

Γονιδιωματική
Προκαρυωτικό γονιδίωμα[6]

Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας
και Υδάτινου Περιβάλλοντος

Μεζίτη Αλεξάνδρα

Γιατι ενδιαφερόμαστε για τα Προκαρυωτικά γονιδιώματα;

- Πολλοί μικροοργανισμοί είναι παθογόνοι
- Εύκολη μελέτη λόγω μεγέθους → Μελέτη βασικών για τη ζωή μεταβολικών μονοπατιών (Στόχος επόμενων ασκήσεων).
 - Γλυκόλυση/γλυκονεογένεση
 - Σύνθεση και μεταβολισμός αμινοξέων
 - Μεταφορά πρωτεϊνών → quorum sensing
- Αποτελούν την πιο παλιά μορφή ζωής → LUCA
- Αποτελούν τους πρωταγωνιστές οικολογικών διαδικασιών και γεωλογικών κύκλων.
 - Με την εξέλιξη της φωτοσύνθεσης απελευθερώθηκαν μεγάλες ποσότητες οξυγόνου στην ατμόσφαιρα, αλλά και διοξειδίου του άνθρακα μέσω της αναπνοής
 - Οι μικροοργανισμοί μπορούν να προκαλέσουν περιβαλλοντικά προβλήματα αλλά και να βοηθήσουν στην επίλυση άλλων.

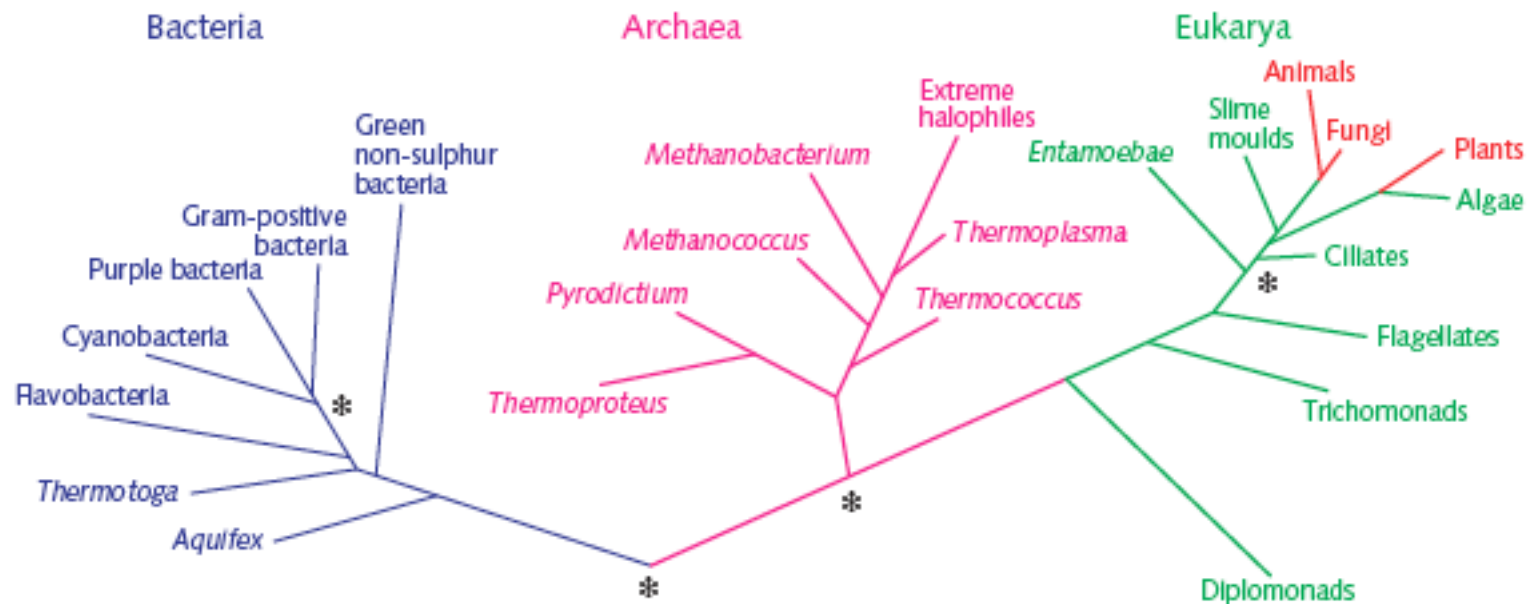
Γιατι ενδιαφερόμαστε για τα Προκαρυωτικά γονιδιώματα;

Habitat	Number of prokaryotic cells ($\times 10^{28}$)	Total carbon in prokaryotes ($\times 10^{15}$ g)
Ocean subsurface	355	303
Terrestrial subsurface	25–250	22–215
Soil	26	26
Oceans, lakes, and rivers	12	2.2
Within all human bodies	0.00004	

From: Whitman, W.B., Coleman, D.C., & Wiebe, W.J. (1998). Prokaryotes: the unseen majority. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 95, 6578–6583.

- Βασικά ενδιαιτήματα → ωκεανοί, έδαφος, υποεπιφανειακά ιζήματα
- Η 'παραγωγή' των μικροοργανισμών προσδιορίζεται στα $1,7 \times 10^{30}$ κύτταρα το χρόνο.
→ Η μεγαλύτερη παραγωγή πραγματοποιείται στους ωκεανούς
→ Αυτό επιτρέπει τη γρήγορη εξέλιξη.
- Εποικίζουν ακόμα και τα πιο αφιλόξενα περιβάλλοντα
→ Θερμές πηγές, αλμυρές λίμνες → Ποια χαρακτηριστικά του γονιδιώματος τους επιτρέπουν κάτι τέτοιο;

Βακτήρια και Αρχαία



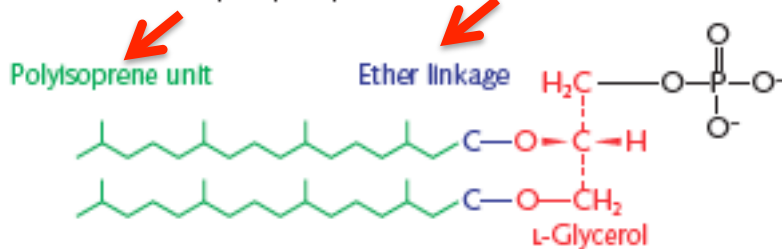
Woese, PNAS 2000, 97: 8392-8396

- Αρκετές ομοιότητες ανάμεσα στους οργανισμούς ώστε να αποδειχθεί ότι υπάρχει ένας κοινός πρόγονος → καθολικότητα χημικών δομών (DNA, RNA, πρωτεΐνες) και των βιολογικών τους ρόλων.
- Με βάση τα γονίδια του ριβοσωμικού RNA όλοι οι οργανισμοί χωρίστηκαν σε τρεις επικράτειες (Βακτήρια, Αρχαία, Ευκαρυώτες) από τον C.Woese.
- Χρονολόγηση σημαντικών γεγονότων βάσει των διαφορών στις αλληλουχίες.
- Σημασία της οριζόντιας μεταφοράς γονιδίων.

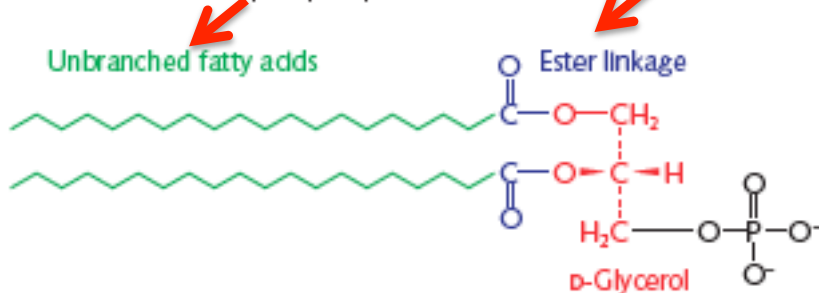
Βακτήρια και Αρχαία- Βασικές διαφορές

- Εσώνια σε κάποια γονίδια των Αρχαίων
- Συστηματικές διαφορές ανάμεσα στα tRNA γονίδια
- Διαφορές σε ένζυμα που εμπλέκονται στην αντιγραφή του DNA (DNApol) και στην πρωτεϊνοσύνθεση (tRNA συνθετάσες).
- Πρωτεΐνες που μοιάζουν με τις ιστόνες στα Αρχαία

Archaeal membrane phospholipid



Bacterial membrane phospholipid



- Διαφορές στις κυτταρικές μεμβράνες

!!! Οι διακλαδώσεις των πολυισοπρενίων στα Αρχαία επιτρέπουν τους δεσμούς ανάμεσα σε διαφορετικά φωσφολιπίδια !!!

- Πεπτιδογλυκάνη μονο στα κυτταρικά τοιχώματα των Βακτηρίων
- Διαφορές σε μεταβολικά μονοπάτια

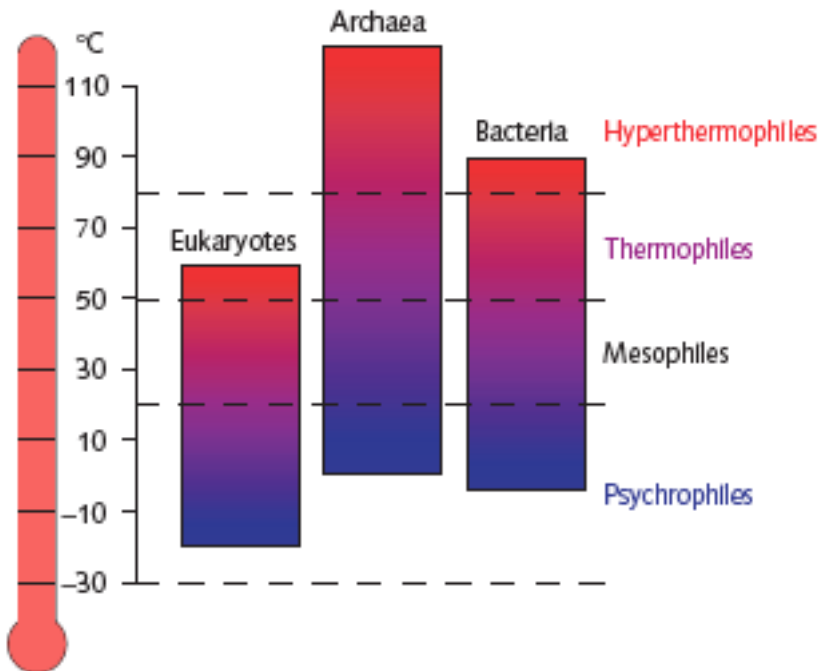
Μερικοί το προτιμούν καυτό...

Methanoccus jannaschii

- Απομόνωση απο υδροθερμική πηγή (2.600 μ. βάθος)
- Θερμόφιλος οργανισμός ($T=48-94^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{opt}}=85^{\circ}\text{C}$)
- Υποχρεωτικά αναερόβιος/Αυτότροφος \rightarrow Αναγωγή CO_2 σε CH_4 .
- Το πρώτο γονδίωμα Αρχαίων που αλληλουχήθηκε.

!!! Μόνο το 38% των ORFs μπόρεσε να αντιστοιχηθεί με ομόλογες πρωτεΐνες !!!

!!! Περισσότερες ομοιότητες Αρχαίων με τους Ευκαρυώτες από ότι με Βακτήρια !!!



... Αλλά πως τα καταφέρνουν;

- Σύνθεση μορίων που αντιστέκονται στην αλλοίωση σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Προσαρμογές εμφανίζονται στο DNA, στο RNA και στις πρωτεΐνες.

Προσαρμογές στις υψηλές T

Πειράματα Singer και Hickey με 40 διαφορετικούς Προκαρυώτες

- Μεσοφίλοι και Θερμόφιλοι αντιπρόσωποι από Αρχαία (8) και Βακτήρια (32). $T_{opt}=18-97^{\circ}\text{C}$.

• DNA

- Το συνολικό G+C content ΔΕΝ συσχετίζεται με τη θερμοκρασία ανάπτυξης.
- Συσχέτιση παρουσιάζεται με την παρουσία συγκεκριμένων δινουκλεοτιδίων και με την σταθεροποίηση από συγκεκριμένους σύνδεσμους.

RNA

- Το G+C content των ΜΗ ΚΩΔΙΚΩΝ RNA συσχετίζεται με τη θερμοκρασία ανάπτυξης.
- Τα κωδικώνια που τελειώνουν σε G ή C είναι πιο συχνά σε θερμόφιλους οργανισμούς.

Πρωτεΐνες

- Πιο μικρές σε θερμοφίλους μικροοργανισμούς από τις ομόλογές τους σε μεσόφιλους.
- Περισσότερα αμινοξέα με φορτίο (Asp, Lys, His, Glu) στην επιφάνεια-σχηματισμός γεφυρών.
- Λιγότερα αμινοξέα χωρίς φορτίο (Ser, Thr, Gln, Cys, Asn)
- Περισσότερα υδρόφοβα β-branched αμινοξέα.
- Παρουσία 'chaperones' για τη διαμορφωση των πρωτεϊνών.

