



Γενική Μικροβιολογία

Ενότητα 16^η

ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ: ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Όνομα καθηγητή: **Δ. ΓΕΩΡΓΑΚΟΠΟΥΛΟΣ**

Όνομα καθηγητή: **Γ. ΖΕΡΒΑΚΗΣ**

Όνομα καθηγητή: **ΑΝ. ΤΑΜΠΑΚΑΚΗ**

Τμήμα: **ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



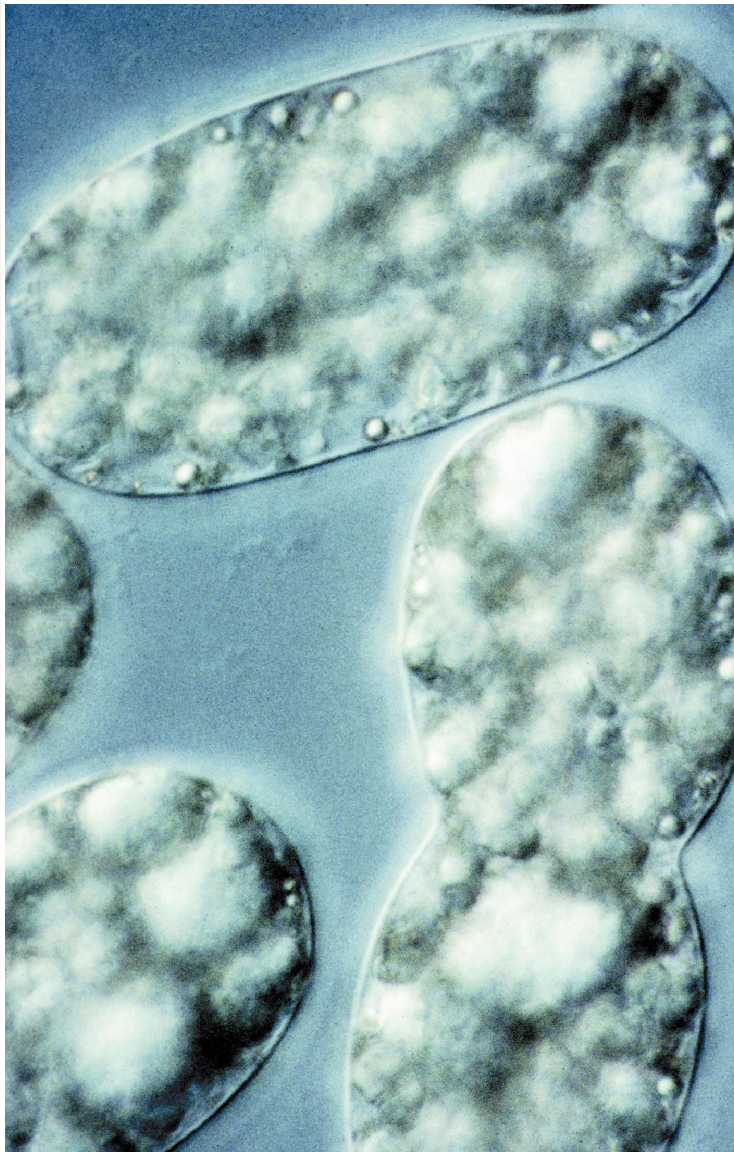


ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- Παρουσίαση των κυριότερων φύλων βακτηρίων.



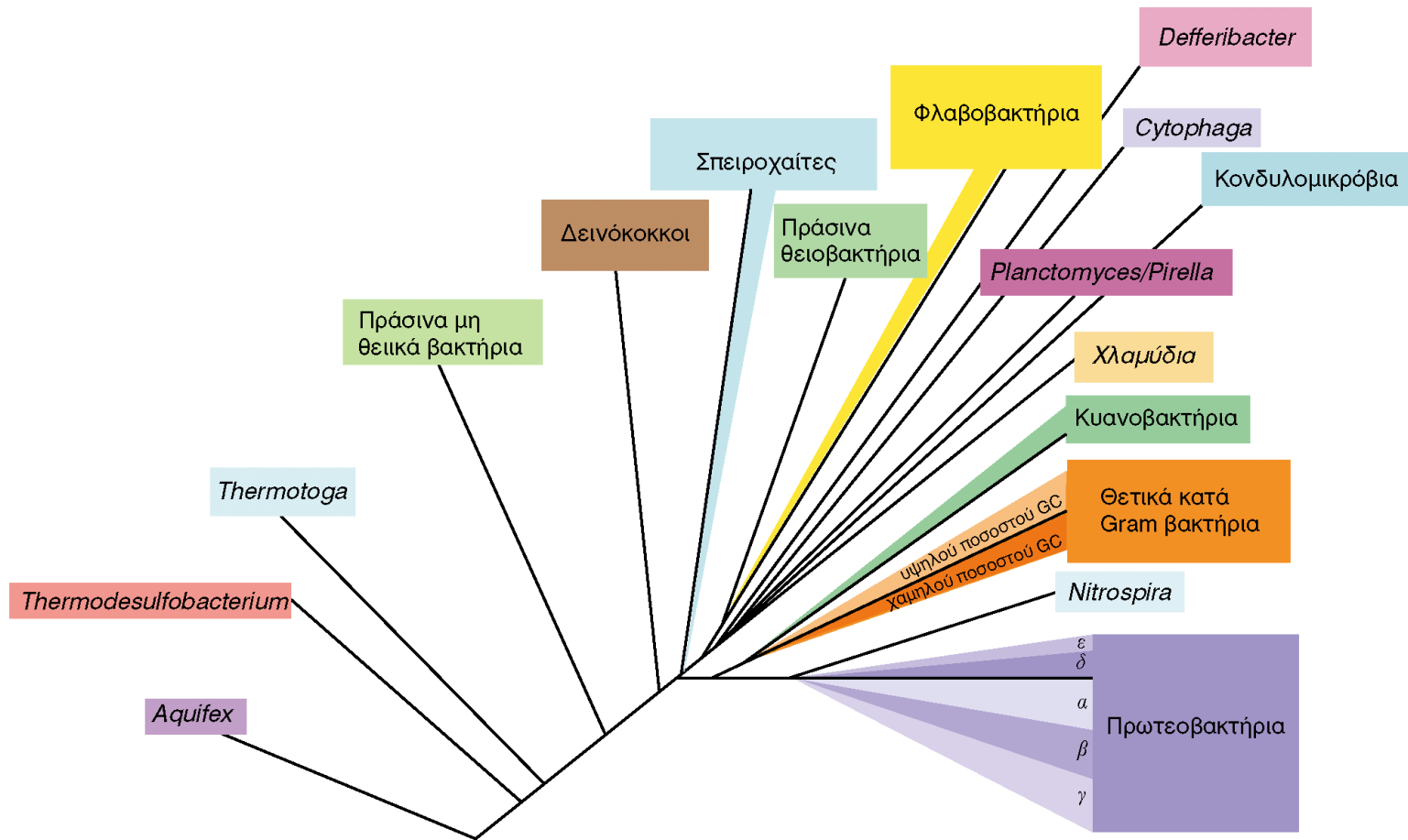
ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Το φυλογενετικό δέντρο των βακτηρίων περιέχει περίπου 20 φύλα καλλιεργημένων αντιπροσώπων και άλλα 20-30 που γνωρίζουμε ότι υπάρχουν, αλλά δεν έχουν ακόμα καλλιεργηθεί. Τα διάφορα είδη των βακτηρίων παρουσιάζουν τεράστια ποικιλότητα όσον αφορά τη μορφολογία, τη φυσιολογία, και την εξελικτική ιστορία τους. Το γιγάντιο θειοβακτήριο *Achromatium*, που φαίνεται εδώ, είναι ένα μόνο γένος χημειολιθοτρόφων, προκαρυωτικών οργανισμών που χρησιμοποιούν ανόργανες ενώσεις ως δότες ηλεκτρονίων για τον ενεργειακό μεταβολισμό. Στις διάφορες υποομάδες των πρωτεοβακτηρίων, του μεγαλύτερου φύλου των βακτηρίων, απαντούν αρκετοί άλλοι φυσιολογικοί τύποι χημειολιθοτρόφων, αναρίθμητα χημειοργανότροφα, καθώς και μια σημαντική ομάδα φωτοτρόφων (τα πορφυρά βακτήρια).



ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΟ ΔΕΝΤΡΟ



Εικόνα 12.1: Λεπτομερές φυλογενετικό δέντρο των κυριότερων γενεαλογικών γραμμών (φύλων) των Βακτηρίων, βασισμένο σε συγκρίσεις των αλληλουχιών του 16S ριβοσωματικού RNA .



ΠΡΩΤΕΟΒΑΚΤΗΡΙΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.1: Μείζονα γένη πρωτεοβακτηρίων^α

ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	ΓΕΝΗ	ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	ΓΕΝΗ
^α <i>Acetobacter</i>	<i>Nitrobacter</i>	^β <i>Aquaspirillum</i>	<i>Oxalobacter</i>
<i>Agrobacterium</i>	<i>Paracoccus</i>	<i>Bordetella</i>	<i>Ralstonia</i>
<i>Alcaligenes</i>	<i>Rhodospirillum</i>	<i>Burkholderia</i>	<i>Rhodocyclus</i>
<i>Azospirillum</i>	<i>Rhodopseudomonas</i>	<i>Chromobacterium</i>	<i>Rhodoferax</i>
<i>Beijerinckia</i>	<i>Rhodobacter</i>	<i>Gallionella</i>	<i>Sphaerotilus</i>
<i>Bradyrhizobium</i>	<i>Rhodomicrobium</i>	<i>Leptothrix</i>	<i>Spirillum</i>
<i>Brucella</i>	<i>Rhodovulum</i>	<i>Methylophilis</i>	<i>Thiobacillus</i>
<i>Caulobacter</i>	<i>Rhodopila</i>	<i>Neisseria</i>	<i>Zoogloea</i>
<i>Ehrlichia</i>	<i>Rhizobium</i>	<i>Nitrosomonas</i>	
<i>Gluconobacter</i>	<i>Rickettsia</i>		
<i>Hyphomicrobium</i>	<i>Sphingomonas</i>		
<i>Methylocystis</i>	<i>Zymomonas</i>		



ΠΡΩΤΕΟΒΑΚΤΗΡΙΑ(2)

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.1: Μείζονα γένη πρωτεοβακτηρίων^α

ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	ΓΕΝΗ	ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ	ΓΕΝΗ
^γ <i>Acetobacter</i>	<i>Photobacterium</i>	^δ <i>Acinetobacter</i>	<i>Geobacter</i>
<i>Acinetobacter</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Aeromonas</i>	<i>Halomonas</i>
<i>Azotobacter</i>	<i>Methylococcus</i>	<i>Bdellovibrio</i>	<i>Moraxella</i>
<i>Chromatium</i>	<i>Methylobacter</i>	<i>Desulfuromonas</i>	<i>Μυχοcoccus</i> και άλλα μυξοβακτήρια
<i>Escherichia</i>	<i>Nitrosococcus</i>	<i>Desulfonivbriο</i> και τα περισσότερα άλλα θειοαναγωγικά βακτήρια	<i>Pelobacter</i>
<i>Ectothiorhodospira</i>	<i>Thiobacillus</i>	<i>Francisella</i>	<i>Syntrophobacter</i>
<i>Erwinia</i>	<i>Thiomicrospira</i>	^ε <i>Campylobacter</i>	<i>Thiovulum</i>
<i>Francisella</i>	<i>Thiospirillum</i> και άλλα πορφυρά θειοβακτήρια	<i>Helicobacter</i>	<i>Wolinella</i>
<i>Halomonas</i>	<i>Salmonella</i> και άλλα εντεροβακτήρια	<i>Thiomicrospira</i>	
<i>Halorhodospira</i>	<i>Vibrio</i>		
<i>Legionella</i>	<i>Xanthomonas</i>		
<i>Leucothrix</i>			
<i>Methylomonas</i>			
<i>Oceanospirillum</i>			



ΠΟΡΦΥΡΑ ΦΩΤΟΤΡΟΦΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ (Γ-ΠΡΩΤΕΟΒΑΚΤΗΡΙΑ)

- *Chromatium, Ectothiorhodospira, Rhodobacter, Rhodospirillum*
- Φωτοσύνθεση (=δέσμευση CO₂) που δεν παράγει και δεν χρησιμοποιεί οξυγόνο (μή οξυγονοπαραγωγική)
- Βακτηριοχλωροφύλλες και καρωτενοειδείς χρωστικές
- Συστήματα μεμβρανών



ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΠΟΡΦΥΡΩΝ ΦΩΤΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ

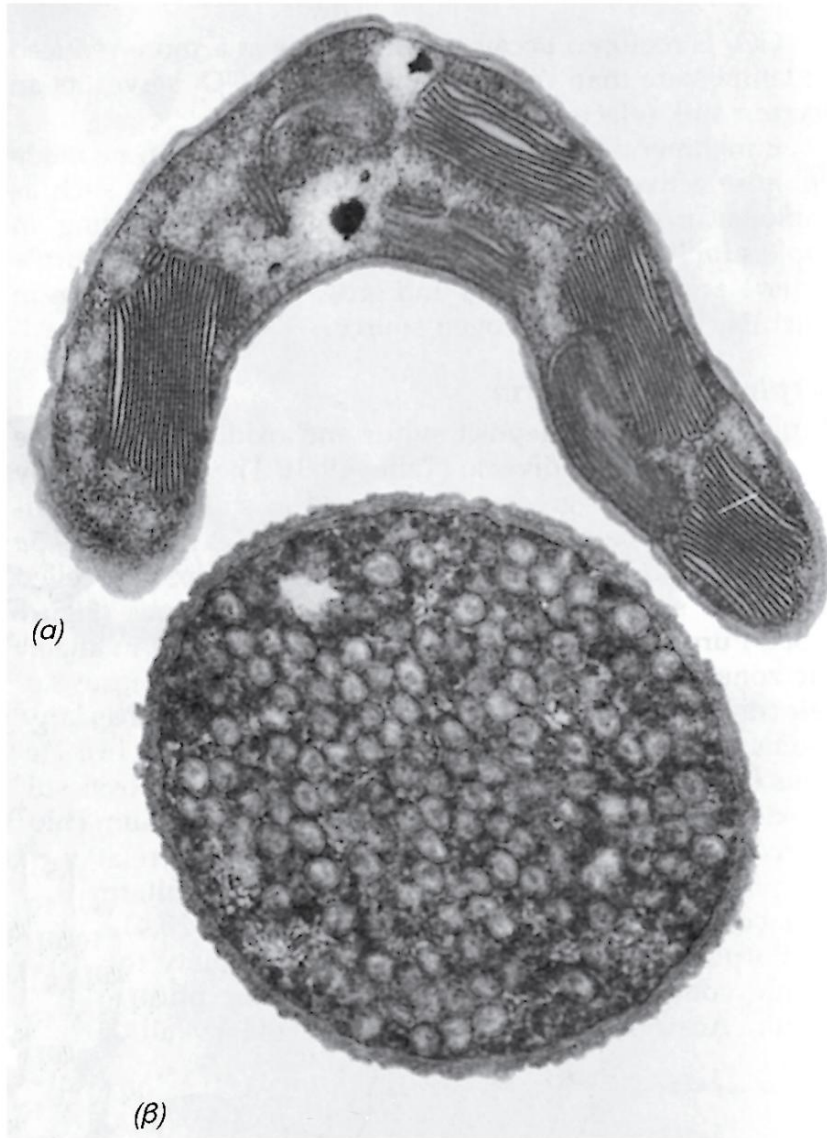


Norbert Pfennig

Εικόνα 12.2: Φωτογραφία υγρών καλλιεργειών πορφυρών φωτοτροφικών βακτηρίων, οι οποίες δείχνουν το χρώμα που παίρνουν τα διάφορα είδη από τις διαφορετικές καροτενοειδείς χρωστικές. Η κυανή καλλιέργεια είναι ένα μεταλλαγμένο παράγωγο του *Rhodospirillum rubrum* χωρίς καροτενοειδή, όπου φαίνεται ότι η βακτηριοχλωροφύλλη α είναι στην πραγματικότητα κυανή. Από τη φιάλη στο άκρο δεξιά (*Rhodospirillum rubrum*, στέλεχος G) απουσιάζει ένα από τα καροτενοειδή του στελέχους άγριου τύπου, κατά συνέπεια το χρώμα της καλλιέργειας έχει μια πράσινη χροιά.



ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ ΣΤΑ ΠΟΡΦΥΡΑ ΦΩΤΟΤΡΟΦΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ



C. C. Remsen

Jeffrey C. Burnham and S. C. Conti

Εικόνα 12.3: Συστήματα μεμβρανών στα πορφυρά φωτοτροφικά βακτήρια, όπως εμφανίζονται στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, (α) Το πορφυρό φωτοτροφικό βακτήριο *Ectothiorhodospira mobilis*, στο οποίο φαίνονται οι φωτοσυνθετικές μεμβράνες ως επίπεδα ελάσματα, (β) Το *Allochromatium vinosum*, ένα άλλο πορφυρό φωχοχρωφικό βακτήριο, οι μεμβράνες του οποίου φαίνονται ως μεμονωμένα κυστίδια σφαιρικού σχήματος.



ΠΟΡΦΥΡΑ ΦΩΤΟΤΡΟΦΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΠΟΡΦΥΡΑ ΘΕΙΟΒΑΚΤΗΡΙΑ

- Φωτοσύνθεση: αναγωγή CO_2
- Δότης ηλεκτρονίων: H_2S και άλλες ανηγμένες ενώσεις του S
- Παράγεται στοιχειακό S, σφαιρίδια
- Σε φωτεινές λίμνες, θειούχες πηγές



ΜΙΚΡΟΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΠΟΡΦΥΡΩΝ ΘΕΙΟΒΑΚΤΗΡΙΩΝ



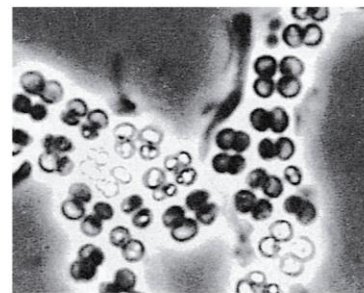
Norbert Plönnig

(α)



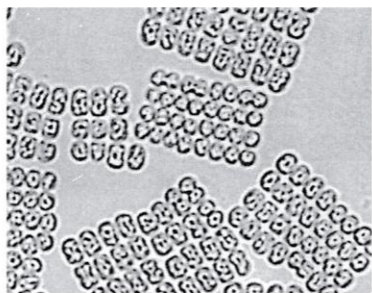
Norbert Plönnig

(β)



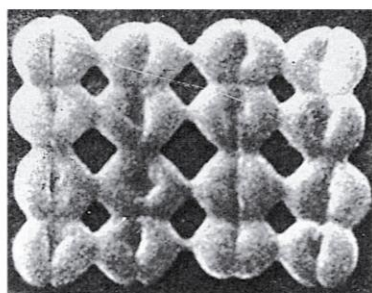
Peter Hirsch

(γ)



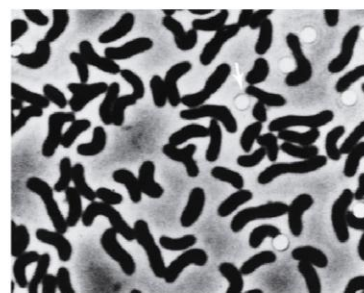
Norbert Plönnig

(δ)



R. Scherrer

(ε)



Johannes F. Imhoff

(στ)

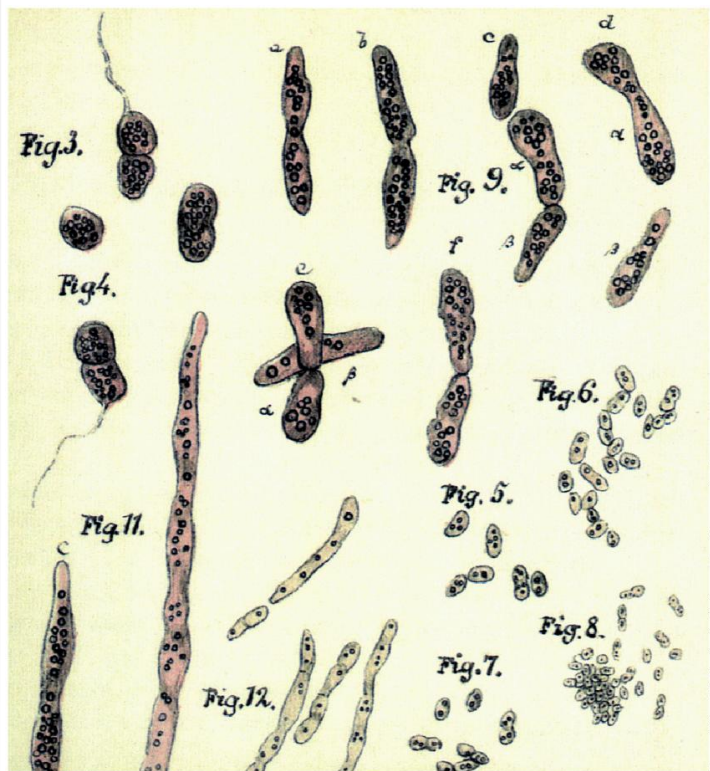
Εικόνα 12.4:

Μικροφωτογραφίες φωτεινού πεδίου πορφυρών θειοβακτηρίων (βλ. επίσης Πίνακα 12.2). (α) *Chromatium okenii*: τα κύτταρα έχουν πλάτος 5 μm περίπου. Παρατηρήστε τα σφαιρίδια στοιχειακού θείου στο εσωτερικό των κυττάρων. (β) *Thiospirillum jenense*: ένα πολύ μεγάλο σπειροειδές με πολική

μαστιγιοφορία· τα κύτταρα έχουν μήκος 30 μm περίπου. Παρατηρήστε τα σφαιρίδια θείου, (γ) *Thiocapsa*: τα κύτταρα έχουν πλάτος 2 μm περίπου. (δ) *Thiopedia rosea*: τα κύτταρα έχουν πλάτος 1,5 μm περίπου (ε) Μικρογράφημα ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης ενός φύλλου 16 κυττάρων του *Thiopedia rosea*, όπου φαίνονται τα κύρια επίπεδα διαίρεσης, (στ) Μικροφωτογραφία αντίθεσης φάσεων κυττάρων του *Ectothiorhodospira mobilis*. Τα κύτταρα έχουν πλάτος 0,8 μm περίπου. Παρατηρήστε τα εξωτερικά σφαιρίδια θείου (βέλος). Συγκρίνετε τη φωτογραφία του *Chromatium okenii* με τα σκίτσα των πορφυρών θειοβακτηρίων που σχεδίασε ο μεγάλος Ρώσος μικροβιολόγος Sergei Winogradsky, πριν από τουλάχιστον 115 χρόνια (Δεσμός με το Τμήμα 1.6 και Εικόνα 1.15). Αν και ο Winogradsky ποτέ δεν απέκτησε αμιγείς καλλιέργειες των οργανισμών αυτών, μελέτησε τη φυσική ιστορία τους και τον μετασχηματισμό των ενώσεων του θείου.



ΣΧΕΔΙΑ ΚΥΤΤΑΡΩΝ ΠΟΡΦΥΡΩΝ ΦΩΤΟΤΡΟΦΙΚΩΝ ΘΕΙΟΒΑΚΤΗΡΙΩΝ



From Microbiologie du Sol, used with permission

Εικόνα 1.15: Σχέδια κυττάρων πορφυρών φωτοτροφικών θειοβακτηρίων, χρωματισμένα με το χέρι, που περιλαμβάνονται στη μονογραφία *Microbiologie du Sol* του Sergei Winogradsky. Τα πρωτότυπα σχέδια έγιναν από τον S. Winogradsky γύρω στο 1887 και στη συνέχεια αναγράφηκαν και χρωματίστηκαν με το χέρι από τη σύζυγο του Helene για τη δημοσίευση της μονογραφίας. Αυτά τα σχέδια περιλαμβάνουν κύτταρα του γένους *Chromatium*, όπως το *C. okeni* (Fig. 3 και 4) και *C. vinosum* (Fig. 5-8). Τα συγκεκριμένα είδη εξακολουθούν να αναγνωρίζονται και σήμερα. Σημειώστε τα εμφανή μαστίγια των κυττάρων του *C. okeni*. Συγκρίνετε τις Fig. 3 και Fig. 4 με τη μικρο-φωτογραφία των ζωντανών κυττάρων του *C. okeni* στην Εικόνα 12.4ο του παρόντος βιβλίου.

Από Sergei Winogradsky,
Microbiologie du Sol, τμήμα του
διαγράμματος IV. Paris, France:
Masson et Cie Editeurs, 1949.
Αναπαραγωγή με την άδεια του
οίκου Dunod, Paris, France.



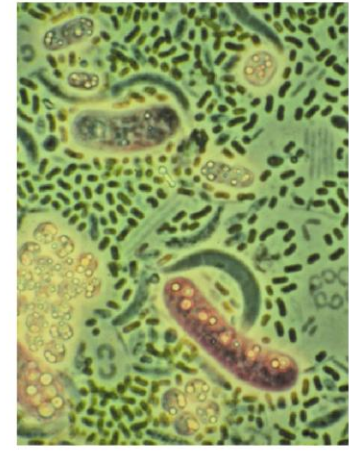
ΜΑΖΕΣ ΠΟΡΦΥΡΩΝ ΘΕΙΟΒΑΚΤΗΡΙΩΝ



(α)



(β)



(γ)

Εικόνα 12.5: Μάζες πορφυρών θειοβακτηρίων. (α) *Thiopedia roseopersicina*, σε θειική πηγή στο Madison του Wisconsin (ΗΠΑ). Τα βακτήρια αναπτύσσονται κοντά στον βυθό της λιμνούλας που σχηματίζει η πηγή και ανέρχονται μέχρι την επιφάνεια (χάρη στα αεροκυστίδιά τους), όταν αναταραχθούν. Το πράσινο χρώμα προέρχεται από κύτταρα του ευκαρυωτικού φύκου *Spirogyra*. (β) Δείγμα νερού από τα 7 m, στη Λίμνη Mahoney της Βρετανικής Κολομβίας (Καναδάς). Κυριότερος οργανισμός είναι το *Amoebobacter purpureus*. (γ) Μικροφωτογραφία αντίθεσης φάσεων από στιβάδες πορφυρών θειοβακτηρίων μιας μικρής στρωματοποιημένης λίμνης στο Michigan (ΗΠΑ). Τα πορφυρά θειοβακτήρια περιλαμβάνουν είδη των γενών *Chromatium* (μεγάλα ραβδόμορφα) και *Thiocystis* (μικροί κόκκοι).

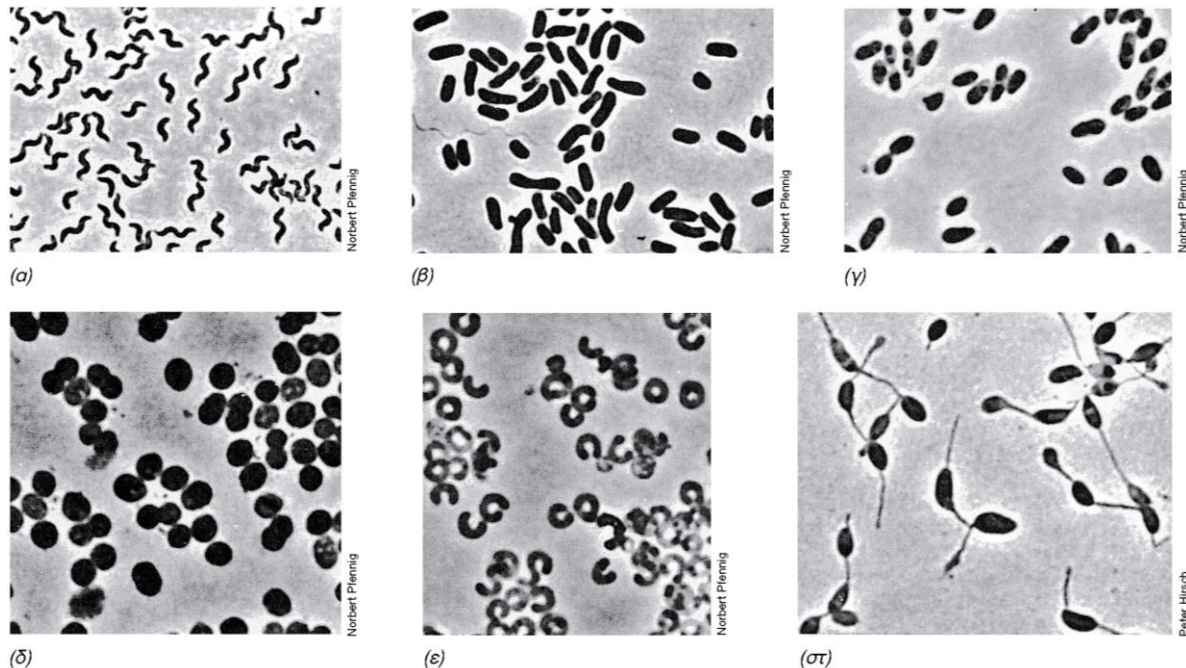


ΠΟΡΦΥΡΑ ΦΩΤΟΤΡΟΦΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΠΟΡΦΥΡΑ ΜΗ ΘΕΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

- Λάθος ονομασία! Και το S, και άλλες οργανικές ενώσεις ή στοιχεία ως δότες ηλεκτρονίων για αναγωγή του CO_2 σε οργανικές ενώσεις
 - Δεν ανέχονται υψηλές συγκεντρώσεις S
- Αερόβια, αναπτύσσονται στο σκοτάδι
- Και αναερόβια, μικροαερόφιλα
- Φωτοετεροτροφία (ενέργεια από φως, άνθρακας από ένωση: λιπαρά, οργανικά οξέα, αμινοξέα, σάκχαρα, αλκοόλες, αρωματικές ενώσεις)
 - Αλλά και φωτοαυτοτροφικά



ΠΟΡΦΥΡΑ ΜΗ ΘΕΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ



Εικόνα 12.6: Εκπρόσωποι από αρκετά γένη πορφυρών μη θειικών βακτηρίων (βλ. επίσης Πίνακα 12.3). (α) *Phaeospirillum fulvum*: τα κύτταρα έχουν μήκος 3 μm περίπου. (β) *Rhodopseudomonas acidophila*: τα κύτταρα έχουν μήκος 4 μm περίπου. (γ) *Rhodobacter sphaeroides*: τα κύτταρα έχουν πλάτος 1,5 μm περίπου. (δ) *Rhodospila globiformis*: τα κύτταρα έχουν διάμετρο 1,6 μm περίπου. (ε) *Rhodocyclus purpureus*: τα κύτταρα έχουν διάμετρο 0,7 μm περίπου. (στ) *Rhodomicrobium vannielii*: τα κύτταρα έχουν πλάτος 1,2 μm περίπου. Έχει αποδειχθεί ότι όλα τα πορφυρά μη θειικά βακτήρια έχουν την ικανότητα αερόβιας ανάπτυξης στο σκοτάδι, καθώς και φωτοτροφικής ανάπτυξης (ανοξικής, με φως), αλλά ορισμένα είδη όπως το *P. fulvum* αναπνέουν μόνο σε συνθήκες μειωμένης τάσης οξυγόνου (δηλαδή σε μικροαερόφιλες συνθήκες· Δεσμός με το Τμήμα 6.13).



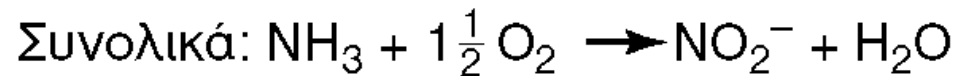
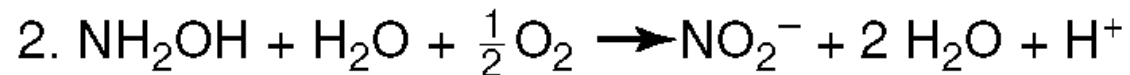
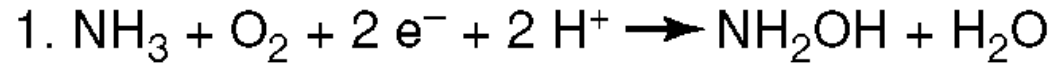
ΝΙΤΡΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

- Χημειολιθότροφα: οξειδώνουν ανόργανες πηγές – δότες ηλεκτρονίων για ενέργεια
 - H_2 , S, Fe^{2+} , NH_4^+
 - Τα περισσότερα αυτότροφα (όπως τα φωτοτροφικά και κυανοβακτήρια)
- *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*
- Αυτότροφα
- Winogradsky και ανακάλυψη χημειολιθοτροφίας
- Νιτροζοποιητικά: αμμωνία προς νιτρώδη
- Νιτροποιητικά: νιτρώδη προς νιτρικά (γνήσια νιτροποιητικά)
- Συνηθισμένα στο έδαφος, σε περιοχές με αφθονία αμμωνίας (βιολογικοί καθαρισμοί)



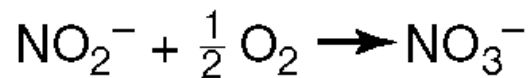
ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΑΝΟΡΓΑΝΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΑΖΟΤΟΥ ΑΠΟ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

Νιτροζοποιητικά βακτήρια



$$\Delta G^{0'} = -275 \text{ kJ/αντίδραση}$$

Νιτροποιητικά βακτήρια

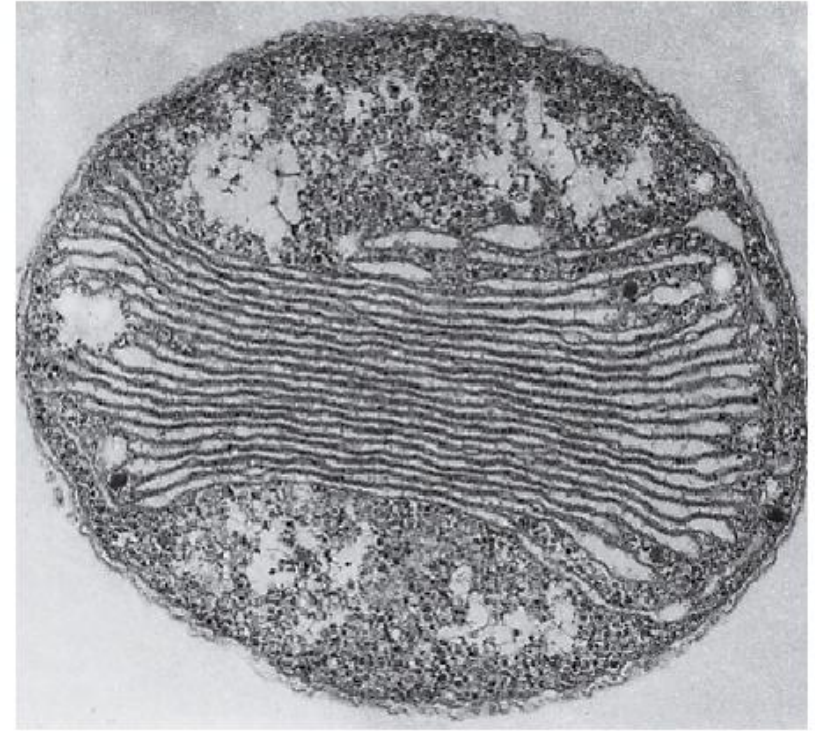
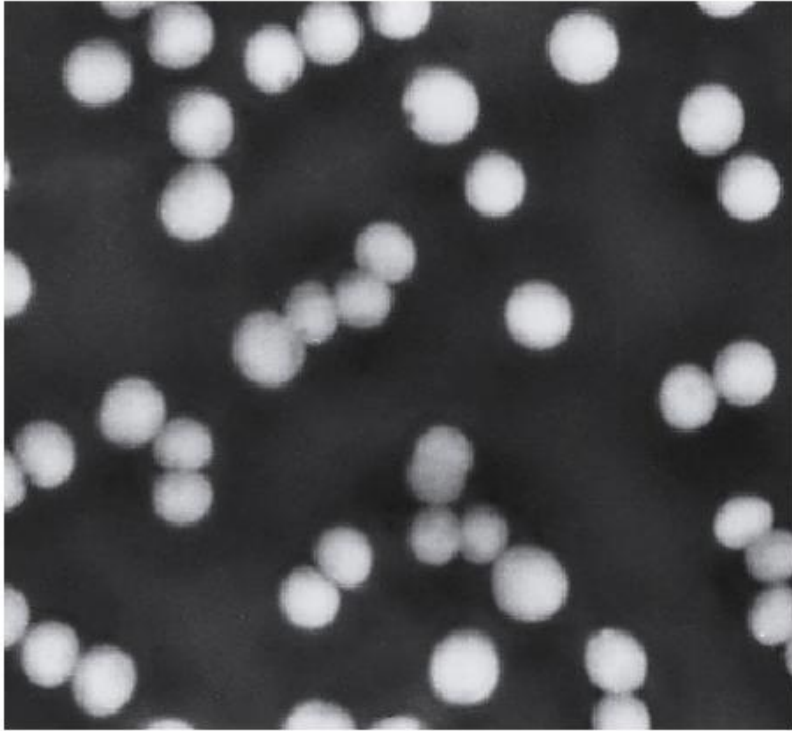


$$\Delta G^{0'} = -74,1 \text{ kJ/αντίδραση}$$

Εικόνα 12.9: Αντιδράσεις που συμμετέχουν στη διαδικασία οξείδωσης ανοργάνων ενώσεων του αζώτου από χημειολιθοτροφικά νιτροποιητικά βακτήρια (Δεσμός με Εικόνες 17.32 και 17.33).



ΝΙΤΡΟΖΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΒΑΚΤΗΡΙΟ

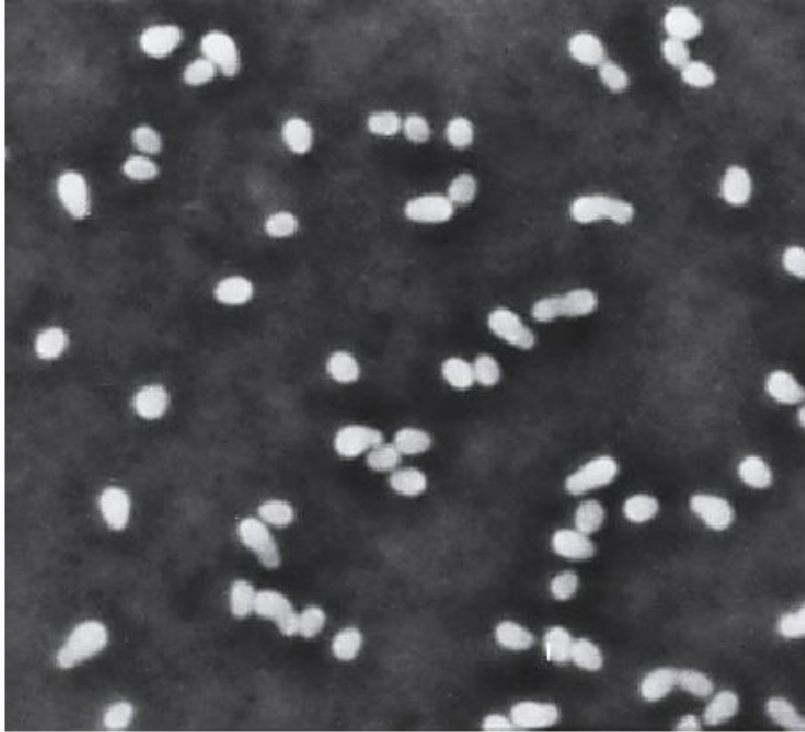


S. W. Watson

Εικόνα 12.7: Μικροφωτογραφία αντίθεσης φάσεων (αριστερά) και ηλεκτρονικό μικρογράφημα (δεξιά) του νιτροζοποιητικού βακτηρίου *Nitrosococcus oceanus*. Ένα μεμονωμένο κύτταρο έχει διάμετρο 2 μm περίπου.



ΝΙΤΡΟΖΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΒΑΚΤΗΡΙΟ (2)



S. W. Watson

Εικόνα 12.8: Μικροφωτογραφία αντίθεσης φάσεων (αριστερά) και ηλεκτρονικό μικρογράφημα (δεξιά) του νιτροποιητικού βακτηρίου *Nitrobacter winogradskyi*. Ένα μεμονωμένο κύτταρο έχει διάμετρο 0,7 μm περίπου.

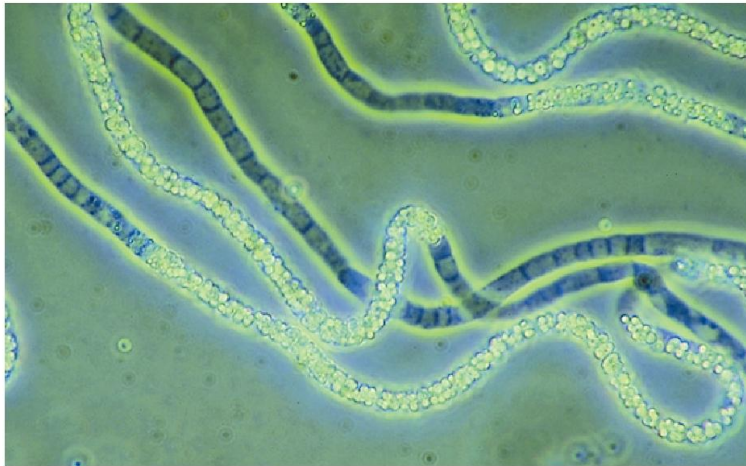


ΠΡΩΤΕΟΒΑΚΤΗΡΙΑ ΘΕΙΟΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ

- *Thiobacillus, Achromatium, Beggiatoa*
- Χημειολιθότροφα με βάση ανηγμένες ενώσεις του θείου (H_2S , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, S), δεσμεύουν CO_2
 - κάποια προαιρετικά χημειολιθότροφα
- Αντιδράσεις (με οξυγόνο, νερό) που παράγουν μεγάλη ποσότητα ενέργειας (δεσμεύεται ως ATP)
- Σε ενδιαιτήματα πλούσια σε υδρόθειο
- *Beggiatoa*: σε αποσυντιθέμενα φύκη, ιλύες λιμνών, θειικές πηγές, απόβλητα αποχετεύσεων
 - Φαινόμενο διόγκωσης ιλύος σε βιολογικούς καθαρισμούς



ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΗ ΘΕΙΟΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ



Michael Richard

(α)



T.D. Brock

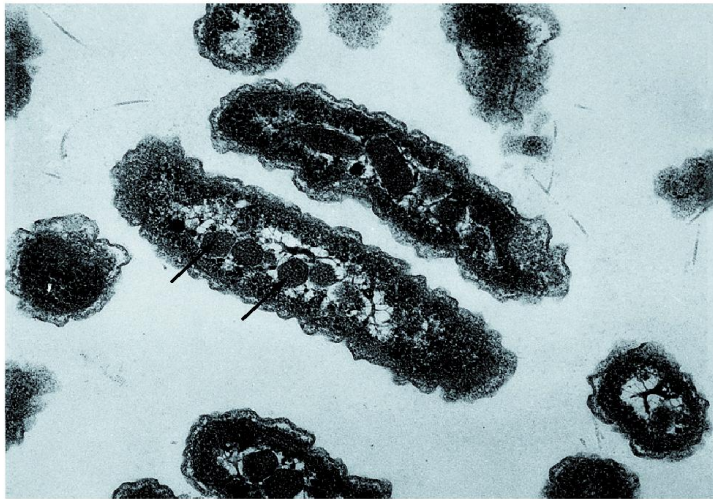
(β)

Εικόνα 12.11: Νηματοειδή θειοοξειδωτικά βακτήρια, (α) Μικροφωτογραφία αντίθεσης φάσεων ενός είδους *Beggiatoa* που απομονώθηκε από εργοστάσιο επεξεργασίας λυμάτων. Παρατηρήστε τους άφθονους κόκκους στοιχειακού θείου σε ορισμένα από τα κύτταρα, (β) θειοοξειδωτικά βακτήρια σε μικρό υδάτινο ρεύμα. Τα νηματοειδή κύτταρα συστρέφονται και σχηματίζουν χονδρές δεσμίδες· το λευκό χρώμα οφείλεται στο άφθονο στοιχειακό θείο που περιέχουν τα κύτταρα.



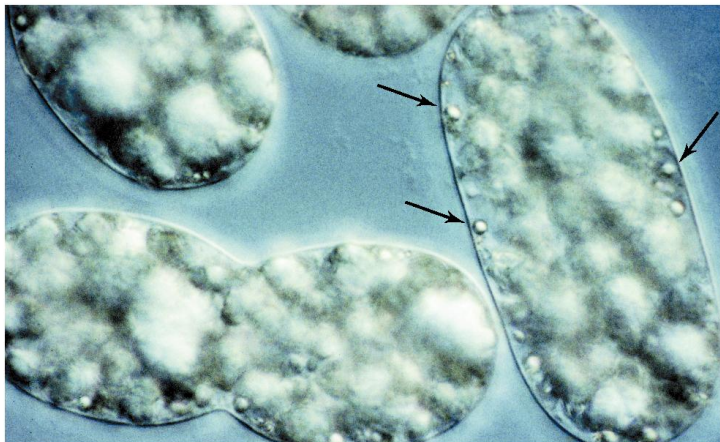
ΧΗΜΕΙΟΛΙΘΟΤΡΟΦΙΚΟΥ ΘΕΙΟΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟΥ ΒΑΚΤΗΡΙΟΥ

THIOBACILLUS NEAROLITANUS



Jessup M. Shively

(α)



Hans-Dietrich Babenzien

(β)

Εικόνα 12.10: (α) Μη νηματοειδή χημειολιθότροφα του θείου. Ηλεκτρονικό μικρογράφημα διέλευσης κυττάρων του χημειολιθοτροφικού θειοοξειδωτικού βακτηρίου *Thiobacillus nearolitanus*. Ένα μεμονωμένο κύτταρο έχει διάμετρο 0,5 μm περίπου. Προσέξτε τα πολυεδρικά σωμάτια (καρβοξυσώματα) που είναι κατανεμημένα σε όλο το κύτταρο (βέλη). (β) *Achromatium*. Κύτταρα που απομονώθηκαν από μια μικρή λίμνη στη Γερμανία και φωτογραφήθηκαν με οπτικό μικροσκόπιο Nomarski. Οι μικρές σφαιρικές δομές κοντά στην περιφέρεια των κυττάρων (βέλη) είναι στοιχειακό θείο, ενώ οι μεγάλοι κόκκοι αποτελούνται από ανθρακικό ασβέστιο. Ένα μεμονωμένο κύτταρο *Achromatium* έχει διάμετρο 25 μm περίπου.



ΤΗΙΟΡΛΟΪΑ



M. Hüttel

Εικόνα 12.12: Μεγάλα κύτταρα ενός είδους Thioploca. Τα κύτταρα περιέχουν κόκκους θείου (κίτρινο χρώμα) και έχουν πλάτος περίπου 40-50 μm .

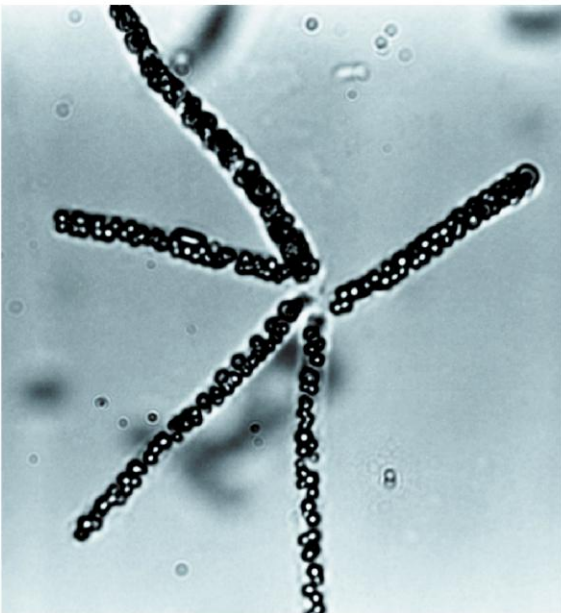


THIOTHRIX



Michael F. McClanman, Florida International University

(α)



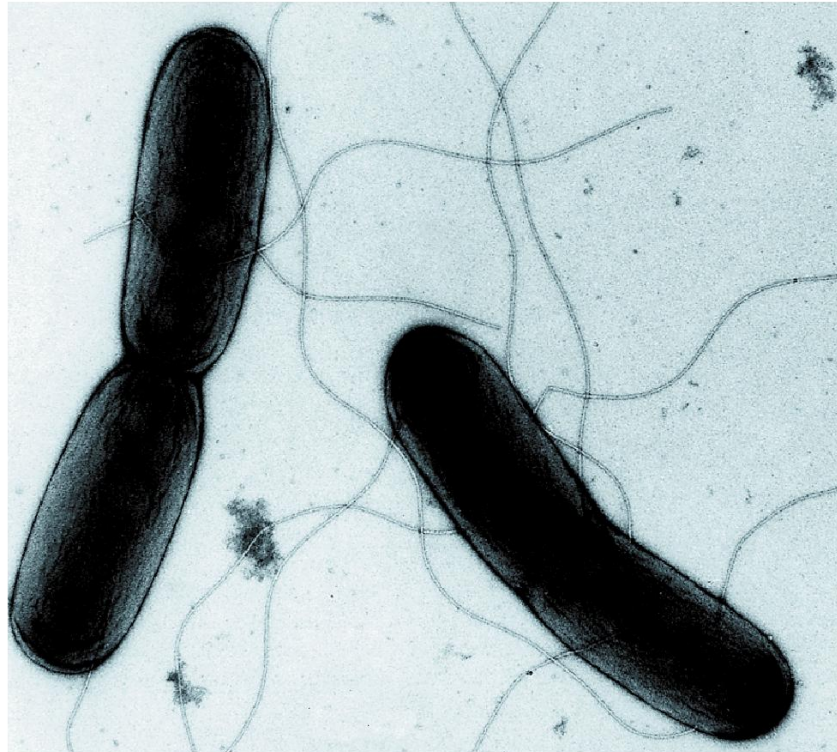
Michael F. McClanman, Florida International University

(β)

Εικόνα 12.13: Thiobacillus thiooxidans. (α) Αρτεσιανά θειούχα πηγή στη Florida των ΗΠΑ. Οι εξωτερικές επιφάνειες της πηγής καλύπτονται από στρώμα Thiobacillus thiooxidans. (β) Μικροφωτογραφία αντίθεσης φάσεων ενός ρόδακα κυττάρων Thiobacillus thiooxidans που απομονώθηκαν από την πηγή και αναπτύχθηκαν σε αμιγή καλλιέργεια. Παρατηρήστε τα εσωτερικά σφαιρίδια θείου που δημιουργήθηκαν με την οξείδωση των θειούχων ενώσεων.



ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ ΤΟΥ H_2



Εικόνα 12.14: Μικρογράφημα από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης κυττάρων του αρνητικού κατά Gram, χημειολιθοτροφικού μικροοργανισμού *Ralstonia eutropha*. Ένα μεμονωμένο κύτταρο έχει διάμετρο 0,6 μm περίπου και διαθέτει αρκετά μαστίγια.

- Χρησιμοποιούν το H_2 ως δότη ηλεκτρονίων
- $H_2 + 1/2 O_2 \rightarrow H_2O$
- Χημειολιθότροφα
- Μικροαερόφιλα
- Διαθέτουν υδρογονάσες
- *Ralstonia, Alcaligenes*



ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

- Πορφυρά Φωτοτροφικά Βακτήρια
- Νιτροποιητικά Βακτήρια
- Θειοοξειδωτικά Και Σιδηροοξειδωτικά Βακτήρια
- Οξειδωτικά Βακτήρια Του H_2



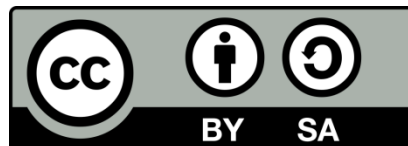
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❑ Βιολογία Των Μικροοργανισμών –
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Κεφάλαιο 12,
ενότητα α΄.



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδεια 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 Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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 ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





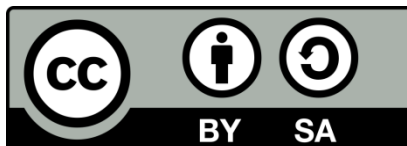
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Επιστήμης Φυτικής Παραγωγής, Γεωργακόπουλος Δ., Ζερβάκης Γ., Ταμπακάκη Αν. «Γενική Μικροβιολογία». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<https://mediasrv.aua.gr/eclass/courses/PREDCS100/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων, π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Η άδεια αυτή ανήκει στις άδειες που ακολουθούν τις προδιαγραφές του Ορισμού Ανοικτής Γνώσης [2], είναι ανοικτό πολιτιστικό έργο [3] και για το λόγο αυτό αποτελεί ανοικτό περιεχόμενο [4].

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

[2] <http://opendefinition.org/okd/ellinika/>

[3] <http://freedomdefined.org/Definition/EI>

[4] <http://opendefinition.org/buttons/>



Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
 - το Σημείωμα Αδειοδότησης
 - τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
 - το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)
- μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.