



Γενική Μικροβιολογία

Ενότητα 21

ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ: ΑΡΧΑΙΑ

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 των Αρχαίων, της δομής τους και της βιολογίας τους.



ΠΡΟΚΑΡΥΩΤΙΚΗ ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ: ΑΡΧΑΙΑ

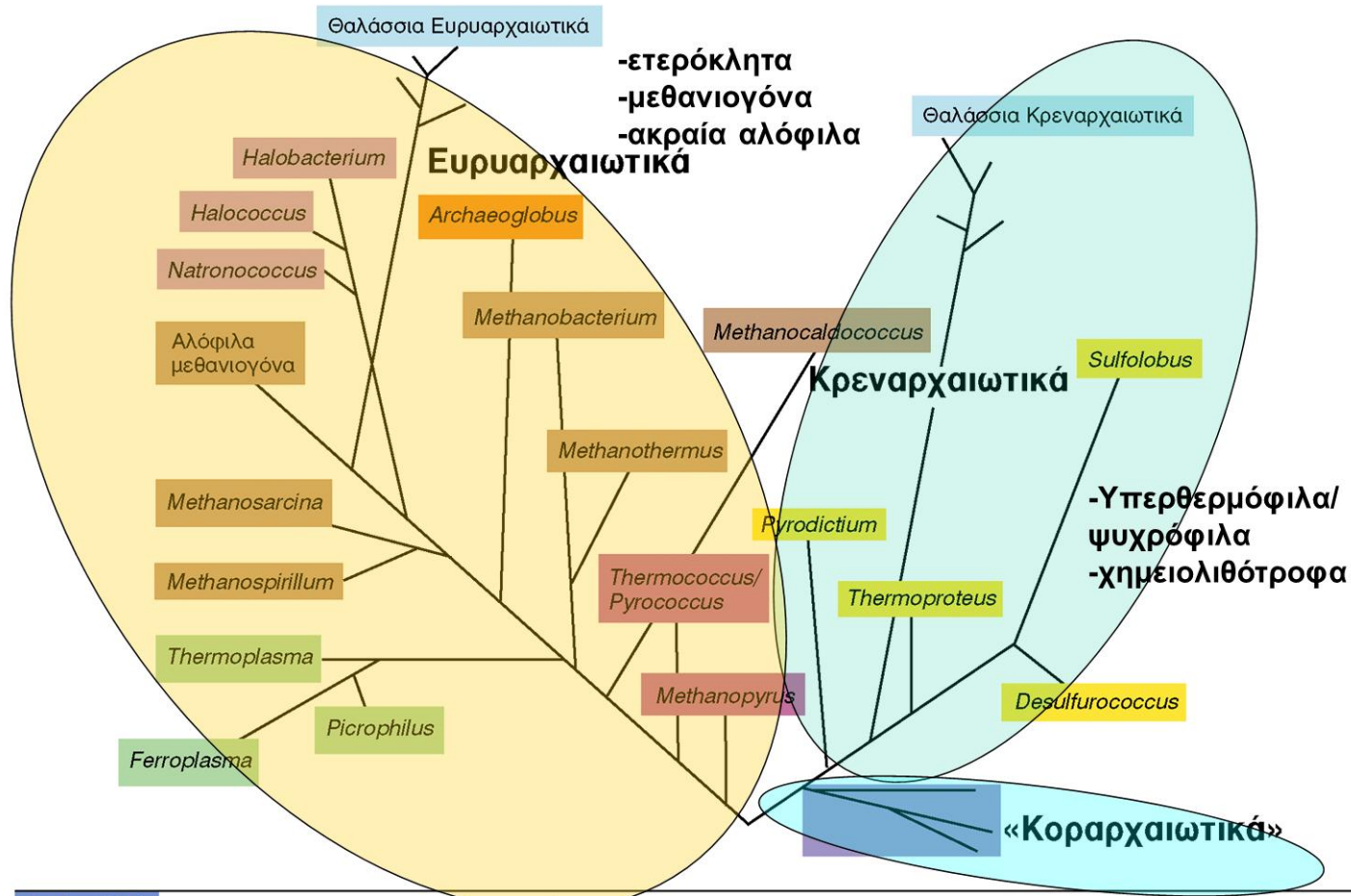


- ΑΠΟΥΣΙΑ ΠΕΠΤΙΔΟΓΛΥΚΑΝΗΣ ΑΠΟ ΚΥΤΤΑΡΙΚΟ ΤΟΙΧΩΜΑ
- ΛΙΠΙΔΙΑ ΚΥΤΤΑΡΙΚΗΣ ΜΕΜΒΡΑΝΗΣ ΣΥΝΔΕΟΝΤΑΙ ΜΕ ΑΙΘΕΡΙΚΟ ΔΕΣΜΟ
- ΠΟΛΥΠΛΟΚΕΣ ΠΟΛΥΜΕΡΑΣΕΣ ΤΟΥ RNA

Αν και μερικά «είδη των Αρχαίων ζουν σε σχετικά αβλαβή περιβάλλοντα, όπως στο πεπτικό σύστημα των θερμόαιμων ζώων, εν τούτοις το γνώρισμα που τα χαρακτηρίζει είναι η ικανότητα τους να ευδοκιμούν σε ακραία περιβάλλοντα. Εδώ φαίνεται μια άνθιση αλοαλκαλεόφιλων Αρχαίων που αναπτύχθηκε σε μια λίμνη της Αιγύπτου πλούσια σε ανθρακικό νάτριο. Το κόκκινο χρώμα οφείλεται στα καροτενοειδή που παράγουν αυτοί οι οργανισμοί για την προστασία τους από το έντονο ηλιακό φως. Τα αλοαλκαλεόφιλα είναι ακραιόφιλοι πρυκαρυωτικοί οργανισμοί που έχουν εξελιχθεί έτσι ώστε να αναπτύσσονται άριστα υπό συνθήκες υψηλών συγκεντρώσεων αλατιού και υψηλού pH.



ΦΥΛΟΓΕΝΕΤΙΚΟ ΔΕΝΤΡΟ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ



Εικόνα 13.1: Λεπτομερές φυλογενετικό δέντρο των Αρχαίων, με βάση συγκρίσεις της αλληλουχίας βάσεων του ριβοσωματικού RNA 16S. Τα θαλάσσια Ευρυαρχαιωτικά και τα θαλάσσια Κρεναρχαιωτικά είναι μέχρι τώρα γνωστά μόνο από δειγματοληψία κοινοτήτων (Δεσμός με Τμήματα 11.6, 18.4, και 18.5).



ΔΙΑΤΗΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΥΤΟΤΡΟΦΙΑ ΣΤΑ ΑΡΧΑΙΑ

- Μεθανιογόνα (μεταβολισμός ενέργειας διαφορετικός από τους άλλους *Προκαρυώτες*)
- Μη μεθανιογόνα:
 - Χημειοργανότροφα: μεταβολισμός παρόμοιος με *Βακτήρια* (γλυκόζη μέσω γλυκόλυσης ή Entner-Doudoroff, οξικό προς CO_2 μέσω ΚΚΟ...)
 - Άγνωστοι οδοί βιοσύνθεσης αμινοξέων, πιθανές ομοιότητες με *Βακτήρια*
 - Μεταφορά ηλεκτρονίων (με κυτοχρώματα), σύνθεση ATP, όπως στα *Βακτήρια*
 - Πολλά αυτότροφα (CO_2 προς CH_4).
 - Δέσμευση CO_2 μέσω :
 - της οδού του ακετυλο-CoA ή άλλης μορφής της,
 - ή αντίστροφου κύκλου κιτρικού
 - ή κύκλου Calvin
 - Θερμοσταθερές παραλλαγές ενζύμων



ΕΥΡΥΑΡΧΑΙΩΤΙΚΑ ΑΚΡΑΙΑ ΑΛΟΦΙΛΑ ΑΡΧΑΙΑ

- *Halobacterium, Haloferax, Natronobacterium*
- Περιβάλλοντα με υψηλή αλατότητα
 - ❑ αλυκές, αλατούχες λίμνες (Great Salt Lake, Utah, ΗΠΑ), παστά τρόφιμα, αλλαντικά
- 1,5 M (9%) NaCl ελάχιστο, 2-4 M (12-23%) τα περισσότερα, μερικά σε 5,5 M (32% όριο κορεσμού του NaCl)
 - ❑ Απαιτούν, όχι απλώς ανέχονται το NaCl
- Αντιμετώπιση ωσμωτικού σοκ: συμβατές διαλυμένες ουσίες (*Halobacterium*: ιόντα K^+ στο κυτταρόπλασμα εξισσοροπούν ωσμωτική πίεση από ιόντα Na^+ στο εξωτερικό)



ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΑ ΑΛΟΦΙΛΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ



T. D. Brock

(α)



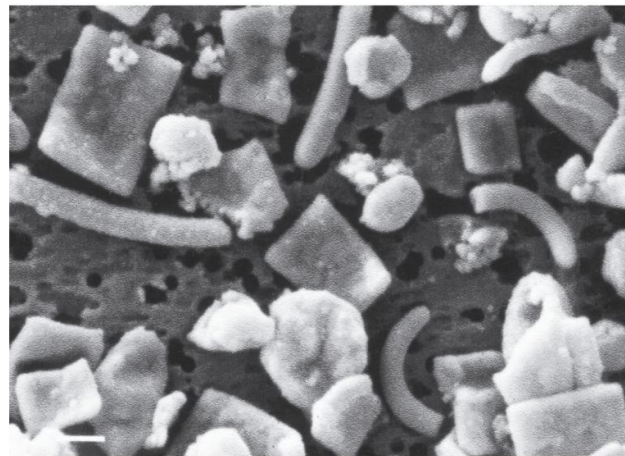
NASA

(β)



Michael T. Madigan

(γ)



Francisco Rodriguez-Valera

(δ)

Εικόνα 13.2: Υπεραλατούχα ενδισαιπήματα αλόφιλων Αρχαίων, (α) Μεγάλη Αλμυρή Λίμνη, Πολιτεία Utah, ΗΠΑ· υπεραλατούχα λίμνη στην οποία η αναλογία των ιόντων είναι ίδια με εκείνη του θαλασσιού νερού, αλλά η απόλυτη συγκέντρωσή τους είναι περίπου δεκαπλάσια. Το πράσινο χρώμα οφείλεται κυρίως στα κύτταρα του αλόφιλου πράσινου ευκαρυωτικού φύκους, *Dunaliella salina*. (β) Αεροφωτογραφία περιοχής κοντά στον Κόλπο του Αγίου Φραγκίσκου στην Καλιφόρνια, Η ΠΑ, που δείχνει μια σειρά από δεξαμενές εξάτμισης θαλασσιού νερού για την παραγωγή αλατιού. Το ερυθροπόρφυρο χρώμα οφείλεται πρωτίστως σε βακτηριορουμπερίνες και στη βακτηριοροδοψίνη των κυττάρων του *Halobacterium*. (γ) Λίμνη Hamara, στο Wadi El Natroun της Αιγύπτου. Σε αυτή την πλούσια σε ανθρακικό νάτριο λίμνη, σε pH 10, ευδοκιμούν αλοαλκαλεόφιλα με άφθονες χρωστικές. Παρατηρήστε την εναπόθεση τρόνας (Na_2CO_3) γύρω από τη λίμνη, (δ) Ηλεκτρονικό μικρογράφημα σάρωσης αλόφιλων προκαρυωτών, μεταξύ των οποίων και τετράγωνων βακτηρίων, σε μια ισπανική αλυκή.



ΠΙΝΑΚΑΣ 13.2 ΓΕΝΗ ΑΚΡΑΙΩΝ ΑΛΟΦΙΛΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ

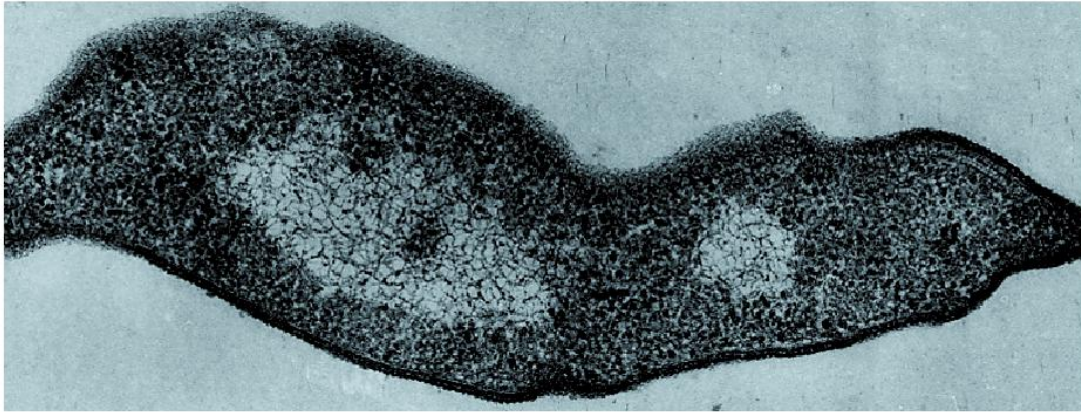
Γένος"	Μορφολογία	Αριθμός ειδών	ΟΝΑ (mol % G+C)	Ενδιαίτημα
Ακραία αλόφιλα				
<i>Halobacterium</i>	Ράβδοι	1	66-71	Παστά ψάρια. Δέρματα. υπεραλατούχες λίμνες· αλυκές
<i>Halorubrum</i>	Ράβδοι	7	62-71	Νέκρα θαλασσα, αλυκές
<i>Halobaculum</i>	Ράβδοι	1	70	Νέκρα θαλασσα
<i>Haloferax</i>	Ράβδοι	4	60-66	Νέκρα θάλασσα. αλυκές
<i>Haloarcula</i>	Ράβδοι	7	63-65	Μικρές αλατούχες λίμνες· Κοιλιάδα ίου θανάτου, Καλιφόρνια. ΗΠΑ· αλυκές
<i>Halococcus</i>	Κόκκοι	3	59-66	Παστά ψάρια. αλυκές
<i>Halogeometricum</i>	Ράβδοι	1	59-60	Αλυκές
<i>Haloterrigena</i>	Ράβδοι, ελλειψοειδή	1	59-60	Αλατούχο έδαφος
Αλοαλκαεόφιλα				
<i>Natronobacterium</i>	Ράβδοι	1	65	Πολύ αλμυρές λίμνες πλούσιες σε Na ⁺ CO ₃
<i>Natrinema</i>	Ράβδοι	2	70	Παστά ψάρια. δέρματα
<i>Natrialba</i>	Ράβδοι	2	60-63	Λίμνες* άμμος θαλάσσης
<i>Natronomonas</i>	Ράβδοι	1	61-64	Λίμνες πλούσιες σε Na ₂ CO ₃
<i>Natronococcus</i>	Κόκκοι	2	63-64	Λίμνες πλούσιες σε Na ₂ CO ₃
<i>Natronorubrum</i>	Πεπτατυσμένα κύτταρα	2	59-60	Λίμνες πλούσιες σε Na ₂ CO ₃

Μεγάλα
πλασμίδια

- Χημειοργανότροφα, τα περισσότερα υποχρεωτικώς αερόβια
- Πηγές ενέργειας: και αμινοξέα, οργανικά οξέα
- Κυτταροπλασματικές πρωτεΐνες με όξινα αμινοξέα (ασπαρτικό, γλουταμινικό, αλλά και λυσίνη)
 - Διαλυτότητα πρωτεϊνών στο υψηλά ιοντικό περιβάλλον (K⁺)
- Κυτταρικό τοίχωμα με όξινες γλυκοπρωτεΐνες και ιόντα Na⁺ : ακεραιότητα κυττάρου

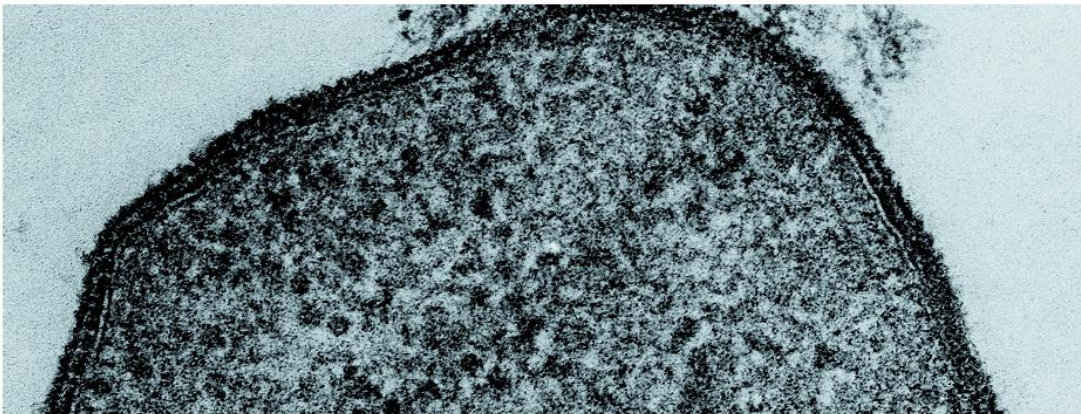


HALOBACTERIUM SALINARUM: ΑΚΡΑΙΟ ΑΛΟΦΙΛΟ ΑΡΧΑΙΟ



Mary Reedy

(α)



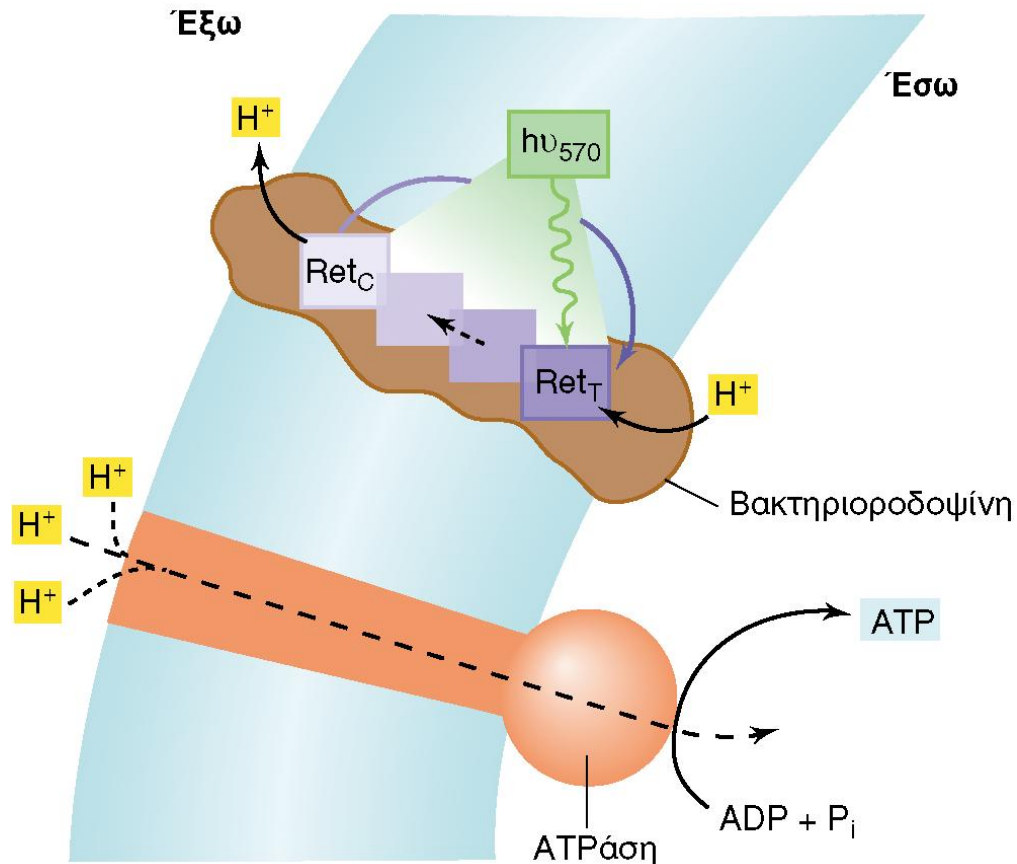
Mary Reedy

(β)

Εικόνα 13.3:
Ηλεκτρονικά
μικρογραφήματα λεπτών
τομών του ακραίου
αλόφιλου *Halobacterium
salinarum*. Διάμετρος
κυττάρου: 0,8 μm. (α)
Διαμήκης τομή. (β)
Ηλεκτρονικά
μικρογράφημα σε μεγάλη
μεγέθυνση, που δείχνει ότι
η δομή του κυτταρικού
τοιχώματος αποτελείται
από υπομονάδες
γλυκοπρωτεΐνης.



ΣΥΝΘΕΣΗ ΑΤΡ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΦΩΣ, ΑΠΟΥΣΙΑ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ



Εικόνα 13.4: Μοντέλο του μηχανισμού δράσης της βακτηριοροδοψίνης. Φως στα 570 nm ($h\nu_{570}$) μετατρέπει την πρωτονιωμένη ρετινάλη της βακτηριοροδοψίνης από τη μορφή trans (Ret_T) στη μορφή cis (Ret_C), παράλληλα με τη μετατόπιση ενός πρωτονίου στην εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης, δημιουργώντας έτσι μια διαβάθμιση πρωτονίων ικανή να αποδώσει πρωτονιεγερτική δύναμη. Η δράση της ΑΤΡάσης (Δεσμός με Τμήμα 5.12) καθοδηγείται από την πρωτονιεγερτική δύναμη.

- Άφθονες χρωστικές στα Αρχαία: Καροτενοειδή (βακτηριοροδοψίνες)
- Επαγωγίμες (υπό μικροαερόφιλες συνθήκες) χρωστικές:
 - ❑ Βακτηριοροδοψίνη, μαζί με ρετινάλη (κόκκινο χρώμα)
 - ❑ Άλλες ροδοψίνες (αλοροδοψίνη, αισθητήριες ροδοψίνες, πρωτεοροδοψίνες)



ΜΕΘΑΝΙΟΓΟΝΑ

- *Methanobacterium, Methanocaldococcus**, *Methanosarcina*
- Υποχρεωτικώς αναερόβια
- Alessandro Volta: μεθάνιο από ιζήματα γλυκού νερού αναφλέγεται
 - ❑ Τελευταίο στάδιο αποικοδόμησης οργανικής ύλης
- Ποικιλομορφία στη χημ. σύσταση κυτταρικού τοιχώματος

*αλληλούχιση γονιδιώματος: 1700 γονίδια-κεντρικές μεταβολικές οδοί όπως *Βακτήρια*-μεταγραφή, μετάφραση όπως *Ευκάρυα*)



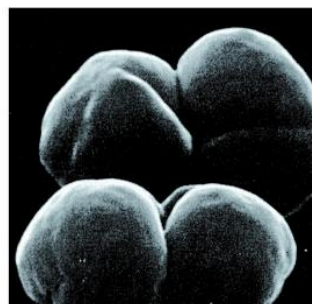
(α)



(β)



(γ)



(δ)

Εικόνα 13.6: Ηλεκτρονικά μικρογραφήματα σάρωσης κυττάρων μεθανιογόνων Αρχαίων, που δείχνουν τη σημαντική ποικιλομορφία τους. (α) *Methanobrevibacter ruminantium*. Διάμετρος κυττάρου: περί τα 0,7 μm. (β) *Methanobrevibacter arboriphilus*. Διάμετρος κυττάρου: περί το 1 μm. (γ) *Methanospirillum hungatii*. Διάμετρος κυττάρου: περί τα 0,4 μm. (δ) *Methanosarcina barkeri*. Διάμετρος κυττάρου: περί τα 1,7 μm.



John A. Breznak

Εικόνα 13.5: Το «πείραμα του Volta», όπως αναπαράγεται στο θερινό μάθημα Μικροβιακής Ποικιλότητας στο Woods Hole της Μασαχουσέτης (ΗΠΑ). Ένα μεγάλο χωνί τοποθετήθηκε ανάποδα πάνω από ιζήματα γλυκού νερού στα οποία λάμβανε χώρα αναερόβια αποσύνθεση, στο έλος Cedar του Woods Hole. Μετά την εκτόπιση του αέρα στο χωνί από το νερό, το χωνί σφραγίστηκε και τα ιζήματα ανακατεύθηκαν με ένα ξύλο, οπότε οι εγκλωβισμένες φυσαλίδες μεθανίου συγκεντρώθηκαν στο αντεστραμένο χωνί. Αμέσως μετά την αποσφράγιση του, ένας από τους συμμετέχοντες πλησίασε μια φλόγα στο στόμιο του χωνιού, και το μεθάνιο πήρε φωτιά. Το πείραμα αυτό έγινε για πρώτη φορά πριν από 200 και πλέον χρόνια από τον Ιταλό φυσικό Alessandro Volta, ο οποίος περιέγραψε το μεθάνιο ως «εύφλεκτο αέρα».



ΠΙΝΑΚΑΣ 13.4 ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΑ ΜΕΘΑΝΙΟΓΟΝΩΝ

- I. Ανοξικά ιζήματα: έλη (βλ. Εικόνα 13.5), τενάγη, και ιζήματα λιμνών, ορυζώνες, υγρές χωματερές (Δεσμός με Τμήμα 19.10)
- II. Πεπτικός σωλήνας ζώων:
 - a) Προστόμαχος μηρυκαστικών, όπως βοοειδών, προβάτων, τάρανδων, ελαφιών, και καμηλών (Δεσμός με Τμήμα 19.11)
 - b) Τυφλό έντερο των φυτοφάγων ζώων, όπως των αλόγων και των κουνελιών (Δεσμός με Τμήμα 19.11)
 - c) Παχύ έντερο μονογαστρικών ζώων, όπως των ανθρώπων, των χοίρων, και των σκύλων (Δεσμός με Τμήμα 21.4)
 - d) Οπίσθιο μέρος του πεπτικού σωλήνα κυτταρινολυτικών εντόμων (π.χ. τερμιτών)
- III. Γεωθερμικές πηγές $H_2 + CO_2$: υδροθερμικές πηγές (Δεσμός με Τμήμα 19.8)
- IV. Τεχνητές μονάδες βιοαποικοδόμησης: μονάδες βιοδιάσπασης ιλύος αποβλήτων (Δεσμός με Τμήμα 28.2)
- V. Ενδοσυμβιώτες διαφόρων αναερόβιων πρωτοζώων (Δεσμός με Τμήμα 19.26)



ΠΙΝΑΚΑΣ 13.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΘΑΝΙΟΓΟΝΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ^α

Γένος ^α	Μορφολογία	Αριθμός ειδών	Υποστρώματα για μεθανιογένεση	DNA (mol % G+C)
Methanobacteriales				
<i>Methanobacterium</i>	Επιμήκεις ράβδοι	8	H ₂ + CO ₂ , μυρμηκικό	30-55
<i>Methanobrevibacter</i>	Βραχείες ράβδοι	7	H ₂ + CO ₂ , μυρμηκικό	27-31
<i>Methanosphaera</i>	Κόκκοι	2	Μεθανολη + H ₂ (και τα δύο απαραίτητα)	23-26
<i>Methanothermus</i>	Ράβδοι	2	H ₂ + CO ₂ , μπορεί επίσης να ανάγει S ⁰ ·υπερθερμόφιλο	33
<i>Methanothermobacter</i>	Ράβδοι	6	H ₂ + CO ₂ , μυρμηκικό, θερμόφιλα	32-61
Methanococcales				
<i>Methanococcus</i>	Ακανόνιστοι κόκκοι	3	H ₂ + CO ₂ , πυροσταφυλικό + CO ₂ , μυρμηκικό	29-35
<i>Methanothermococcus</i>	Κόκκοι	1	H ₂ + CO ₂ , μυρμηκικό	31-34
<i>Methanocaldococcus</i>	Κόκκοι	4	H ₂ + CO ₂	
<i>Methanotom's</i>	Κόκκοι	1	H ₂ + CO ₂	31-33
Methanomicrobiales				
<i>Methanomicrobium</i>	Βραχείες ράβδοι	1	H ₂ + CO ₂ , μυρμηκικό	49
<i>Methanogenium</i>	Ακανόνιστοι κόκκοι	4	H ₂ + CO ₂ , μυρμηκικό	47-52
<i>Methanospirillum</i>	Σπειράματα	1	H ₂ + CO ₂ , μυρμηκικό	45-50
<i>Methanoplanus</i>	Κύτταρα σε σχήμα πινακίου φαίνονται σαν λεπτές πλάκες με εμφανή άκρα	3	H ₂ + CO ₂ , μυρμηκικό	39-50

^α Οι (ταξινομικές) τάξεις παρατίθενται με έντονα στοιχεία.

^β Βλ. Παράρτημα 3, Σ.τ.Ε.Ε. 2.



ΠΙΝΑΚΑΣ 13.5 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΘΑΝΙΟΓΟΝΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ^α (2)

Γένος ^α	Μορφολογία	Αριθμός ειδών	Υποστρώματα για μεθανιογένεση	DNA (mol % G+C)
Methanomicrobiales				
<i>Methanocorpusculum</i>	Ακανονιστοι κόκκοι	4	H ₂ + CO ₂ , μυρμηκικό, αλκοόλες	48-52
<i>Nethanoculleus</i>	Ακανονιστοι κόκκοι	6	H ₂ + CO ₂ , αλκοόλες, μυρμηκικό	49-61
<i>Methanofollis</i>	Ακανόνιστοι κόκκοι	2	H ₂ + CO ₂ , μυρμηκικό	54-60
<i>Methanolacinia</i>	Ακανόνιστες ράβδοι	1	H ₂ + CO ₂ , αλκοόλες	38-45
Methanosarcinales				
<i>Methanosarcina</i>	Μεγάλοι ακανονιστοι κόκκοι σε πακέτα	5	H ₂ + CO ₂ , μεθανόλη, μεθυλαμίνες, οξικό	36-43
<i>Methanolobus</i>	Ακανόνιστοι κόκκοι σε συσσωματώματα	5	Μεθανολη, μεθυλαμίνες	39-46
<i>Methanohalobium</i>	Ακανόνιστοι κόκκοι	1	Μεθανολη, μεθυλαμίνες· αλοφιλα	37
<i>Methanococcoides</i>	Ακανόνιστοι κόκκοι	2	Μεθανόλη, μεθυλαμίνες	42
<i>Methanohalophilus</i>	Ακανόνιστοι κόκκοι	3	Μεθανόλη, μεθυλαμίνες, Μεθυλοσουλφίδια· αλοφιλα	39-41
<i>Methanosaeta</i>	Επιμήκειες ράβδοι έως νημάτια	2	Οξικό	52-61
<i>Methanosalsum</i>	Ακανόνιστοι κόκκοι	1	Μεθανόλη, μεθυλαμίνες, διμεθυλοσουλφίδια	38-40
Methanopyrales				
<i>Methanopyrus</i>	Ράβδοι σε αλυσίδες	1	H ₂ + CO ₂ , υπερθερμόφιλο, ανάπτυξη στους 110°C	60

^α Οι (ταξινομικές) τάξεις παρατίθενται με έντονα στοιχεία.

^β Βλ. Παράρτημα 3, Σ.Τ.Ε.Ε. 2.



ΠΙΝΑΚΑΣ 13.6: ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΑ ΠΟΥ ΜΕΤΑΤΡΕΠΟΝΤΑΙ ΣΕ ΜΕΘΑΝΙΟ

ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΘΑΝΙΟΓΟΝΑ ΑΡΧΑΙΑ

I. Υποστρώματα τύπου CO₂

Διοξείδιο του άνθρακα, CO₂ (τα ηλεκτρόνια προέρχονται από το H₂, ορισμένες αλκοόλες, ή πυροσταφυλικό)

Μυρμηκικό, HCOO⁻



Μονοξείδιο του άνθρακα, CO

II. Μεθυλοϋποστρώματα

Μεθανόλη, CH₃OH



Μεθυλαμίνη, CH₃NH₂

Διμεθυλαμίνη, (CH₃)₂NH

Τριμεθυλαμίνη, (CH₃)₃N

Μεθυλομερκαπτανή, CH₃SH

Διμεθυλοσουλφίδιο, (CH₃)₂S

III. Οξικοτροφικά υποστρώματα

Οξικό, CH₃COO⁻

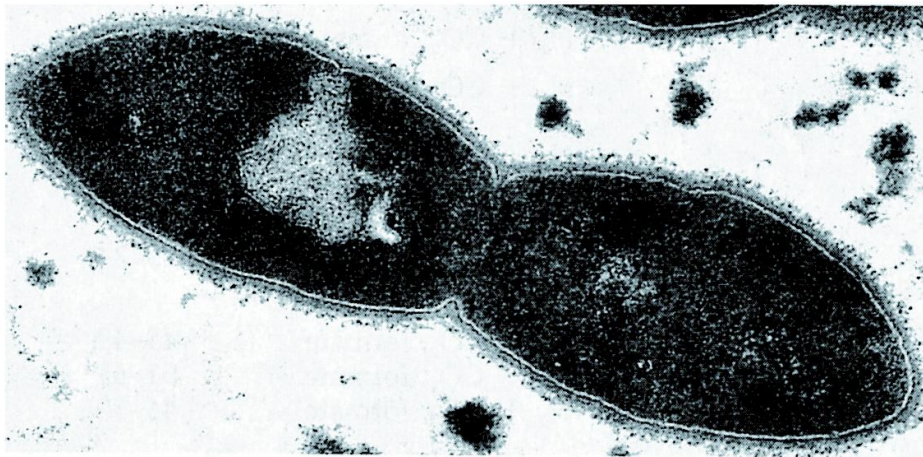


Πυροσταφυλικό, CH₃COCOO⁻



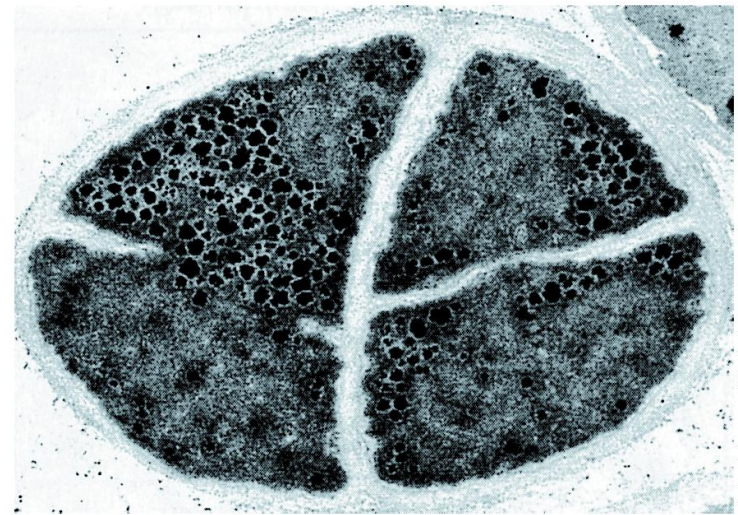
ΜΕΘΑΝΙΟΓΟΝΑ ΑΡΧΑΙΑ

METHANOBREVIBACTER RUMINANTIIUM, *METHANOSARCINA BARKERI*



J. G. Zeikus and V. G. Bowen

(α)



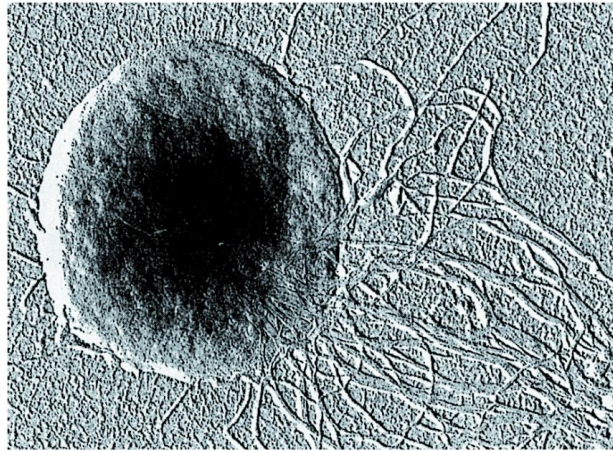
J. G. Zeikus and V. G. Bowen

(β)

Εικόνα 13.7: Ηλεκτρονικά μικρογραφήματα διέλευσης λεπτών τομών μεθανιογόνων Αρχαίων. (α) *Methanobrevibacter ruminantium*. Διάμετρος κυτάρου: 0,7 μm . (β) *Methanosarcina barkeri*: φαίνεται το παχύ κυτταρικό τοίχωμα και ο τρόπος κατάτμησης και δημιουργίας εγκάρσιων τοιχωμάτων. Διάμετρος κυτάρου: 1,7 μm . Το κυτταρικό τοίχωμα του *M. ruminantium* περιέχει ψευδοπεπτιδογλυκάνη (Δεσμός με Εικόνα 4.34α), ενώ αυτό του *M. barkeri* αποτελείται από πρωτεΐνη και πολυσακχαρίτες.

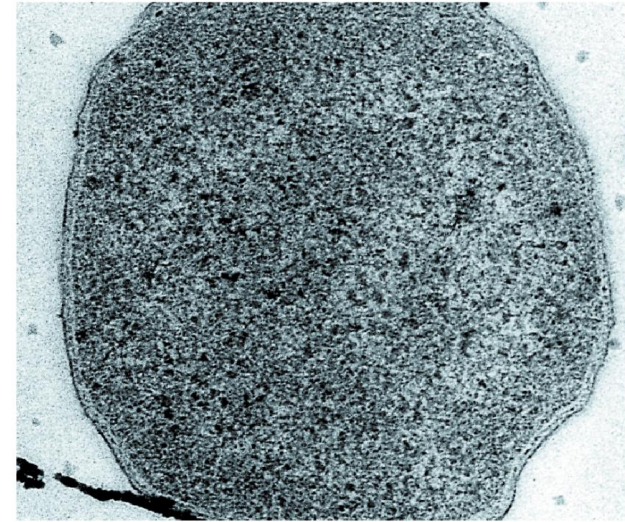


ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΦΙΛΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΦΙΛΑ ΜΕΘΑΝΙΟΓΟΝΑ ΑΡΧΑΙΑ



Helmut König and K. O. Stetter

(α)



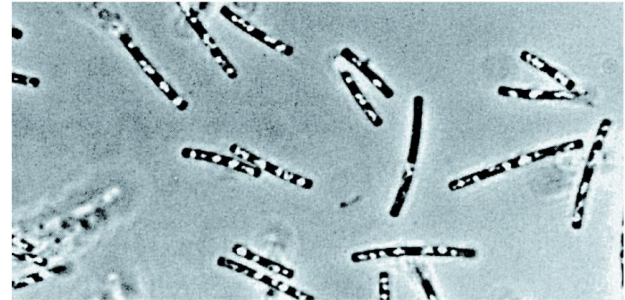
R. Rachel and K. O. Stetter

(β)



König/Stetter

(γ)



Stephen Zinder

(δ)

Εικόνα 13.8: (α) *Methonocaldococcus jannaschii* (άριστη θερμοκρασία αύξησης: 85°C)· ηλεκτρονικό μικρογράφημα παρασκευάσματος με σκίαση. Διάμετρος κυτάρου: περί το 1 μμ. (β) *Methanotorriss igneus* (άριστη θερμοκρασία αύξησης: 88°C)· λεπτή τομή. Διάμετρος κυτάρου: περί το 1 μμ. (γ) *Methanothermus fervidus* (άριστη θερμοκρασία αύξησης: 88°C), ηλεκτρονικά μικρογράφημα λεπτής τομής. Διάμετρος κυτάρου: περί τα 0,4 μμ. (δ) *Methanosaela thermophila* (άριστη θερμοκρασία αύξησης: 60°C)· μικροφωτογραφία αντίθεσης φάσεων. Διάμετρος κυτάρου: περί το 1 μμ. Τα διαθλαστικά σωματίδια που φαίνονται μέσα στα κύτταρα είναι αεροκυστίδια.



ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

- Κυτταρικό τοίχωμα Αρχαίων
- Κυτταροπλασματική μεμβράνη Αρχαίων
- Φυλογενετικό δέντρο
- Αλόφιλα
- Μεθανιογόνα



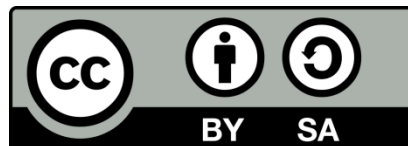
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❑ Βιολογία Των Μικροοργανισμών –
Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Κεφάλαιο 13,
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



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



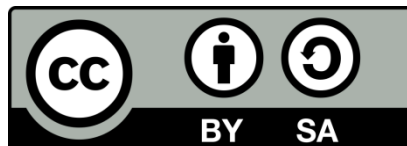
Σημείωμα Αναφοράς

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.