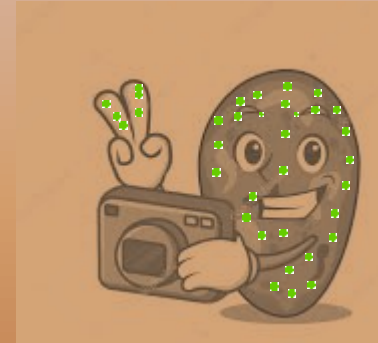


EKOLOGIE MIKROORGANISMŮ

1



Iva Buriánková
Ivan Tůma
MUNI
2022

ME – úhly pohledu

- autekologie – ekologie organismů a „druhů“
- procesy v systému – „black box“: transformace látek vč. „nežádoucích“, koloběh, regulace, bilance, produkce...
- hygienické aspekty
- kombinace...

Struktura přednášek

- Vznik života, vývoj prvních mikroorganismů, historie mikrobiální ekologie
- Charakteristika mikrobiálního života – metabolismus, růst, reprodukce
- Diverzita mikroorganismů – bakterie, archaea, protista (eukarya), houby, řasy, viry
- Mikrobi a ekosystémy (vody, půda, vzduch), populační ekologie
- Interakce mezi mikroby - neutralismus, komenzálismus, kompetice, parazitismus...
- Interakce mezi mikroby a rostlinami/živočichy
- Mikrobiální komunity – kolonizace. Potravní sítě, produktivita, koloběh energie
- Vliv mikrobů na biogeochemické cykly
- Dekompozice org.látek – čistírny odpadních vod, bioplynové stanice, bioremediace (přeměna rizikové látky na netoxické)
- **Metody studia mikroorganismů (vzorkování, kultivace, mikroskopie, molekulární přístupy – metagenomika, proteomika, stabilní izotopy...)**

Zakončení – ?

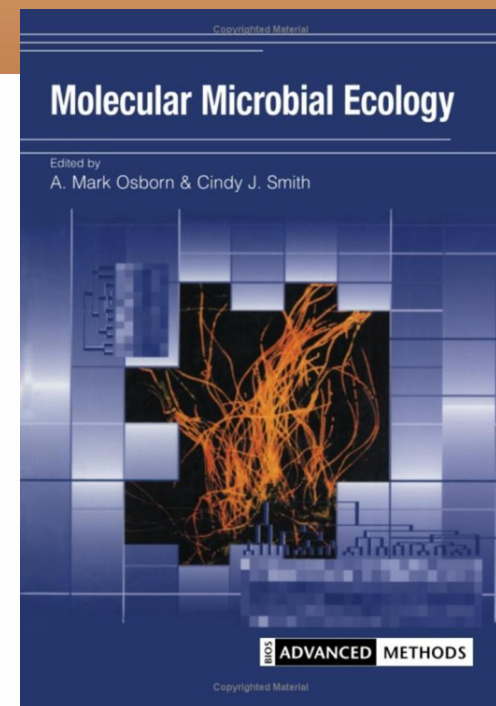
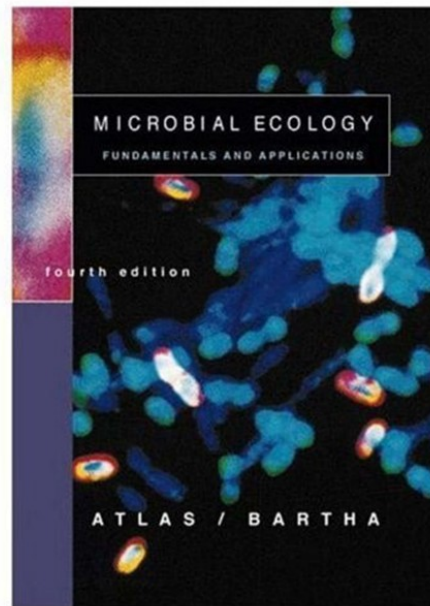
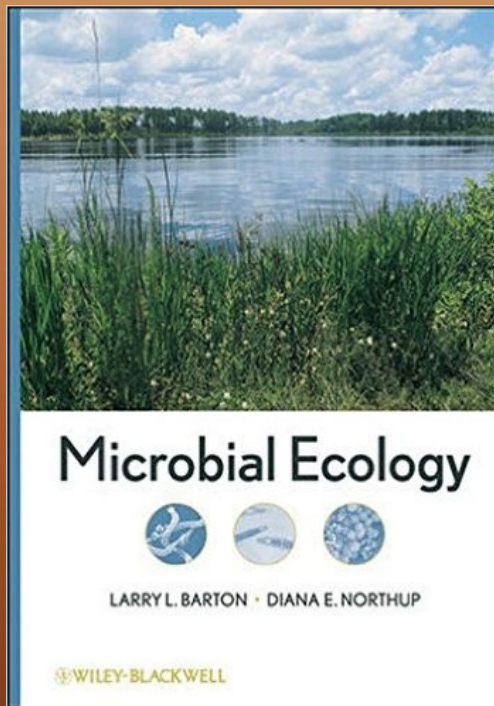
Doporučená literatura

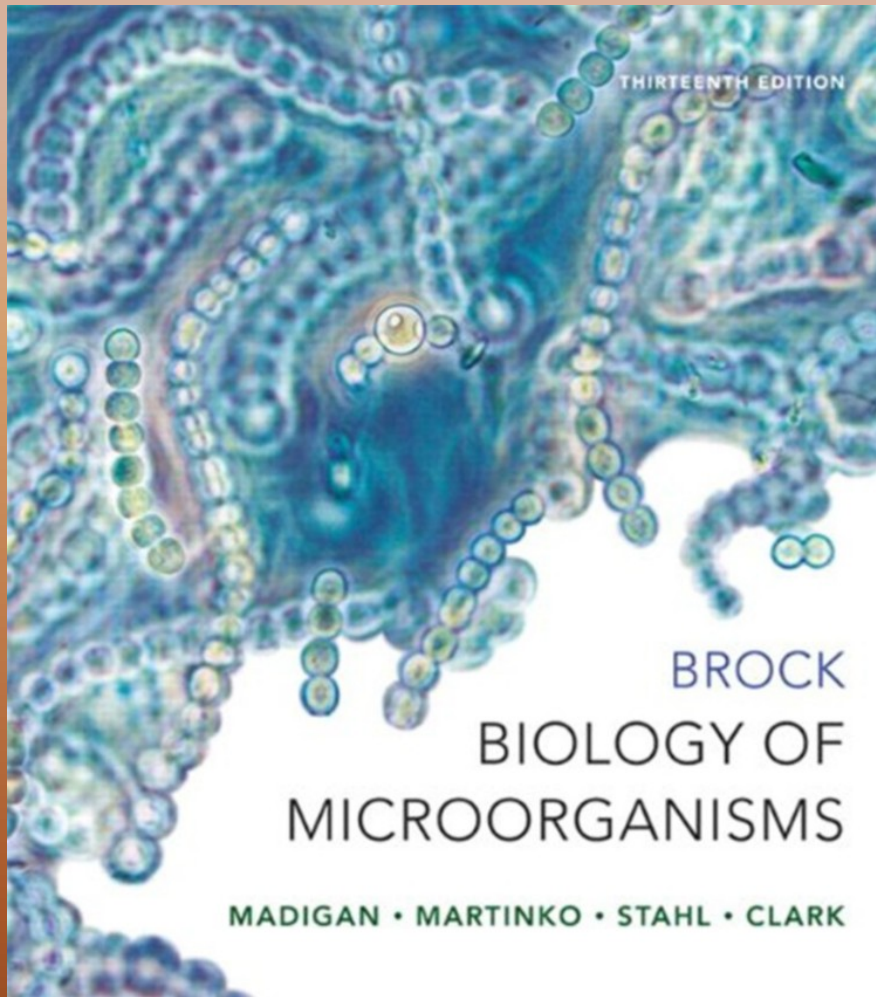
Atlas-Bartha: Microbial Ecology: Fundamentals and applications (1981 – 1st ed.; 1998 - 4th ed.)

Barton-Northup: Microbial Ecology (2011)

Osborn-Smith: Molecular Microbial Ecology

D. Sylvia et al: Principles and Applications of Soil Mikrobiology





13th ed 2010

1st edition 1970
Thomas D. Brock (1926)

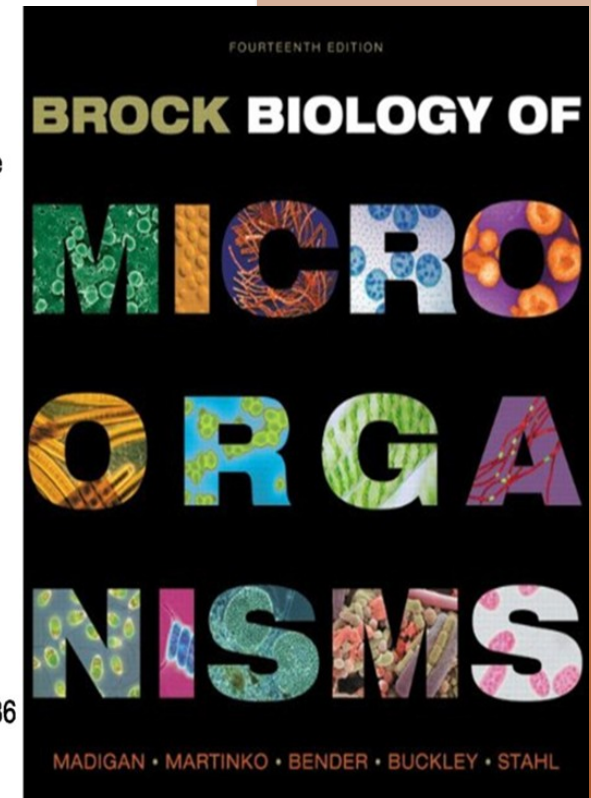
He graduated with a degree
in botany in 1949

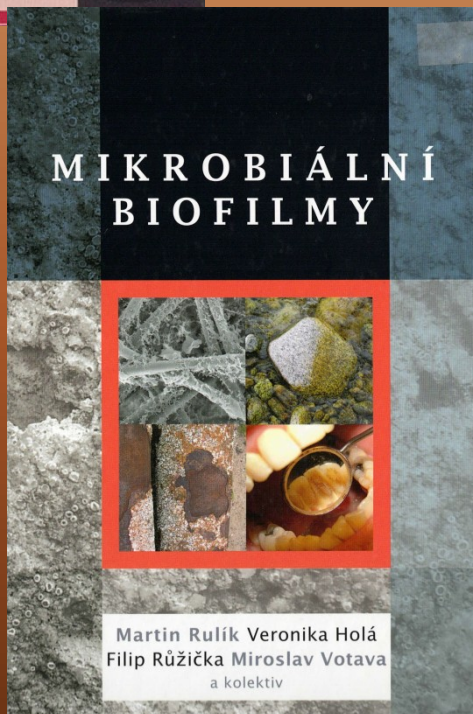
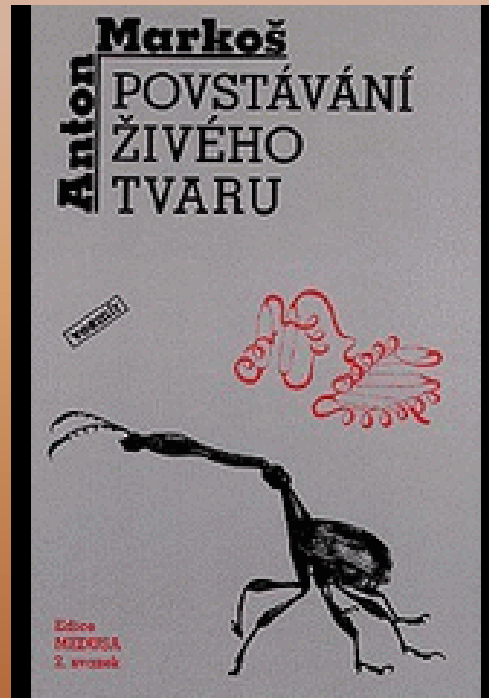
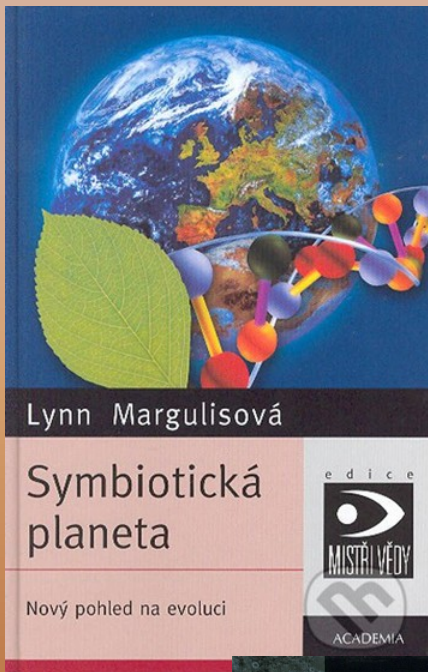
antibiotics research

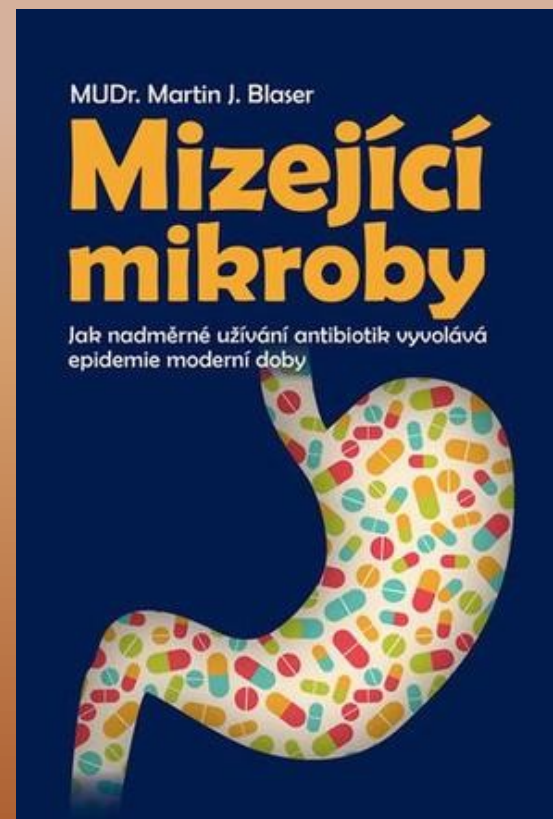
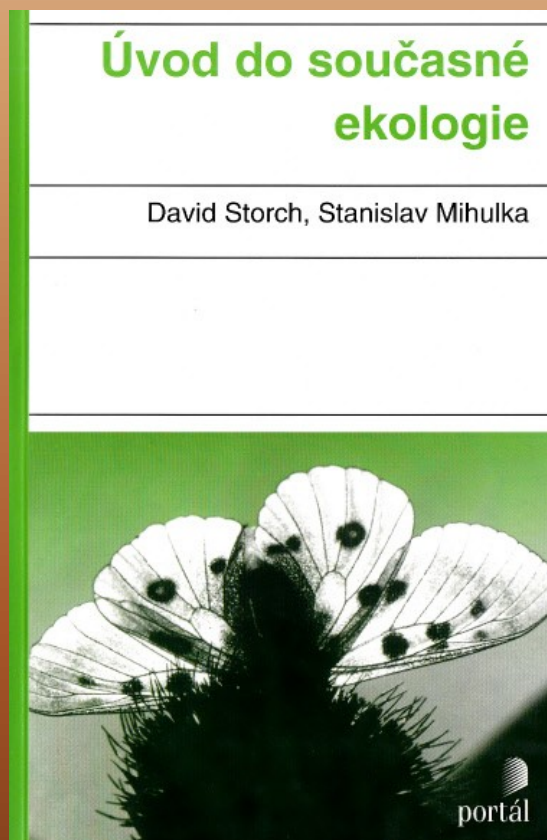
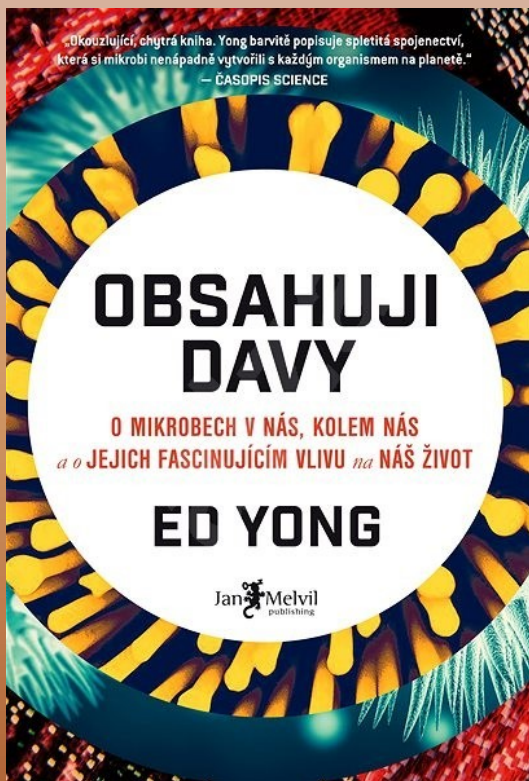
Yellowstone National Park
(1967 - discovery
of hyperthermofils)

Brock isolated and named
the bacterium
Thermus aquaticus

14th Edition 2014
Price: \$183.88
Rent - Price: \$46.84 - \$46.86
[38 New](#) from \$165.99
[49 Used](#) from \$115.15







Od 1974...

Microbial Ecology

Volume 57 Number 1

Jan

Microbial Ecology

Volume 60 Number 1

July 2010



Special Section on Microbial Ecology of Heritage Materials
Section Editors: Ralph Mitchell & Chris McNamara

 Springer

57(1) 1-214 • 248 ISSN 0095-3628

 Springer

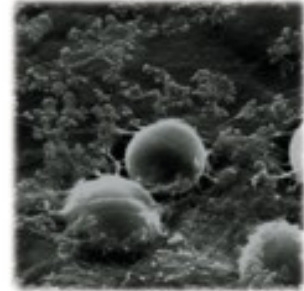
60(1) 1-264 • 248 ISSN 0095-3628

Online First
Availability Date

Fast publication

Microbial Ecology

Volume 18 Number 4
November 2008



 Springer

18(4) 475-671 • 248 ISSN 0095-3628



Microbial Ecology

Volume 12 Number 4
November 2010

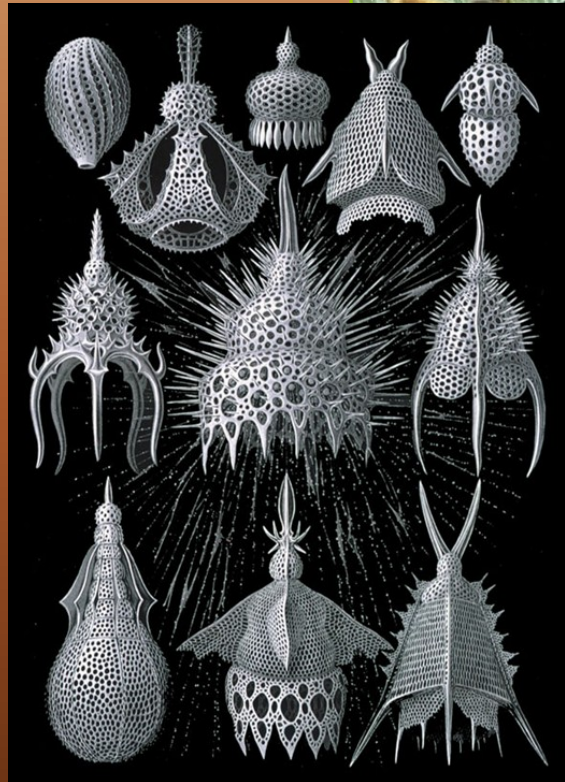
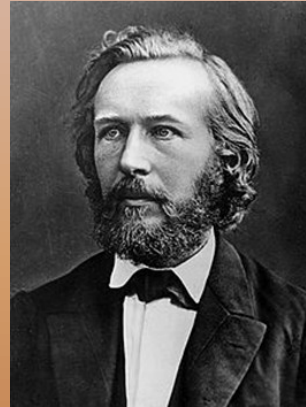


 Springer

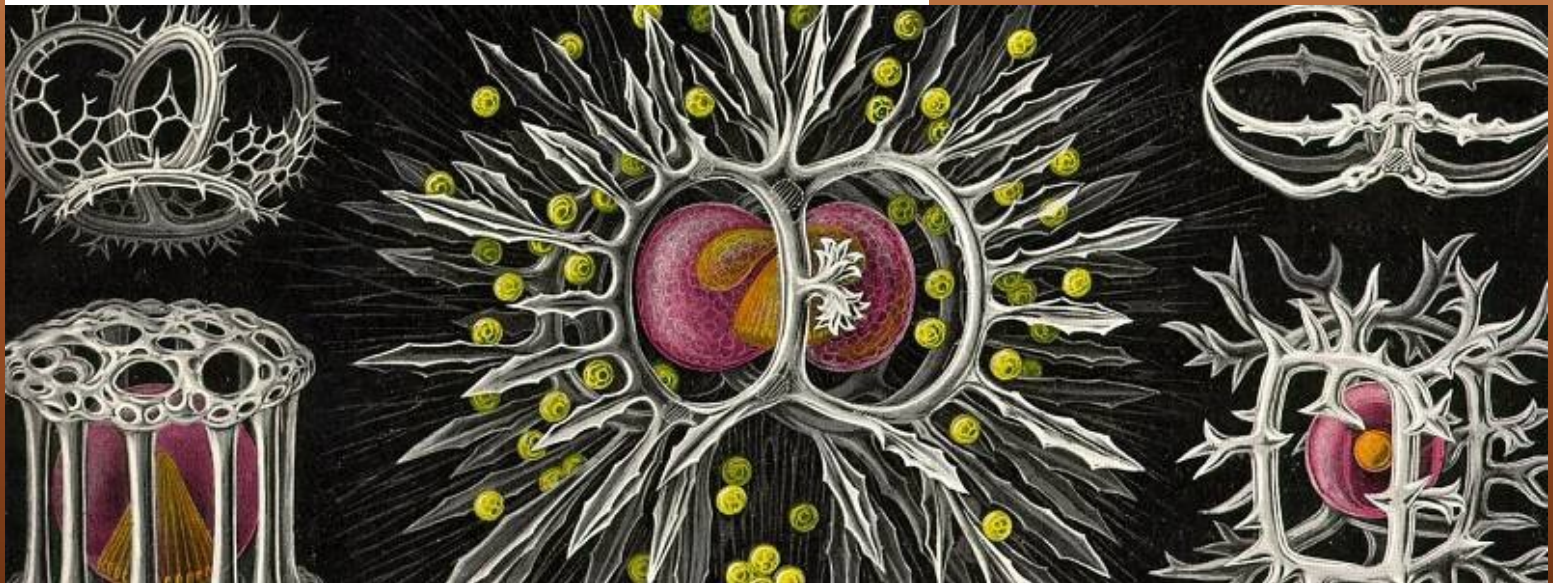
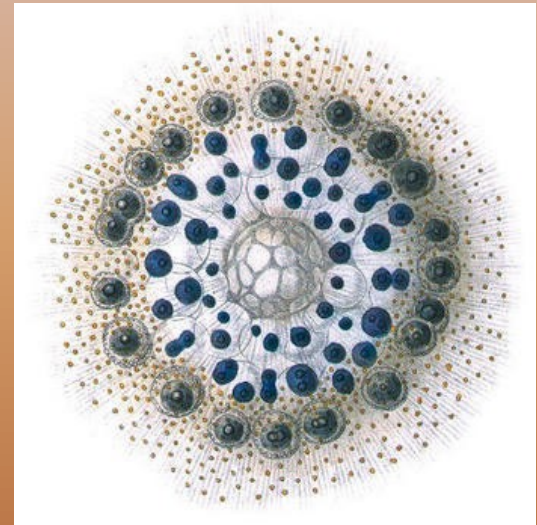
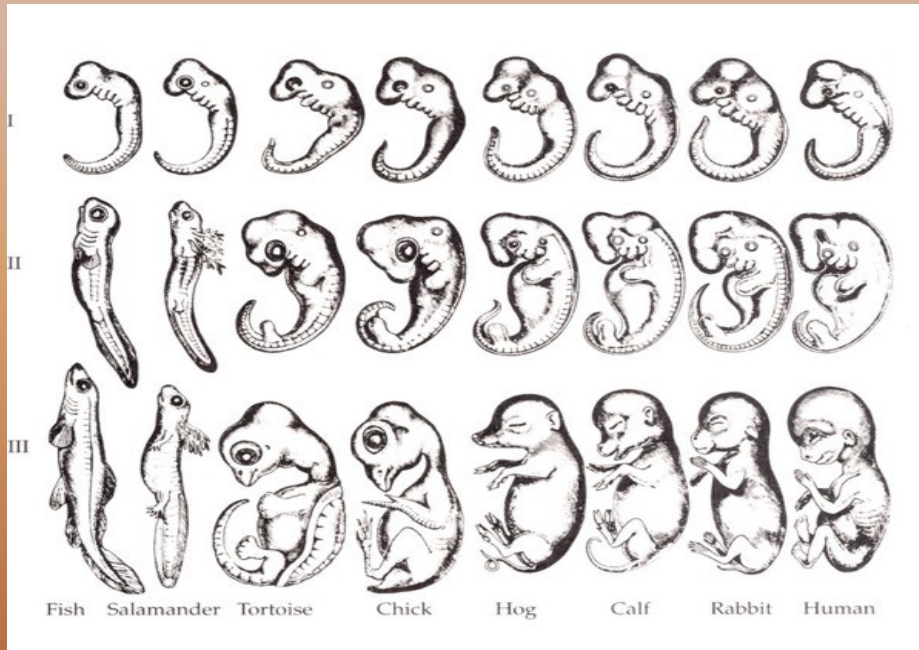
12(4) 481-688 • 248 ISSN 0095-3628

Ekologie

- 1869 – Ernst Haeckel: „Vzájemné působení mezi organismy a jejich prostředím (řecky „oikos“=domov), organismy ve „svém“ prostředí
- 1972 – J. R. Krebs: „Vědecké studium interakcí, které ovlivňují výskyt a hojnost organismů v prostoru a v čase“. (interakce-popisují právě vztah mezi org. a prostředím)
- Dnes je kladen důraz na **evoluci!**
Studium vzniku adaptivních mechanismů vázaných na podmínky a stabilitu prostředí



Haeckel - biogenetický zákon - ontogeneze je zkráceným opakováním fylogeneze



J. R. Krebs: „Vědecké studium interakcí, které ovlivňují výskyt a hojnost organismů v prostoru a v čase“. (interakce-popisují právě vztah mezi org. a prostředím).“

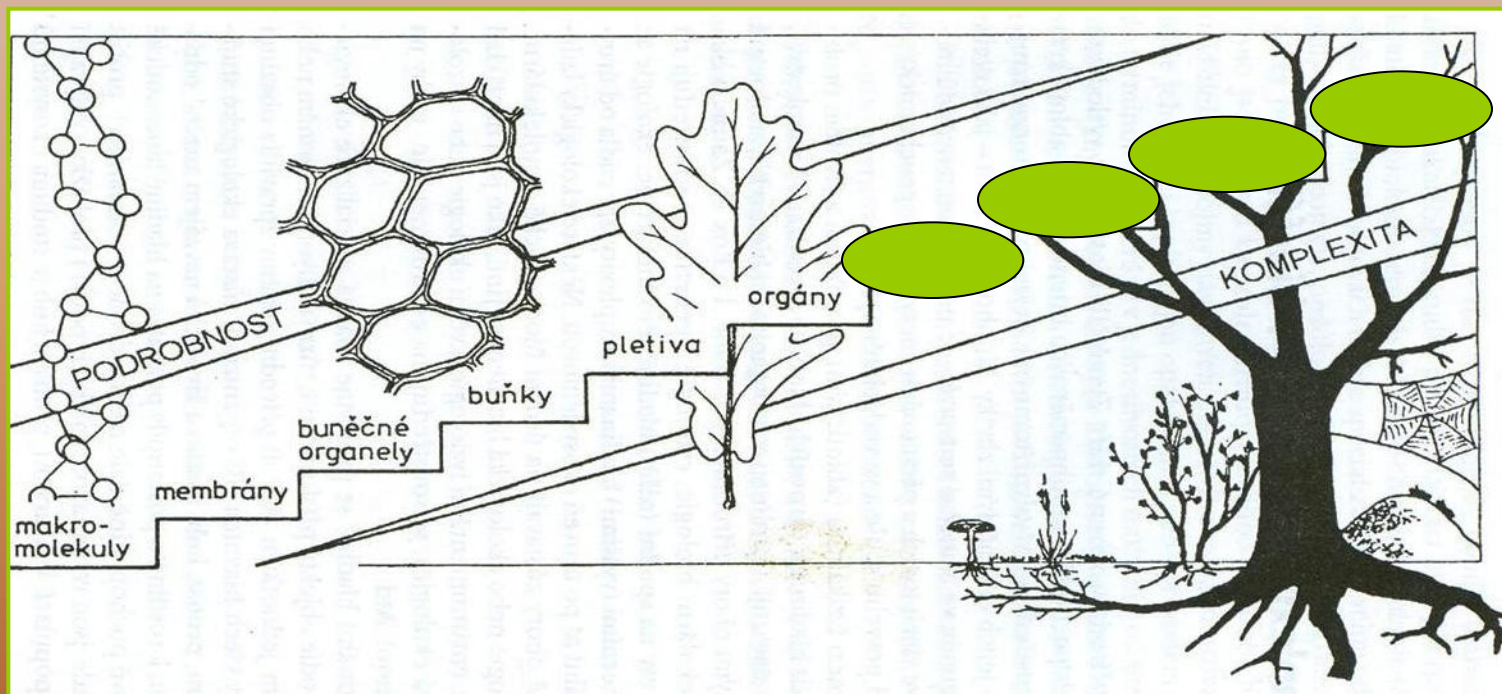
Co je tedy to „prostředí“ z definice?

Souhrn všech faktorů, zdrojů a jevů vně organismu, které na tento organismus působí a nějak ho ovlivňují

- Podmínky prostředí – „nevyčerpatelné“
- Zdroje – „vyčerpatelné“
- „Enemies“ – predátoři aj.



Předmět studia ekologie



- A. **molekulární** (DNA): biochemie, molekulární biologie
- B. **buněčná** (jádro, organely, apod.): cytologie, genetika
- C. **orgánová** (pletiva, orgány): anatomie, morfologie, fyziologie, ekofyziologie
- D. **organismální** (individua, formy): vývojová biologie, systematika, **autekologie**
- E. **populační** (populace, kohorty): genetika, **populační ekologie**
- F. **biocenotická** (společenstva): **ekologie společenstev**, biocenologie
- G. **ekosystémová** (ekosystémy, biomy): **ekologie ekosystémů**
- H. **geosystémová** (krajina, biosféra): **krajinná ekologie (?)**, biogeografie

Záběr ekologie jako celku je poměrně široký...

...každé odvětví, disciplína ekologie, pracuje v odlišných měřítcích, škálách, řeší trochu jiné problémy, ale vždy prostřednictvím dvou hlavních přístupů: **proximálního (JAK?)** a **ultimativního (PROČ?)**



- **Ekofyziologie:** ekologie jedince (druhu), studuje mechanismy adaptace na faktory prostředí. Proč kachna nepřimrzne nohama k ledu, nebo se nepodchladí? Jak snáší endotermové teploty hluboko pod bodem mrazu? Proč velbloud vydrží tak dlouho bez vody atd.
- **Populační ekologie:** jak kolísá počet jedinců v populaci pod vlivem prostředí, co všechno je ovlivňuje? (lumík norský, sarančata, kvasinky..)...
- **Ekologie společenstev:** kolik druhů tvoří společenstva, proč právě tolik, hot-spots biodiverzity ve světě, energomateriálové toky ekosystémem...

Ekologii ve všech jejích dílčích oborech sjednocuje několik zásad, společných rysů, paradigmat..

1. Slovo „ekologický“ lze chápat správně pouze ve vztahu k evoluci, interakcím mezi organismy a prostředím! (jinými organismy, abiotickými faktory atd.)



„ekologický papír“

„ekologické auto“

„neekologické chování“

= Nesmysl!

Btw.: Pokud dojde k určitému typu průmyslové havárie, např. k vypuštění toxických chemikálií do vody, jedná se o vznik jisté interakce mezi působící podmínkou prostředí (buť antropogenně podmíněnou) a ekosystémem řeky, přičemž se po čase ustaví nová dynamická rovnováha...jedná se tedy o ekologický proces, změny v biocenózách!

2. „Pro dobro druhu“ se v přírodě nehraje - žádný organismus není evolučně selektován aby konal k prospěchu druhu (byť vlastního). Příroda favorizuje jedince nesoucí geny s cílem být maximálně **reprodukčně úspěšný (= fitness)** a to i tehdy pokud by mělo dojít k úhynu daného jedince.

Jednotkou přírodního výběru není jedinec, jak je v současnosti převládajícím zvykem, natož pak skupina či druh, **ale gen**, základní jednotka dědičnosti (viz „Sobecký gen“, R. Dawkins)

Pokud hovoříme o **altruismu**, jedná se zpravidla o **nepravý (příbuzenský) altruismus!**

(viz sociální hmyz, zejména blanokřídlí – kastovní systém, rozmnožování omezeno na pár jedinců – královny, ostatní se pomáhají starat o potomstvo.

Proč?

Potomstvo je blízce příbuzné, péčí o něj dělnice propaguje své vlastní geny.



3. Ústřední roli hrají geny a prostředí - výskyt druhů je dán jak **podmínkami prostředí** tak jejich **genetickou výbavou (genotyp)**.

Podmínky prostředí i genotyp ovlivňují základní charakteristiky jako natalitu, rychlost růstu, mortalitu apod. Interakcí genů a podmínek prostředí vzniká **fenotyp** (to co u organismů pozorujeme). K pochopení ekologie adaptací organismů tedy musíme znát jak povahu jejich genetické výbavy, tak podmínek prostředí a jejich souvztažnost (někdy je limitní prostředí, jindy geny).



Prostřednictvím různé reprodukční úspěšnosti **genů** dochází k vzniku adaptací na celou škálu typů **prostředí**.

Mikroorganismy

- bakterie
- archea

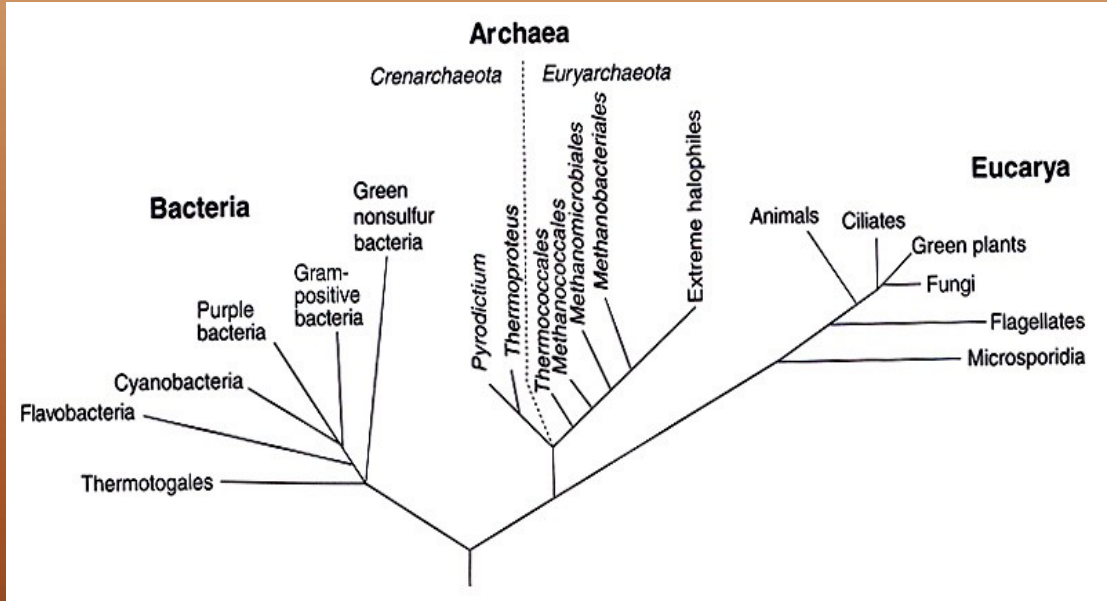
-
- houby
 - řasy
 - prvoci

-
- viry
 - Průchod? |

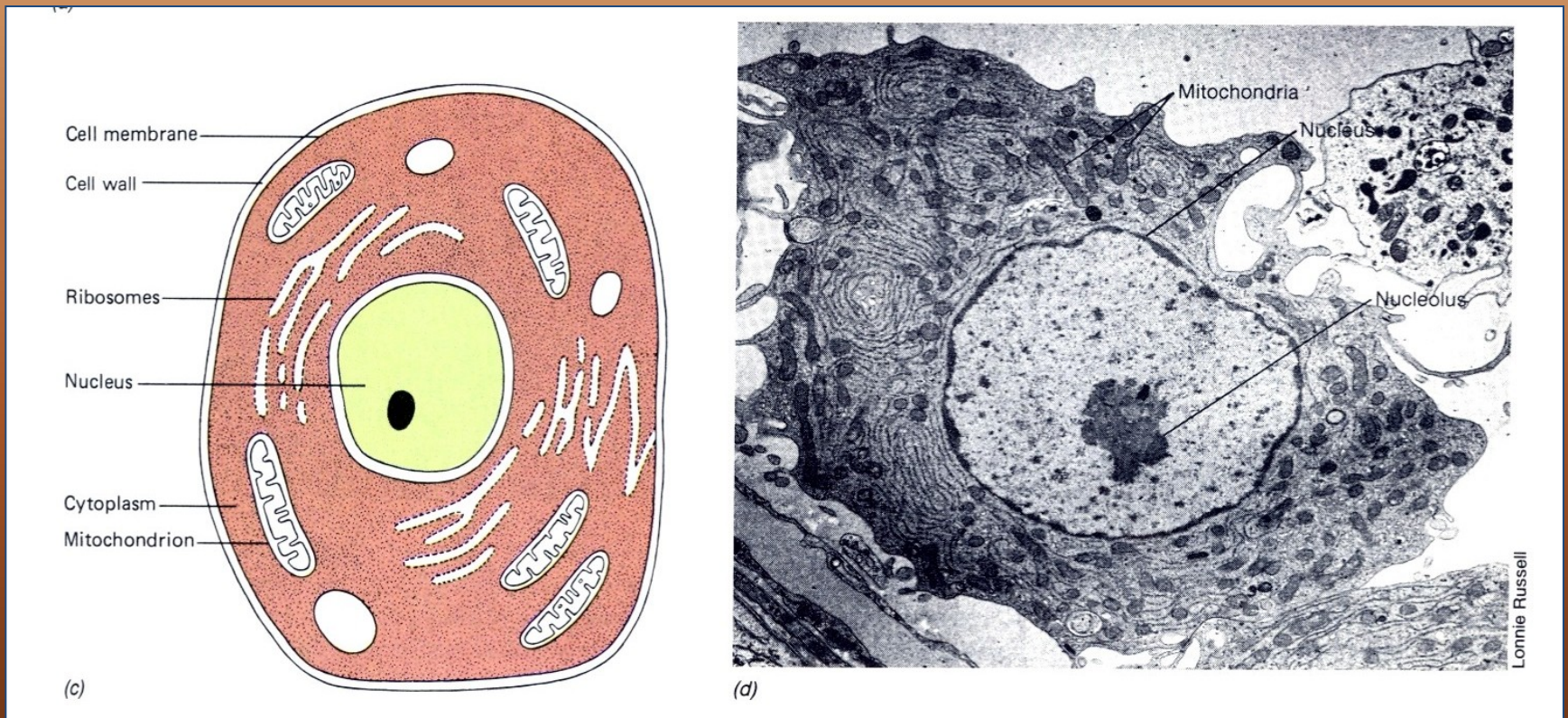
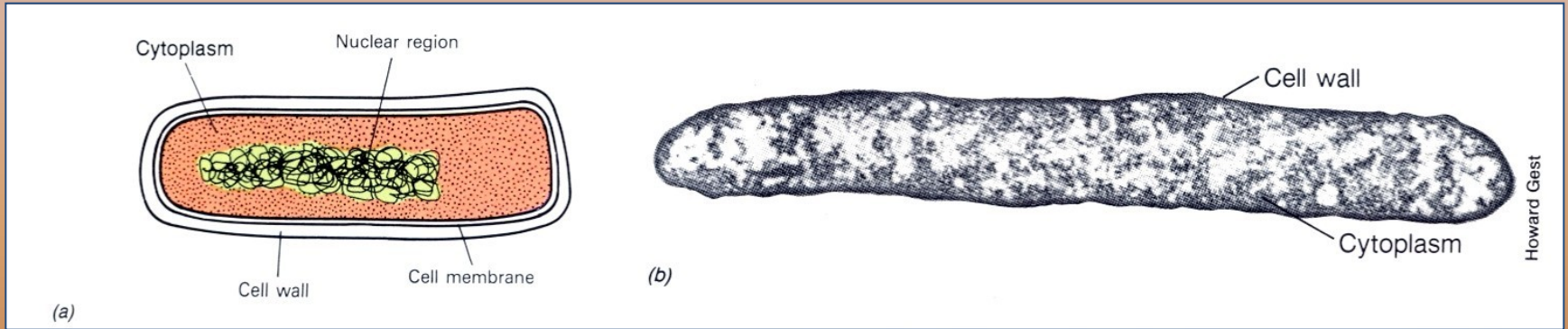
- 3 hlavní domény života :

- Eucaryota – Eucarya
- Procaryota – Bacteria
 - Archaea
 - (*Candidate Phyla Radiation?*)

- jednobuněčný, pouze mikroskopicky pozorovatelný
- kolonie, shluky, případně i symbiotická společenstva
- rozmanitost metabolických drah, rychlost rozmnožování
- schopnosti přežít nepříznivé podmínky – kosmopolité
- převážně prokaryota (bakterie, archea) i eukaryota

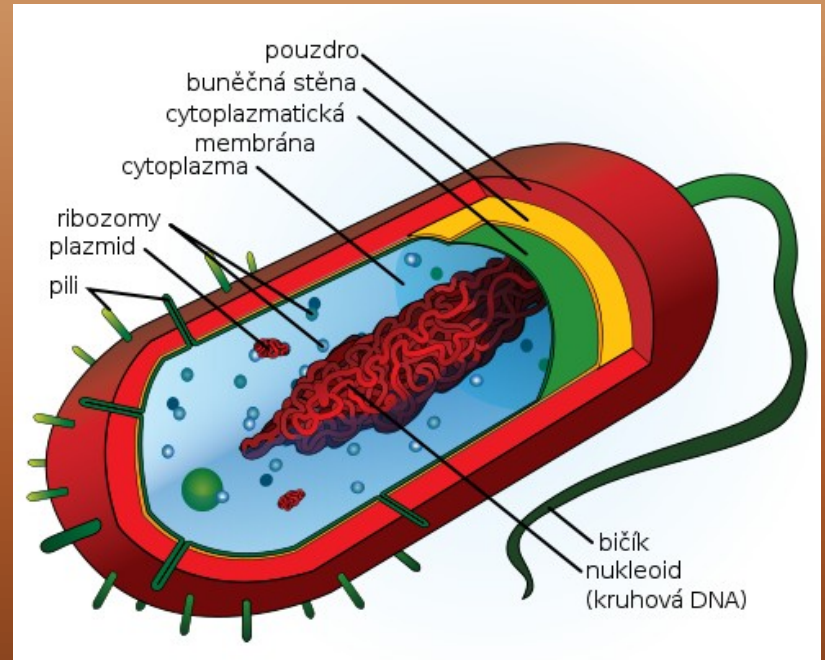


Prokaryotická vs. Eukaryotická buňka



Charakteristické rysy Prokaryot

- jaderný ekvivalent 10-20% objemu buňky, haploidní – jedna cyklická molekula DNA
- absence organel
- ribozómy: 2 jednotky RNA (30S + 50S, suma 70S)
- složení buňky (sušina): 3% jádro, 40% ribozómy; nebo: 1/3 proteiny, 2/3 RNA
- plasmidy
- stěna – peptidoglykan
- plynové „vakuoly“
- jiné - „bičíky“ atd...
- tvoří tkáně, ale konsorcia...

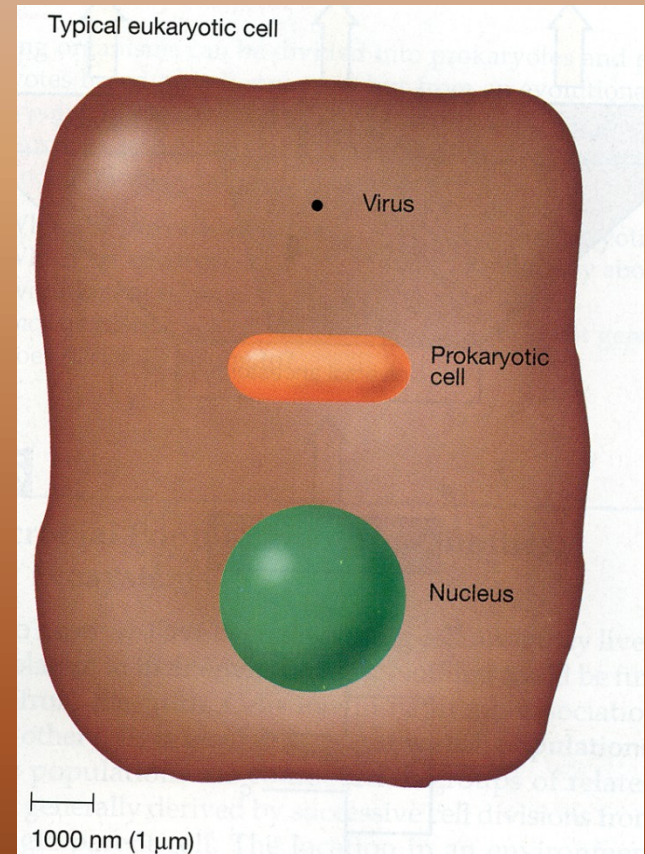


Charakteristické funkční rysy **Prokaryot**

- často anaerobióza, fixace N
- chemolitotrofie
- fotosyntéza (fotolýza H_2O)
- absence fagocytózy

- absence sterolů v membránách (vzácně sinice a mykoplazmy)

- neschopnost tvořit tkáně, ale organizace v konsorciích různých metabolických typů



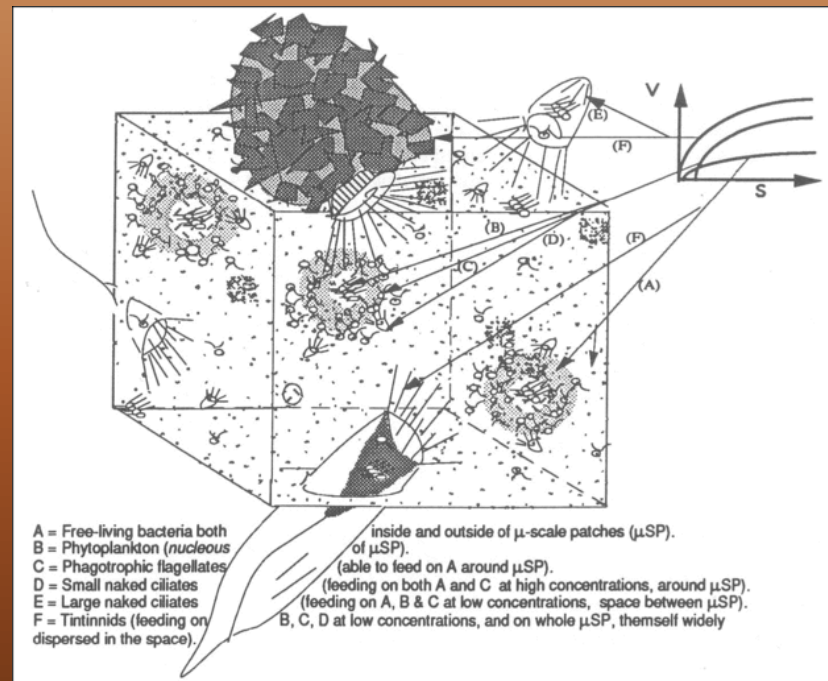
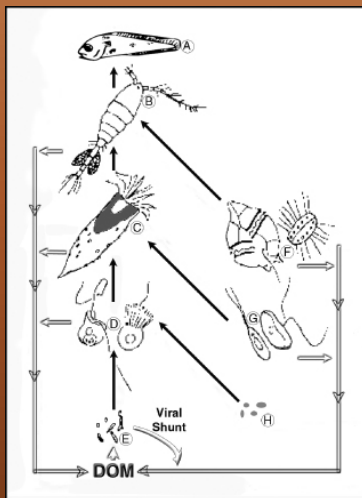
Mikrobiální ekologie

- inter(multi)disciplinární obor, vztahy, původ a evoluce života
- Bacteria vs. Archaea – komplikovaná klasifikace, nejasná definice prokaryot
- těžší z klasické mikrobiologie založené na přímé identifikaci
- exponenciální nárůst dat díky molekulární biologii
- z toho vyplývající změny „stromu života“
- v současnosti kladen důraz na pochopení struktury mikrobiální komunity v prostředí
- klíč k pochopení je identifikace – kultivace vs. molekulární přístupy
- studium enzymatické aktivity i adaptace mikroorganismů na prostředí přispívají k poznání fyziologie i ekologie mikroorganismů



Hlavní otázky v mikrobiální ekologii

- Které mikroorganismy jsou přítomné?
- Jaká je role jednotlivých „druhů“?
- Jaké interakce se vyskytují v mikrobiálním prostředí?
- Jak mění mikroorganismy své prostředí?



Kořeny mikrobiální ekologie

- hluboko v historii lidstva, před poznáním vlastních bakterií lidé hledali způsob, jak uchovat potraviny
- častá fermentace mléka, zeleniny, ovoce
- fermentace šťáv
- nakládání ovoce a zeleniny



Pickles

1 kg zeleniny (500 g bílého či červeného hlávkového zelí, 300 g mrkve, 200 g cibule, ev. zázvor a chilli)

2 polévkové lžíce mořské soli

lžička drceného či mletého kmínu

vhodná kvasná nádoba ze skla či keramiky

Nakrouhat, smíchat, zatížit, kvasit 2-6 dní v pokojové teplotě ☺



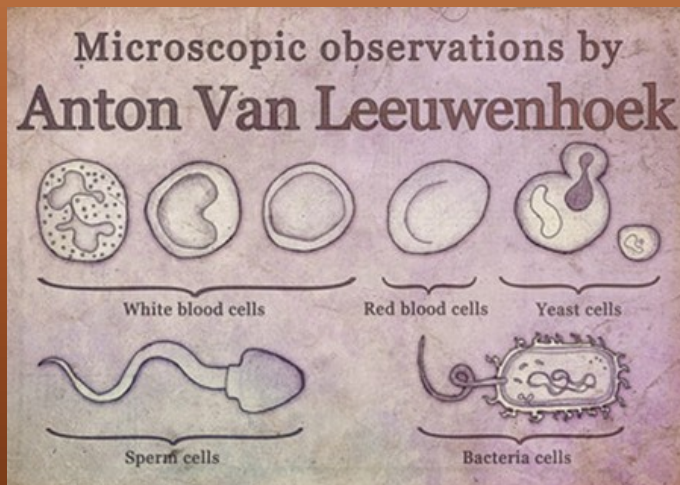
- svrchních 2,5 cm půdy – více mikrobů než eukaryot nad zemí
- odhad 5×10^{30} prokaryot – více než polovina živé protoplasmy na Zemi
- počet bakterií v lidském těle je o řád vyšší než počet buněk, které ho tvoří
- obrovský vliv prokaryot na eukaryota
- analýza mikrobiomu kůže člověka – velmi podobný a přesto unikátní pro jednotlivce
- speciální techniky pěstování rýže – nyní víme, že podporují růst dusík fixujících cyanobakterií



Historické okénko

Antony van Leeuwenhoek (1632-1723)

- obchodník v Holandsku , žádné vyšší vzdělání
- zručný, zvědavý s otevřenou myslí nezatíženou vědeckými dogmaty jeho doby
- zdokonalil metodu mikroskopování (vyrobil mikroskopy i skleněné kuličky, které používal jako čočky)
- **1675 – první pozorování jednobuněčných organismů - animacules**
- spermie ,bakterie, kvasinky, volně žijící a parazitické protista
- popsal krevní buňky a objevil krevní vlásečnice (kapilár), svalová vlákna, krvinky
- poprvé bakterie v zubním hlenu (1683)
- uveden do Royal Society ho uvedl Reinier de Graaf (fyzik)
- 1673 první publikace v Philosophical Transactions (Royal Society)



... po Leeuwenhoekovi málo pokroku v mikrobiální ekologii...

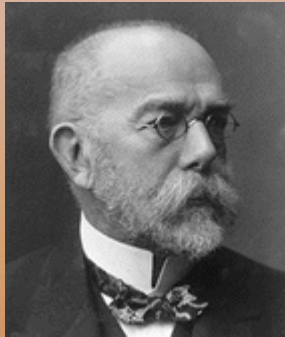
Louis Pasteur (1822-1895)

- **mikroorganismy jako původce chorob**
- vyvinul **vakcíny**, vyvolávající obrannou schopnost organismu
- **cholera drůbeže** - použil oslabenou kulturu, ta nezpůsobila cholera a tyto zvířata se nepodařilo infikovat virulentní kulturou bakterií
- **vzteklina** (vakcína připravena z vysušené míchy nakažených králíků) vyzkoušena jen na 11 psech
- 1885 aplikace na dítěti po pokousání vzteklým psem, nemoc se neprojevila
- **antrax** (*Bacillus anthracis*) u hospodářských zvířat, původce chorob bource morušového

- výroba dalších vakcín, založení Pasteurova Institutu

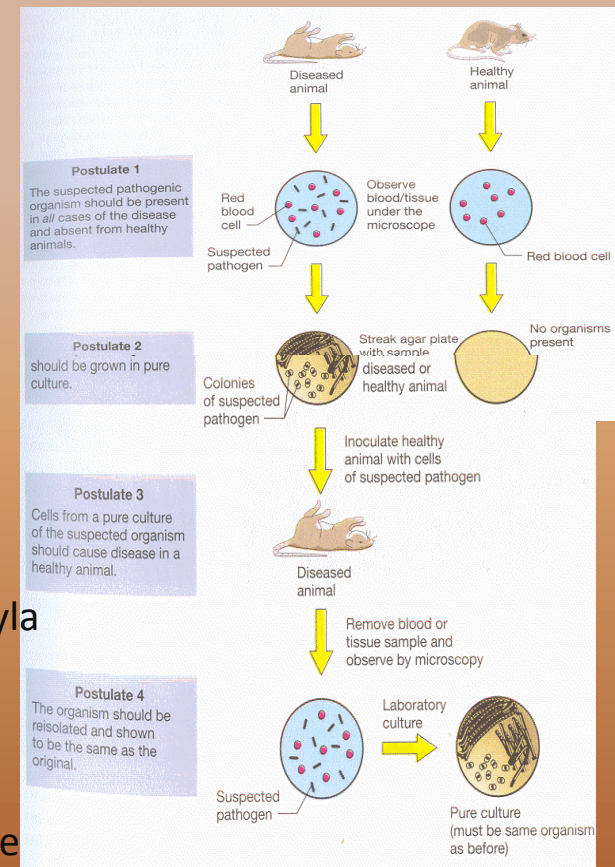
- **1857 - důkaz že kvašení je biologický proces vázaný na živé mikroorganismy = Pasteurův efekt**
(někteří mikrobi se mohou vyvíjet a žít bez kyslíku)
- vypracoval postup pro ochranu potravinářských tekutin proti znehodnocení dalším kvašením



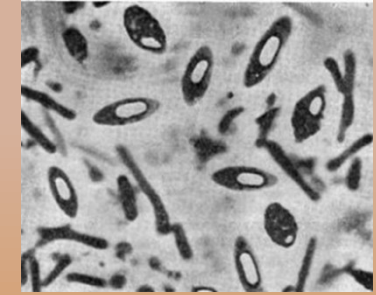
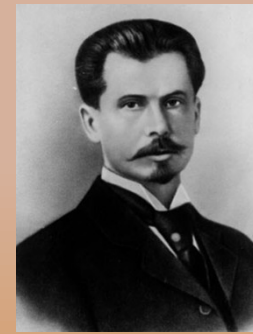


Robert Koch

- Největšího úspěchu v oblasti lékařské bakteriologie dosáhl **Koch** s výzkumem **tuberkulózy**
- V roce 1881, když s touto prací začínal, jedna sedmina všech doložitelných lidských úmrtí byla zapříčiněna tuberkulózou
- I když dokonce již v této době existovaly nesporné důkazy o tom, že se jedná o nemoc „nakažlivou“, onen očekávaný mikrob-původce nebyl nikdy viděn ať již ve tkáních nemocných, nebo v laboratorní kultuře
- Za jeho přínos pro výzkum tuberkulózy, za speciální barvicí techniku a za přípravu **tuberkulinu**, látky využívané při diagnostice tuberkulózy, obdržel v roce 1905 Nobelovu cenu



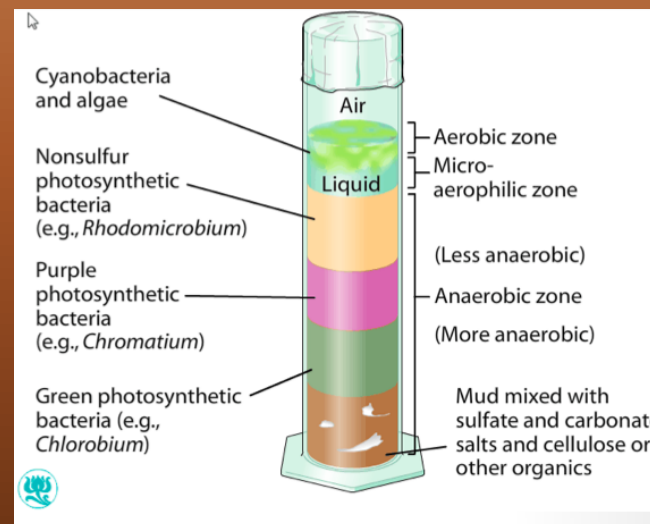
Sergej Winogradsky 1856-1953



- **chemolitotrofie**, role mikroorganismů v koloběhu živin
- považován za **zakladatele půdní mikrobiologie**

1890 izolace nitrifikačních bakterií

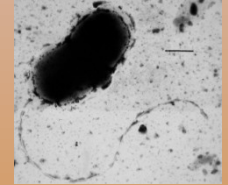
- anaerobní N-fixující bakterie *Clostridium pasteurianum*
- přispěl k studiu redukce nitrátu a symbiotické fixace dusíku
- izoloval a popsal nitrifikační bakterie včetně významu přeměny amonného kationu na nitrátový anion, který se lehce vyplaví z pudy
- mikrobiální oxidaci sirovodíku a síry, oxidaci dvojmocného železa
- započal nutriční dělení půdních mikroorganismu na **autochtonní** (využívající humus, rostoucí na půdní org. hmotě) a na zymogenní/**alochtonní** (oportunní bakterie rostoucí na listech a jiné rostl. hmotě a živočišných odpadech přicházejících do půdy)



- chemolitotrofní organismy (1892)- získávání energie oxidací anorganických látek, zatím je známa jen u bakterií
- fotosyntetizující sinice – jediné bakterie uvolňující O₂ při fotosyntéze do vody (mají vrchní vrstvy – opouzdrěné bakterie)

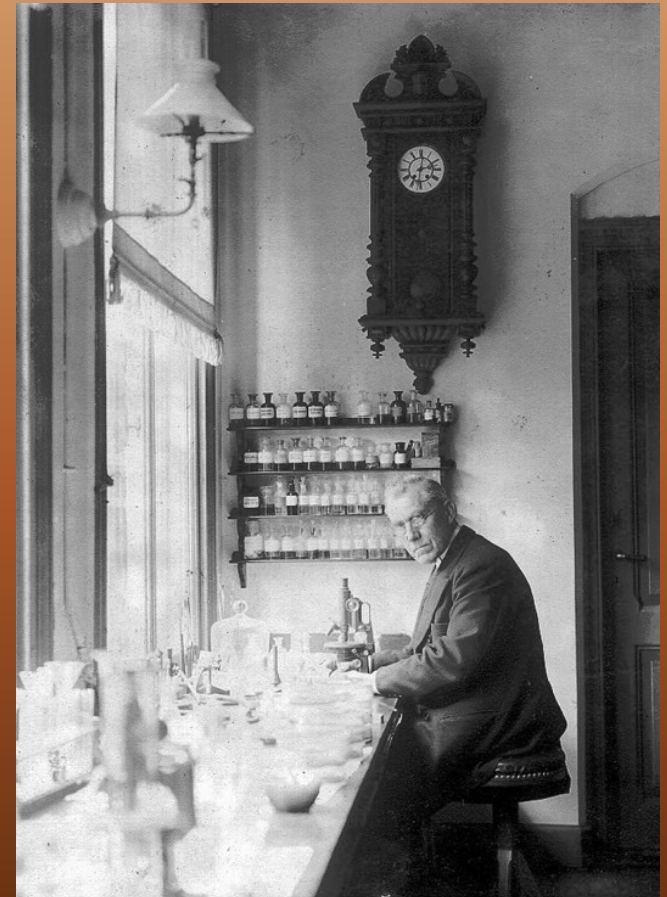
Martinus Beijerinck (1851-1931)

- mikrobiální transformace, reakce biochemických cyklů
- **role mikrobů pro přeměnu prvků** v globálním měřítku
- nepříjemná osoba , asketický životní styl
- jeho pohled na vědu a manželství byl značně neslučitelný
- s Winogradskym vyvinul techniku obohacovací kultury (**živné půdy**)
- izoloval bakterie symbiotické a nesymbiotické **fixace dusíku**
 - **Azobacter, Rhizobium**
- izoloval bakterie redukce sulfátů Desulfovibrio
- Lactobacillus
- 1898 - jako první používá **termín "virus"** při jeho experimentech s tabákovou mozaikou



1905: The way I approach microbiology ... can be concisely stated as the study of microbial ecology, i.e. of the relation between environmental conditions and the special forms of life corresponding to them. (50 let před zavedením mikrobiální ekologie)

„Everything is everywhere, the environment selects“ (he recognized the near ubiquity of most microbial forms and the selective influence of the environment that favors the development of certain types of microorganisms)



Roger Stanier

- katabolickými procesy, sinicemi a ostatními **fotosyntetizujícími bakteriemi**
- vysvětlil způsob účinku streptomycinu
- detaily buněčné diference *Caulobacter*, zkoumal pseudomonády
- také obhajoval dělení života na eukaryota a prokaryota

Albert Kluyver

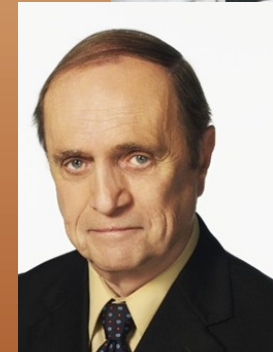
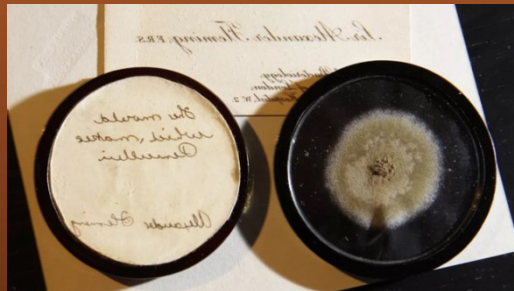
- mikrobiální fyziologie, různé oxidativní, fermentativní a chemoautotrofní mikroorganismy
- srovnávací přístup – sjednocující rysy v různorodém mikrobiálním světě

Cornelius Bernardus van Niel

- směřoval významné vědce k vysvětlení **chemie fotosyntézy**
- zvláště významné práce na fototrofii
- upozornil na významnou **podobnost H₂S a H₂O** ve fotoprocesech fototrofních sírných bakterií a fotosyntetizujících rostlin
- založil tradici letních kurzů mikrobiální ekologie

Alexander Fleming

- 1929– Penicillium x Staphylococcus – ekologie
- dodnes velký význam pozorování interakcí 2 organismů
- důležité i pro ekologii

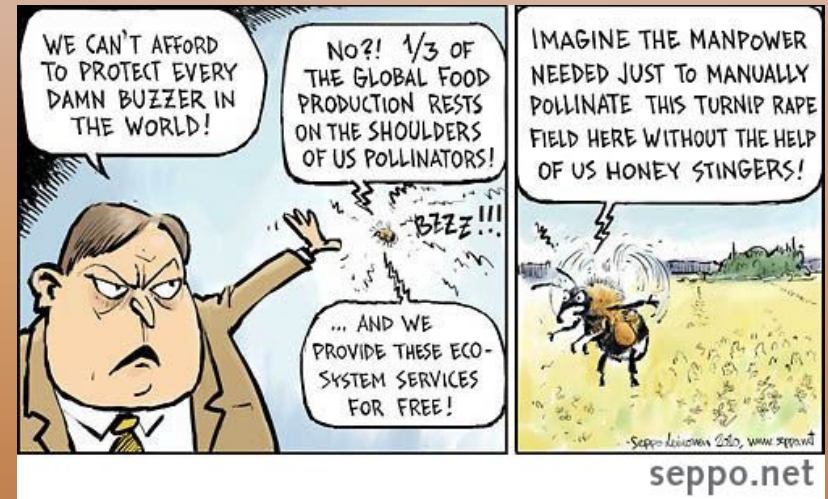


?



Vzestup ekologie ve 20. století

- 60. léta 20. století
- důsledek 2. světové války
- obrovsky technologický a ekonomický rozvoj
- alarm - populační exploze
- zhoršování kvality životního prostředí
- vyčerpání neobnovitelných zdrojů
- i rozumně obhospodařovat omezené zdroje Země
- nutná regulace populace
- limity pro technologický a ekonomický růst
- nutnost omezení znečišťování
- obnovitelné zdroje.....

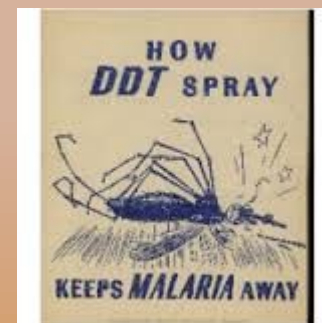


DDT – bioakumulace, hormonální disruptor (rakovina prsu, snížené množství a kvalita spermií)

Rachel Carson: Silent spring – 1962 (pesticidy, zvl. DDT)

<http://www.nrdc.org/health/pesticides/hcarson.asp>

- DDT – syntetizováno 1874
- insekticid 1939
- 2. světová válka – malárie, tyfus
- 1950-1980 – 40.000 t/rok (zemědělství, komáři, ...)
- od 40. let vyprodukováno 1,8 miliónů tun
- koncentrace v potravinovém řetězci



Nova legislativa, mezinárodní organizace.....

1972 – zákaz používání DDT v USA

Uvědomění si **kritické role** všech organismů - včetně mikrobů - pro udržení ekologické rovnováhy a přiznání **klíčové role** mikroorganismů v toku materiálů a energií přes globální ekosystémy.

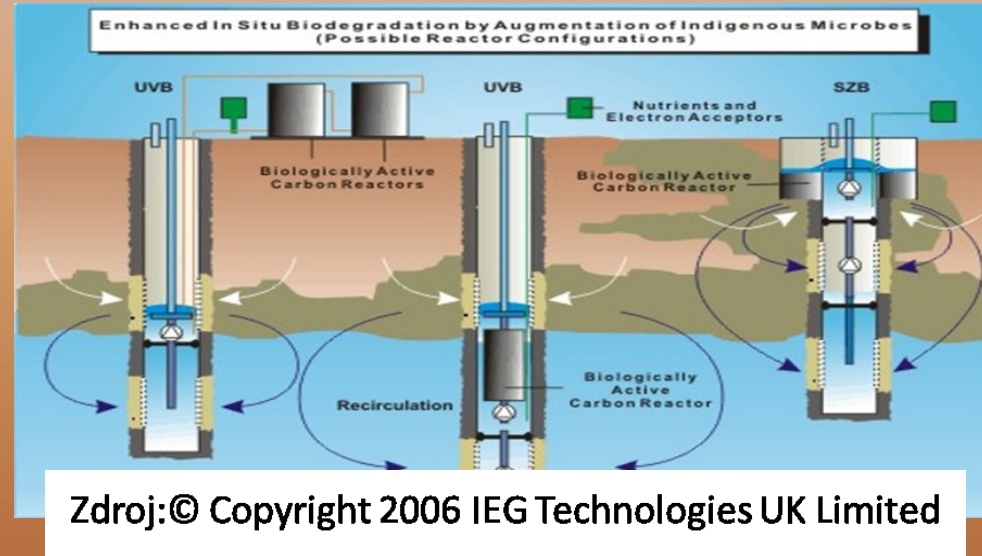
Role mikrobů:

- bezpečná a ekonomická likvidace tekutých a tuhých odpadů
- řešení nedostatku N hnojiv
- biologická kontrola škůdců
- produkce potravin, krmiv, paliv z vedlejších a odpadních produktů
- extrakce kovů z nízkobsahových rud

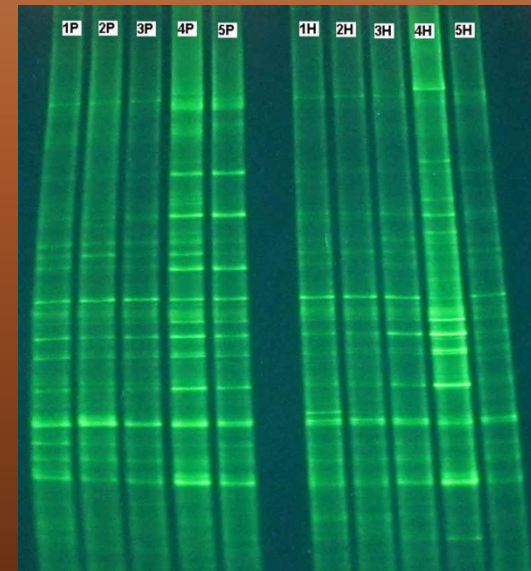


Od 1970s....

- snaha o porozumění role mikrobů v životním prostředí
- jejich využití pro udržování a zlepšování kvality životního prostředí
- bioremediace
- zemědělské praktiky (hnojení, škůdci,...)
- modifikace průmyslových procesů
- redukce polutantů
- biodegradovatelné materiály



Poly- β -hydroxyalkanoáty k výrobě plastů, jde o látku syntetizovanou zástupci rodů *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*



Současná perspektiva ME

- studium vlivu prostředí na růst a rozvoj mikroorganismů
- selekce vlivem nejen fyzikálních a chemických změn prostředí
- význam biologické adaptace bakterií a archaea – optimalizace využití dostupných zdrojů živin pro vlastní růst
- prokaryota – ideální systém pro rychlou genetickou evoluci – horizontální přenos genů zajišťuje produkci potomstva s různým genotypem i fenotypem
- paradox biologie - chybějící fosilie mikroorganismů přes jejich evoluční úspěch
- význam v koloběhu prvků
- ve struktuře společenstev
- v interakcích s jinými formami života

Mikrobi a lidé jsou dvě extrémní formy jedné živé hmoty.
Život na této planetě se bez lidí obejde, nikoliv však bez mikrobů.

Adolf Branald

