

ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΑ

Γιώργος Τσιάμης

Αναπληρωτής Καθηγητής

Περιβαλλοντικής Μικροβιολογίας

Χρονοδιάγραμμα Μικροβιολογίας - ΘΕΩΡΙΑ

Εισαγωγικό μάθημα στη Μικροβιολογία I

Μικροοργανισμοί και μικροβιολογία

Επισκόπηση της μικροβιακής ζωής

Μακρομόρια

Κυτταρική δομή και λειτουργία

Θρέψη, εργαστηριακή καλλιέργεια, και μεταβολισμός των μικροοργανισμών

Μικροβιακή αύξηση

Αρχές της μικροβιακής μοριακής βιολογίας

Ρύθμιση της γονιδιακής έκφρασης

Εισαγωγή στην ιολογία

Βακτηριακή γενετική

Μικροβιακή εξέλιξη και συστηματική I

Μικροβιακή εξέλιξη και συστηματική II - Επανάληψη

Μαθήματα που διδάσκω:

- Περιβαλλοντική Μικροβιολογία - Υποχρεωτικό
- Μικροβιακή Οικολογία - Υποχρεωτικό
- Βιοτεχνολογία - Υποχρεωτικό
- Αρχές Βιοτεχνολογίας Τροφίμων - Υποχρεωτικό
- Ειδικά Θέματα Γενετικής Μηχανικής - Επιλογής
- Ζωικοί Εχθροί & Ζωοανθρωπονόσοι -Επιλογής

ΕΝΑΡΞΗ ΛΗΞΗ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

Έναρξη μαθήματος χειμερινού εξαμήνου: 05/10/2020

Λήξη μαθημάτων: 15/01/2021

Έναρξη Εξετάσεων: 25/01/2021 Λήξη: 12/02/2021

A. ΘΕΩΡΙΑ (60%) B. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ(40%)

Χρονοδιάγραμμα Μικροβιολογίας – ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

- Άσκηση 1.** **Εισαγωγή στο Εργαστήριο Μικροβιολογίας**
- Άσκηση 2.** **Ασηπτικές μέθοδοι εργασίας στη Μικροβιολογία**
- Άσκηση 3.** **Παρασκευή και αποστείρωση θρεπτικών μέσων**
- Άσκηση 4.** **Προσδιορισμός του αριθμού βακτηρίων με διαδοχικές αραιώσεις**
- Άσκηση 5.** **Καθαρές καλλιέργειες – Ανάπτυξη βακτηρίων σε υγρά θρεπτικά μέσα**
- Άσκηση 6.** **Χρώση κατά Gram**

1. Ποια η σημασία της Περιβαλλοντικής Μικροβιολογίας?
Γιατί ένα τέτοιο μάθημα είναι απαραίτητο στο πρόγραμμα σπουδών?
2. Συνοπτική περιγραφή του μαθήματος
3. Επιστημονικά βιβλία και περιοδικά

1. Ποια η σημασία της Περιβαλλοντικής Μικροβιολογίας.

Γιατί ένα τέτοιο μάθημα είναι απαραίτητο στο πρόγραμμα σπουδών?

- Σπουδαιότητα μικροβίων.....
- Ποικιλότητα....
- Ζωή χωρίς μικρόβια....
- Εφαρμογές.....

Table 1 Estimating the magnitude of microbial diversity

Number of bacteriophages on Earth	10^{31}
Number of microbes on Earth	5×10^{30}
Number of stars in the universe	7×10^{21}
Number of microbes in all humans	6×10^{23}
Number of humans	6×10^9
Number of microbial cells in one human gut	10^{14}
Number of human cells in one human	10^{13}
Number of microbial genes in one human gut	3×10^6
Number of genes in the human genome	2.5×10^4
Combined length of all bacteriophages on Earth	10^8 Ly
Diameter of the Milky Way	10^5 Ly



Kyrpides NC. Fifteen years of microbial genomics: meeting the challenges and fulfilling the dream. *Nature biotechnology*. 2009;27(7):627-32. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19587669>.

- Η Περιβαλλοντική Μικροβιολογία επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις περιβαλλοντικές επιστήμες γιατί συμβάλλει στην

- ✓ μελέτη - ανάδειξη της γενετικής, μοριακής και μεταβολικής ποικιλότητας των μικροοργανισμών και κατά συνέπεια στο σχεδιασμό και εφαρμογή διαχειριστικών πρακτικών καθώς και στην ανάπτυξη και εφαρμογή τεχνολογιών προστασίας περιβάλλοντος

- ✓ κατανόηση της ζωής των μικροοργανισμών και των αλληλεπιδράσεων τους με άλλες μορφές ζωής (ζώα, φυτά, μικροοργανισμοί)

✓ Λύσεις σε σημαντικά περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα στηρίζονται στη Περιβαλλοντική Μικροβιολογία και τις σχετικές επιστήμες Μοριακή Βιολογία – Βιοχημεία και Βιοτεχνολογία:

- βιοαποικοδόμηση τοξικών και ρυπογόνων ουσιών, συνθετικών χημικών και πλαστικών
- βιοσυσσώρευση ρύπων και τοξικών μετάλλων
- επεξεργασία υγρών και στερεών αποβλήτων
- προστασία υδάτινων οικοσυστημάτων (ευτροφισμός, νιτρικά)
- βιογεωχημική ανακύκλωση στοιχείων
- γονιμότητα των εδαφών και εξασφάλιση αζωτούχων λιπασμάτων
- ανάκτηση μετάλλων από χαμηλής ποιότητας ορυχεία
- βιολογικό έλεγχο παρασίτων οικονομικής και ιατρικής σημασίας
- και τέλος στην παραγωγή τροφίμων και καυσίμων από δευτερεύοντα προϊόντα του μεταβολισμού και των αποβλήτων

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΒΙΒΛΙΑ

- “Brock Βιολογία των μικροοργανισμών” MADIGAN, MARTINKO, PARKER, 2018, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης

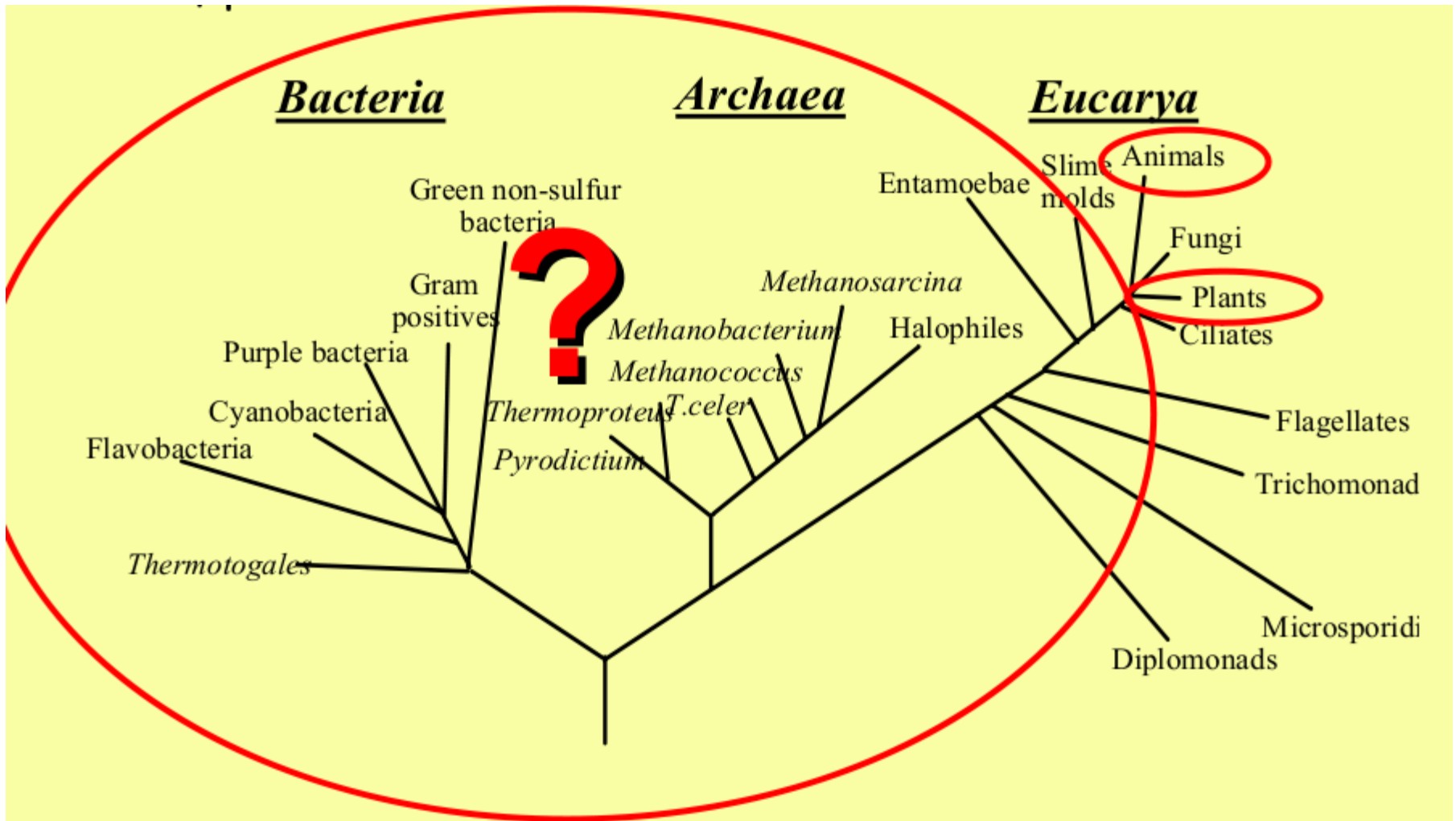
3α. Επιστημονικά βιβλία

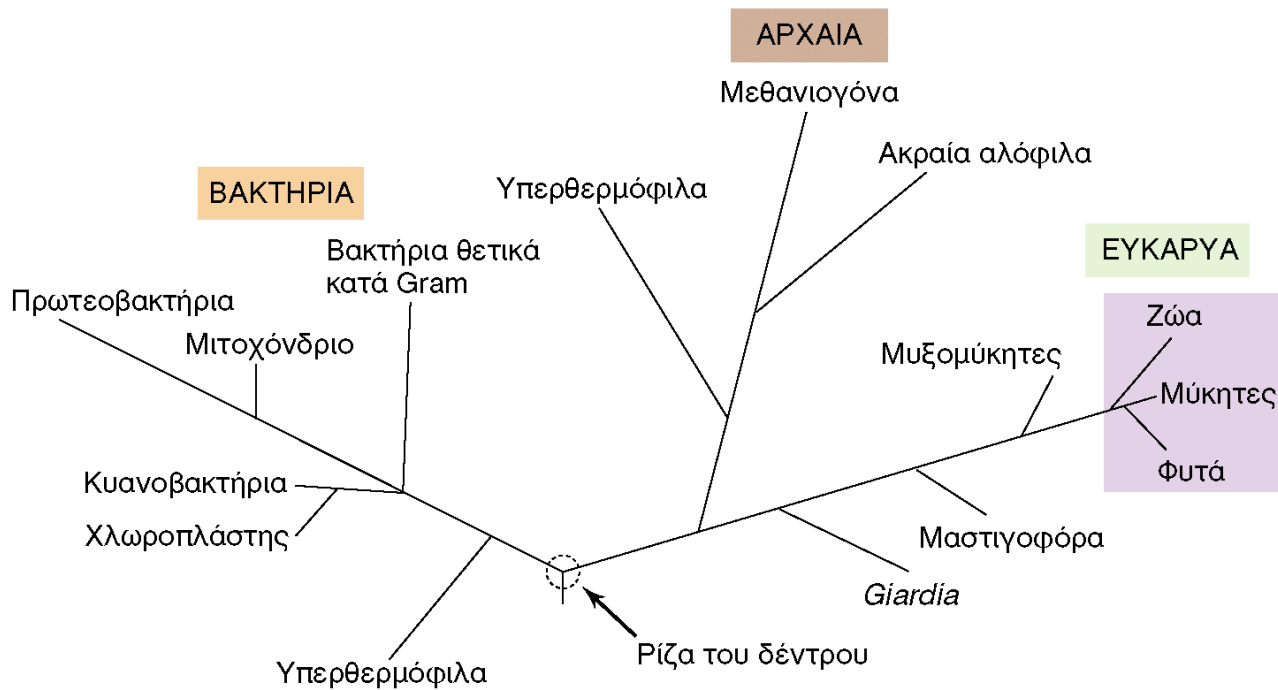
- Microbial Ecology: Fundamentals and Applications. (Atlas, R.M. and Bartha, R.)
- Environmental Microbiology (Varnan, A.H. and Evans, M.G.)
- Manual of Environmental Microbiology (Hurst, C.J., Knudsen, G.R., McInerney, Stetzenbach, L.D. and Walter, M.V.)
- Brock Biology of microorganisms. (Madigan, M.T., Martinko, J.M. and Parker, J.)
- Microbes and man. (Postgate, J.)
- The outer reaches of life (Postgate, J.)
- Power unseen. How microbes rule the world (Dixon, B.)

3β. Επιστημονικά περιοδικά

- Nature (με εβδομαδιαία νέα πάνω στις επιστημονικές εξελίξεις)
- Science (με εβδομαδιαία νέα πάνω στις επιστημονικές εξελίξεις)
- *Frontiers in Microbiology*
- *Trends in Microbiology (TIM)*
- *Trends in Biotechnology (TIBTECH)*
- *Proceedings of National Academy of Sciences, USA (PNAS)*
- *Journal of Bacteriology*
- *Applied and Environmental Microbiology*
- *New Scientist*
- *Scientific American*
- *The ISME Journal (International Society for Microbial Ecology)*

Μέχρι και σήμερα, ότι γνωρίζουμε για την προέλευση και κατανομή της βιοποικιλότητας προέρχεται από πτηνά, φυτά και έντομα





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*.

OPINION

Open Access



Archaeal ancestors of eukaryotes: not so elusive any more

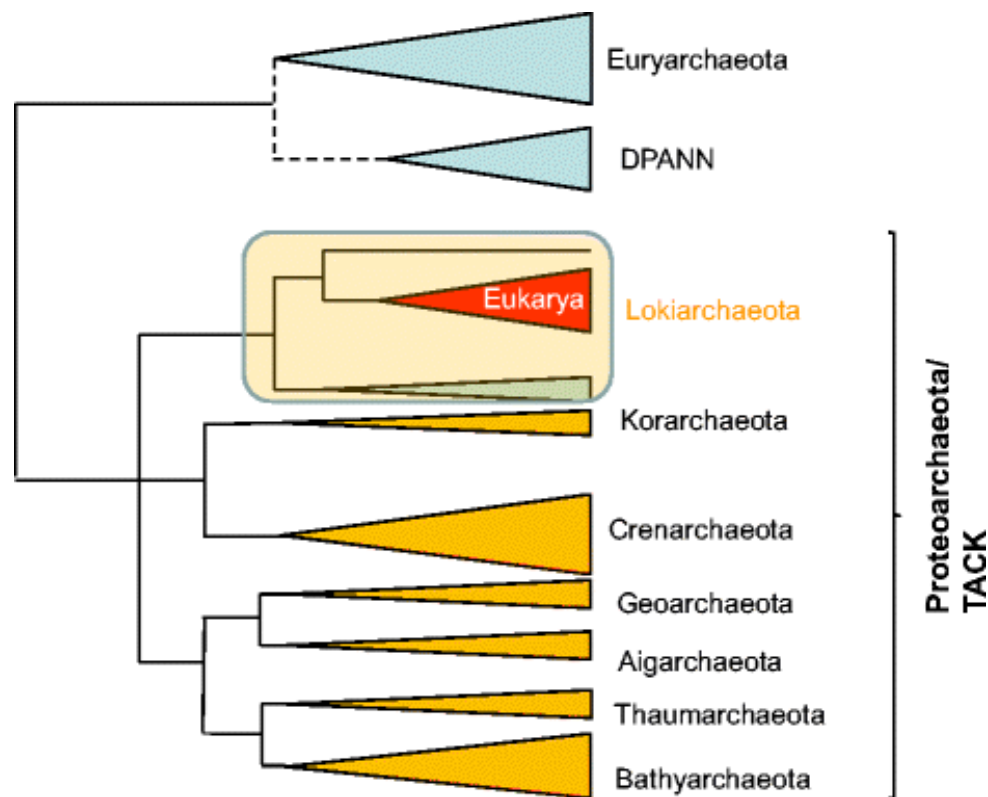
Eugene V. Koonin

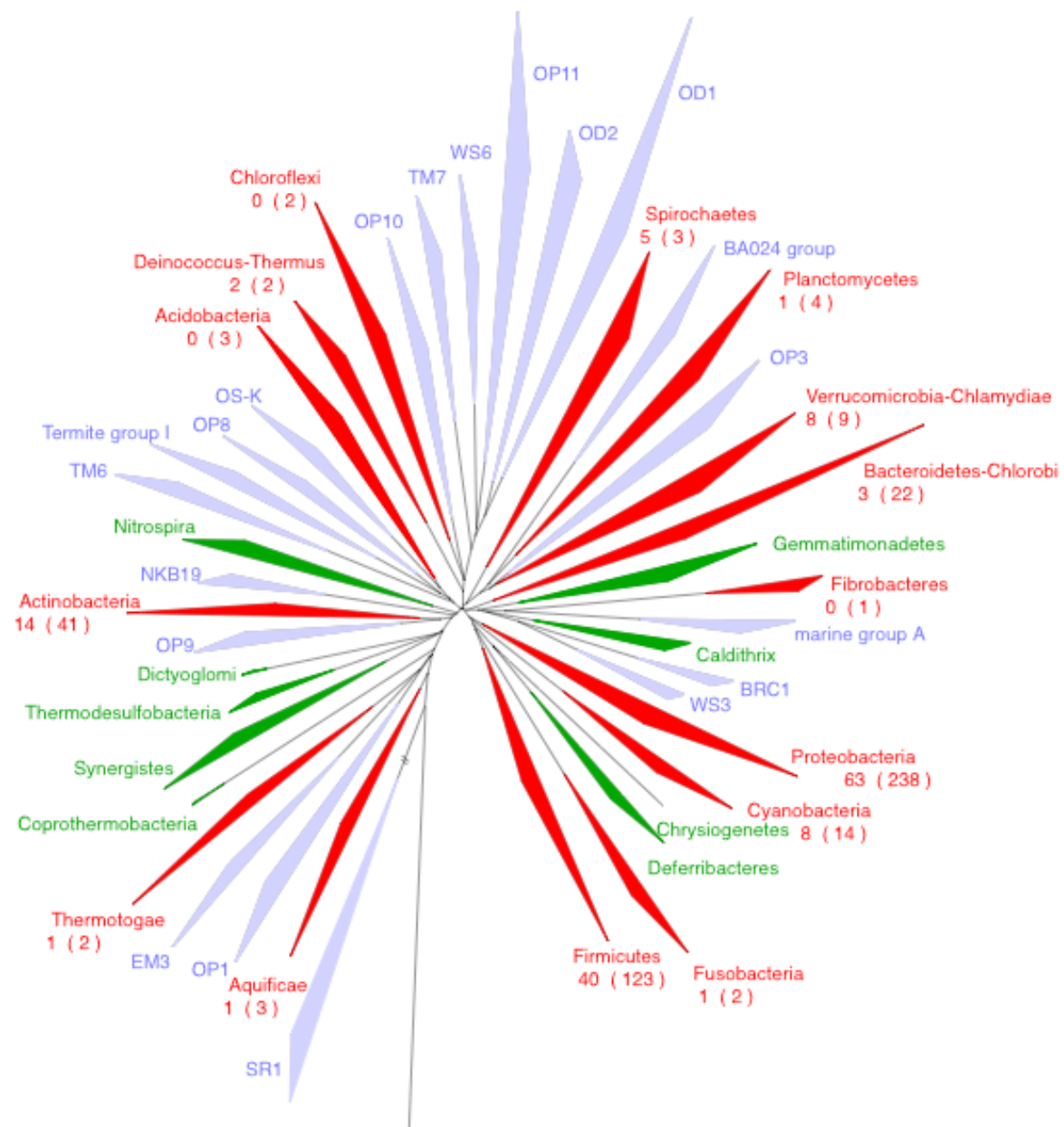
Abstract

The origin of eukaryotes is one of the hardest problems in evolutionary biology and sometimes raises the ominous specter of irreducible complexity. Reconstruction of the gene repertoire of the last eukaryotic common ancestor (LECA) has revealed a highly complex organism with a variety of advanced features but no detectable evolutionary intermediates to explain their origin. Recently, however, genome analysis of diverse archaea led to the discovery of apparent ancestral versions of several signature eukaryotic systems, such as the actin cytoskeleton and the ubiquitin network, that are scattered among archaea. These findings inspired the hypothesis that the archaeal ancestor of eukaryotes was an unusually complex form with an elaborate intracellular organization. The latest striking discovery made by deep metagenomic sequencing vindicates this hypothesis by showing that in phylogenetic trees eukaryotes fall within a newly identified archaeal group, the Lokiarchaeota, which combine several eukaryotic signatures previously identified in different archaea. The discovery of complex archaea that are the closest living relatives of eukaryotes is most compatible with the symbiogenetic scenario for eukaryogenesis.

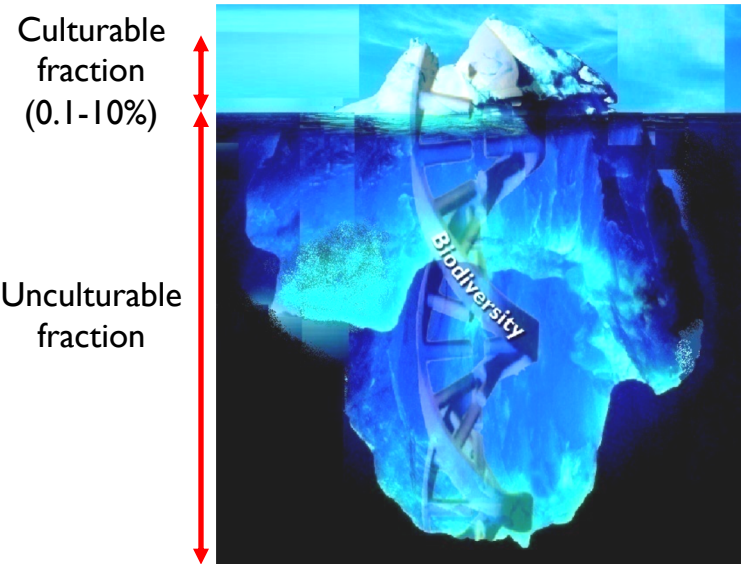
with archaeal and bacterial cells. To begin with, a typical eukaryotic cell has a three to four orders of magnitude larger volume than most bacteria and archaea [3–5]. This size difference translates into a difference in the physical principles of cell functioning: unlike most bacteria and archaea in which proteins, nucleic acids and small molecules diffuse more or less freely, the intracellular space in eukaryotes is fully compartmentalized so that molecules are distributed through specialized transport mechanisms [6, 7]. The compartmentalization and transport are supported by the elaborate system of intracellular membranes which includes the membrane of the eponymous eukaryotic organelle, the nucleus, and by an advanced cytoskeleton that consists of actin filaments and tubulin microtubules and includes numerous additional, dedicated proteins. Crucially, the great majority of eukaryotes possess the power-producing organelles, the mitochondria or their derivatives, that are now commonly accepted to have evolved from α -proteobacteria by endosymbiosis [8, 9]. Although some unicellular eukaryotes lack mitochondria, evolutionary reconstructions clearly point to secondary loss in all amitochondrial groups [10, 11].

Thus, eukaryotes show a qualitatively different level of cellular organization from that of archaea and bacteria, and there are no detectable evolutionary intermediates. Comparative analysis of eukaryotic cells and genomes indicates that the signature advanced functional systems of the eukaryotic cells were already present in the last eukaryotic common ancestor (LECA). These ancestral





Η γνώση που έχουμε για την ποικιλότητα των μικροοργανισμών αντιστοιχεί μόνο το ορατό μέρος του παγόβουνου



Most of what we know about prokaryote biology comes from the study of **microbial « weeds »**

↓
microorganisms isolated in pure cultures using standard cultivation techniques (high-nutrient artificial media, aerobic conditions, moderate temperatures...).

They usually do **not** represent the numerically dominant and/or functionally significant species in that environment (they are estimated to constitute less than 1% of all microbial species!).

Over the past few decades, **molecular approaches** to detect and relate microorganisms in natural environments have enormously improved our perspective on bacterial diversity and distribution in nature.



Το επιστημονικό πεδίο της μικροβιολογίας γεννήθηκε από τις πρωτοποριακές μελέτες μιας χούφτας επιστημόνων, ανάμεσα στους οποίους ξεχωρίζει ο μεγάλος Ρώσος μικροβιολόγος Sergei Winogradsky. Ενώ οι άλλοι «γίγαντες» εκείνης της πρώιμης εποχής μελετούσαν τον ρόλο των μικροοργανισμών στις διάφορες ασθένειες, ο Winogradsky εστίασε τις έρευνές του στα βακτήρια που συνδέουν τους κύκλους ορισμένων κομβικής σημασίας θρεπτικών ουσιών στη φύση. Ο Winogradsky απεικόνισε μικροοργανισμούς, όπως τα φωτοτροφικά πορφυρά θειοβακτήρια αυτής της σελίδας, με αξιοσημείωτη καλλιτεχνική ακρίβεια, βοηθώντας έτσι τους άλλους επιστήμονες της εποχής να αρχίσουν να αντιλαμβάνονται την ευρύτατη μεταβολική ποικιλομορφία των μικροοργανισμών που σήμερα γνωρίζουμε ότι υπάρχουν στη Γη.

Μικροβιολογία: η επιστήμη που μελετά μικροοργανισμούς, μια μεγάλη και πολυποίκιλη ομάδα μικροσκοπικών οργανισμών που διαβιούν είτε ως μονοκύτταροι μικροοργανισμοί, είτε ως ομάδες κυττάρων.



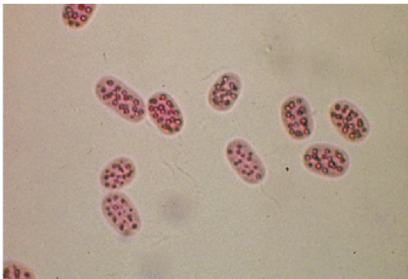
M. T. Madigan

(α)



M. T. Madigan

(β)



Norbert Pfennig

(γ)

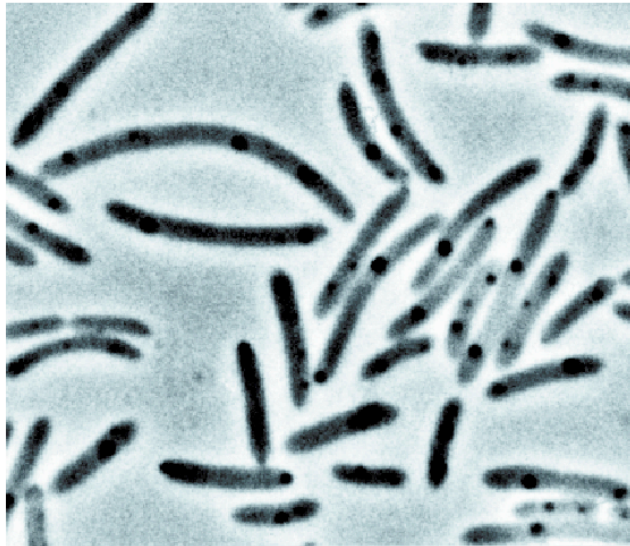


T. D. Brock

(δ)

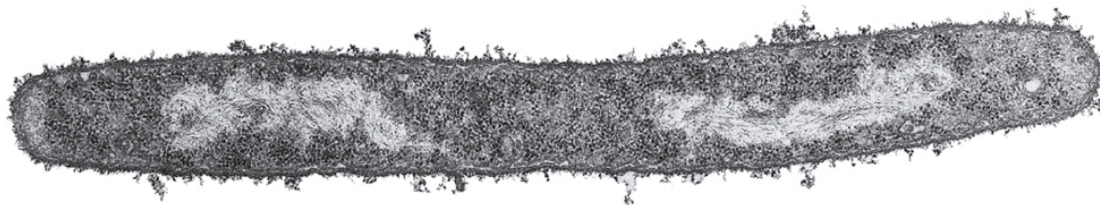
- Διευρέυση των λειτουργιών της ζωής
- Πρακτικά προβλήματα της ιατρικής, γεωργίας και βιομηχανικής παραγωγής.

Εικόνα 1.1 Οι ζωντανοί οργανισμοί αποτελούνται από κύτταρα. Τα φυτά (α) και τα ζώα (β) αποτελούνται από πολλά κύτταρα που σχηματίζουν ιστούς, οι οποίοι με τη σειρά τους συνθέτουν τα διάφορα όργανα· αυτά, επομένως, είναι *πολυκύτταροι* οργανισμοί. Τα μεμονωμένα κύτταρα ενός φυτού ή ζώου δεν είναι ανεξάρτητες οντότητες· κάθε τέτοιο κύτταρο εξαρτάται από τα άλλα. (γ, δ) Οι μικροοργανισμοί είναι ανεξάρτητα κύτταρα. Ένα μεμονωμένο μικροβιακό κύτταρο μπορεί να είναι μια ανεξάρτητη οντότητα. Εδώ παρουσιάζονται μικροφωτογραφίες δύο φωτοσυνθετικών μικροοργανισμών, των *πορφυροβακτηρίων* (γ), και των *κυανοβακτηρίων* (δ). Τα κυανοβακτήρια θεωρούνται οι πρώτοι οργανισμοί στη Γη που μπόρεσαν να εξελιχθούν παρουσία O_2 . Στα βακτήρια αυτά αποδίδεται η οξυγόνωση της ατμόσφαιρας.



L.K. Kimble and M.T. Madigan

(a)



Herbert Voelz

(β)

Κύτταρο θεμελιώδης μονάδα ζωής

Κυτταρική μεμβράνη

Πυρήνας ή πυρηνίσκος

Πρωτεΐνες, νουκλεϊκά οξέα, λιπίδια, πολυσακχαρίτες

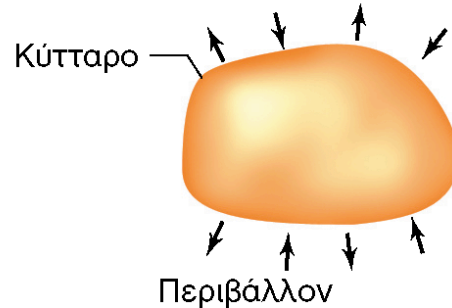
Πως προήλθε το πρώτο κύτταρο??

Εικόνα 1.2

Κύτταρα. (a) Μικροφωτογραφία ραβδόμορφων βακτηριακών κυττάρων, όπως φαίνονται στο οπτικό μικροσκόπιο. Κάθε κύτταρο έχει διάμετρο περίπου 1 μm . (β) Διαμήκης τομή βακτηριακού κυττάρου, όπως φαίνεται στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Οι δύο ανοιχτόχρωμες περιοχές συνιστούν το πυρηνοειδές· αυτές οι περιοχές του κυττάρου περιέχουν συγκεντρωμένο DNA.

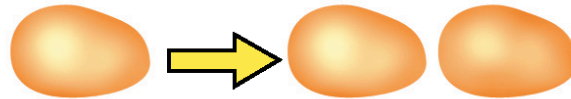
1. Μεταβολισμός

Πρόσληψη χημικών ουσιών από το περιβάλλον, μετασχηματισμός τους μέσα στο κύτταρο, και απόρριψη των άχρηστων υλικών στο περιβάλλον. Επομένως, ένα κύτταρο αποτελεί *ανοικτό* σύστημα.



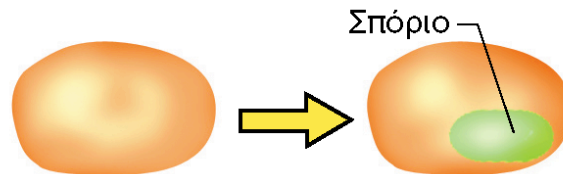
2. Αναπαραγωγή (αύξηση)

Οι χημικές ουσίες του περιβάλλοντος, υπό την καθοδήγηση προϋπαρχόντων κυττάρων, μετασχηματίζονται σε συστατικά των νέων κυττάρων.



3. Διαφοροποίηση

Σχηματισμός μιας νέας κυτταρικής δομής, όπως είναι το σπόριο, συνήθως ως τμήμα του κυτταρικού *κύκλου ζωής*.

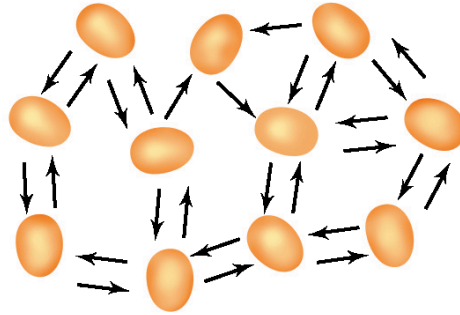


4. Επικοινωνία

Τα κύτταρα *επικοινωνούν* ή *αλληλεπιδρούν*, κυρίως μέσω ουσιών τις οποίες απελευθερώνουν ή δεσμεύουν.

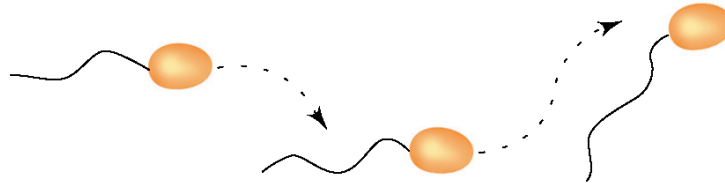
4. Επικοινωνία

Τα κύτταρα *επικοινωνούν* ή *αλληλεπιδρούν*, κυρίως μέσω ουσιών τις οποίες απελευθερώνουν ή δεσμεύουν.



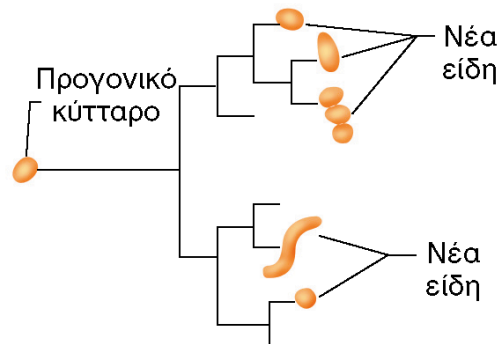
5. Κίνηση

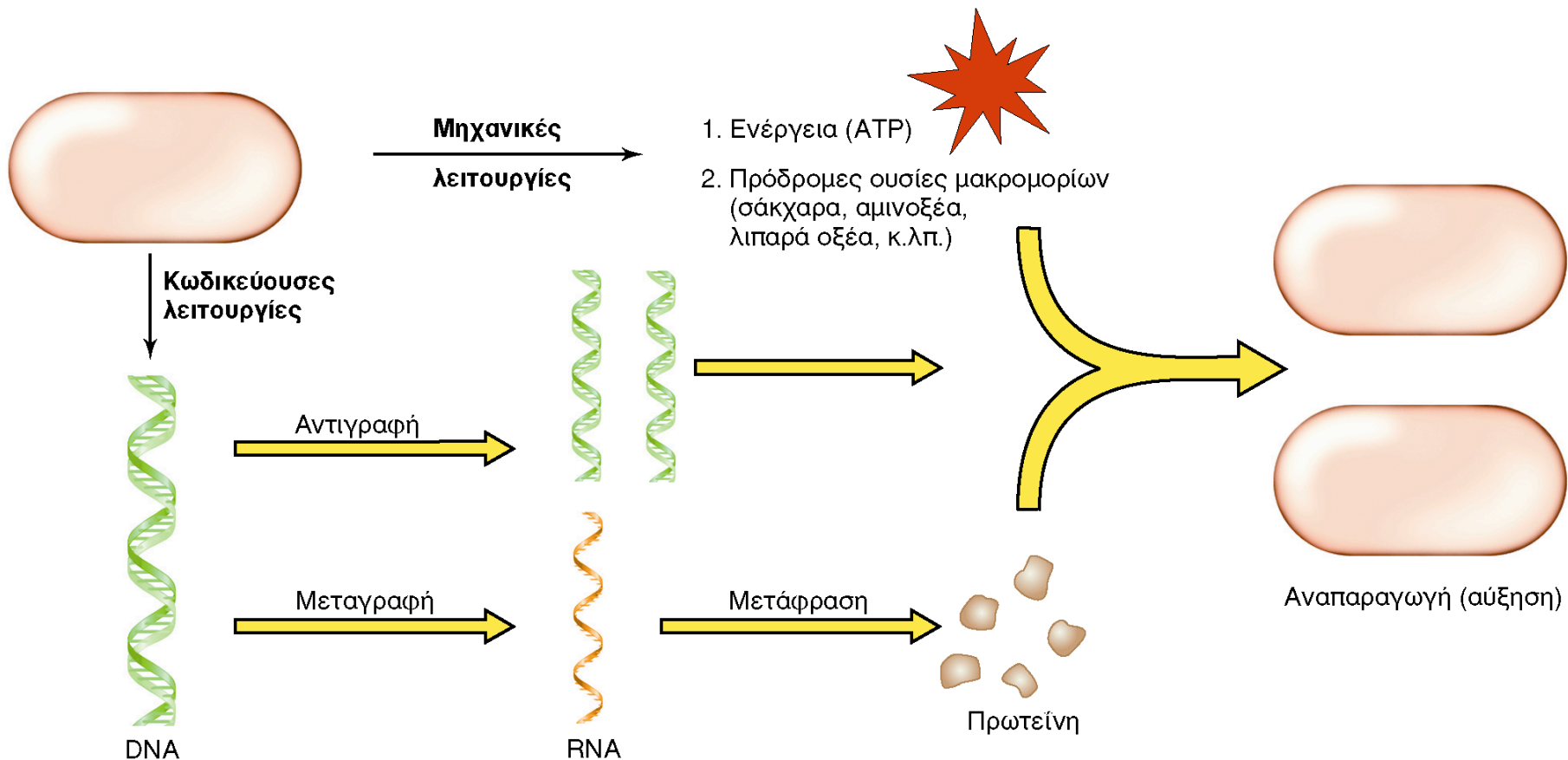
Πολλοί ζωντανοί οργανισμοί έχουν την ικανότητα της αυτοκίνησας.



6. Εξέλιξη

Τα κύτταρα *εξελίσσονται* και εκδηλώνουν νέες βιολογικές ιδιότητες. Τα φυλογενετικά δέντρα δείχνουν τις εξελικτικές σχέσεις μεταξύ των διαφόρων κυττάρων.



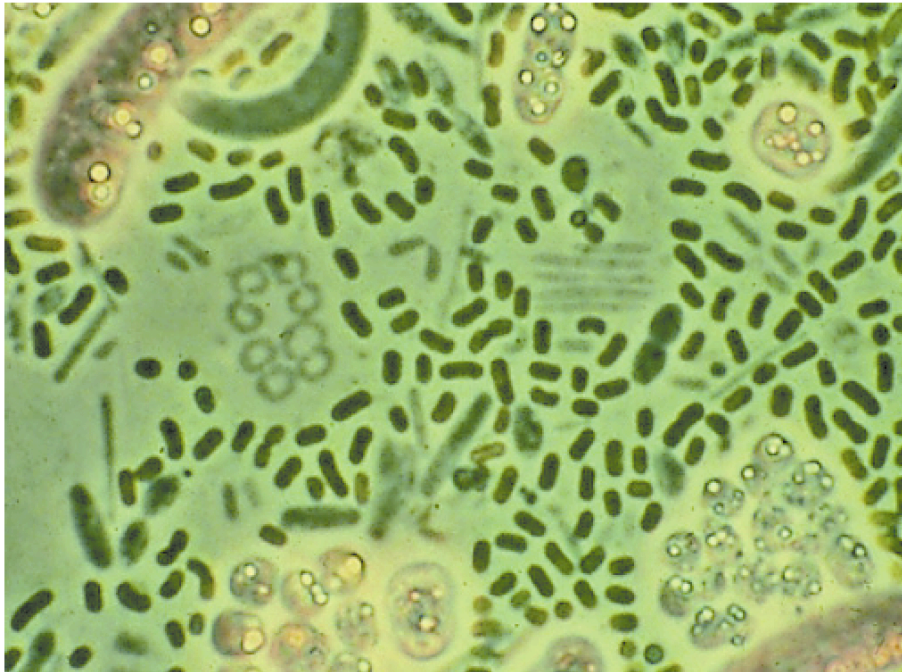


Εικόνα 1.4 Οι μηχανικές και οι κωδικεύουσες λειτουργίες του κυττάρου. Για να μπορεί ένα κύτταρο να αναπαραχθεί θα πρέπει (α) να διαθέτει επαρκείς ποσότητες ενέργειας και κατάλληλων πρόδρομων μορίων για να συνθέσει τα νέα μακρομόρια, (β) να αντιγράψει τις γενετικές οδηγίες, ώστε κάθε νέο κύτταρο που θα προκύψει από την κυτταρική διαίρεση να διαθέτει ένα πλήρες αντίγραφο αυτών των οδηγιών, και (γ) να εκφράζει τα γονίδιά του (επομένως να λειτουργούν οι διαδικασίες της μεταγραφής και της μετάφρασης), ώστε να συντεθούν οι απαιτούμενες ποσότητες των απαραίτητων πρωτεϊνών και των άλλων μακρομορίων που θα απαρτίσουν το νέο κύτταρο.

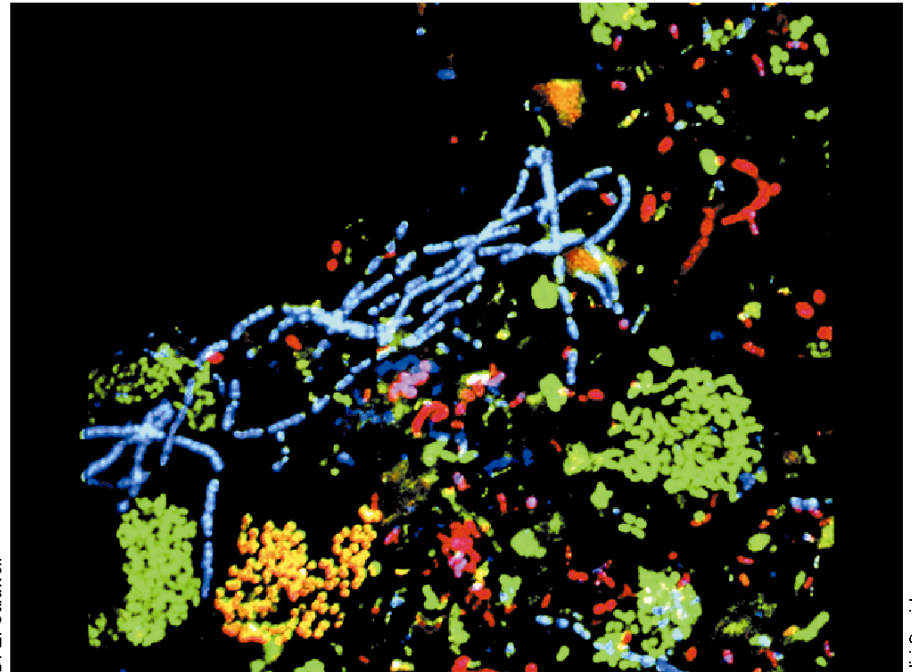
Πληθυσμοί: συναθροίσεις κυττάρων. Μικροβιακές κοινότητες συναθροίσεις πληθυσμών.

Η ακριβής περιβαλλοντική θέση στην οποία διαβιεί ένας μικροβιακός πληθυσμός καλείται ενδιαίτημα.

Οικοσύστημα: το σύνολο των ζωντανών οργανισμών μαζί με το περιβάλλον στο οποίο ζουν.



D. E. Caldwell



Jiri Snaidr

Table 1 Estimating the magnitude of microbial diversity

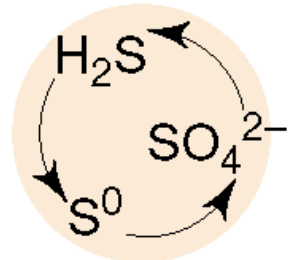
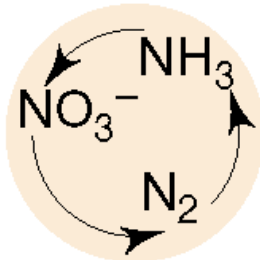
Number of bacteriophages on Earth	10^{31}
Number of microbes on Earth	5×10^{30}
Number of stars in the universe	7×10^{21}
Number of microbes in all humans	6×10^{23}
Number of humans	6×10^9
Number of microbial cells in one human gut	10^{14}
Number of human cells in one human	10^{13}
Number of microbial genes in one human gut	3×10^6
Number of genes in the human genome	2.5×10^4
Combined length of all bacteriophages on Earth	10^8 Ly
Diameter of the Milky Way	10^5 Ly

Kyrpides NC. Fifteen years of microbial genomics: meeting the challenges and fulfilling the dream. Nature biotechnology. 2007;25(11):1171-1176. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17984441>.

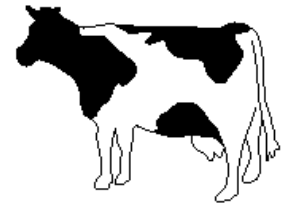
Γεωργία

Δέσμευση N_2 ($N_2 \rightarrow 2NH_3$)

Ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών



Κτηνοτροφία



Τροφή

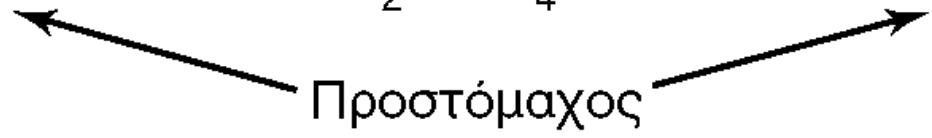
Συντήρηση τροφής (θερμότητα, ψύξη, ακτινοβολία, χημικές ουσίες)

Τρόφιμα από ζυμώσεις



Πρόσθετα τροφίμων (γλουταμικό μονονάτριο, κιτρικό οξύ, μαγιά)

Κυτταρίνη \rightarrow $CO_2 + CH_4 +$ ζωική πρωτεΐνη



Ασθένειες

Ταυτοποίηση νέων ασθενειών



Αντιμετώπιση, θεραπεία, και πρόληψη



Ενέργεια και περιβάλλον

Βιοκαύσιμα (CH_4)

(Καλαμπόκι $\xrightarrow{\text{Ζύμωση}}$ αιθανόλη)



Βιοαποκατάσταση (κηλίδες O_2 πετρελαίου $\rightarrow CO_2$)
(οργανικοί ρύποι $\rightarrow CO_2$)

Μικροβιακή απόληψη μετάλλων ($CuS \rightarrow Cu^{2+} \rightarrow Cu^0$)



Βιοτεχνολογία

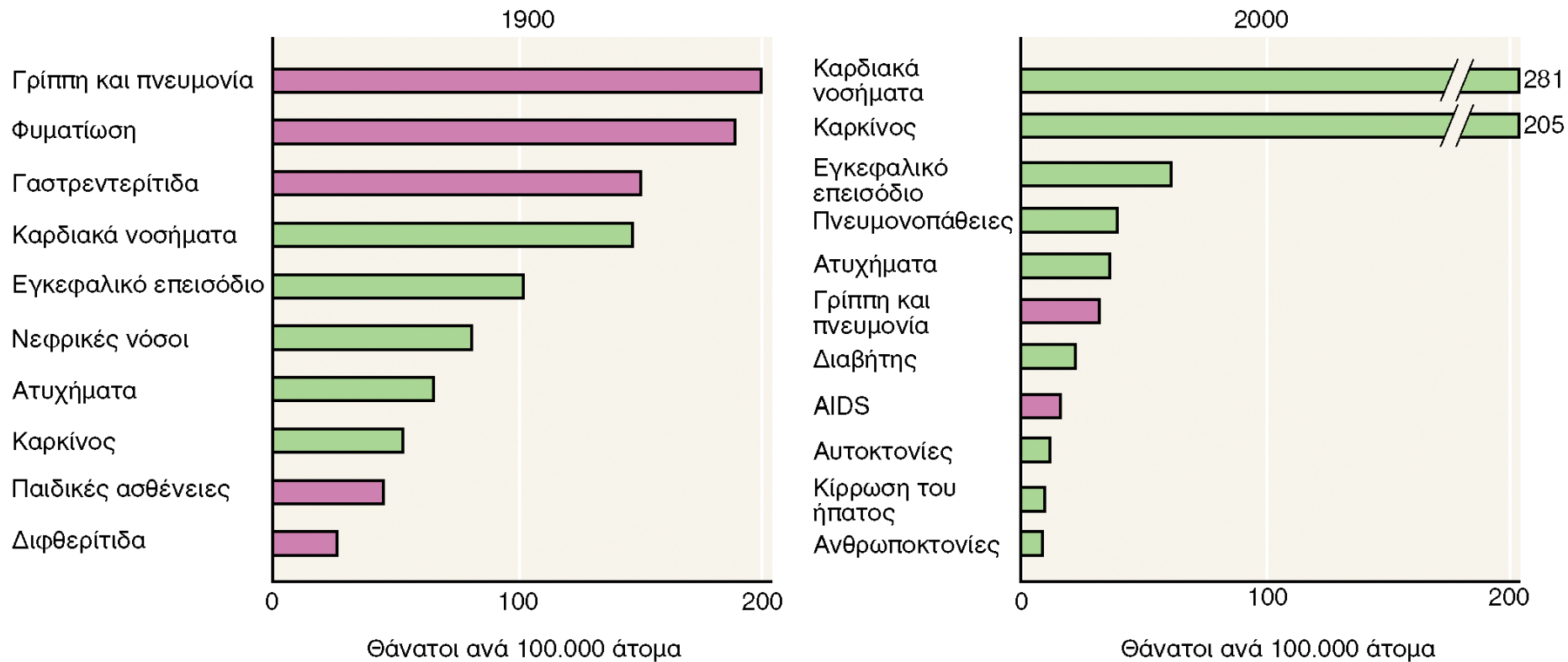
Γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί ()

Παραγωγή φαρμάκων (ινσουλίνη και άλλες πρωτεΐνες του ανθρώπου) ()

Γονιδιακή θεραπεία ορισμένων ασθενειών
(άτομο με νόσο \rightarrow διορθωμένο γενετικό χαρακτηριστικό)

Εικόνα 1.6 Η επίδραση των μικροοργανισμών στη ζωή του ανθρώπου. Αν και πολλοί άνθρωποι συνδέουν τους μικροοργανισμούς με τις λοιμώξεις, στην πραγματικότητα λίγοι μικροοργανισμοί είναι πράγματι νοσογόνοι. Οι μικροοργανισμοί, εκτός από τον ρόλο τους στην πρόκληση νόσων, επηρεάζουν ποικίλες πλευρές της ζωής μας.

Η επίδραση των μικροοργανισμών στον άνθρωπο



Εικόνα 1.7

Θνησιμότητα από τα 10 κυριότερα αίτια θανάτου στις ΗΠΑ, το 1900 και το 2000. Οι λοιμώξεις ήταν η κυριότερη αιτία θανάτου το 1900, ενώ σήμερα έχουν πολύ μικρότερη σημασία. Οι μικροβιακές νόσοι αναπαρίστανται με κόκκινο χρώμα, οι μη μικροβιακές με πράσινο. Τα στοιχεία προέρχονται από το Εθνικό Κέντρο Στατιστικών Υγείας των ΗΠΑ.

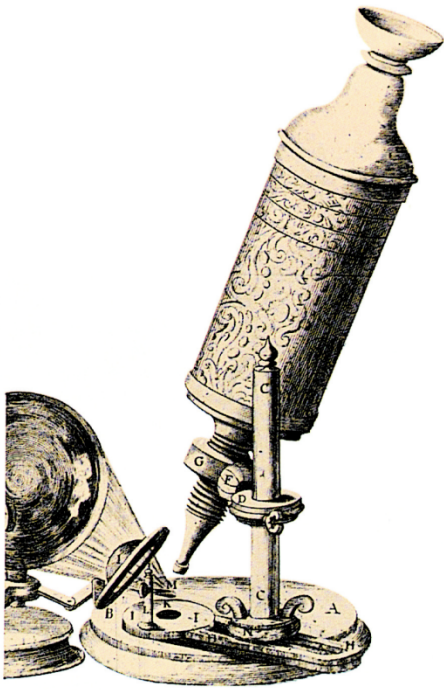
Μικροοργανισμοί ως νοσογόνοι παράγοντες

Μικροοργανισμοί και γεωργία

Μικροοργανισμοί και τρόφιμα

Μικροοργανισμοί, ενέργεια και περιβάλλον

Βιοτεχνολογία και μικροοργανισμοί



(α)

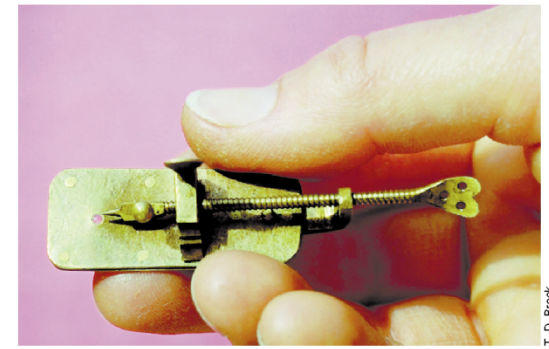


(β)

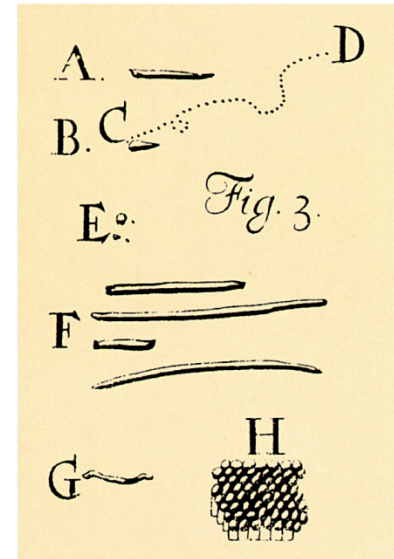
Εικόνα 1.8 (α) Το μικροσκόπιο που χρησιμοποίησε ο Robert Hooke. Ο αντικειμενικός φακός προσαρμόζεται στο άκρο του ρυθμιζόμενου φυσιτήρα (G), ενώ ο φωτισμός εστιάζεται στο παρασκεύασμα με έναν μόνο φακό (I). (β) Σχέδιο του Robert Hooke που αντιπροσωπεύει την πρώτη περιγραφή μικροοργανισμών με μικροσκόπιο. Πρόκειται για έναν κyanόχρωμο μύκητα (μούχλα) που αναπτύσσεται στην επιφάνεια δερμάτων· οι σφαιρικές δομές περιέχουν τα σπόρια του μύκητα.

Εικόνα 1.9

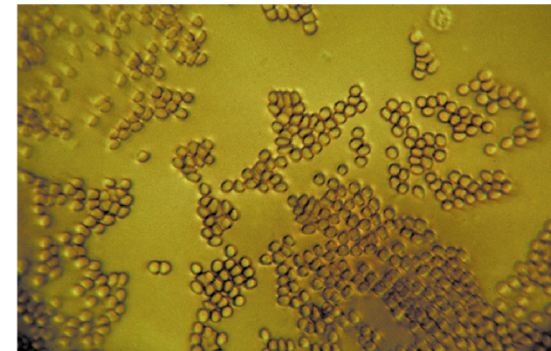
(α) Φωτογραφία ενός αντιγράφου του μικροσκοπίου του Leeuwenhoek. Ο φακός προσαρμόζεται στο μπρούτζινο εξάρτημα δίπλα στο άκρο του ρυθμιζόμενου κοχλία εστίασης. (β) Σχέδια βακτηρίων από τον Leeuwenhoek, δημοσιευμένα το 1684. Ακόμη και σε αυτά τα άτεχνα σκίτσα αναγνωρίζονται διάφοροι μορφολογικοί τύποι κοινών βακτηρίων. Τα A, C, F, και G είναι ραβδόμορφα, το E σφαιρικό ή κοκκώδες, και τα H κοκκοειδείς στιβάδες (Eικόνα 4.11). (γ) Μικροφωτογραφία από επίχρισμα ανθρώπινου αίματος, όπως φαίνεται με το μικροσκόπιο του van Leeuwenhoek. Διακρίνονται με σαφήνεια τα ερυθρά αιμοσφαίρια.



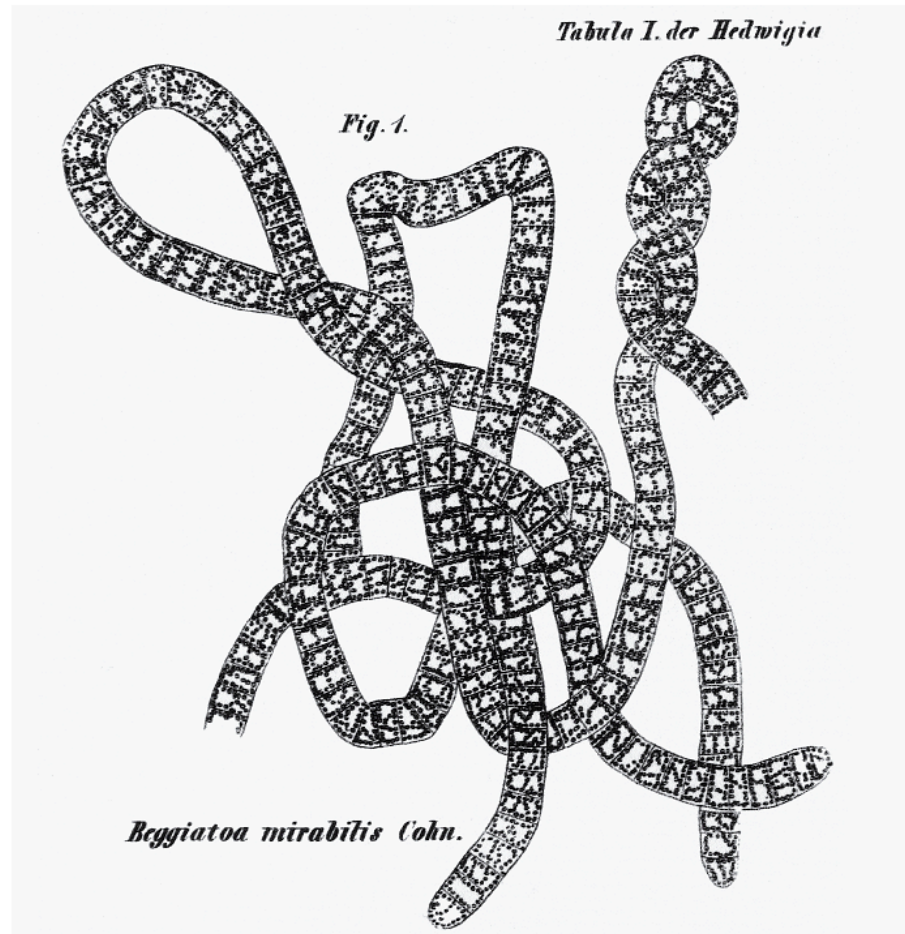
(α)



(β)

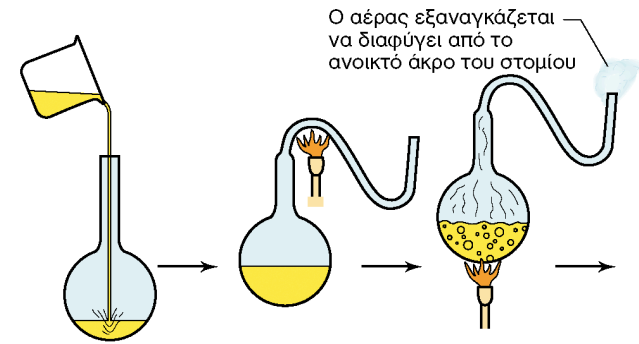


(γ)

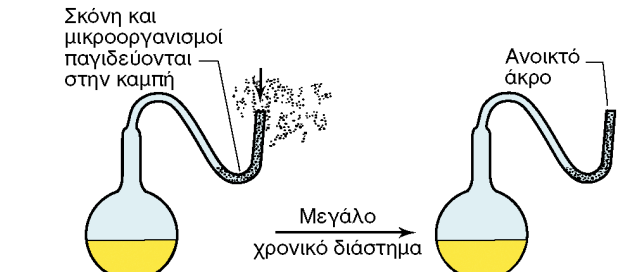


Εικόνα 1.10 Σχέδιο του Ferdinand Cohn (1866) για το νηματοειδές θειοοξειδωτικό βακτήριο *Beggiatoa mirabilis*. Τα μικρά κοκκία στο εσωτερικό του κυττάρου αποτελούνται από θείο σε στοιχειακή μορφή, που παράγεται από την οξείδωση του υδροθείου (H_2S). Ο Cohn ήταν ο πρώτος που αναγνώρισε το θείο ως συστατικό αυτών των κοκκίων.

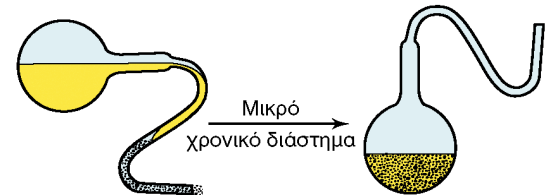
Pasteur και η κατάρριψη της αυθόρμητης γένεσης.



(α) Μη αποστειρωμένο υγρό εισάγεται στη φιάλη
 Το στόμιο της φιάλης αποστειρώνεται στη φωτιά
 Το υγρό της φιάλης αποστειρώνεται με θέρμανση



(β) Το υγρό ψύχεται αργά
 Το υγρό παραμένει αποστειρωμένο για πολλά χρόνια



(γ) Η φιάλη γέρνει έτσι ώστε το αποστειρωμένο υγρό να έλθει σε επαφή με τους μικροοργανισμούς
 Στο υγρό αναπτύσσονται μικροοργανισμοί

Εικόνα 1.11 Το πείραμα του Pasteur με τη φιάλη που είχε κεκαμμένο στόμιο. (α) Αποστείρωση του περιεχομένου της φιάλης. (β) Αν η φιάλη παραμείνει σε όρθια θέση, δεν εμφανίζεται μικροβιακή αύξηση. (γ) Αν οι παγιδευμένοι μικροοργανισμοί από τον κεκαμμένο σωλήνα φθάσουν στο αποστειρωμένο υγρό, τότε παρατηρείται ανάπτυξη μικροβίων.

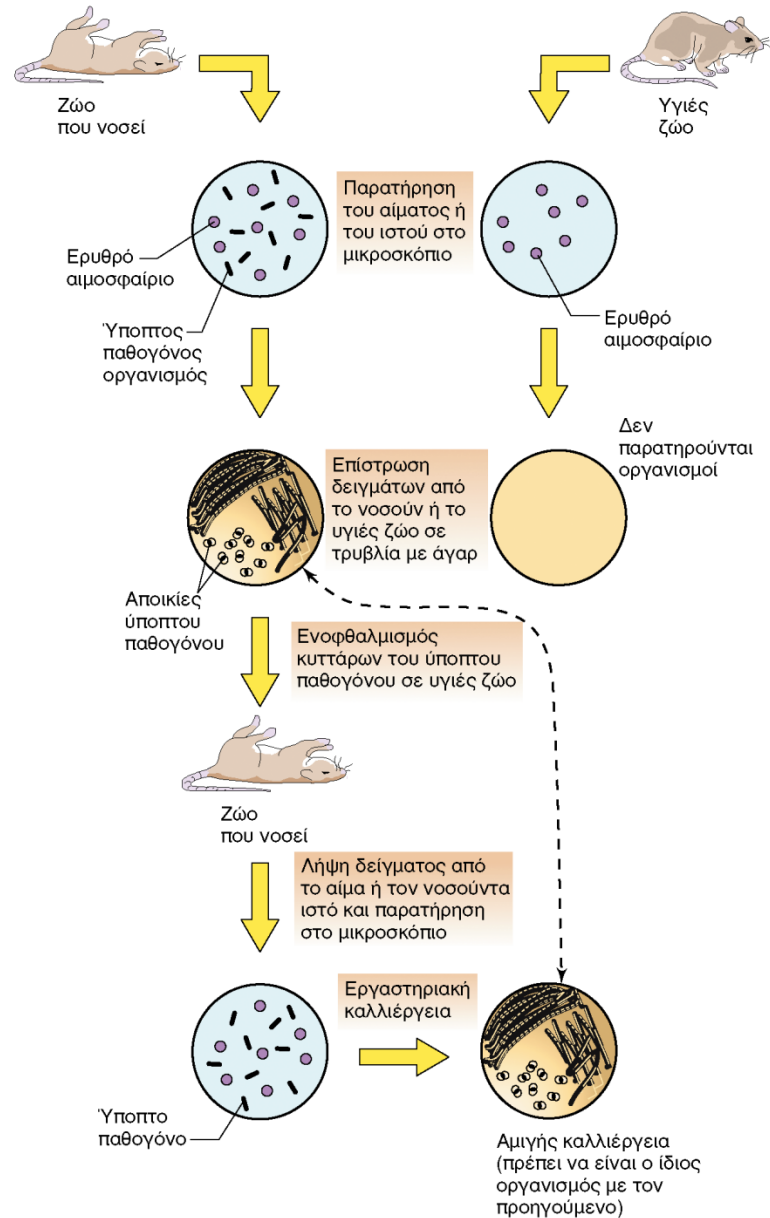
ΤΑ ΑΞΙΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΟΧ:

1. Ο ύποπτος παθογόνος μικροοργανισμός πρέπει να υπάρχει σε *κάθε* άρρωστο ζώο, αλλά να απουσιάζει από τα υγιή ζώα.

2. Ο ύποπτος οργανισμός πρέπει να μπορεί να απομονωθεί και εν συνεχεία να αναπτυχθεί σε αμιγή καλλιέργεια.

3. Κύτταρα από την αμιγή καλλιέργεια του ύποπτου οργανισμού πρέπει να προκαλούν την ασθένεια σε υγιή ζώα.

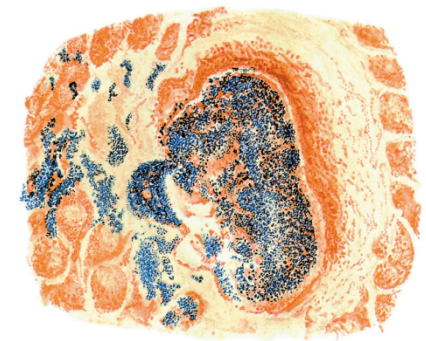
4. Ο οργανισμός πρέπει να απομονώνεται εκ νέου και να αποδεικνύεται ότι είναι όμοιος με τον αρχικό.



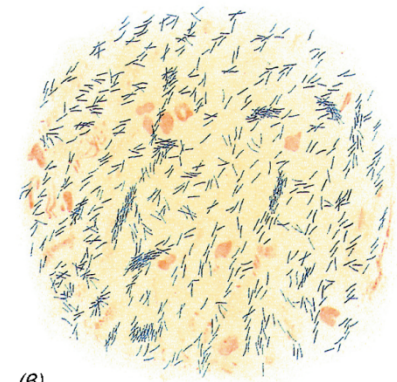
Εικόνα 1.12 Τα αξιώματα του Koch για να αποδειχθεί ότι δεδομένη ασθένεια προκαλείται από δεδομένο μικροοργανισμό. Παρατηρήστε ότι δεν αρκεί να απομονωθεί ο ύποπτος παθογόνος μικροοργανισμός σε αμιγή καλλιέργεια. Πρέπει επίσης να αποδειχθεί ότι εργαστηριακή καλλιέργεια του συγκεκριμένου μικροοργανισμού θα πρέπει να προκαλεί την ασθένεια, αλλά και να απομονώνεται εν συνεχεία από το ζώο που νοσεί. Ο προσδιορισμός των κατάλληλων συνθηκών ανάπτυξης του παθογόνου μικροοργανισμού είναι επομένως σημαντικότατος, αφού διαφορετικά μπορεί αυτός να περάσει απαρατήρητος.

Εικόνα 1.13

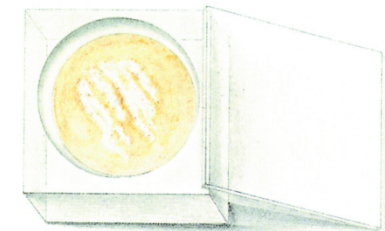
Σχέδια του Robert Koch από κύτταρα του *Mycobacterium tuberculosis* σε ιστούς και σε εργαστηριακή καλλιέργεια. (α) Τομή ενός φυματίου από πνευμονικό ιστό. Τα κύτταρα του *M. tuberculosis* αποκτούν κυανό χρώμα, ενώ τα κύτταρα του πνευμονικού ιστού καστανό. (β) Κύτταρα του *M. tuberculosis* από δείγματα πτυέλων φυματικού ασθενούς. (γ, δ) Ανάπτυξη του *M. tuberculosis* σε αμιγή καλλιέργεια. (γ) Ανάπτυξη σε γυάλινο τρυβλίο με ορό πηγμένου αίματος μέσα σε μικρό γυάλινο κουτί (με ανοιχτό το κάλυμμα). (δ) Αποικία κυττάρων του *M. tuberculosis* από το τρυβλίο του (γ), όπως φαίνεται στο μικροσκόπιο, σε μεγέθυνση 700x. Τα κύτταρα εμφανίζονται ως «χορδοειδείς» μορφές (συγκρίνετε με την Εικόνα 12.70β). Τα πρωτότυπα σχέδια εμφανίσθηκαν στη δημοσίευση Koch R. 1884. "Die Aetiologie der Tuberkulose." *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte*. 2:1-88.



(α)



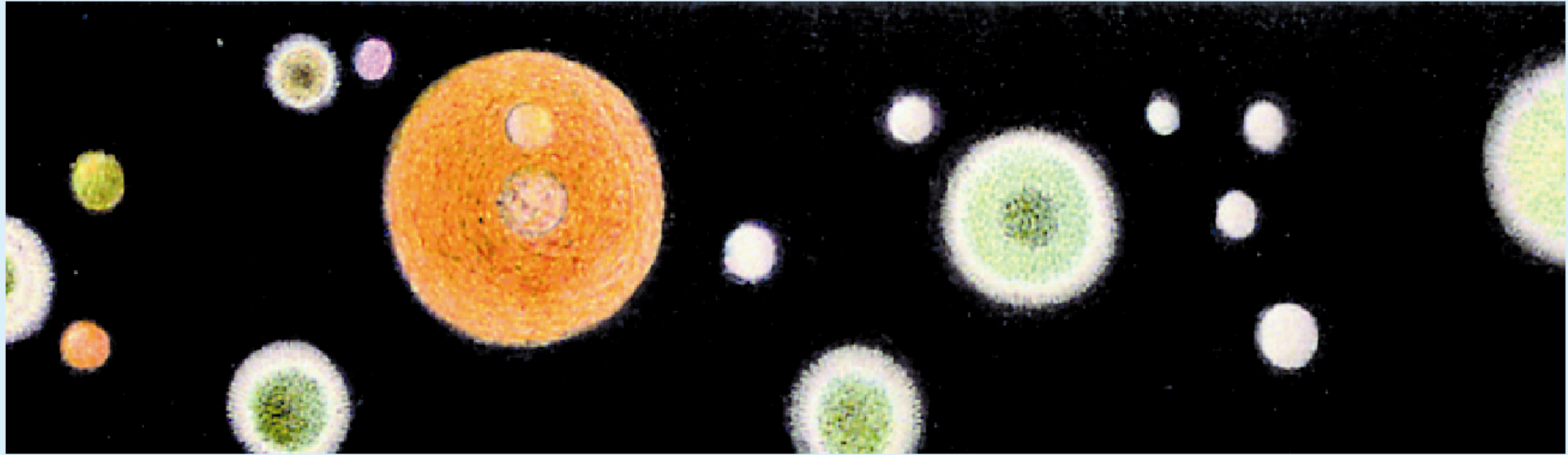
(β)



(γ)

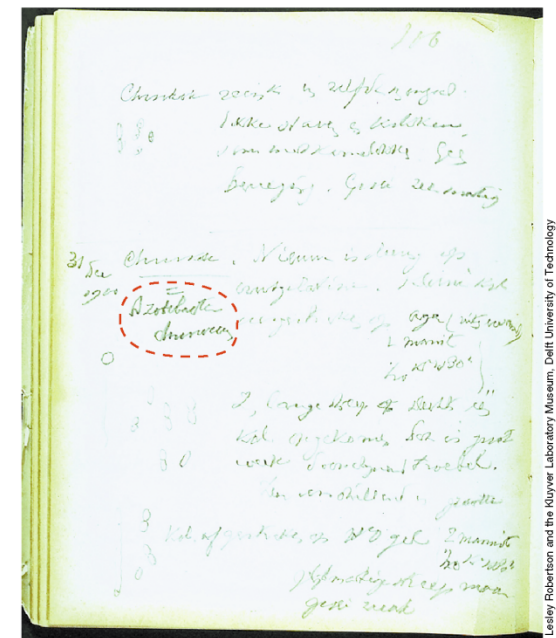


(δ)



Εικόνα 1 Χρωματισμένη με το χέρι φωτογραφία αποικιών που σχηματίζονται στο άγαρ. Η φωτογραφία ελήφθη από τον Walter Hesse, βοηθό του Robert Koch. Οι αποικίες περιλαμβάνουν μύκητες (μούχλες) και βακτήρια και εμφανίσθηκαν κατά τη διάρκεια των μελετών του Hesse σχετικά με το μικροβιολογικό περιεχόμενο του ατμοσφαιρικού αέρα του Βερολίνου, το 1882. Από Hesse, W. 1884. "Ueber quantitative Bestimmung der in der Luft enthaltenen Mikroorganismen", στο Struck (επιμ.), *Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte*. August Hirschwald.

Καλλιέργεια εμπλουτισμού

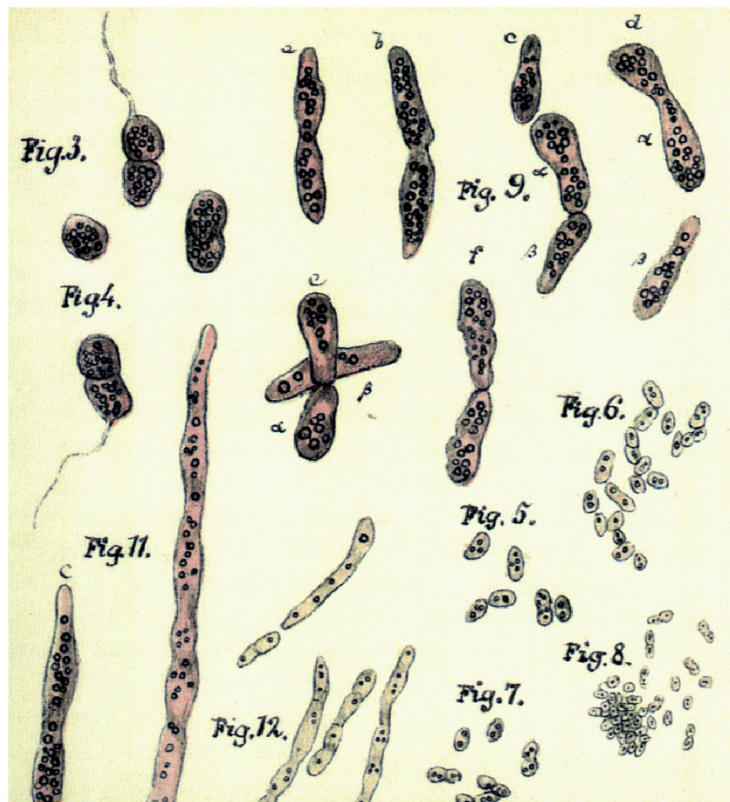


(a)

Εικόνα 1.14 Martinus Beijerinck και *Azotobacter*. (a) Σελίδα από το εργαστηριακό σημειωματάριο του M. Beijerinck, με ημερομηνία 31 Δεκεμβρίου 1900, στο οποίο περιγράφονται οι παρατηρήσεις του για το αερόβιο αζωτοδεσμευτικό βακτήριο *Azotobacter chroococcum* (η ονομασία που περικλείεται από τη στικτή κόκκινη γραμμή). Η συγκεκριμένη ονομασία αναφέρεται για πρώτη φορά σε αυτή τη σελίδα. Συγκρίνετε τα σχέδια του Beijerinck για τα ζεύγη κυττάρων των *A. chroococcum* με τη μικροφωτογραφία των *Azotobacter* της Εικόνας 12.19a. (β) Επιχρωματισμένο σχέδιο της αδελφής του M. Beijerinck, Henriette Beijerinck, στο οποίο φαίνονται τα κύτταρα του *Azotobacter chroococcum*. Ο Beijerinck χρησιμοποιούσε στις διαλέξεις του παρόμοια επιχρωματισμένα σχεδιαγράμματα, καθώς εκείνη την εποχή δεν υπήρχαν οι σημερινές συσκευές προβολής διαφανειών.



(β)



From *Microbiologie du Sol*, used with permission

Εικόνα 1.15

Σχέδια κυττάρων πορφύρων φωτοτροφικών θειοβακτηριδίων, 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 αντιγράφηκαν και χρωματίστηκαν με το χέρι από τη σύζυγό του Héléne 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 μικροφωτογραφία των ζωντανών κυττάρων του *C. okeni* στην Εικόνα 12.4a 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.)