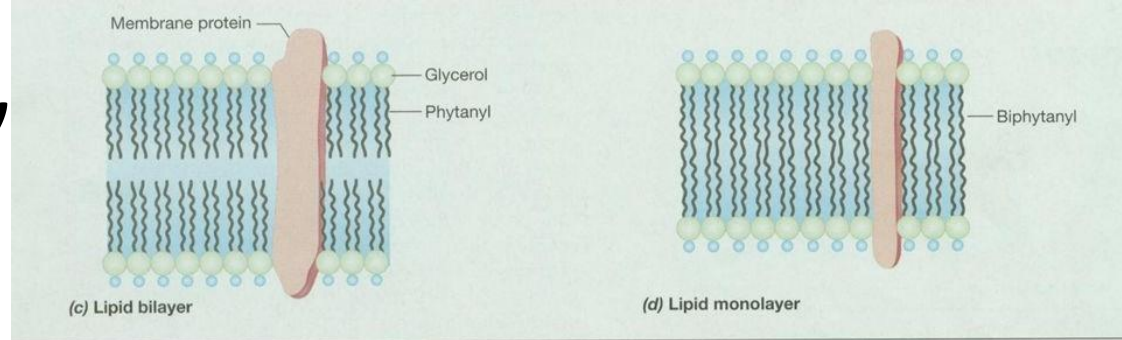


Χαρακτηριστικά των θερμόφιλων οργανισμών



- Τα θερμοκρασιακά όρια εξαρτώνται από το είδος του υποστρώματος που μεγαλώνει ο μ/ός.
- Συνήθως μ/οί που έχουν άριστο πάνω από 45°C θεωρούνται θερμόφιλοι. Η διακύμανση της T στα φυσικά περιβάλλοντα είναι μεγάλη: $50-70^{\circ}\text{C}$. Υλικά που υφίστανται κομποστοποίηση (ζύμωση) έχουν T $60-65^{\circ}\text{C}$.
- Στη κατηγορία των ακραίων θερμόφιλων ανήκουν οι μ/οί των θερμών πηγών, του υπερθερμικού περιβάλλοντος των ρωγμών του θαλάσσιου βυθού, των ηφαιστειών. Συνήθως οι μ/οί που απομονώνονται από τα περιβάλλοντα αυτά ανήκουν στην ομάδα των Αρχαιοβακτηρίων.

Μοριακή βιολογία των θερμόφιλων οργανισμών



Bacteria

Archaea

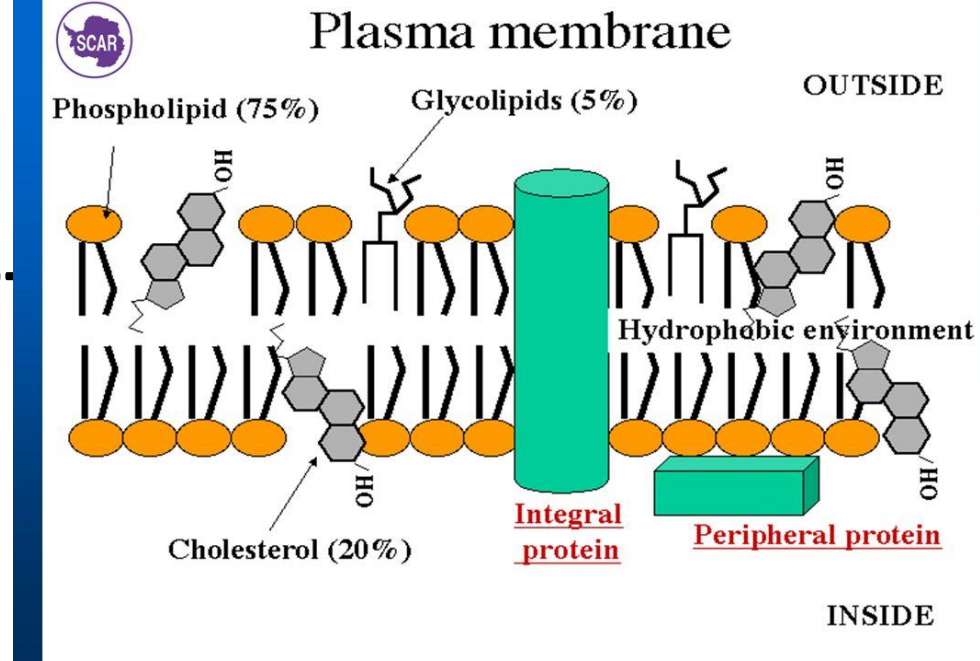
- Έχουν ένζυμα και άλλες πρωτεΐνες που λειτουργούν άριστα σε υψηλές θερμοκρασίες. Υποκατάστατο αμινοξέως σε μια ή περισσότερες θέσεις επιτρέπει στο ένζυμο να δημιουργεί πτυχές με διαφορετικό τρόπο ώστε να αποφεύγεται η αποδιάταξη λόγω υψηλής θερμοκρασίας.
- Οι μεμβράνες περιέχουν κορεσμένα λιπαρά οξέα, άρα έχουν υψηλότερο σημείο τήξης και παραμένουν άθικτες στις υψηλότερες T.
- Τα Αρχαία δεν έχουν λιπαρά στις μεμβράνες τους αλλά παράγωγα ενός C_{20} - C_{20} διακυλογλυκερο-δισφαιθέρα. Το DNA τους προστατεύεται από πρωτεΐνες που είναι προσδεμένες σ' αυτό.
- Πάνω από τους $60^{\circ}C$ απουσιάζουν τα ευκαρυωτικά.

Χαρακτηριστικά των ψυχρόφιλων και ψυχρότροφων



- Μέση T ωκεανών 5°C και βυθός $1-3^{\circ}\text{C}$. Στην Αρκτική και Ανταρκτική υπάρχουν περιοχές παγωμένες στις οποίες όμως υπάρχουν ψυχρόφιλοι μ/οί. Γι' αυτούς η μέγιστη T αύξησης είναι 15°C . Οι πιο μελετημένοι είναι κάποια φύκη που αυξάνονται εντός και κάτω από τους πάγους των πολικών περιοχών.
- Υπάρχουν κάποιοι μ/οί που έχουν άριστη T $20-30^{\circ}\text{C}$ αλλά αυξάνονται κανονικά και στους 0°C . Ονομάζονται ψυχρότροφοι και είναι πιο διαδεδομένοι από τους ψυχρόφιλους. Απομονώνονται από δείγματα εδάφους, ύδατος, τρόφιμα ψυγείου, κλπ. Αυξάνονται με πολύ αργό ρυθμό και περιλαμβάνουν βακτήρια, μύκητες, φύκη και πρωτόζωα.

Χαρακτηριστικά των ψυχρόφιλων και ψυχρότροφων

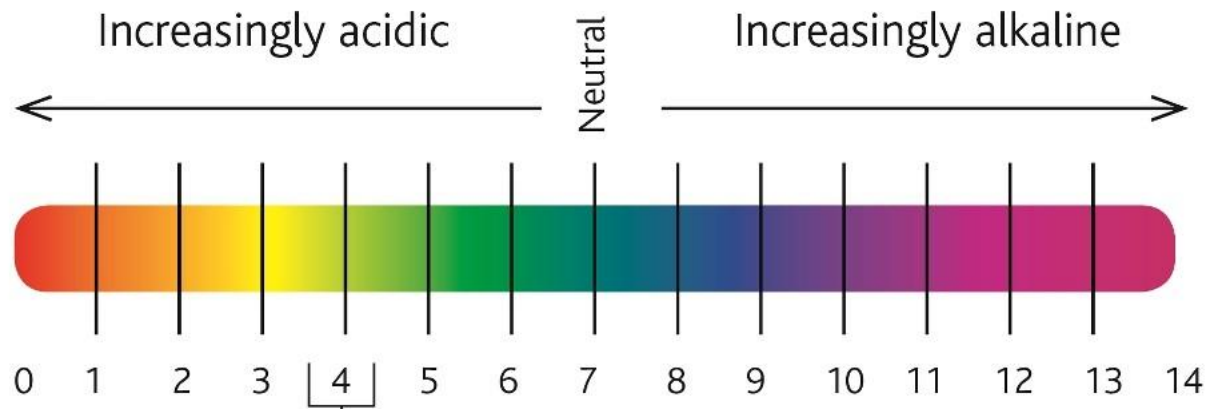


- Έχουν ένζυμα που λειτουργούν καλύτερα στις χαμηλές T. Η κυτοπλασματική τους μεμβράνη μεταφέρει ενεργά ουσίες στις χαμηλές αυτές T. Περιέχει υψηλό ποσοστό ακόρεστων λιπαρών οξέων που επιτρέπουν στη μεμβράνη να διατηρεί τη ρευστότητα της στις χαμηλές T.

Επίδραση οξύτητας και αλκαλικότητας στη μικροβιακή αύξηση

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = \log(1/[\text{H}^+])$$

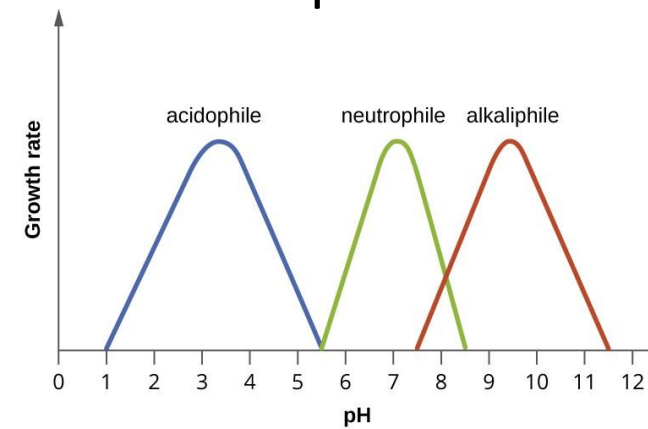
Η οξύτητα και αλκαλικότητα ενός διαλύματος εκφράζεται ως pH από 0.0-14.0 με το 7.0 να αντιστοιχεί στο ουδέτερο.




Το pH και η μικροβιακή αύξηση

Η αύξηση του κάθε οργανισμού απαιτεί συγκεκριμένο φάσμα τιμών pH (με τιμές ελάχιστη, άριστη και μέγιστη) χαρακτηριστικό του κάθε είδους. Με βάση το pH οι μ/οί διακρίνονται σε:

- Οξεόφιλοι: οι μ/οί που αναπτύσσονται σε pH 0.0-5.5
- Ουδετερόφιλοι: οι μ/οί που προτιμούν pH 5.5-8.0
- Βασεόφιλοι: οι μ/οί που προτιμούν pH 8.5-11.5
- Άκρως βασεόφιλοι: οι μ/οί που αναπτύσσονται σε pH 10 και πάνω



- Τα περισσότερα βακτήρια και πρωτόζωα είναι ουδετερόφιλα. Οι μύκητες προτιμούν το όξινο pH με άριστο ~5.0. Όξινο pH προτιμούν και τα φύκη. Οι τιμές αναφέρονται στο περιβάλλον ανάπτυξης και όχι στο εσωτερικό του κυττάρου που είναι πάντα ουδέτερο.



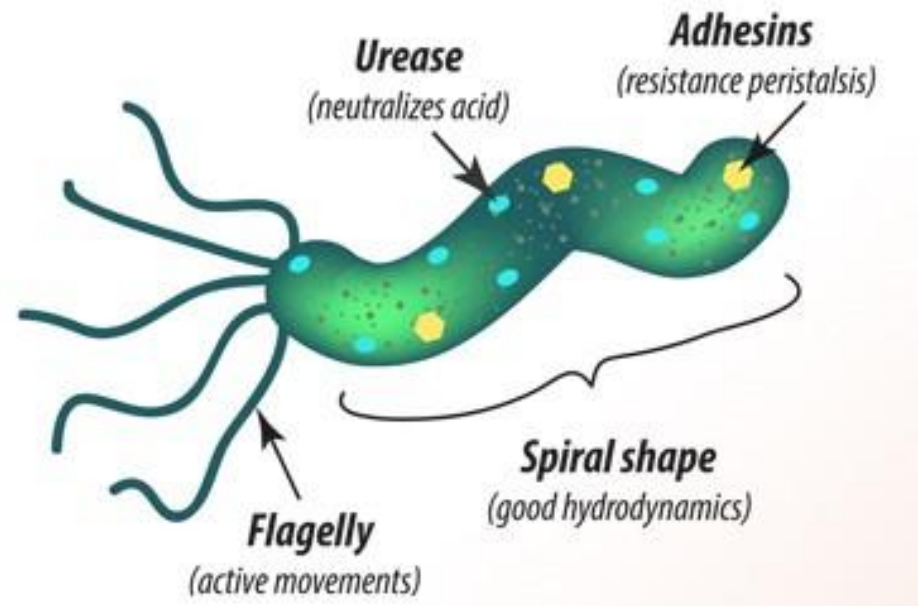
Microbial Growth Ability in Different pH

| M/O | pH Range |
|--------------------------------|----------|
| Molds | 0.2-11 |
| Yeasts | 1.5-8.5 |
| <i>Salmonella</i> | 3.6-9.5 |
| <i>Listeria monocytogenes</i> | 4.2-9.6 |
| <i>Yersinia enterocolitica</i> | 4.2-9.0 |
| <i>Escherichia coli</i> | 4.3-9.0 |
| <i>Clostridium botulinum</i> | 4.3-8.5 |
| <i>Bacillus cereus</i> | 5.0-9.5 |
| <i>Campylobacter</i> | 5.0-9.0 |
| <i>Shigella</i> | 5.0-9.2 |
| <i>Vibrio parahaemolyticus</i> | 5.0-11 |
| <i>V. Cholerae</i> | 5.0-9.5 |
| <i>Cl. perfringens</i> | 5.0-8.5 |

➤ Οι μικροοργανισμοί βρίσκουν συχνά τρόπους να προσαρμοστούν στις αλλαγές του περιβάλλοντος ώστε να επιβιώσουν.

➤ *Salmonella typhimurium* και *E. coli* συνθέτουν κάποιες πρωτεΐνες όταν μειωθεί το pH.

➤ Άλλοι μ/οί αλλάζουν οι ίδιοι το περιβάλλον παράγοντας προϊόντα έκκρισης.



Υδατοπεριεκτικότητα περιβάλλοντος

Νερό: εξαιρετικός διαλύτης αλάτων, σακχάρων και άλλων ενώσεων απαραίτητων για τη θρέψη των μ/ών. Στο περιβάλλον αύξησης του μ/ού αυτό που έχει σημασία είναι η διαθεσιμότητα του νερού, δηλαδή η ποσότητα του νερού που υπάρχει στον περιβάλλοντα χώρο και που είναι διαθέσιμη για το κύτταρο. Αυτό σχετίζεται με την ύπαρξη σχετικής υγρασίας, τις συγκεντρώσεις των διαλυμένων αλάτων και σακχάρων.

Το νερό εισέρχεται ή εξέρχεται στο κύτταρο λόγω όσμωσης (από υψηλή συγκέντρωση νερού σε χαμηλότερη) και όχι κάποιου άλλου ενεργού μηχανισμού.

Μ/οί που ζουν σε θαλάσσιο περιβάλλον (αλάτι 3%) απαιτούν ιόντα Na για την ανάπτυξή τους. Οι αλόφιλοι και οι άκρως αλόφιλοι απαιτούν 1-15% και -30% αντίστοιχα αλάτι

Γενικά οι μ/οί επιβιώνουν δύσκολα ή καθόλου σε συνθήκες χαμηλής υδατοπεριεκτικότητας και γι' αυτό πολλές φορές αφυδατώνονται και δημιουργούν σπόρια. Η βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιεί τα χαρακτηριστικά αυτά για συντήρηση τροφίμων.

Table 3.9 *Minimum water activities at which active growth can occur*

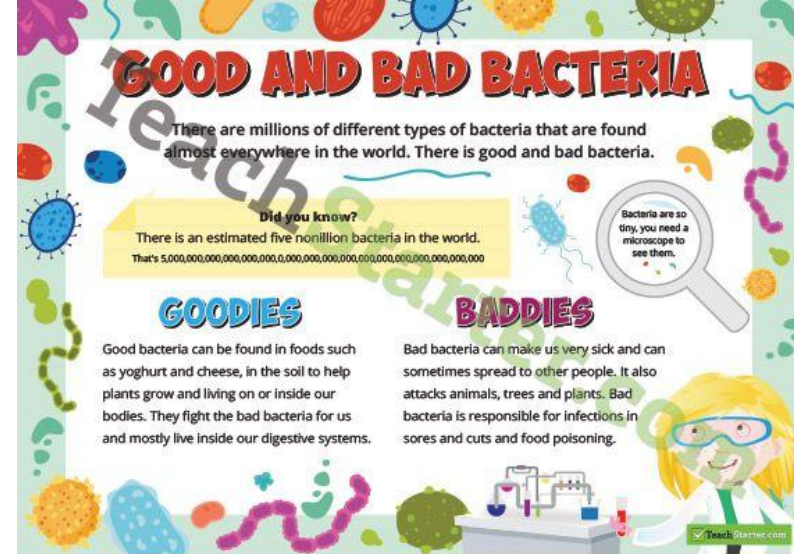
| <i>Group of micro-organism</i> | <i>Minimum a_w</i> |
|--------------------------------|---------------------------------|
| Most Gram-negative bacteria | 0.97 |
| Most Gram-positive bacteria | 0.90 |
| Most yeasts | 0.88 |
| Most filamentous fungi | 0.80 |
| Halophilic bacteria | 0.75 |
| Xerophilic fungi | 0.61 |

Μικροοργανισμοί και περιβάλλον

Στη Μικροβιολογία το περιβάλλον ορίζεται σαν το σύνολο των εξωτερικών συνθηκών που επηρεάζουν ένα οργανισμό ή μια ομάδα οργανισμών.



Όλοι οι ζώντες οργανισμοί παίζουν σημαντικό ρόλο στο φυσικό τους περιβάλλον, οι μ/οί όμως παίζουν τον σημαντικότερο γιατί:



- Ανακυκλώνουν σημαντικά στοιχεία (C, N, S, P) που κατευθύνονται άμεσα ή έμμεσα από την ηλιακή ενέργεια. Η ενέργεια απορροφάται, μετατρέπεται και αποθηκεύεται περιστασιακά και σταδιακά ρέει μέσω των οικοσυστημάτων. Εάν δεν συμβεί ανακύκλωση ενός στοιχείου μέσω των μικροβιακών δραστηριοτήτων, δημιουργείται έλλειψη του στοιχείου = παύση ζωής.
- Βρίσκονται παντού και έχουν ποικίλες μεταβολικές ικανότητες.
- Έχουν υψηλούς ρυθμούς ενζυμικών ενεργοτήτων.

- Οι βιοχημικοί κύκλοι είναι βιολογικές και χημικές πορείες κατά τις οποίες γίνεται η ανακύκλωση και μετατροπή θρεπτικών ουσιών σημαντικών για τους μ/ούς, τα φυτά και τα ζώα. Συνήθως είναι πολύπλοκοι, οξειδοαναγωγικοί κύκλοι.
- Κάθε χημική ένωση στοιχείου αποτελεί μια δεξαμενή στο πλανήτη μας, πχ. το CO_2 είναι δεξαμενή C. Οι δεξαμενές τείνουν να είναι σταθερές σε παγκόσμια κλίμακα αλλά μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια γεωλογικών ηλικιών.

- Ταξινόμηση: αναγνώριση και κατάταξη οργανισμών σε ομάδες βάσει των ομοιοτήτων τους.
 - Διευθέτηση των μικροοργανισμών σε ομάδες ή τάξεις βάσει των αμοιβαίων ομοιοτήτων τους και της εξελικτικής τους συγγένειας (classification).
 - Ονοματολογία μικροοργανισμών σε κλάδους ταξινόμησης με ονόματα που συμφωνούν με τους κανόνες δημοσιευμένων παρατηρήσεων ερευνητών (nomenclature).
 - Ταυτοποίηση (identification): διαδικασία του προσδιορισμού ενός απομονωμένου μικροβιακού στελέχους σε ποια ήδη αναγνωρισμένη τάξη, γένος, είδος ανήκει.

Bergey's Manual of Systematic Bacteriology

Classification of bacteria

Shape

Spirilla

Bacilli

Cocci

Gram Stain

Gram positive

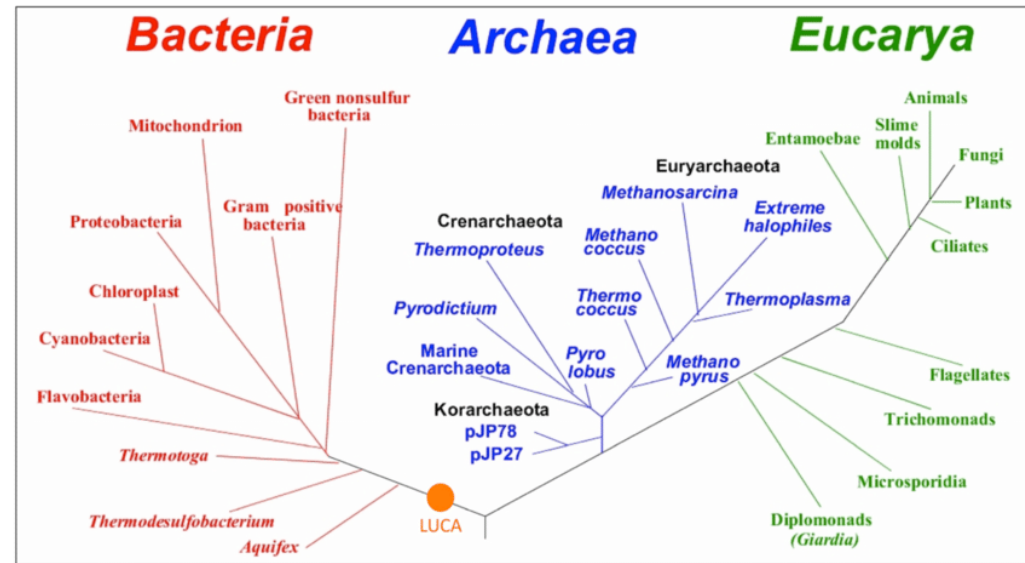
Gram negative

Oxygen Demand

Aerobic

Anaerobic

Φυλογένεση: Προσδιορισμός των ίδιων υψηλά διατηρημένων ακολουθιών γονιδίων (highly conserved gene sequences) – δημιουργία δένδρου εξέλιξης



Κοινός πρόγονος

→ Βακτήρια

→ Αρχαία και Ευκάρυα

Προκαρυωτικοί οργανισμοί

Βακτήρια

Αρχαία



bacillus
(rod)



coccus
(spherical)



spirillum
(spiral)



spirochaete
(corkscrew)



vibrio
(comma)



chain of
cocci



cluster of
cocci



pair of
cocci



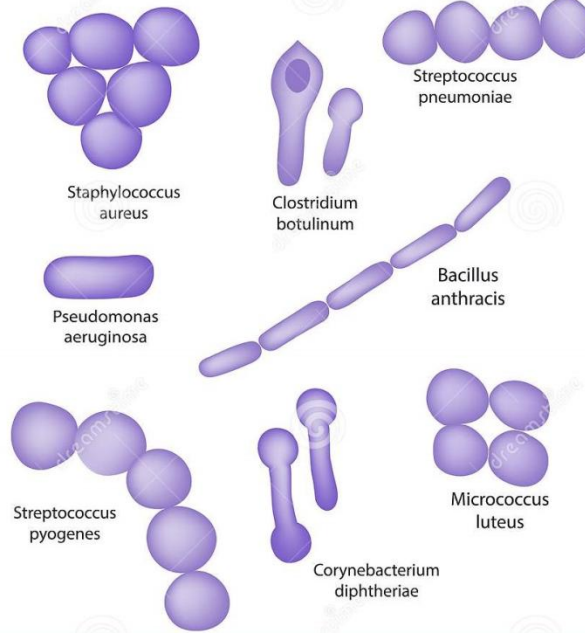
chain of
bacilli

Βακτήρια

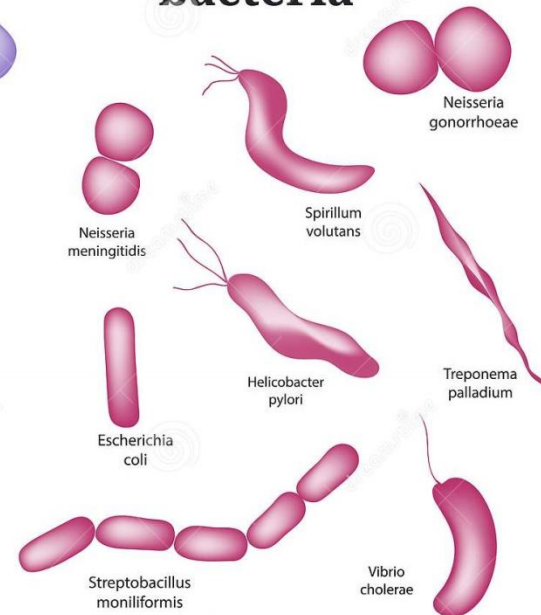
1. Αρνητικά κατά Gram βακτήρια

Βακτήρια γενικού, ιατρικού και βιομηχανικού ενδιαφέροντος

Gram positive bacteria



Gram negative bacteria



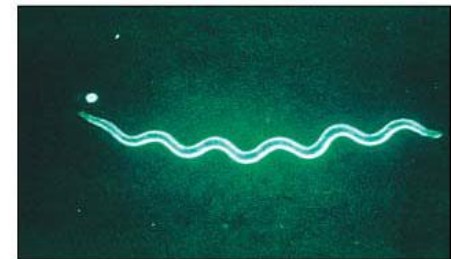
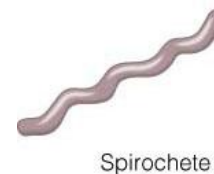
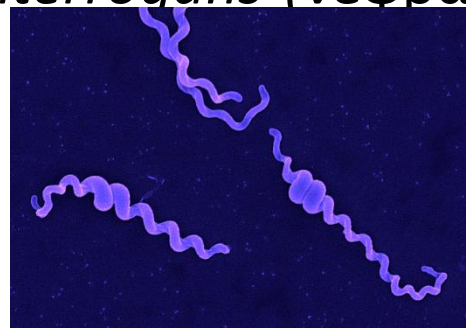
Σπειροχαίτες (*Spirochaetes*)

Δύο οικογένειες: *Spirochaetaceae* με 6 γένη

Leptospiraceae με 2 γένη

Χημειοετερότροφα βακτήρια. Μεγάλα σε μήκος κύτταρα, ευέλικτα, ελικοειδούς σχήματος. Η κίνηση τους οφείλεται σε μια μοναδική μορφολογική δομή (αξονικό νημάτιο) που είναι σύμπλεγμα περιπλασματικών πλασμιδίων και βρίσκεται κάτω από τη περιπλασματική μεμβράνη. Ευρέως διαδεδομένα στη λάσπη, νερό, θαλάσσιο βυθό ακόμα και στη στοματική κοιλότητα.

- *Treponema pallidum*
- *Borrelia recurrentis* (relapsing fever) θνησιμότητα 40%
- *Leptospira interrogans* (νεφρά, ήπαρ), αποβάλλεται με τα ούρα



Αερόβια/μικροαερόφιλα, κινητά, ελικοειδή/δονακιοειδή (vibrioid) βακτήρια.

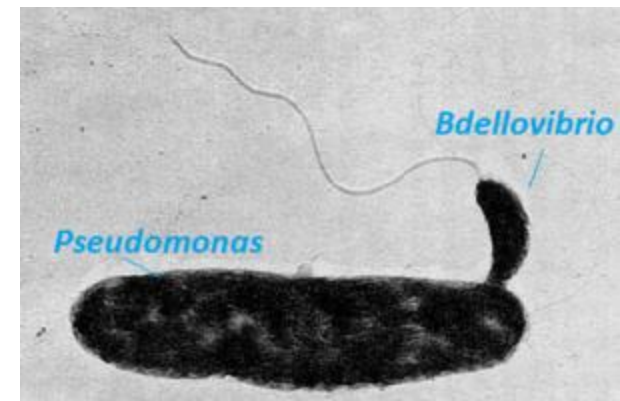


Κοινό χαρακτηριστικό το ευδιάκριτο ελικοειδές σχήμα. Δεν έχουν αξονικά νημάτια, αλλά απλά μαστίγια.

Για τη Γεωργική Μικροβιολογία σημασία έχει το γένος *Azospirillum* που σχετίζεται με τις ρίζες πολλών φυτών και χρησιμοποιεί το ίδιο ουσίες που εκκρίνονται από τα φυτά ενώ τα φυτά χρησιμοποιούν το N που δεσμεύει από την ατμόσφαιρα.

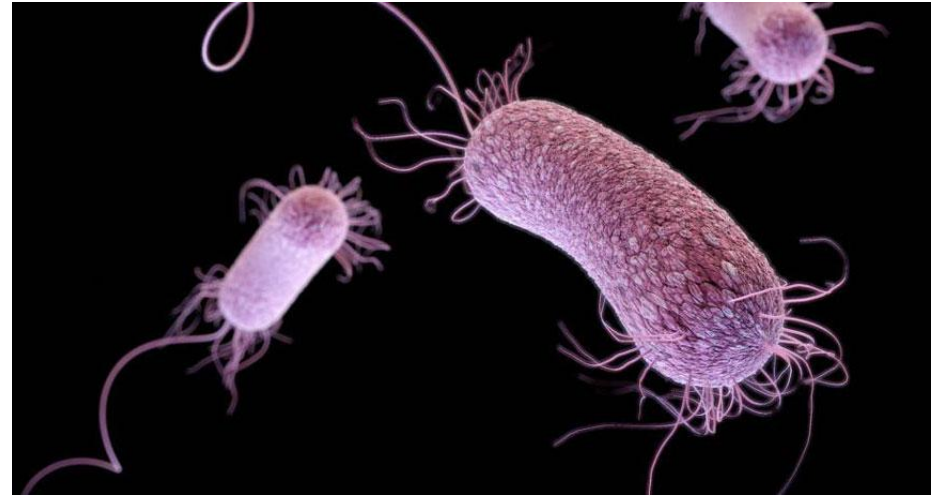
Στην ίδια ομάδα ανήκουν και κάποια παθογόνα όπως το *Helicobacter* που προκαλεί έλκη και καρκίνο στομάχου.

Επίσης βακτήριο που ανήκει στην ομάδα αυτή είναι το *Bdellovibrio* που επιτίθεται σε άλλα βακτήρια και τα καταστρέφει.



Αρνητικοί κατά Gram αερόβιοι βάκιλοι και κόκκοι

1. *Pseudomonas*



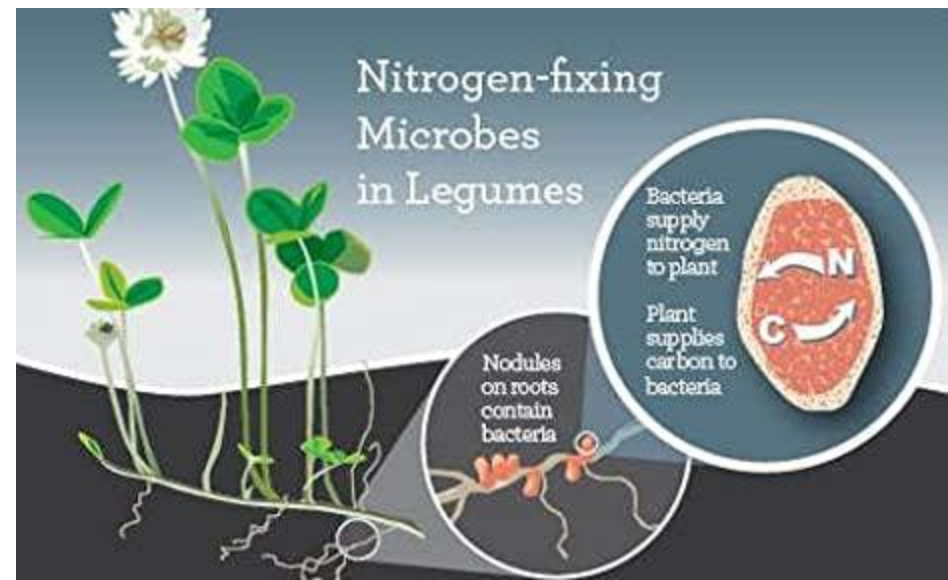
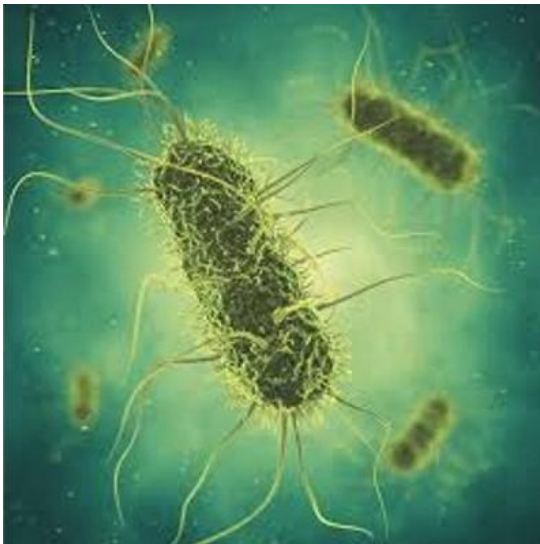
Ευθείς ή καμπυλωτοί βάκιλοι με ένα ή πολλά μαστίγια. Τεράστια σημασία γιατί αποικοδομούν μια τεράστια ποικιλία οργανικών μορίων. Υπάρχουν παθογόνα για τον άνθρωπο (*P. aeruginosa*), για τα φυτά (*P. syringae*, *P. solanacearum*) ενώ άλλα είδη αλλοιώνουν τρόφιμα στο ψυγείο (*P. fluorescens*).

2. *Azotobacter* και *Rhizobium*

Και τα δύο γένη δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο. Διαφέρουν μορφολογικά και φυσιολογικά.

Το *Azotobacter* έχει μεγάλα κινητά ωοειδή κύτταρα, είναι ελεύθερο στο έδαφος και δεσμεύει μόνο το ατμοσφαιρικό N.

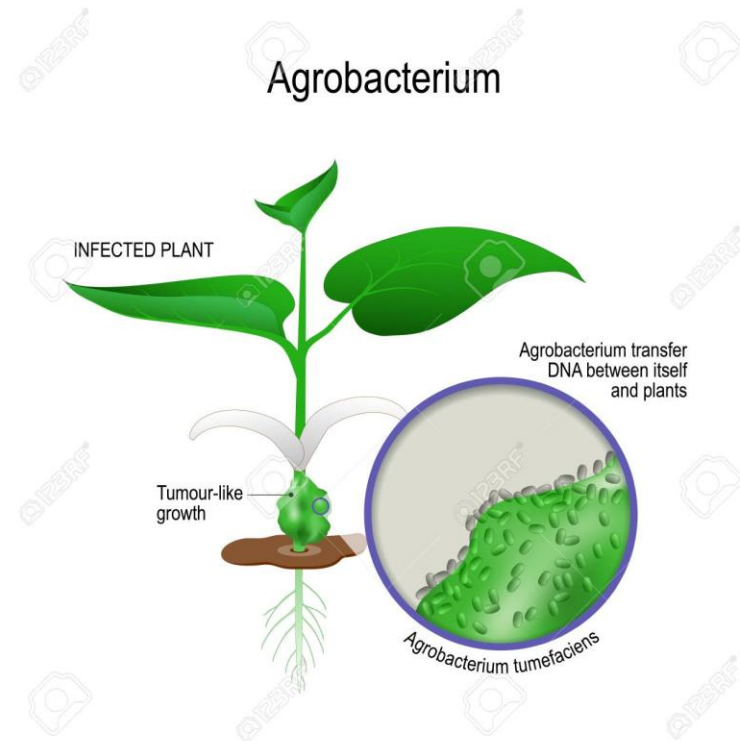
Το *Rhizobium* είναι κινητοί βάκιλοι που αυξάνονται συμβιωτικά μέσα στα φυμάτια των ψυχανθών.



3. *Agrobacterium*

Το γένος *Agrobacterium* ανήκει στην οικογένεια *Rhizobiaceae* αλλά διαφέρει από το γένος *Rhizobium* γιατί δεν δεσμεύει το N και δεν δημιουργεί φυμάτια στα φυτά. Αντίθετα δημιουργεί όγκους στα φυτά.

Το πιο μελετημένο είδος είναι το *A. tumefaciens* που δημιουργεί όγκους βλαστού μέσω του μεγάλου ογκοεπαγωγικού πλασμιδίου Ti.



4. *Methylococcaceae*

Περιλαμβάνονται βάκιλοι, δονάκια και κόκκοι που χρησιμοποιούν το μεθάνιο και τη μεθανόλη σαν μοναδική πηγή άνθρακα και ενέργειας σε αερόβιες και μικροαερόβιες συνθήκες και λέγονται μεθυλότροφα.

Methylococcus: σφαιρικά ακίνητα κύτταρα

Methylomonas: Ευθύγραμμο ή καμπυλωτά κύτταρα με ένα πολικό μαστίγιο.



Δυνητικά αναερόβιοι αρνητικοί κατά Gram βάκιλοι



1. *Enterobacteriaceae*

Βάκιλοι με περίτριχα μαστίγια. Δυνητικά αναερόβιοι μ/οί με απλές θρεπτικές απαιτήσεις. Ανήκουν στη φυσική χλωρίδα του εντέρου και αποικοδομοούν σάκχαρα.

Escherichia: το πιο μελετημένο βακτήριο

Proteus: συνήθης στις ουρολοιμώξεις

Salmonella: μολύνσεις εντερικής κοιλότητας

Shigella: μολύνσεις εντερικής κοιλότητας

Klebsiella: πνευμονία

Erwinia: φυτοπαθογόνο

2. Vibrionaceae

Καμπυλωτοί ή ευθύγραμμοι βάκιλοι, οξειδάση +, και χρησιμοποιούν τη D-γλυκόζη σαν την μόνη πηγή C και ενέργειας.

Vibrio: *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *V. fischeri*

Photobacterium

Aeromonas

Plesiomonas

Enhydrobacter



Τα *V. fischeri* και *Photobacterium* είναι **βιοφωτο-βόλα**: εκπέμπουν ένα κυανοπράσινο φώς λόγω της λουσιφεράσης.

Αναερόβιοι αρνητικοί κατά Gram, ευθύγραμμοι, καμπυλωτοί και ελικοειδείς βάκιλοι

Οικογένεια

Bacteroidaceae



Το γένος *Bacteroides* ανήκει στη φυσιολογική χλωρίδα του ανθρώπινου εντέρου. Ακίνητοι οργανισμοί που δεν σχηματίζουν ενδοσπόρια. Διασπούν κυτταρίνες, πηκτίνες και άλλους σύνθετους υδατάνθρακες. Στο γένος ανήκουν και παθογόνα είδη.

Θειο-αναγωγικά βακτήρια

Υποχρεωτικά αναερόβια που χρησιμοποιούν το θείο (S^0) ή τα θειϊκά (SO_4) ως αποδέκτες ηλεκτρονίων. Προϊόν της αναγωγής αυτής είναι το υδρόθειο. (H_2S). Ανήκουν 14 Gram-γέννη. Το πιο μελετημένο είναι το *Desulfovibrio*.



Αναερόβιοι αρνητικοί κατά Gram κόκκοι

1. *Rickettsiales*

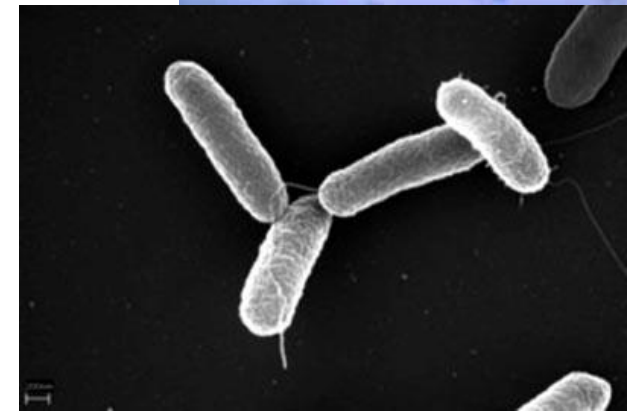
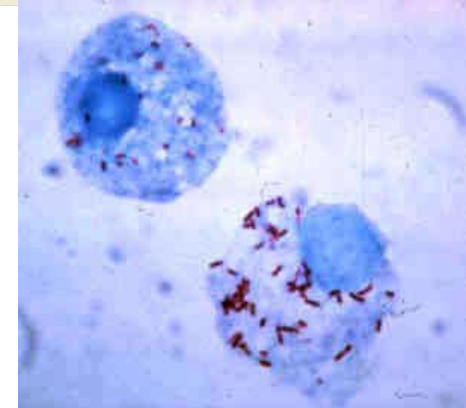
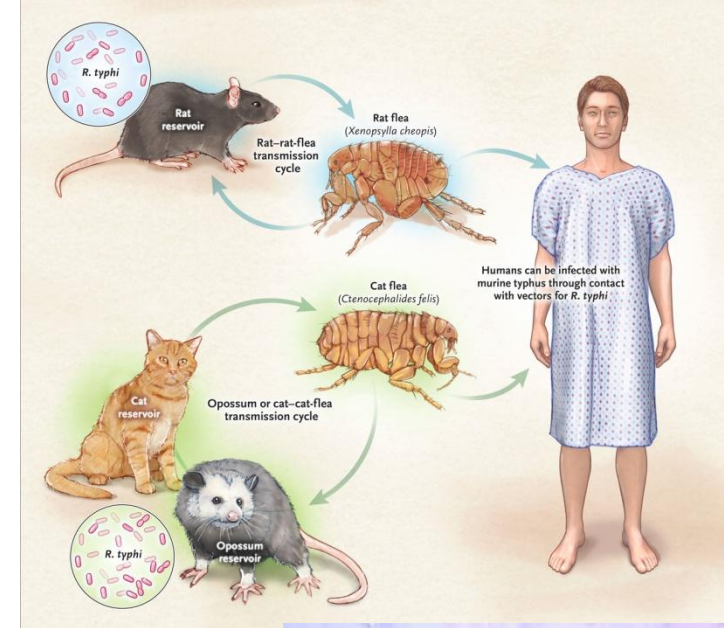
Βακιλόμορφα κοκκοειδή ή πλειομορφικά βακτήρια, χωρίς μαστίγια. Από τα μικρότερα σε μέγεθος βακτήρια. Όλα παρασιτικά ή συμβιωτικά (αυξάνονται στα ερυθροκύτταρα των σπονδυλοζώων).

Η οικογένεια *Rickettsiaceae* έχει σημαντικά παθογόνα του ανθρώπου και γι' αυτό και έχει μελετηθεί πολύ. Εισέρχονται στο ξενιστικό κύτταρο με φαγοκύτωση και αναπαράγονται στο κυτόπλασμα. Το ξενιστικό κύτταρο λύεται ελευθερώνοντας νέα βακτήρια.

R. prowazekii και *R. typhi* προκαλούν τον πυρετό του τύφου

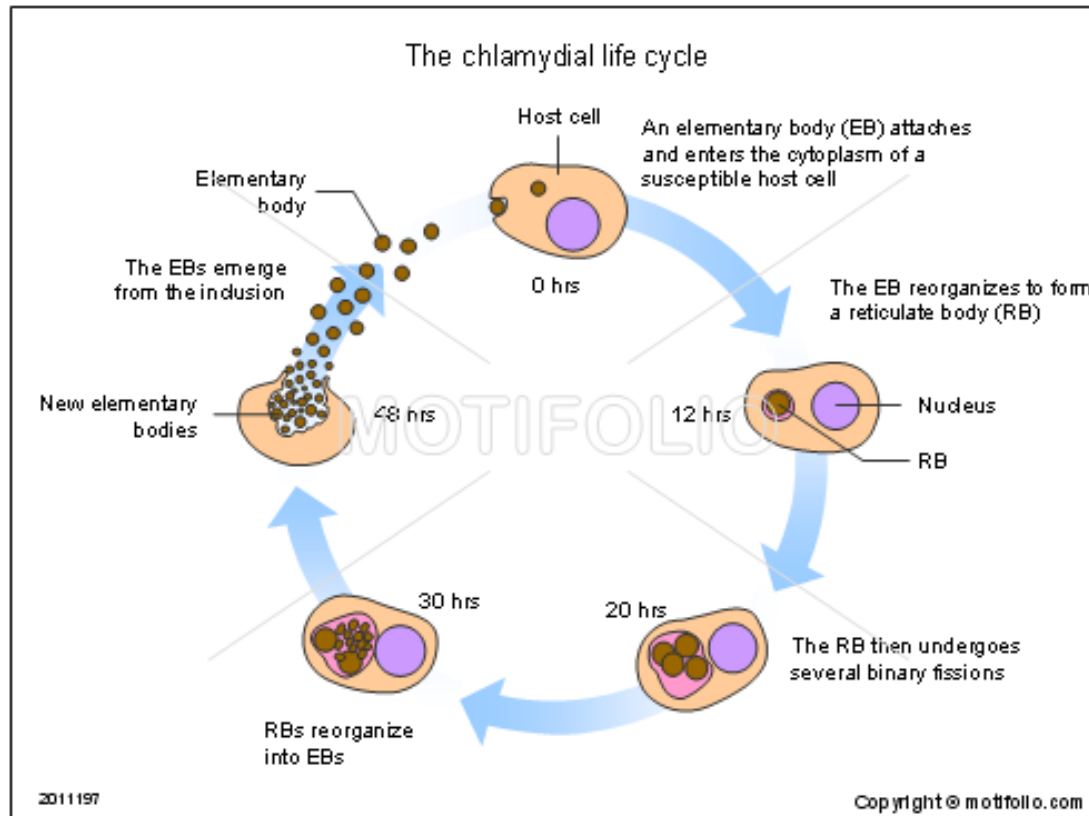
R. rickettsii προκαλεί τον Rocky Mountain Fever

Coxiella burnetii προκαλεί τον πυρετό Q.



2. *Chlamydiales*

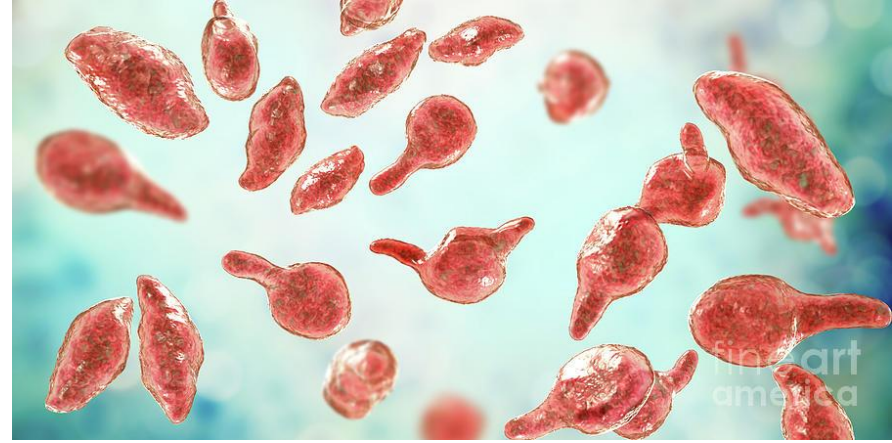
Οικογένεια *Chlamydiaceae* με μόνο γένος τα *Chlamydia*. Ακίνητα βακτήρια, κοκκοειδή, μικρού μεγέθους, αναπαράγονται εντός κυτοπλασματικών κυστιδίων του ξενιστή. Το κυτταρικό τους τοίχωμα είναι ανάλογο με αυτό των Gram- βακτηρίων χωρίς όμως να περιέχει μουραμικό οξύ και λείπει και το ένα στρώμα πεπτιδογλυκάνης.



Έχουν ελλιπή μεταβολισμό και γι' αυτό είναι **υποχρεωτικά ενδοκυτταρικά παράσιτα** πτηνών και θηλαστικών. Έχουν το μικρότερο γονιδίωμα που υπάρχει σε βακτηριακό κύτταρο. Διαφέρει ο μεταβολισμός τους από τα υπόλοιπα βακτήρια γιατί δεν αποικοδομούν υδατάνθρακες ή άλλες ουσίες και δεν συνθέτουν ΑΤΡ. Όταν εφοδιαστούν με κάποια πρόδρομα στοιχεία από το ξενιστικό κύτταρο, μπορούν να συνθέσουν νουκλεϊκά οξέα, γλυκογόνο, λιπίδια, πρωτεΐνες. Προσβάλλουν τον άνθρωπο και άλλους ζωϊκούς οργανισμούς όπως τον παπαγάλο, γάτες, γαλοπούλες, πρόβατα, βοοειδή κ.α.



Mycoplasmatales



Βακτήρια χωρίς κυτταρικό τοίχωμα (άρα δεν προσβάλλονται από τη πενικιλίνη) αλλά καταστρέφονται εξαιτίας οσμωτικού σοκ ή παρουσία απορρυπαντικών. Επειδή περιβάλλονται μόνο από κυτοπλασματική μεμβράνη το σχήμα τους είναι ευμετάβλητο. Τα περισσότερα είδη απαιτούν στερόλες για την αύξησή τους. Δυνητικά αναερόβια ή αναερόβια.

Όταν αυξάνονται σε τρυβλίο με στερεοποιημένο άγαρ οι αποικίες έχουν την εμφάνιση του «τηγανητού αυγού» γιατί το κέντρο της αποικίας βυθίζεται στο άγαρ ενώ η περιφέρεια απλώνεται στην επιφάνεια του. Έχουν από τα πιο μικρά γονιδιώματα που υπάρχουν στα βακτήρια.

Σαπρόφυτα, παράσιτα ή παθογόνα στα ζώα, φυτά ή έντομα.

Αρνητικά κατά Gram φωτοσυνθετικά βακτήρια και κυανοβακτήρια

Ροδοβακτήρια και χλωροβακτήρια:
χρησιμοποιούν ως δότη ηλεκ-
τρονίων το H_2S , S , H και οργανικά
υλικά για την αναγέννηση του NAD
και NADPH και όχι το νερό. Δεν
παράγουν O_2 αλλά πολλά έχουν
έγκλειστα S .

Κυανοβακτήρια: φωτοσυνθέτουν χρη-
σιμοποιώντας το νερό σαν δότη
ηλεκτρονίων με σύγχρονη αναγέν-
νηση του O_2 .



Αερόβια χημειολιθότροφα βακτήρια και συνεταιριστικοί οργανισμοί (G-)

Διακρίνονται σε τρεις ομάδες βάσει των προτιμήσεων τους σε ανόργανες ουσίες:

- Νιτροποιά
- Άχρωμα θειοβακτήρια
- Βακτήρια οξείδωσης μαγνησίου

Colorless Sulfur Bacteria

- *Thiobacillus*
- *Thiomicrospira*
- *Thiosphaera*
- *Sulfolobus*
- *Acidianus*
- *Thermothrix*
- ***Thiovulum***
- ***Beggiatoa***
- *Thiothrix*
- ***Thioploca***
- *Thiodendron*
- *Thiobacterium*
- *Macromonas*
- *Achromatium*
- *Thiospira*



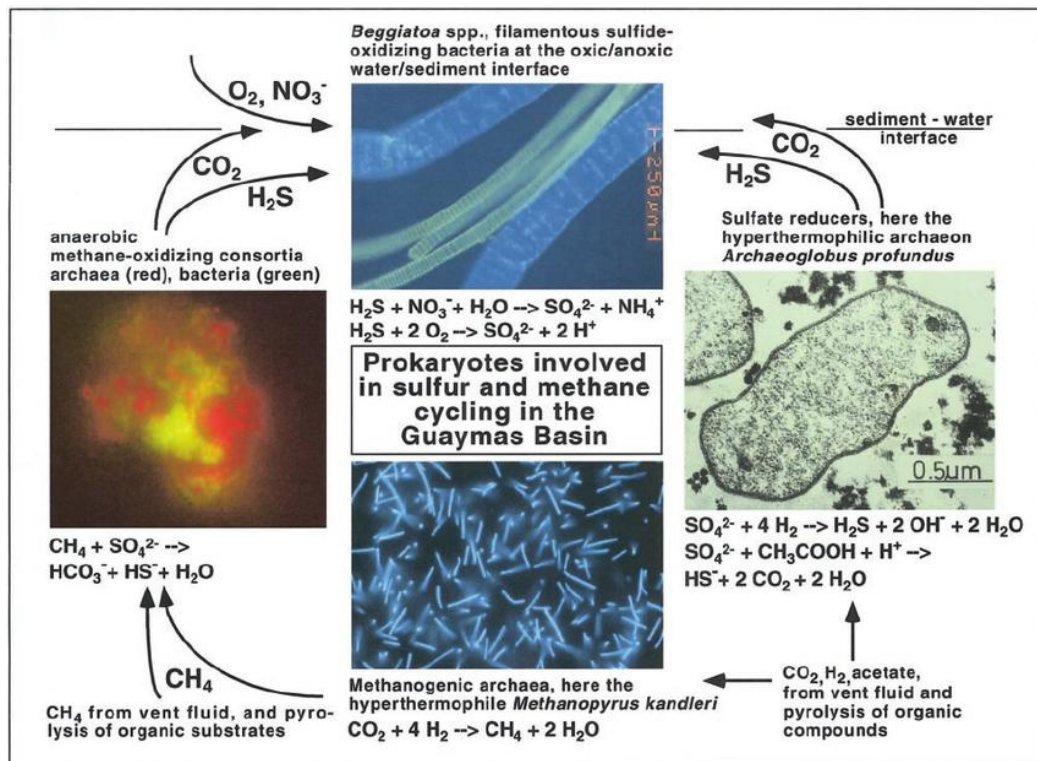
Will

Νιτροποιά βακτήρια

Αερόβια, Gram- βάκιλοι, ικανοί να οξειδώνουν αμμωνία ή νιτρώδη άλατα σε νιτρικά. Σημαντικά από οικολογικής απόψεως.

Άχρωμα θειοβακτήρια

Μονοκύτταροι βάκιλοι ή σπειρίλια, ακίνητοι ή κινητοί. Αυξάνονται αερόβια οξειδώνοντας ανόργανες θειικές ενώσεις (S, H₂S, H₂SO₄) σε θειικά άλατα. Παρότι μολύνουν το περιβάλλον με οξέα και άλατα, βοηθούν στη γονιμότητα του εδάφους μέσω της οξείδωσης του εδάφους του θείου σε θειικά.



Βακτήρια με θήκες

Μερικοί βάκιλοι περιβάλλονται από θήκες οργανικής ύλης και τα κύτταρα φαίνονται να περιβάλλονται από ένα κύλινδρο. Οι θήκες είναι άχρες αλλά πολλές φορές συγκεντρώνουν οξείδιο του σιδήρου που τους δίνει μια υποκίτρινη εμφάνιση.

