



# Γενική Μικροβιολογία

## Ενότητα 3η ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΖΩΗΣ

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

- Εισαγωγή στη δομή και λειτουργία των μικροοργανισμών
- Εισαγωγή στη μικροβιακή ποικιλότητα



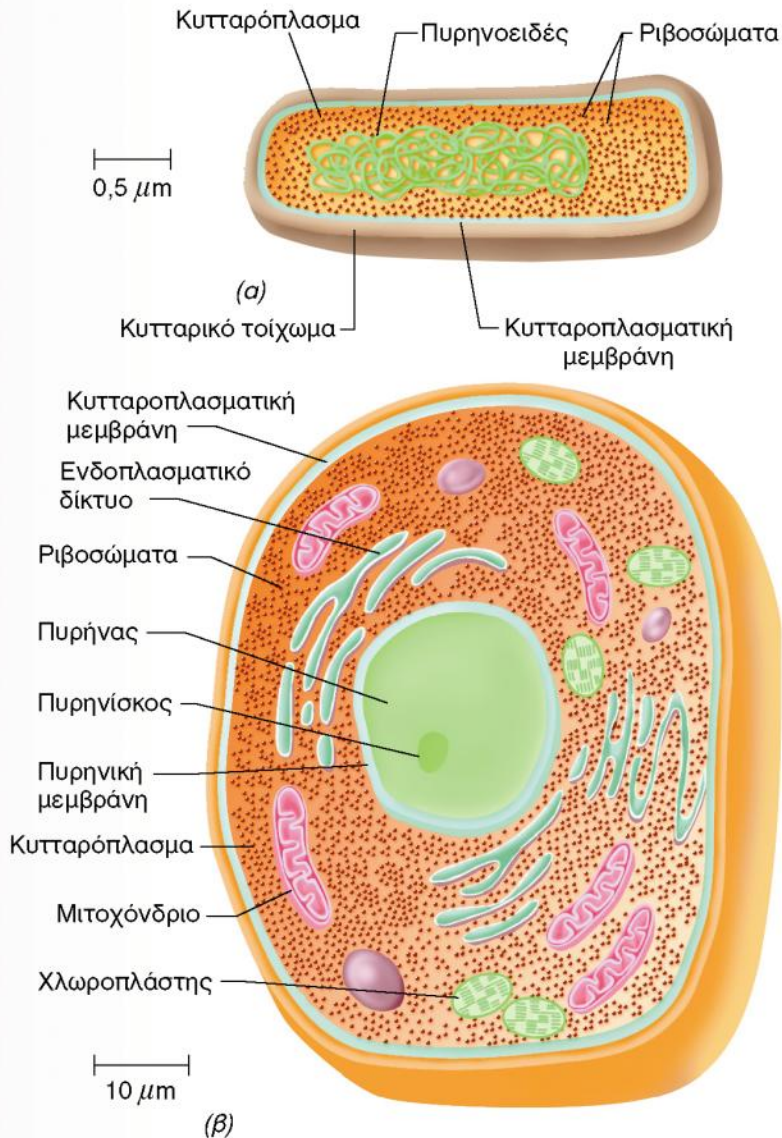
# ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΖΩΗΣ



Τα κυανοβακτήρια όπως και το μεγάλο γένος νηματωδών, *Oscillatoria* της παρούσας σελίδας, είναι φωτοτροφικά βακτήρια που με τον οξυγονικό μεταβολισμό τους άνοιξαν τον δρόμο για την εμφάνιση ανώτερων μορφών ζωής στη Γη. Είναι αξιοσημείωτο ότι τα κυανοβακτήρια ανήκουν σε μια από εκείνες τις εξελικτικές γενεαλογικές γραμμές που καταλήγουν τελικά στους χλωροπλάστες των φωτοτροφικών ευκαρυωτών, όπως είναι τα φύκη και οι βελανιδιές. Με τη χρήση μοριακών μεθόδων έγινε δυνατή η μελέτη της μικροβιακής ποικιλότητας και οι μικροβιολόγοι μπόρεσαν να συνθέσουν το οικουμενικό δέντρο της ζωής και να φέρουν στο φως πολλές από τις «κρυφές» σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ αυτών των ιδιαίτερα ποικιλόμορφων οργανισμών.



# ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ



**Εικόνα 2.1:** Εσωτερική δομή ίων μικροβιακών κυττάρων, (α) Διαγραμματική απεικόνιση ενός προκαρυώτη. (β) Διαγραμματική απεικόνιση ενός ευκαρυώτη.

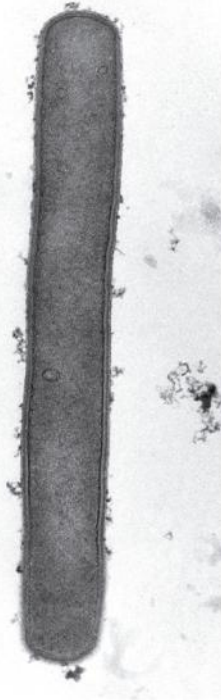


# ΚΥΤΤΑΡΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΤΡΕΙΣ «ΧΩΡΟΥΣ» ΤΩΝ ΖΩΝΤΑΝΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ



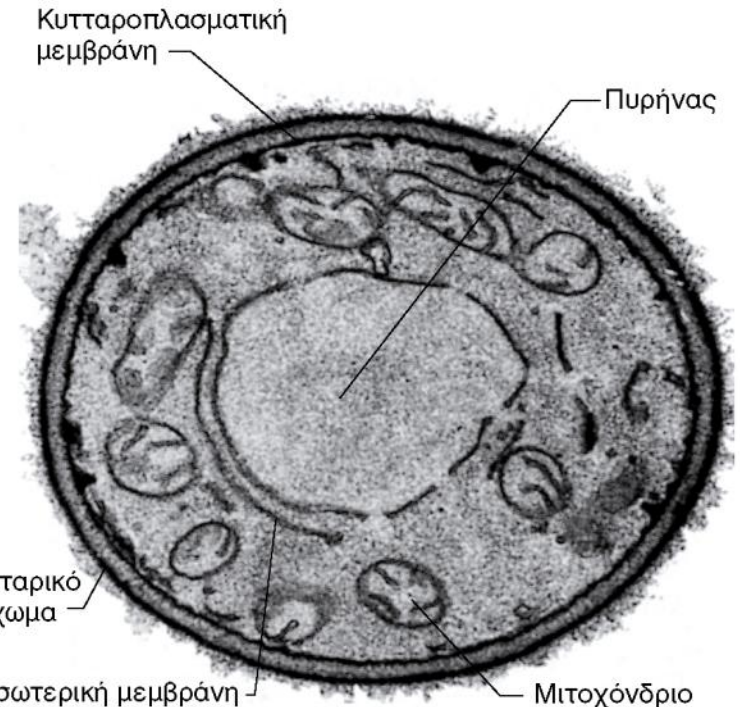
John Bozzola and M. T. Madigan

(α)



R. Rachel and K. O. Stetter

(β)



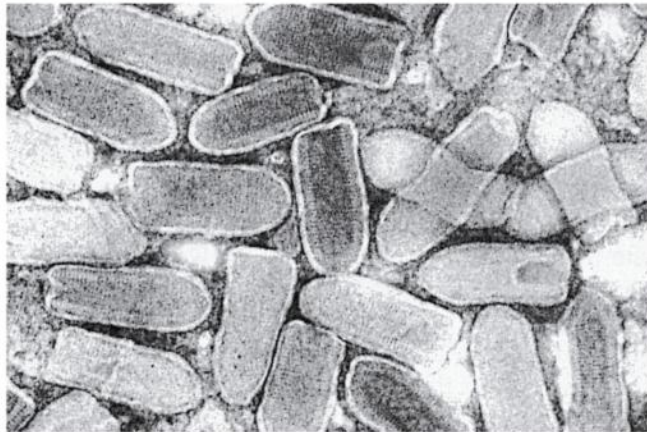
S. F. Conti and T. D. Brock

(γ)

**Εικόνα 2.2:** Ηλεκτρονικά μικρογραφήματα κυτταρικών τομών από τους τρεις «χώρους» των ζωντανών οργανισμών. (α) *Heliobacterium modesticaldum* (Βακτήρια)-οι διαστάσεις του κυττάρου είναι  $1 \times 3 \mu\text{m}$ . (β) *Methanopyrus kandleri* (Αρχαία)-οι διαστάσεις του κυττάρου είναι  $0,5 \times 4 \mu\text{m}$ . [Reinhold Rachel & Karl O. Stetter, 1981. Archives of Microbiology 128:288-293. © 1981 Springer-Verlag GmbH & Co. KG.] (γ) *Saccharomyces cerevisiae* (Ευκάρια)- η διάμετρος του κυττάρου είναι  $8 \mu\text{m}$ .



# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΙΩΝ



Erekinge Caldwell

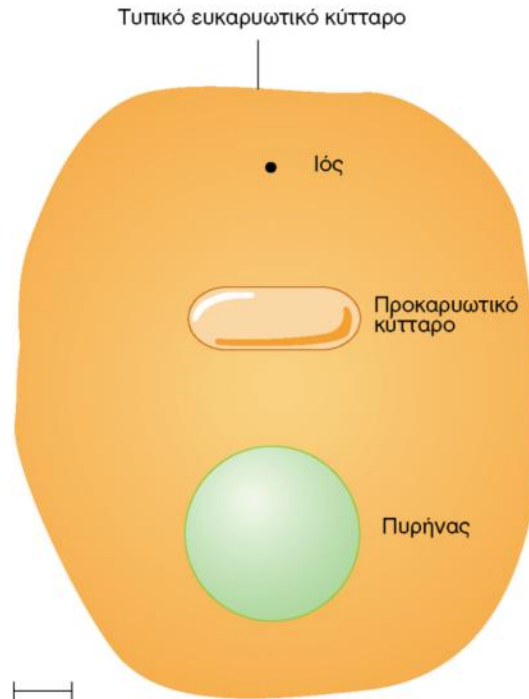
(α)



D. Kaiser

(β)

**Ιοί:** Όχι ανοιχτά, δυναμικά συστήματα, σταθερή δομή  
Αναπαράγονται μόνο όταν μολύνουν κύτταρο  
Γενετικές μεταβολές κυττάρων-ξενιστών



1000 nm (1 μm)

(γ)

**Εικόνα 2.3:** Δομή των ιών και σχετικά μεγέθη ιών και κυττάρων (α) Σωματίδια ραβδοϊού (ιού των ευκαρυωτών). Ένα μεμονωμένο ιόσωμα έχει διάμετρο περίπου 65 nm (0,065 μm). (β) Ο ιός λάμδα των βακτηρίων (βακτηριοφάγος). Η κεφαλή του ισώματος έχει διάμετρο περίπου 65 nm. (γ) Το μέγεθος των ιών στα (α) και (β) σε σχέση με ένα βακτηριακό και ένα ευκαρυωτικό κύτταρο.



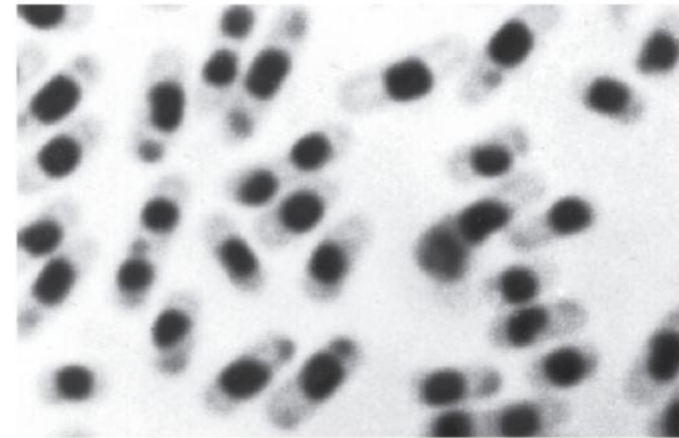
# ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΕΣ

## ΒΑΚΤΗΡΙΑΚΟ ΧΡΩΜΟΣΩΜΑ: ΠΥΡΗΝΟΕΙΔΕΣ

### ΠΛΑΣΜΙΔΙΑ

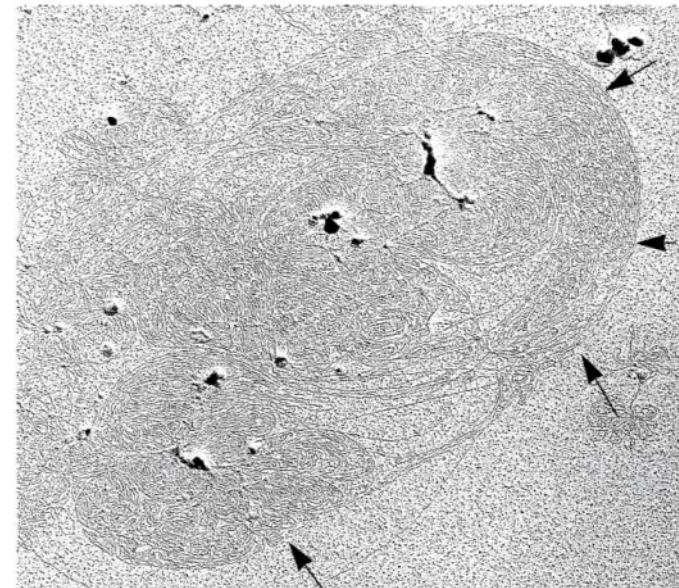
**Εικόνα 2.4:** Το πυρηνοειδές. (α) Μικροφωτογραφία οπτικού μικροσκοπίου κυττάρων της *Escherichia coli*, που έχουν υποστεί κατεργασία με ειδικό τρόπο ώστε να διακρίνεται το πυρηνοειδές.

(β) Ηλεκτρονικό μικρογράφημα μεμονωμένου πυρηνοειδούς που έχει απελευθερωθεί από ένα κύτταρο *E. coli*. Το κυτταρικό τοίχωμα έχει υποστεί ήπια λύση προκειμένου να παραμείνει ακέραιο το συμπυκνωμένο πυρηνοειδές. Τα βέλη υποδεικνύουν το περίγραμμα των κλώνων του DNA. Το πυρηνοειδές των περισσότερων βακτηρίων αποτελείται από ένα κυκλικό μόριο (το βακτηριακό χρωμόσωμα), αν και υπάρχουν ορισμένα είδη με γραμμικό χρωμόσωμα (Δεσμός με τμήμα 7.4).



(α)

E. Kellenberger



(β)

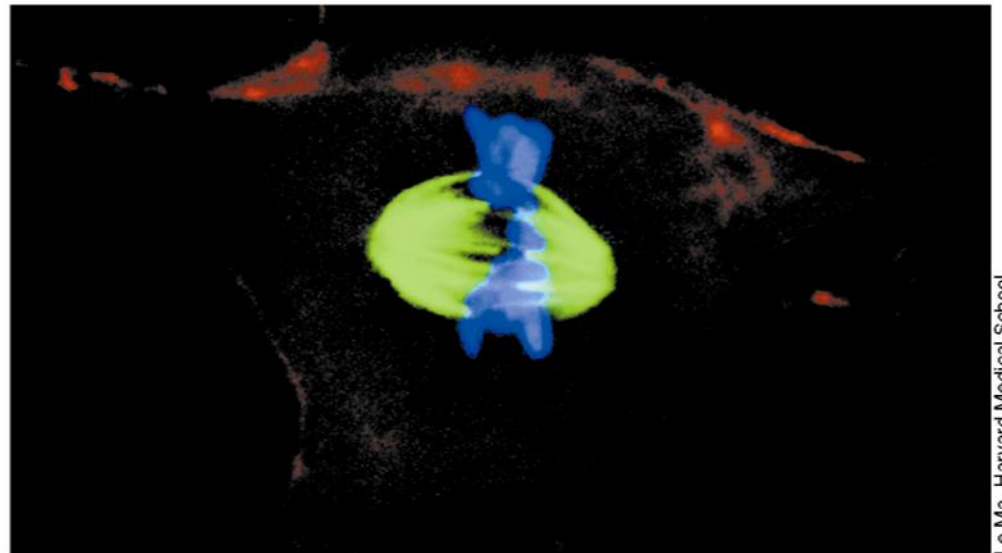
B. Arnold-Schulz-Gahmen



# ΕΥΚΑΡΥΩΤΕΣ

## ΧΡΩΜΟΣΩΜΑΤΑ (DNA, ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ) ΠΥΡΗΝΑΣ, ΜΙΤΩΣΗ, ΜΕΙΩΣΗ

**Εικόνα 2.5:** Μίτωση σε χρωσμένα κύτταρα μαρσιποφόρου επίμυος. Η φωτογράφιση έγινε ενώ το κύτταρο βρισκόταν στη μετάφαση της μιτωτικής διαίρεσης. Με την πράσινη χρωστική διακρίνεται η *τουμπουλινη*, μια πρωτεΐνη απαραίτητη στον διαχωρισμό των χρωμοσωμάτων (Δεσμός με τμήμα 14.5). Η κυανή χρωστική είναι μια δεοξυριβονουκλεόφιλη ουσία που υποδεικνύει τα χρωμοσώματα. Η μίτωση, αν και αποτελεί ουσιώδες τμήμα του ευκαρυωτικού κυτταρικού κύκλου, δεν λαμβάνει χώρα στα προκαρυωτικά κύτταρα.



Le Ma, Harvard Medical School

1 ΚΥΤΤΑΡΟ *ESCHERICHIA COLI*: ΧΡΩΜΟΣΩΜΑ 4,6 ΕΚ. ΒΑΣΕΩΝ

4300 ΓΟΝΙΔΙΑ (ΑΝΘΡΩΠΟΣ: 1000X DNA, 5x ΓΟΝΙΔΙΑ)

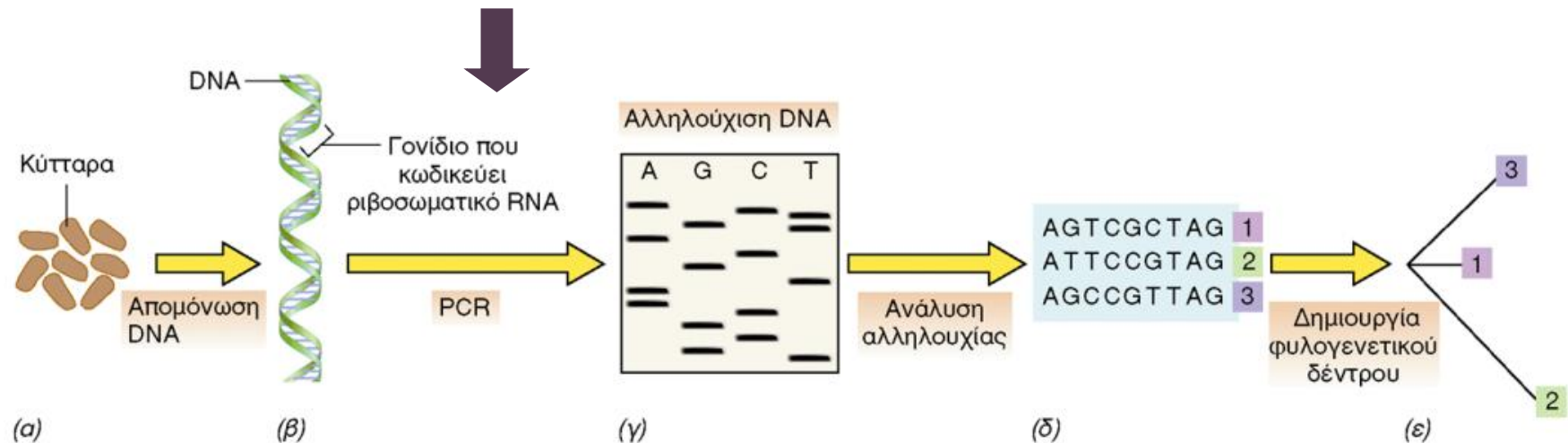
1900 ΕΙΔΗ ΠΡΩΤΕΪΝΩΝ, 2,4 ΕΚΑΤ. ΜΟΡΙΑ





# ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΗ

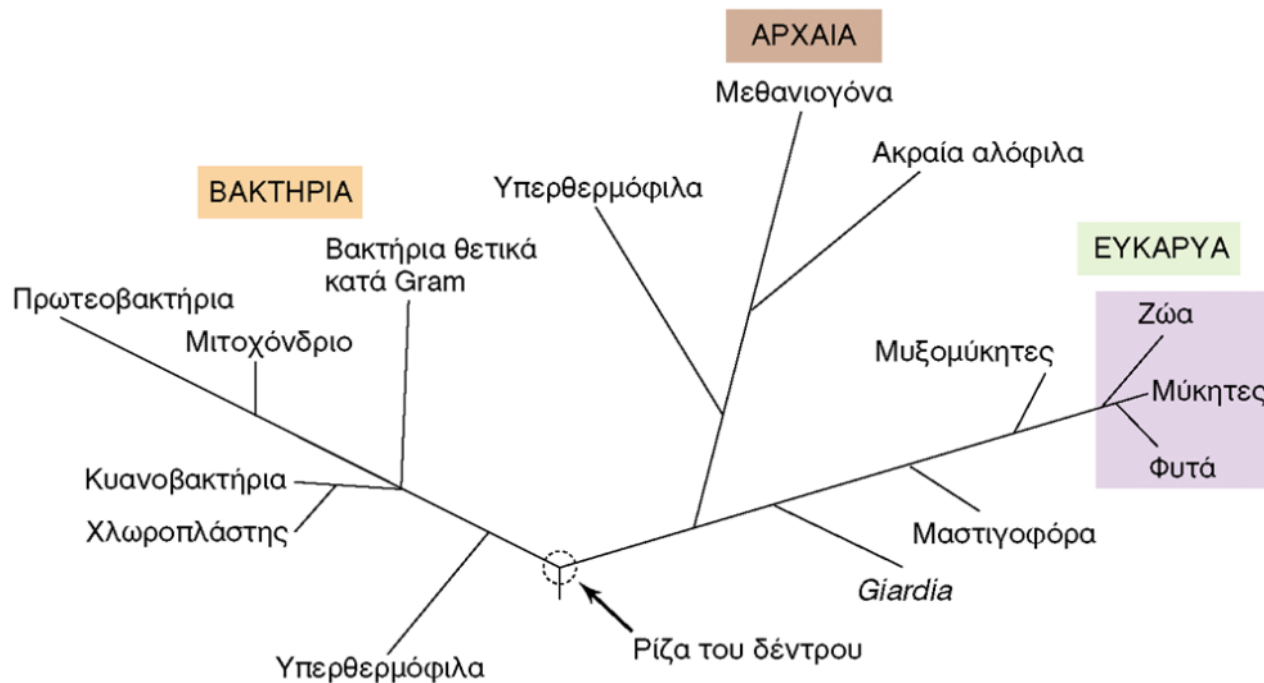
Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΩΝ ΔΕΣΜΩΝ ΤΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ  
ΔΕΙΚΤΗΣ: ΑΛΛΗΛΟΥΧΙΑ ΓΟΝΙΔΙΩΝ ΡΙΒΟΣΩΜΑΤΙΚΟΥ RNA



**Εικόνα 2.6:** Προσδιορισμός των γονιδίων του ριβοσωματικού RNA και φυλογενετική. (α) Λύση κυττάρων μιας αμιγούς καλλιέργειας ή ενός φυσικού δείγματος. (β) Απομόνωση των γονιδίων που κωδικεύουν το ριβοσωματικό RNA και παραγωγή πολλών αντιγράφων τους με την τεχνική της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (PCR)· Δεσμός με τμήμα 10.17. (γ) Ανάλυση της αλληλουχίας των γονιδίων (Δεσμός με τμήμα 10.13), και (δ) τροφοδότηση ενός H/Y με τα δεδομένα αυτά. Με βάση έναν αλγόριθμο, οι αλληλουχίες συγκρίνονται ανά ζεύγη και κατασκευάζεται ένα δέντρο (ε) το οποίο καταγράφει τις διαφορές ανάμεσα στο ριβοσωματικό RNA των αναλυόμενων οργανισμών. Όταν χρησιμοποιείται φυσικό δείγμα, τα γονίδια του ριβοσωματικού RNA που απομονώνονται από τους διάφορους μικροοργανισμούς του δείγματος πρέπει πρώτα να επιλεγούν και να κλωνοποιηθούν, πριν πολλαπλασιαστούν με την PCR και αρχίσει ο προσδιορισμός της αλληλουχίας τους. Για περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη μέθοδο, βλ. Τμήματα 11.5 και 18.5.



# ΤΟ ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΟ ΔΕΝΤΡΟ ΤΗΣ ΖΩΗΣ

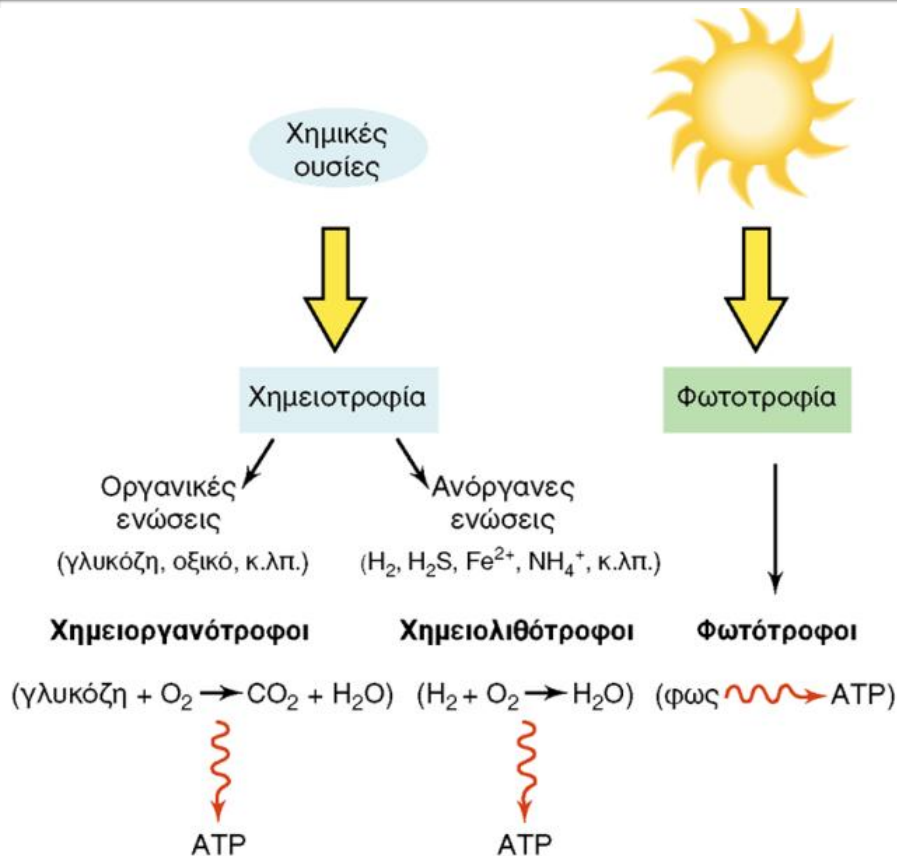


**Εικόνα 2.7:** Το φυλογενετικό δέντρο της ζωής, όπως προκύπτει από τη σύγκριση της αλληλουχίας του ριβοσωματικού RNA. Το δέντρο αποτελείται από τρεις «χώρους»: δύο στους οποίους περιλαμβάνονται μόνο προκαρυωτικά κύτταρα (τα βακτήρια και τα Αρχαία), και τα Ευκάρυα (ευκαρυώτες). Στην Εικόνα παρουσιάζονται ελάχιστες ομάδες οργανισμών από κάθε «χώρο». Για περισσότερες

λεπτομέρειες ως προς τους «χώρους» του δέντρου, βλ. Εικόνες 2.9, 2.18, και 2.22, καθώς και τα φυλογενετικά δέντρα των Κεφαλαίων 11-14. Τα υπερθερμόφιλα είναι προκαρυώτες που αναπτύσσονται άριστα σε θερμοκρασίες ίσες ή μεγαλύτερες των 80°C. Η ομάδα οργανισμών στην περιοχή με την κόκκινη σκίαση είναι οι μακροοργανισμοί. Όλοι οι υπόλοιποι οργανισμοί στο δέντρο της ζωής είναι μικροοργανισμοί.



# ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ



- ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ, ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΑ
- ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΟΞΕΙΔΩΣΕΙΣ
- ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΑΝΘΡΑΚΑ: ΕΤΕΡΟΤΡΟΦΑ, ΑΥΤΟΤΡΟΦΑ

**Εικόνα 2.8:** Εναλλακτικές μεταβολικές οδοί για την πρόσληψη ενέργειας. Οι οργανικές και ανόργανες χημικές ουσίες που αναφέρονται εδώ είναι λίγες μόνο από την πληθώρα χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούν οι διάφοροι χημειοτροφικοί οργανισμοί. Στους χημειοτροφικούς οργανισμούς, η παραγωγή του ATP οφείλεται στην οξείδωση των οργανικών και ανόργανων ενώσεων, ενώ στους φωτοτροφικούς γίνεται μετατροπή της φωτεινής σε χημική ενέργεια (πάλι υπό τη μορφή ATP).



# ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΑΚΡΑΙΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: Κατηγορίες και παραδείγματα ακραιόφιλων οργανισμών<sup>α</sup>

Ακραία παράμετρος	Περιγραφικός όρος	Γένος/είδος	«Χώρος»	Ενδιαίτημα	Ελάχιστο	Άριστο	Μέγιστο
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ</b>							
Υψηλή	Υπερθερμόφιλο	<i>Pyrolobus fumarii</i>	Αρχαία	θερμές υποθαλάσσιες υδροθερμικές πηγές	90°C	<b>106°C</b>	113 °C
Χαμηλή	Ψυχρόφιλο	<i>Poloromonas vocuolata</i>	Βακτήρια	θαλάσσιος πάγος	0°C	<b>4°C</b>	12 °C
<b>PH</b>							
Χαμηλό	Οξεόφιλο	<i>Picrophilus oshimae</i>	Αρχαία	Οξινες θερμές πηγές	-0,06	<b>0,7<sup>β</sup></b>	4
Υψηλό	Αλκαλεόφιλο	<i>Natronobacterium gregoryi</i>	Αρχαία	Λίμνες πλούσιες σε Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8,5	<b>10<sup>γ</sup></b>	12
<b>ΠΙΕΣΗ</b>	Βαρόφιλο	MT41 (Τάφος των Μαριάνων-41) <sup>δ</sup>	Βακτήρια	Ιζήματα ωκεάνιων πυθμένων	500 atm	<b>700 atm</b>	>1000 atm
Αλάτι (NaCl)	Αλόφιλο	<i>Halobacterium salinarum</i>	Αρχαία	Αλυκές	15%	<b>25%</b>	32% (κορεσμός)

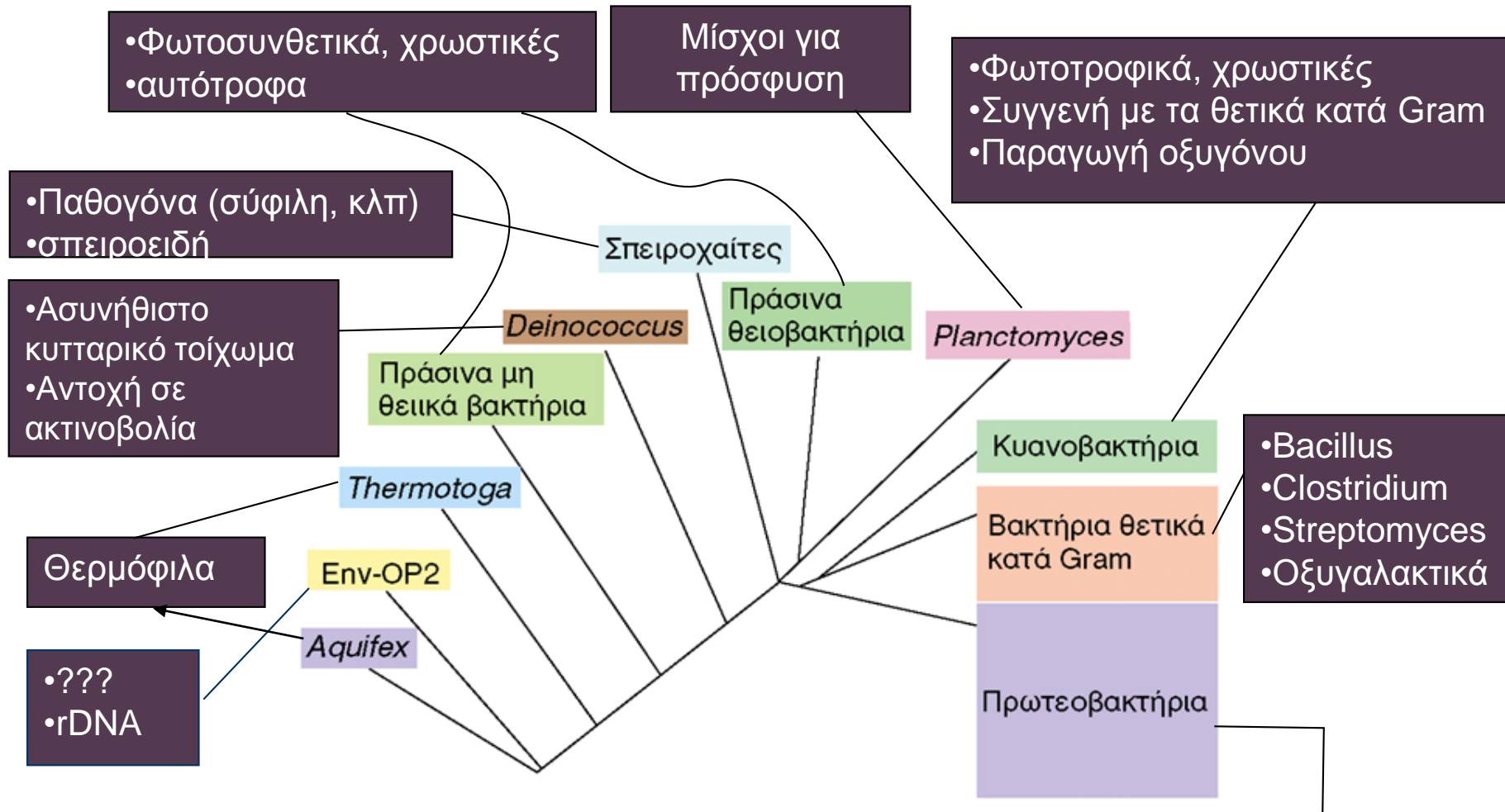
<sup>β</sup> Το *P. oshimae* είναι παράλληλα και θερμόφιλο, με άριστη αύξηση στους 60°C.

<sup>γ</sup> Το *N. gregoryi* είναι παράλληλα και ακραίο αλόφιλο, με άριστη αύξηση σε περιβάλλον με περιεκτικότητα 20% σε NaCl.

<sup>δ</sup> Το στέλεχος MT41, που δεν έχει ακόμη τυπική ονομασία γένους και είδους, είναι και ψυχρόφιλο, με άριστη αύξηση σε θερμοκρασία χαμηλότερη των 10°C.



# ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΟ ΔΕΝΤΡΟ ΒΑΚΤΗΡΙΩΝ



Εικόνα 2.9

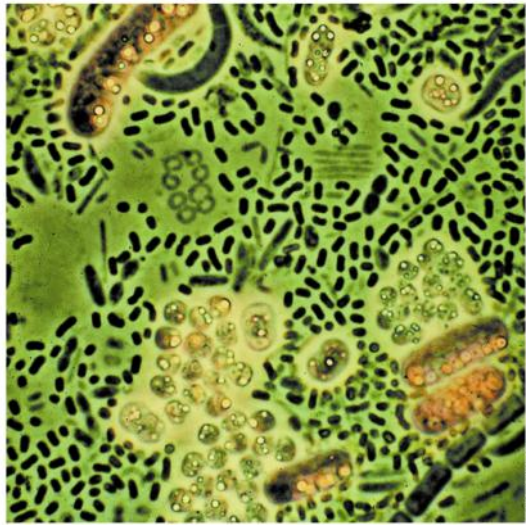


## ΛΕΖΑΝΤΑ ΕΙΚΟΝΑΣ 2.9

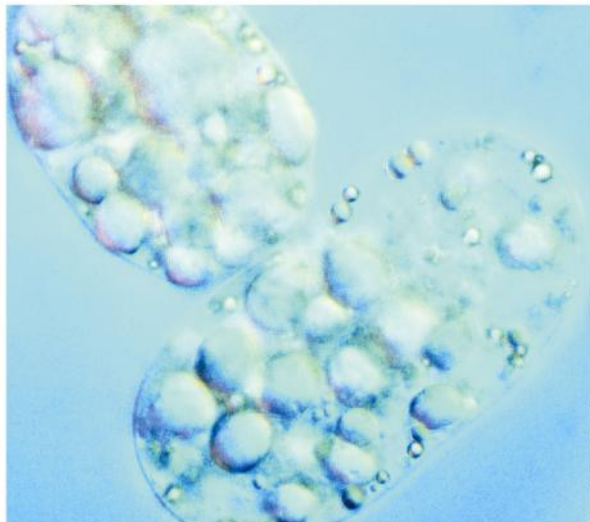
**Εικόνα 2.9:** Λεπτομέρειες από το φυλογενετικό δέντρο των Βακτηρίων (δεν παρουσιάζονται όλες οι ομάδες). Το διαφορετικό μέγεθος των έγχρωμων επιφανειών αντιπροσωπεύει τις διαφορές στον σχετικό αριθμό γενών και ειδών της κάθε ομάδας. Τα πρωτεοβακτήρια είναι προς το παρόν η μεγαλύτερη γνωστή ομάδα Βακτηρίων. Ο κλάδος του δέντρου με την ένδειξη «Enn» (από τη λέξη environmental, περιβαλλοντικός) δεν αναπαριστά κάποιον γνωστό οργανισμό που έχει απομονωθεί σε καλλιέργεια, αλλά δηλώνει την ύπαρξη γονιδίων ριβοσωματικού RNA που έχουν απομονωθεί από οργανισμούς φυσικών δειγμάτων (βλ. κείμενο). Αν και δεν συνάγεται από την Εικόνα, τέτοιοι κλάδοι «Enn» έχουν βρεθεί σε όλη την έκταση του δέντρου.



# ΠΡΩΤΕΟΒΑΚΤΗΡΙΑ



(α)



(β)

**Εικόνα 2.10:** Φωτοτροφικά και χημειολιθοτροφικά πρωτεοβακτήρια. (α) Το φωτοτροφικό πορφυρό θειοβακτήριο *Chromatium* (μεγάλα, ερυθρά, ραβδόμορφα κύτταρα). Η μικροφωτογραφία έχει ληφθεί από φυσική μικροβιακή κοινότητα. Κάθε κύτταρο έχει διάμετρο περίπου 10  $\mu\text{m}$ . (β) Το μεγάλο χημειολιθοτροφικό θειοοξειδωτικό βακτήριο *Achromatium*. Κάθε κύτταρο έχει διάμετρο περίπου 20  $\mu\text{m}$ . Διακρίνονται σφαιρίδια στοιχειακού θείου και στα δύο κύτταρα. Τόσο το *Chromatium* όσο και το *Achromatium* οξειδώνουν το υδροθείο ( $\text{H}_2\text{S}$ ) που παράγεται από τα θειοαναγωγικά βακτήρια. Τα τελευταία είναι χημειοργανοτροφικοί οργανισμοί που συνδυάζουν την οξείδωση οργανικών ενώσεων ή  $\text{H}_2$  με την αναγωγή της θειικής ρίζας ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) προς ( $\text{H}_2\text{S}$ ), κλείνοντας έτσι τον κύκλο του θείου (Δεσμός με τμήμα 19.13).



# ΘΕΤΙΚΑ ΚΑΤΑ GRAM ΒΑΚΤΗΡΙΑ



Tiffany Full and M. T. Madigan

(α)



T. D. Brock

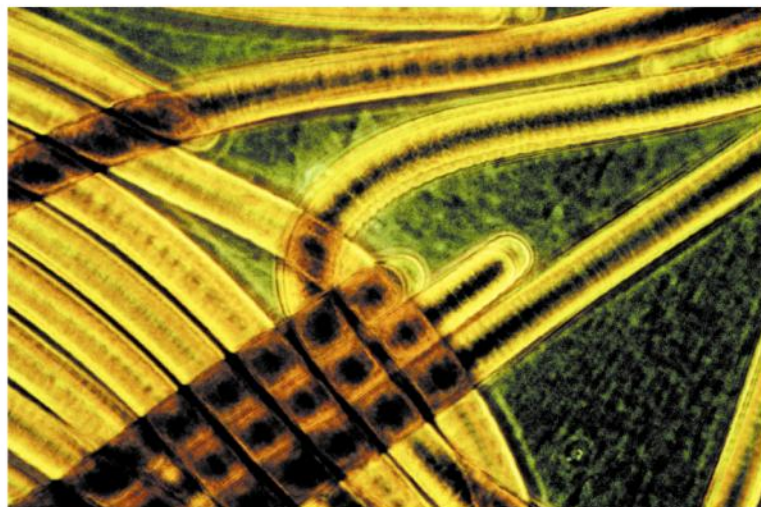
(β)

**Εικόνα 2.11:** θετικά κατά Gram βακτήρια, (α) Ραβδόμορφα ενδοσποριογονικά βακτήρια του γένους *Bacillus*, που φαίνονται ως μέλη μιας αλυσίδας. Παρατηρήστε την παρουσία των ενδοσπορίων (φωτεινές διαθλαστικές δομές) στο εσωτερικό των κυττάρων. Τα ενδοσπόρια είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στη θερμότητα, την ακτινοβολία, και σε διάφορους χημικούς παράγοντες. (β) Ο *Streptococcus* είναι ένα σφαιρικό κύτταρο που σχηματίζει αλυσίδες. Στρεπτόκοκκοι υπάρχουν σε πολλά είδη της καθημερινής διατροφής μας. Μερικοί από αυτούς είναι ισχυρότατα παθογόνα.





# ΝΗΜΑΤΟΕΙΔΗ ΚΥΑΝΟΒΑΚΤΗΡΙΑ



R. W. Castenholz

(α)



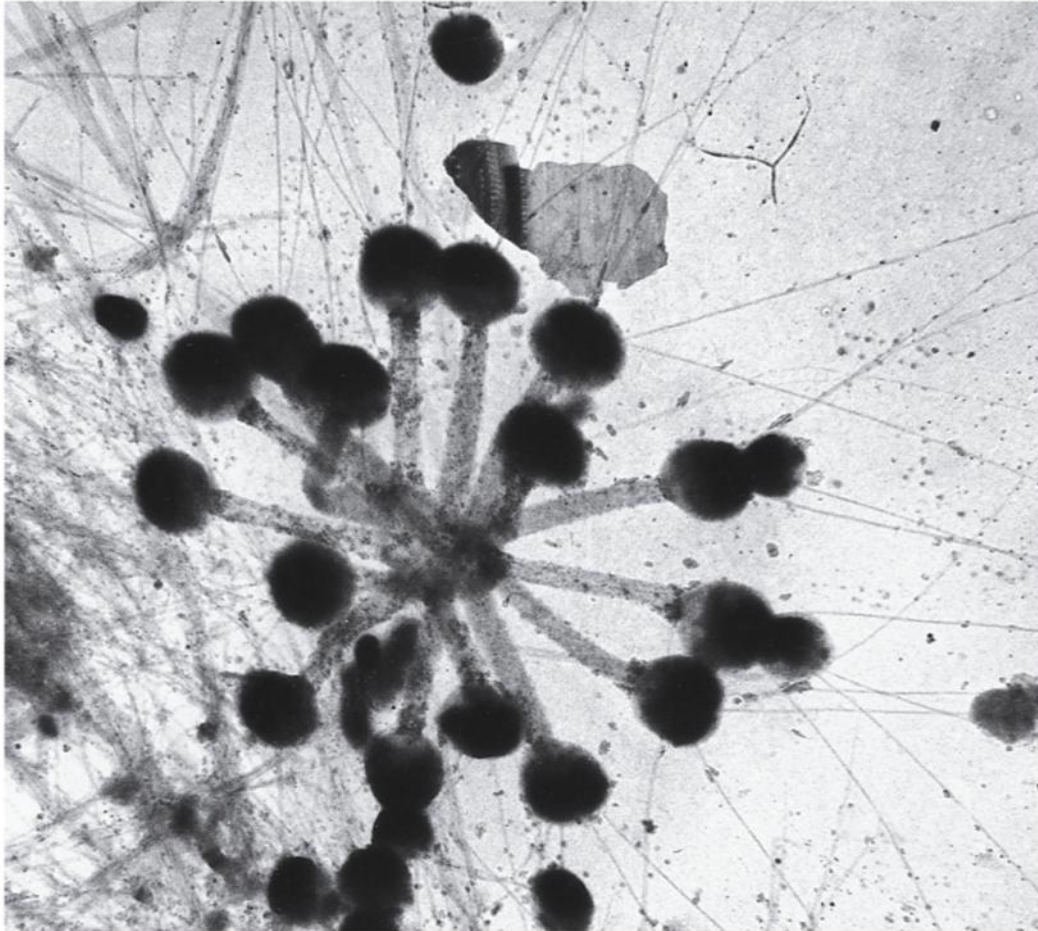
R. W. Castenholz

(β)

**Εικόνα 2.12:** Νηματοειδή κυανοβακτήρια. (α) *Oscillatoria*, (β) *Spirulina*. Τα κυανοβακτήρια είναι αυτά που παρήγαγαν πριν από χιλιάδες αιώνες το οξυγόνο που υπάρχει σήμερα στη Γη. Γνωρίζουμε πολλές μορφολογικές ποικιλίες των κυανό βακτηρίων, όπως είναι τα μονοκύτταρα, τα αποικιακά, και τα ετεροκυστικά. Τα τελευταία περιέχουν ειδικές δομές που λέγονται ετεροκύστες και επιτελούν τη δέσμευση του αζώτου (Δεσμός με τμήματα 12.25 και 17.28).



# ΒΑΚΤΗΡΙΟ PLANCTOMYCES



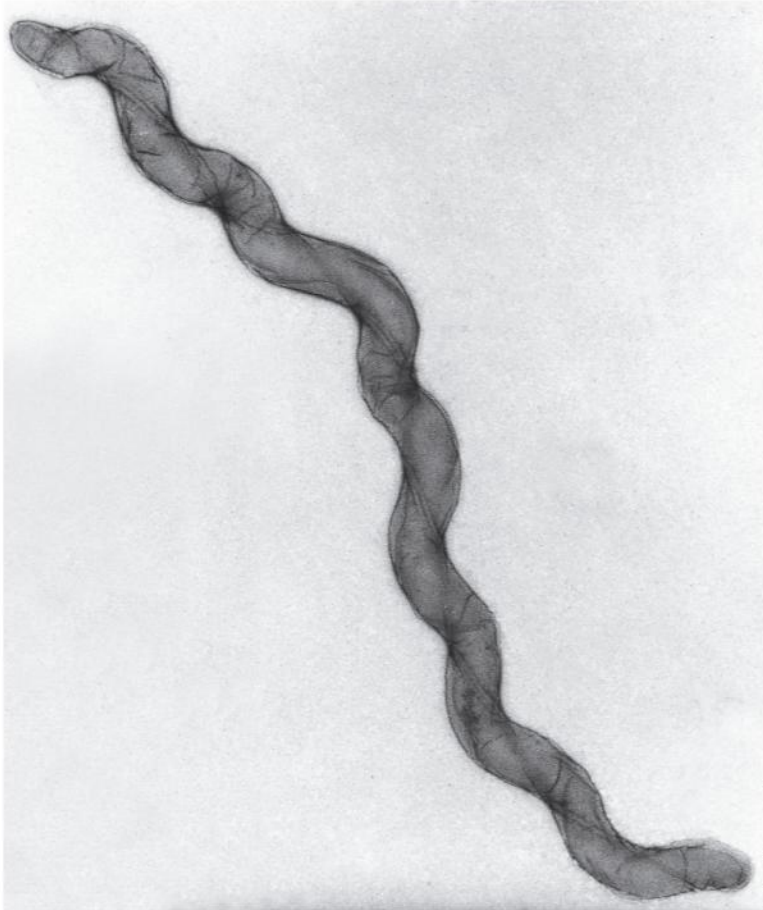
James T. Staley

## Εικόνα 2.13:

Η μορφολογία του έμμισχου βακτηρίου *Planctomyces*. Αρκετά κύτταρα συνδέονται μέσω των μίσχων, σχηματίζοντας ροζέτα.



# ΣΠΕΙΡΟΧΑΙΤΕΣ

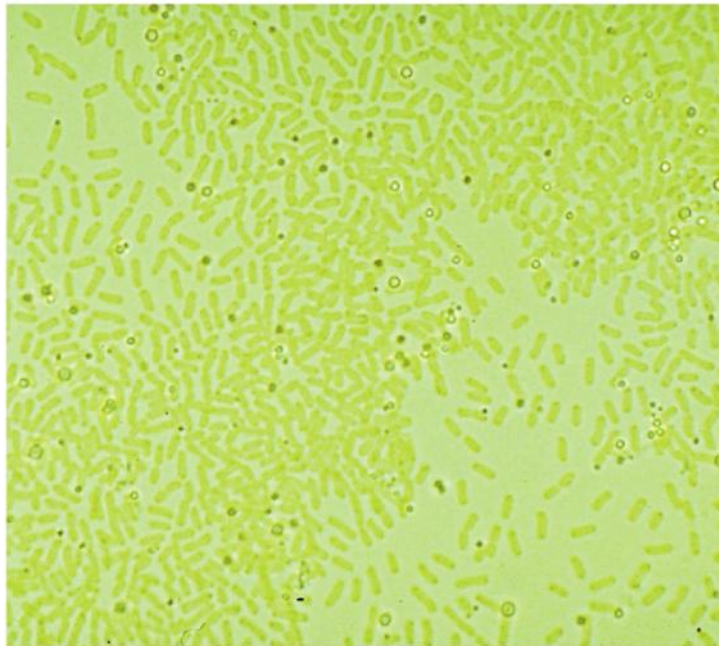


John Breznak

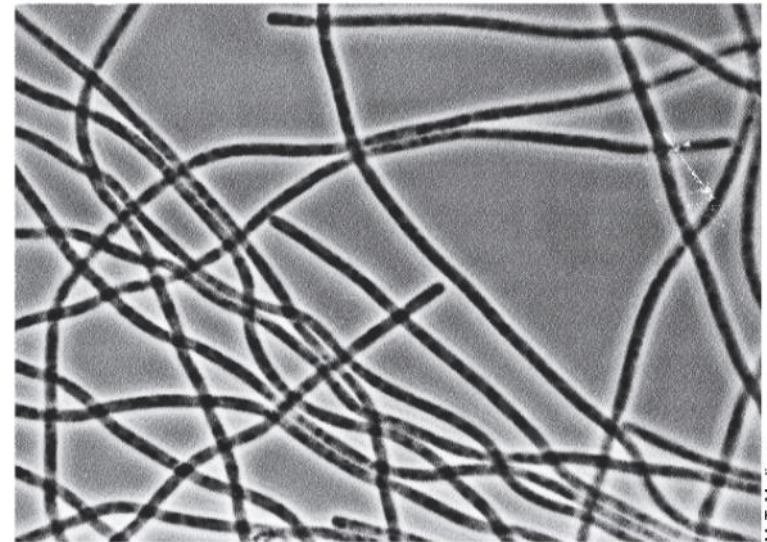
**Εικόνα 2.14:** Σπειροχαίτες. Κύτταρο της *Spirochaeta zuelzerae*. Αυτοί οι προκαρυώτες δεν διαφέρουν από τους υπόλοιπους μόνο μορφολογικά, αλλά και φυλογενετικά (βλ. Εικόνα 2.9). Οι σπειροχαίτες είναι πολύ διαδεδομένες στη φύση και μερικές προκαλούν ασθένειες, όπως τη σύφιλη και τη νόσο του Lyme. Δημοσιεύεται από το J. A. Breznak, 1973. *CRC Critical Reviews of Microbiology* 2:457-489. Πρωτότυπο μικρογράφημα των R. Joseph & E. CanaleParola, 1972. *Archives of Microbiology* 81:146-168.



# ΦΩΤΟΤΡΟΦΙΚΑ ΠΡΑΣΙΝΑ ΒΑΚΤΗΡΙΑ



(α)

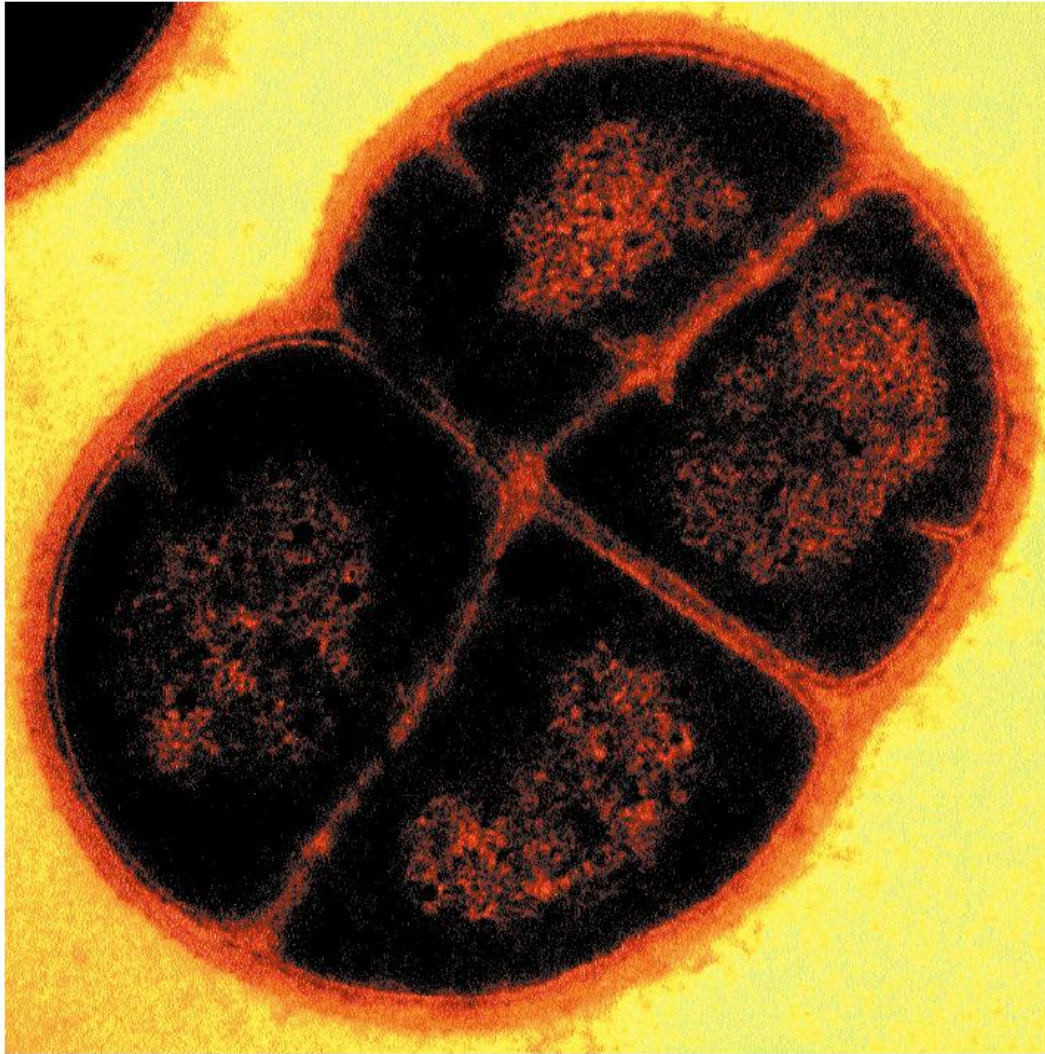


(β)

**Εικόνα 2.15:** Φωτοτροφικά πράσινα βακτήρια (α) *Chlorobium* (πράσινα θειοβακτήρια)· (β) *Chloroflexus* (πράσινα μη θειικά βακτήρια). Παρά τα πολλά κοινά χαρακτηριστικά τους, όπως ορισμένες μεμβρανικές δομές και χρωστικές ( Δεσμός με τμήμα 17.2), οι δύο αυτοί οργανισμοί διαφέρουν αρκετά από φυλογενετικής απόψεως (βλ. Εικόνα 2.9)



# DEINOCOCCUS RADIODURANS



Michael J. Daly

**Εικόνα 2.16:** Το βακτήριο *Deinococcus radiodurans* παρουσιάζει εξαιρετική αντοχή στην ακτινοβολία. Ο οργανισμός αυτός αντέχει σε επίπεδα ακτινοβολίας πολύ υψηλότερα απ' όσο θα άντεχε ο ανθρώπινος οργανισμός.



# AQUIFLEX

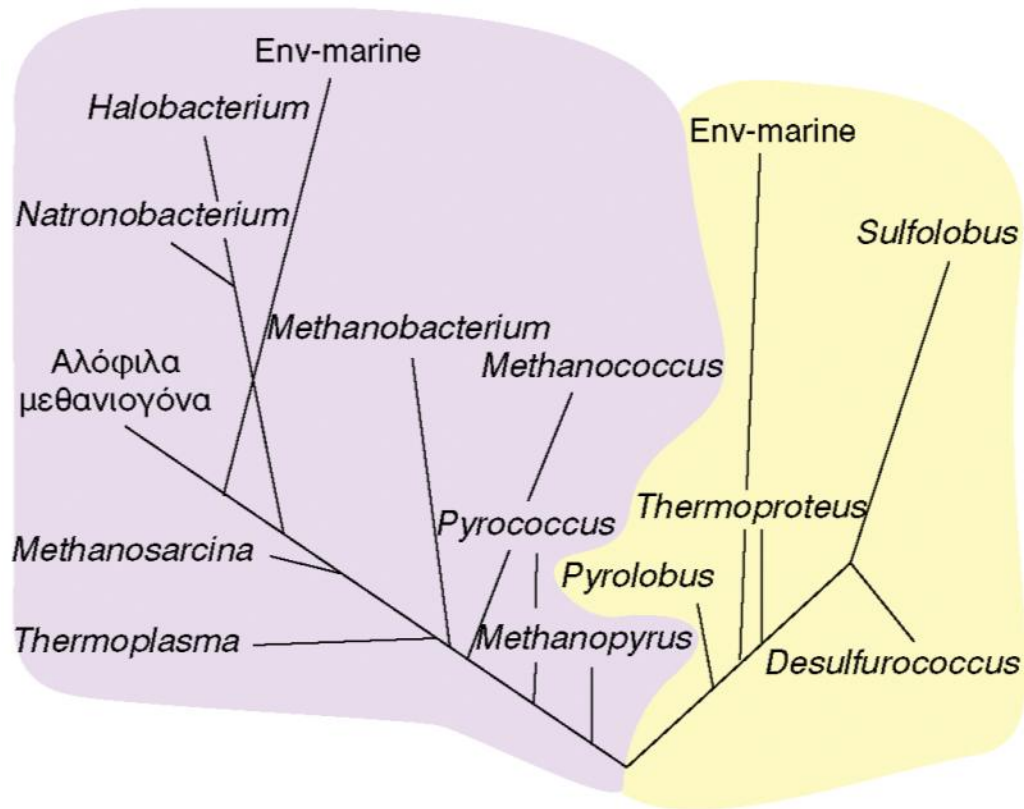


R. Rachel and K. O. Stetter

**Εικόνα 2.17:** *Aquiflex*. Αυτό το βακτηριακό είδος των πρῶιμων κλάδων του προκαρυωτικού δέντρου (βλ. Εικόνα 2.9) είναι ένας υπερθερμόφιλος οργανισμός που αναπτύσσεται άριστα σε θερμοκρασίες άνω των 80°C.



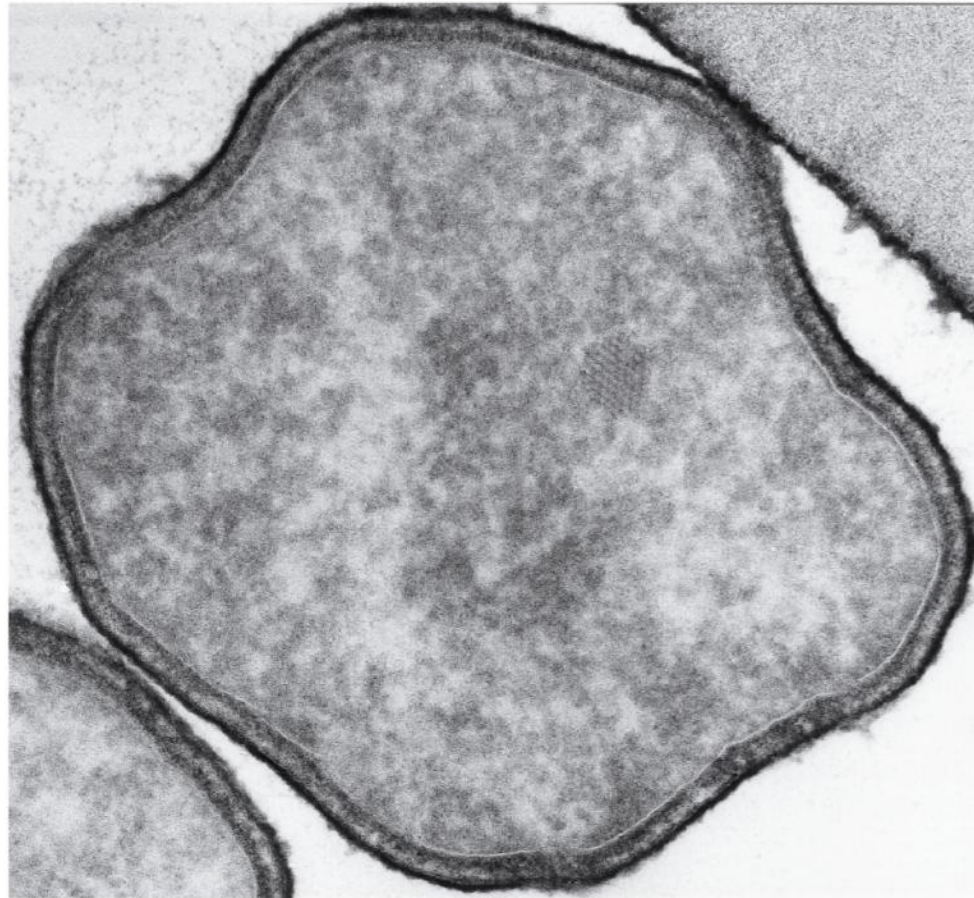
# ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΟ ΔΕΝΤΡΟ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ



**Εικόνα 2.18:** Λεπτομέρειες από το φυλογενετικό δέντρο των Αρχαίων. Δεν αναπαρίστανται όλες οι γνωστές γενεαλογικές γραμμές των Αρχαίων. Στα Αρχαία υπάρχουν δύο κύριες υποενότητες. Οι οργανισμοί στην κίτρινη περιοχή είναι κυρίως υπερθερμόφιλοι, άρα αναπτύσσονται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Στην κοκκινωπή περιοχή ανήκουν τα μεθανιογόνα, τα ακραία αλόφιλα, και τα οξεόφιλα. Κάθε κύρια ομάδα διαθέτει επίσης τη δική της γενεαλογική γραμμή Env (βλ. λεζάντα της Εικόνας 2.9 και κείμενο), ενώ τα περισσότερα είδη είναι θαλάσσια. Και οι δύο υποομάδες των Αρχαίων έχουν τον ίδιο περίπου αριθμό ειδών, αλλά ο συνολικός αριθμός ειδών που έχουν αναπτυχθεί σε καλλιέργειες είναι πολύ μικρότερος από τον αντίστοιχο των Βακτηρίων.



# PYROLOBUS



R. Rachel and K. O. Stetter

**Εικόνα 2.19:** Pyrolobus. Υπερθερμόφιλο Αρχαίο με άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης υψηλότερη από το σημείο βρασμού του νερού!





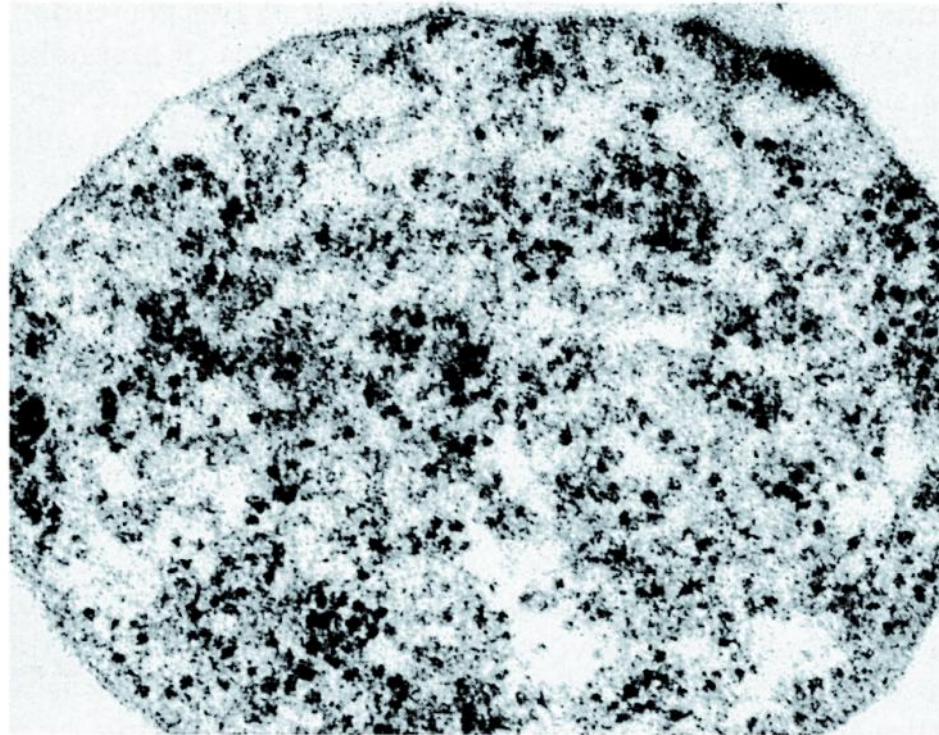
# ΑΚΡΑΙΑ ΑΛΟΦΙΛΑ ΑΡΧΑΙΑ



**Εικόνα 2.20:** Ακραία αλόφιλα Αρχαία. Το φιαλίδιο περιέχει κορεσμένο διάλυμα NaCl και κύτταρα του ακραίου αλόφιλου Halobacterium. Στον οργανισμό αυτό υπάρχουν χρωστικές που δεσμεύουν το φως και οδηγούν στην παραγωγή ATP. Τα κύτταρα του Halobacterium μπορούν να επιβιώσουν ακόμη και μέσα σε κρυστάλλους αλατιού (Δεσμός με ένθετο Κεφαλαίου 4. Πόσο χρόνο μπορεί να επιβιώσει ένα ενδοσπόριο;)



# ΑΡΧΑΙΟ THERMOPLASMA

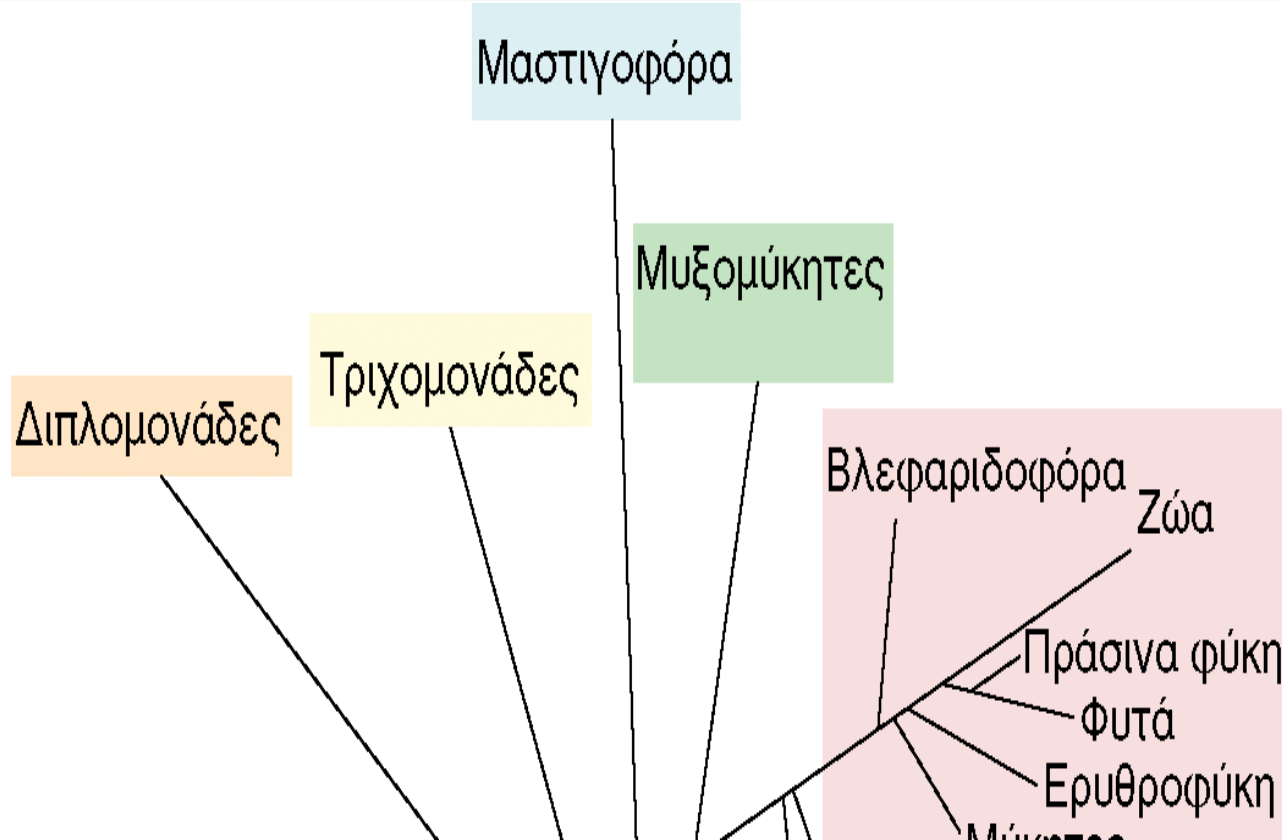


T. D. Brock

**Εικόνα 2.21:** Το Αρχαίο Thermoplasma της Εικόνας, όπως και ο στενός συγγενής του *Picrophilus* (βλ. Πίνακα 2.1) είναι στοιχωματικά και αναπτύσσονται σε μέτρια υψηλές θερμοκρασίες και εξαιρετικά χαμηλό pH. Στοιχωματικά είδη συναντούμε επίσης στο βακτηριακό γένος *Mycoplasma*. Οι στοιχωματικοί προκαρυώτες περιγράφονται στα Τμήματα 12.21 και 13.5.



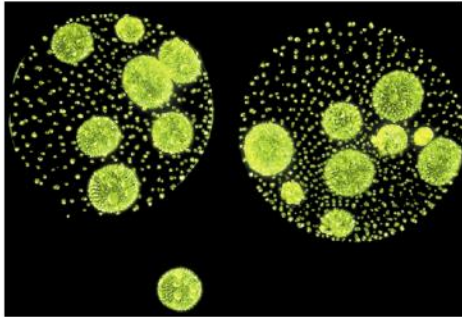
# ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΟ ΔΕΝΤΡΟ ΤΩΝ ΕΥΚΑΡΥΩΝ



**Εικόνα 2.22:** Λεπτομέρειες από το φυλογενετικό δέντρο των Ευκαρύων. Δεν αναπαρίστανται όλες οι γνωστές γενεαλογικές γραμμές των Ευκαρύων. Σε μερικά από τα είδη των πρώιμων ευκαρυωτικών διακλαδώσεων, το μόνο ενδοκυτταρικό οργανίδιο είναι ο πυρήνας. Παρατηρήστε ότι οι «ανώτεροι οργανισμοί» (δηλαδή τα φυτά και τα ζώα) εμφανίζονται στις κορυφαίες διακλαδώσεις του δέντρου.



# ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΑ ΕΥΚΑΡΥΑ



Dennis Kunkel

(α)



Barry Katz, Microsearch

(β)



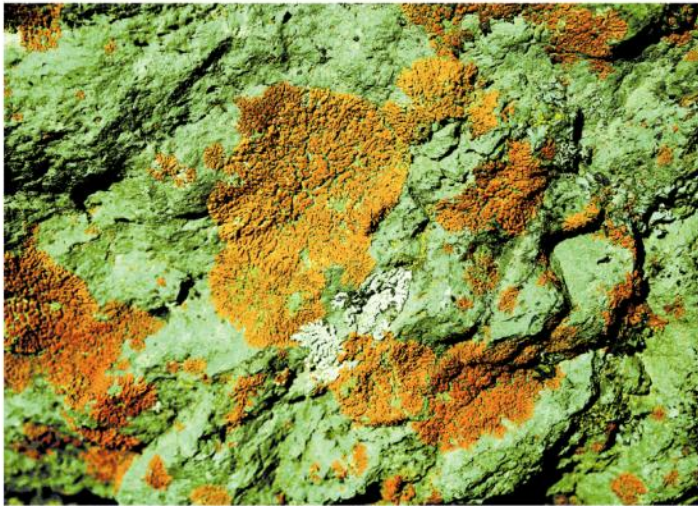
Sylvain Tassin

(γ)

**Εικόνα 2.23:** Μικροφωτογραφίες μικροβιακών Ευκαρύων. (α) Φύκη: αποικιακό πράσινο φύκοςτου γένους *Volvox* (Δεσμός με τμήμα 14.11). Κάθε σφαιρικό κύτταρο περιέχει έναν μικρό αριθμό χλωροπλαστών (φωτοσυνθετικών οργανιδίων των φωτοτροφικών ευκαρυωτών). (β) Μύκητες: οι σποριογονικές δομές ενός τυπικού μύκητα. Από κάθε σπόριο μπορεί να προκύψει ένας μυκηλιακός μύκητας (Δεσμός με τμήμα 14.9). (γ) Πρωτόζωα: το βλεφαριδοφόρο πρωτόζωο *Paramecium* (Δεσμός με τμήμα 14.8). Οι βλεφαρίδες λειτουργούν όπως τα κουπιά της βάρκας, προσδίδοντας αυτοκινησία στο κύτταρο.



# ΛΕΙΧΗΝΕΣ



(α)



(β)

**Εικόνα 2.24:** Λειχήνες. (α) Ένας πορτοκαλόχρωμος λειχήνας που αναπτύσσεται σε βράχο, και (β) ένας κιτρινόχρωμος λειχήνας που αναπτύσσεται σε νεκρό κορμό δέντρου, στο Εθνικό Πάρκο Yellowstone των Η ΠΑ. Το χρώμα οφείλεται στα έγχρωμα συστατικά (φύκη) της δομής των λειχηνών.



# ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

- Δομή μικροοργανισμών
- φυλογενετική



# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❑ Βιολογία Των Μικροοργανισμών –  
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Κεφάλαιο 2.