

ET přichází – z laboratoře

Jaroslav PETR

VÚŽV v.v.i.

ČZU Praha

S jistotou víme o jediném místě
ve vesmíru, kde existuje život



BIODIVERZITA

Celkový počet druhů jen odhadujeme
Mnohé vyhynou dřív, než je poznáme
Na souši žije 4krát více druhů než v moři

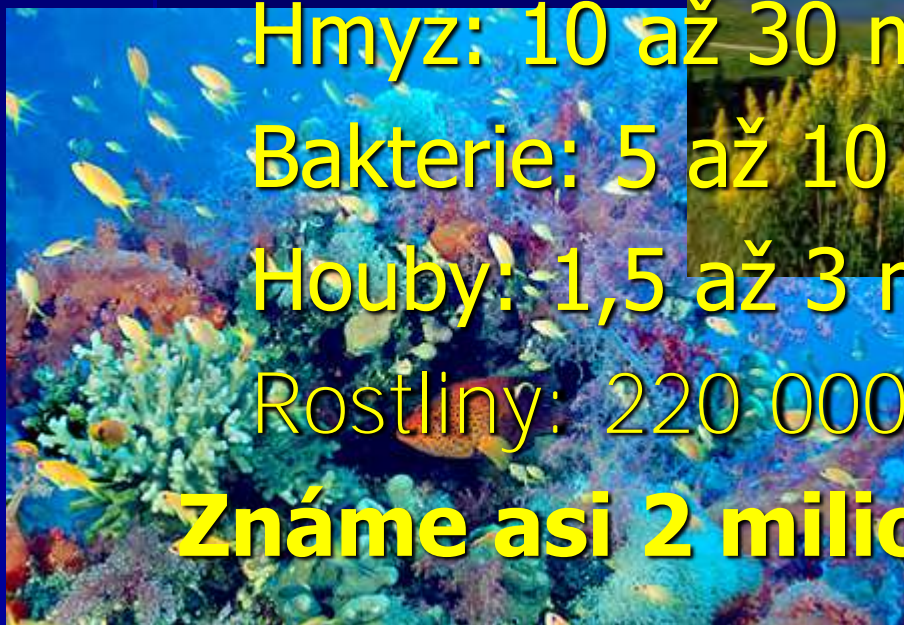
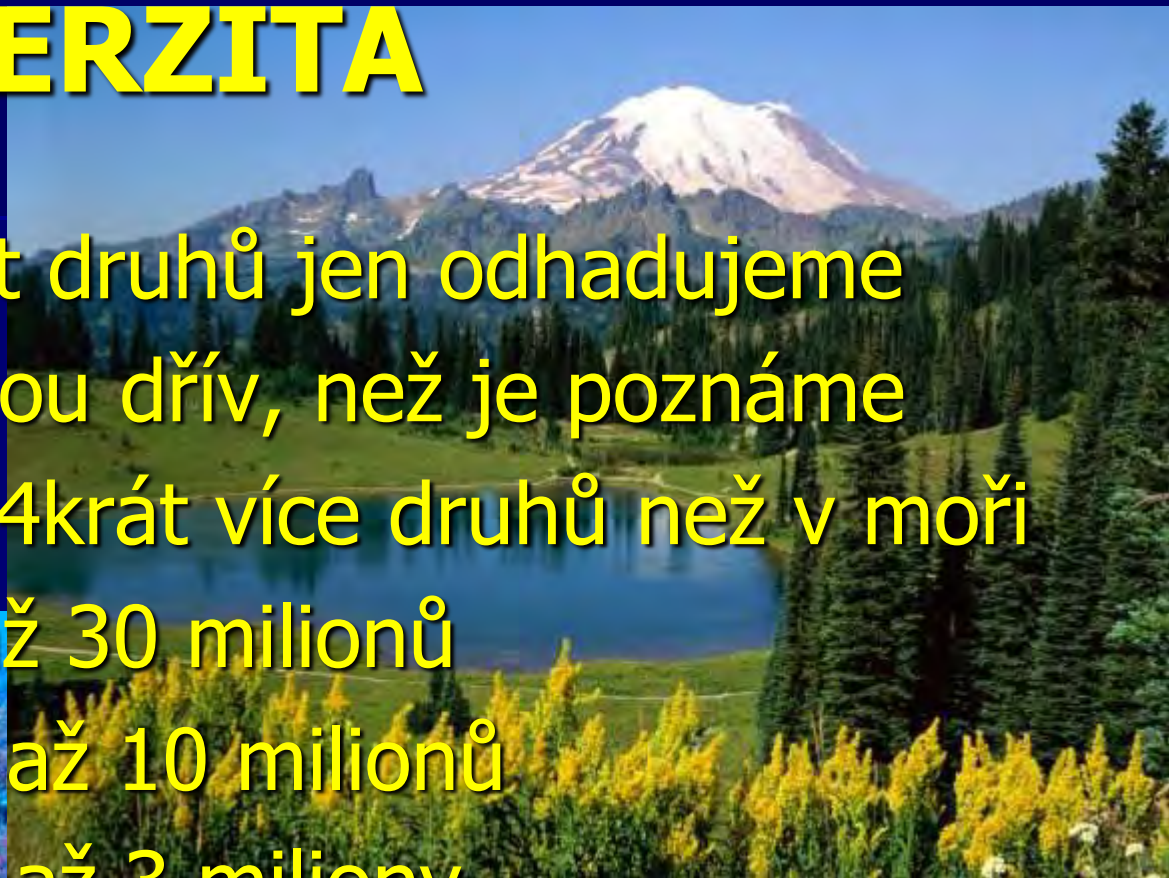
Hmyz: 10 až 30 milionů

Bakterie: 5 až 10 milionů

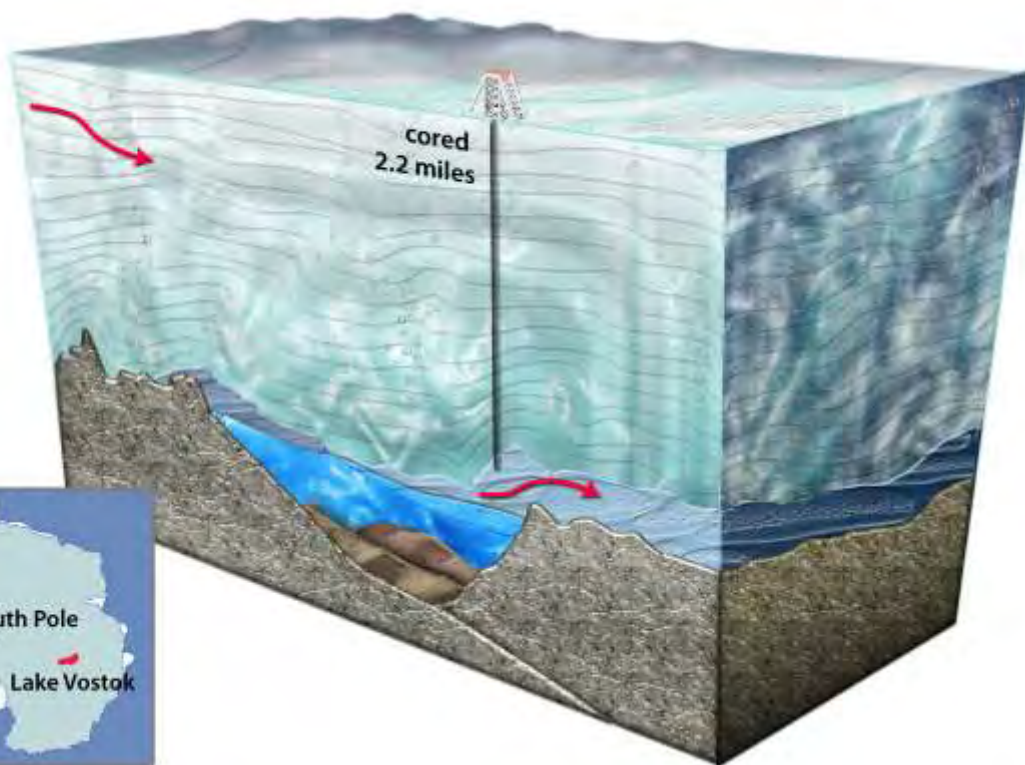
Houby: 1,5 až 3 miliony

Rostliny: 220 000

Známe asi 2 miliony druhů



Život v extréměch

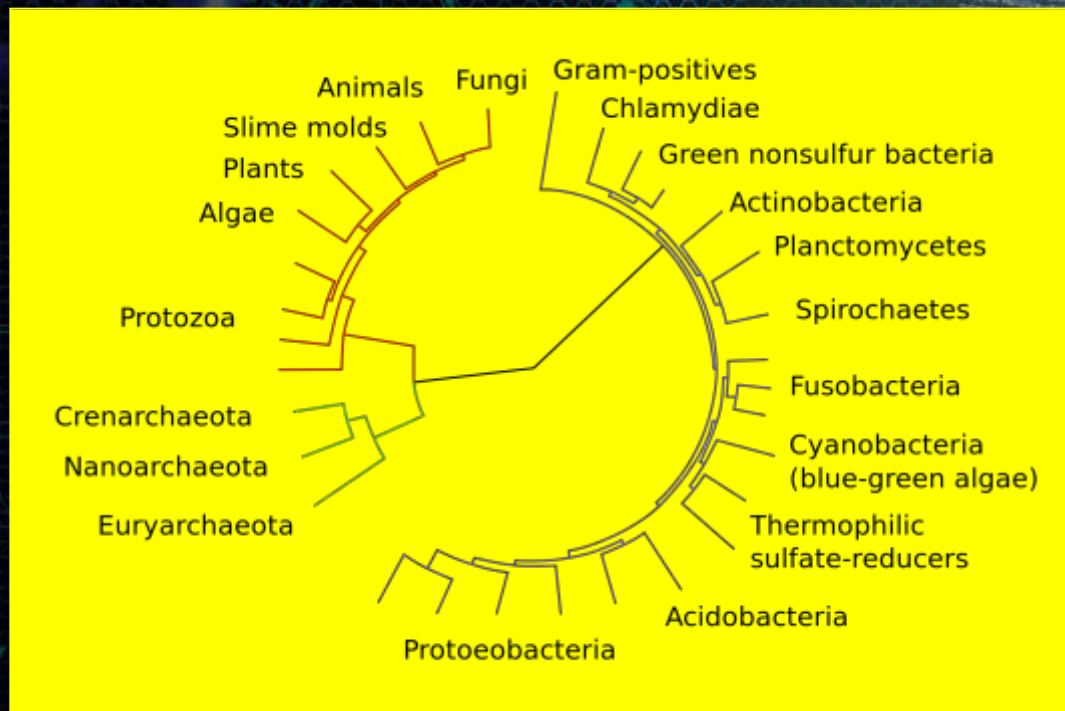


Život v extréměch



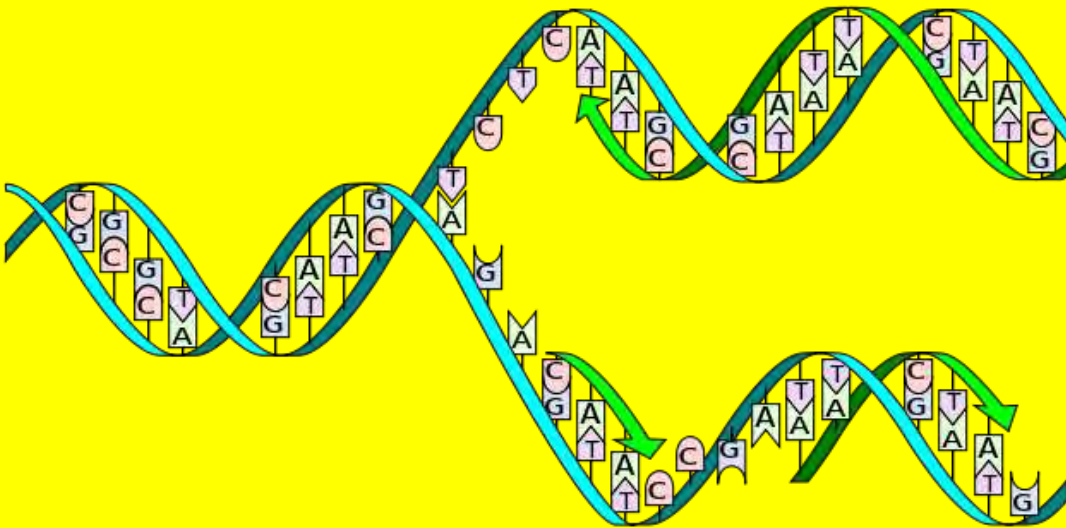
Pozemské formy života

- Společný základ
- Společný původ

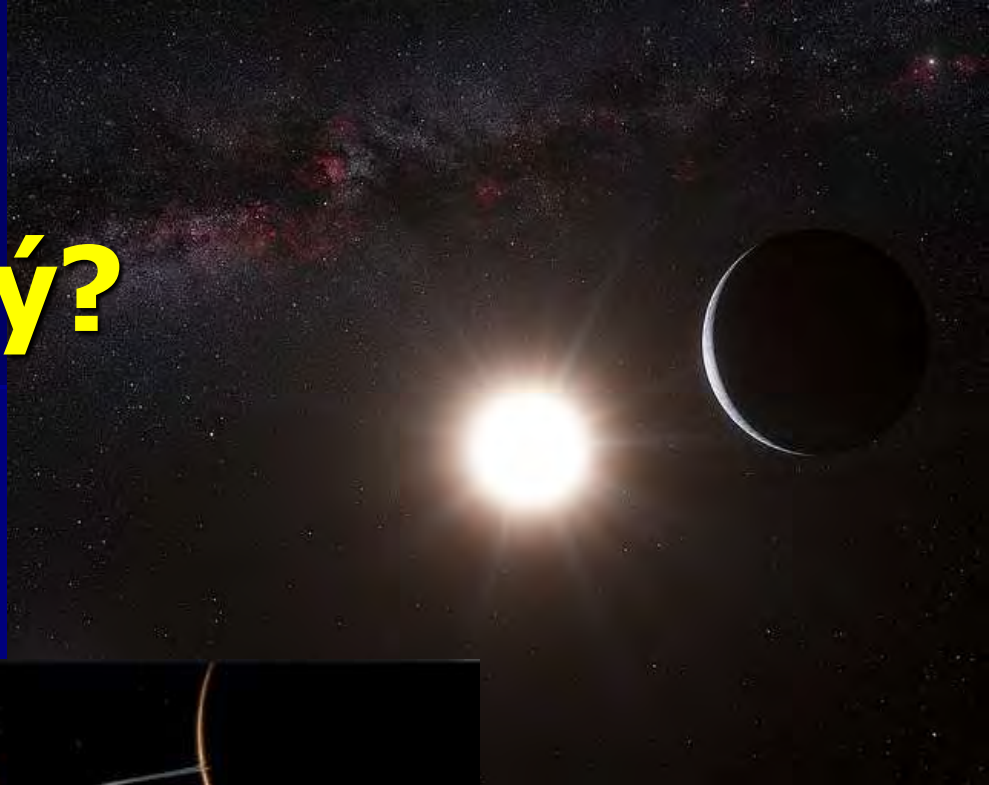


DNA

- Přenáší dědičnost věrně
- Umožňuje změny a evoluci



Je život všude stejný?



Můžeme „cizí“ život vytvořit na Zemi?

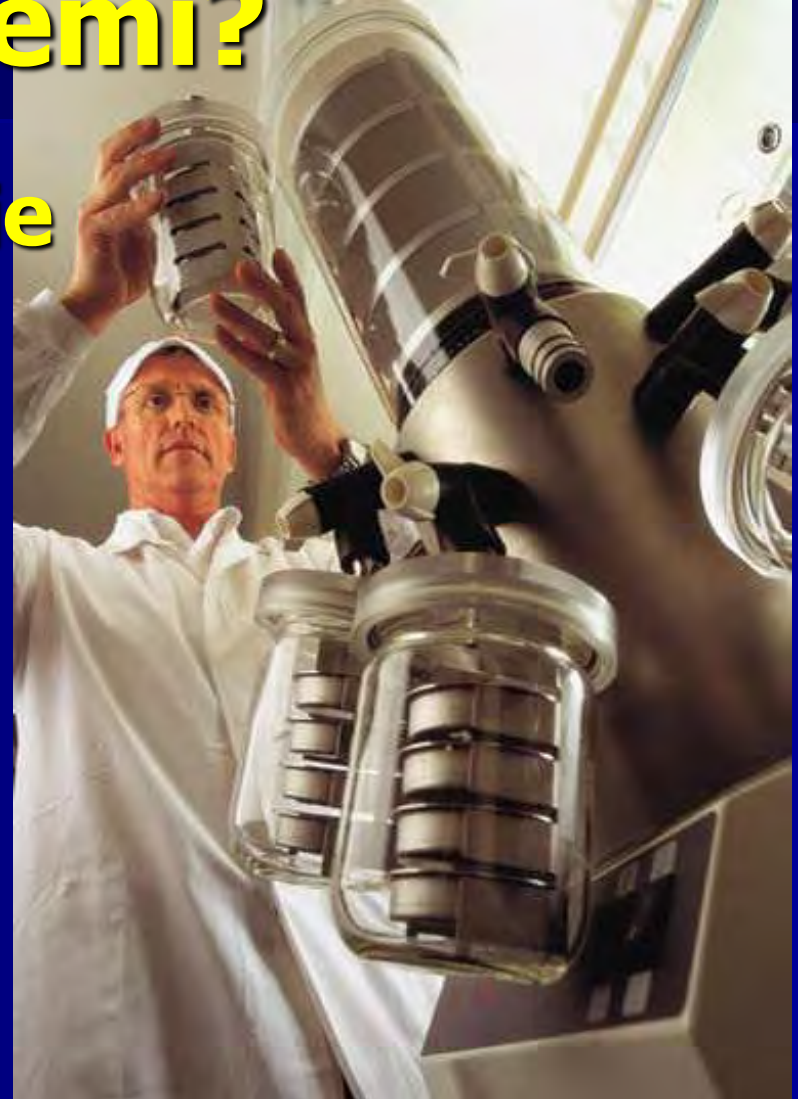
Syntetická biologie

- Zatím nevyrábí umělé organismy
- Přetváří základní molekuly života

RNA

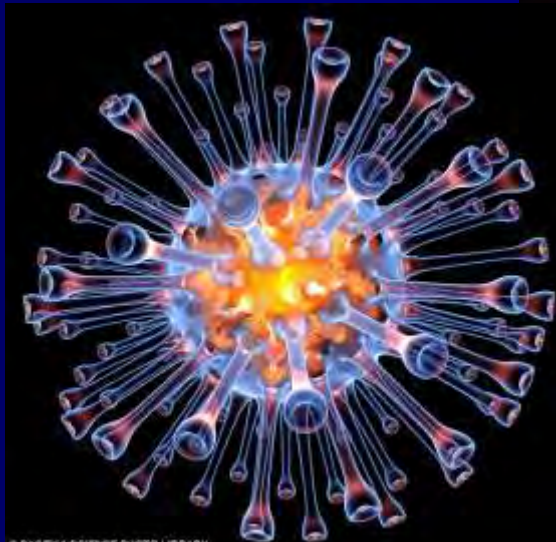
DNA

Proteiny



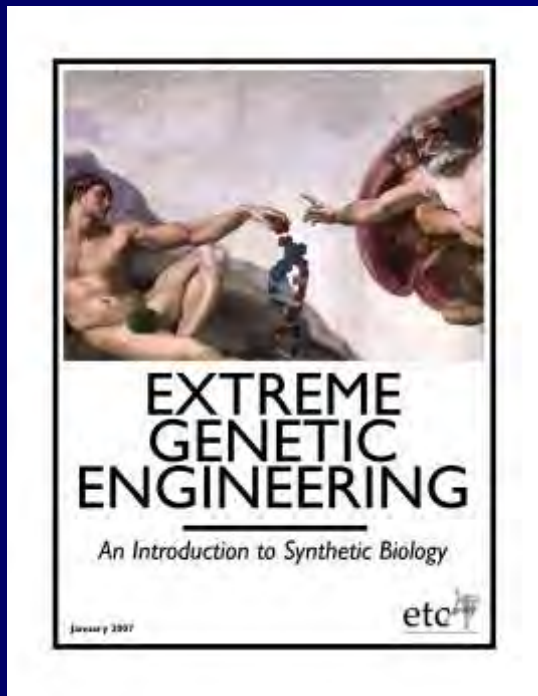
Genové inženýrství

- Využívá a imituje přírodní procesy
- Zásahy do dědičné informace jsou malé



Syntetická biologie

„Zkoušíme, jak by vypadaly organismy, kdyby bůh sedmý den stvoření neodpočíval.“

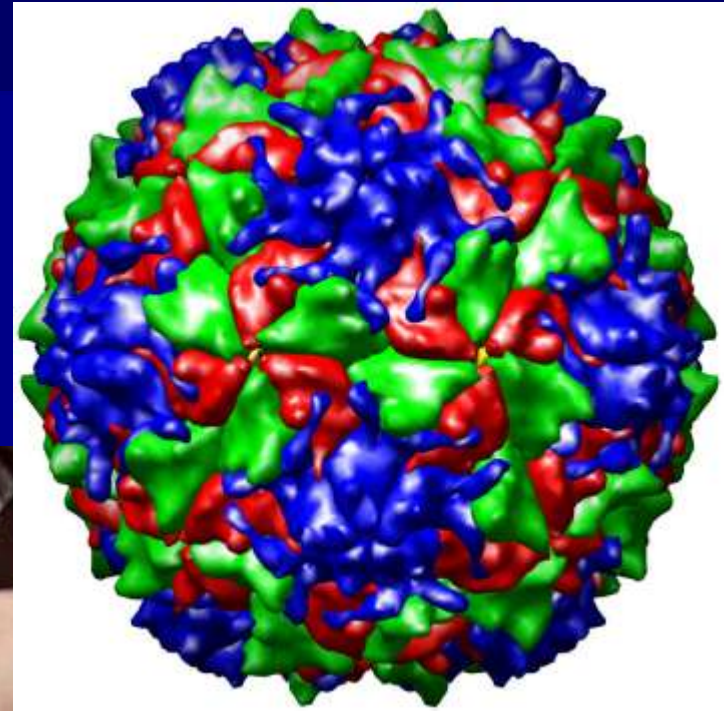


Robert Schultz



Syntetický virus

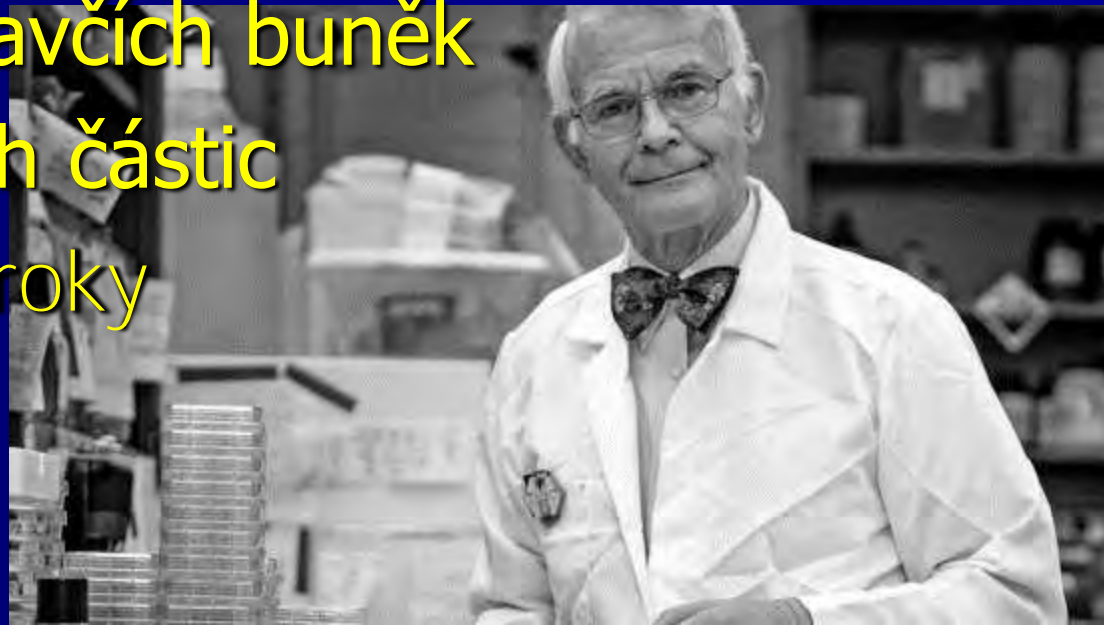
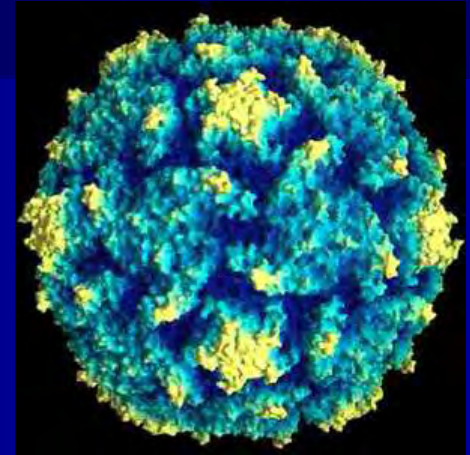
- Virus obrny
- 7500 bp
- Jednovláknová RNA



Syntéza viru obrny

2002

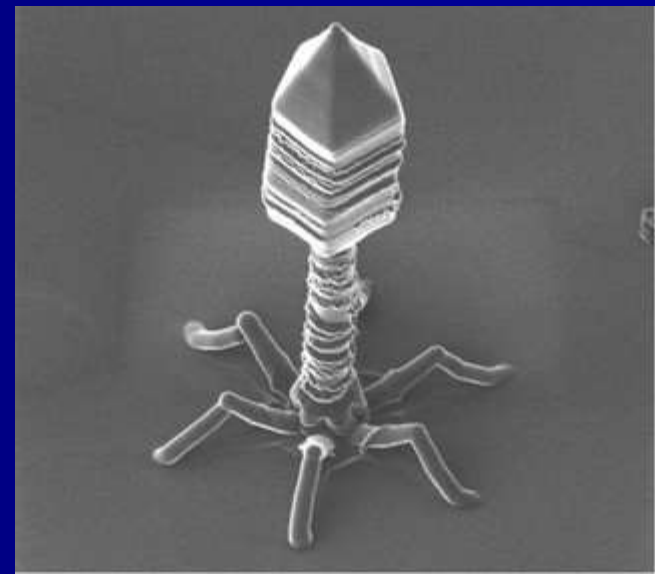
- Eckard Wimmer (USA)
- Syntéza genomu viru
- Vnesení do savčích buněk
- Vznik virových částic
- Zabralo to 3 roky



Syntetický bakteriofág

2003

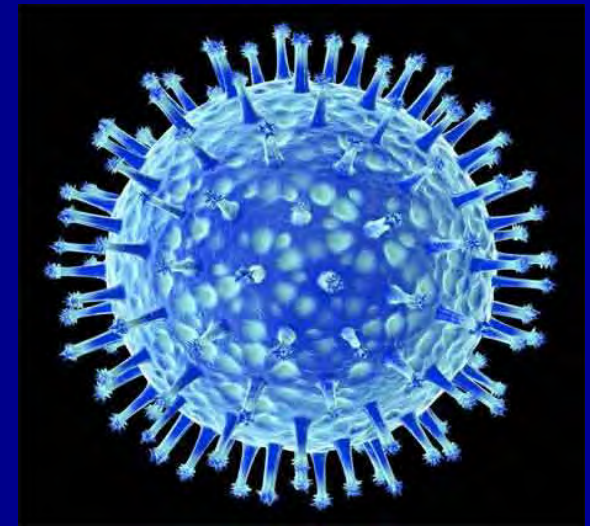
- Bakteriofág ϕ X174
- 6000 bp
- Syntéza v laboratoři
- Zabrala 3 týdny



Syntéza viru „španělské chřipky“

2005

- Vzorek z mrtvoly v permafrostu +1919
- Rekonstrukce viru H1N1 – 13 000 bp
- Množí se 39 000krát rychleji



Poučení pro příští chřipkové pandemie

Syntetický genom bakterie



Mycoplasma genitalium

- 580 000 bp

2008

- Craig Venter - syntéza
- nejdelší syntetická DNA překonána 18krát



Vnesení syntetického genomu do buňky

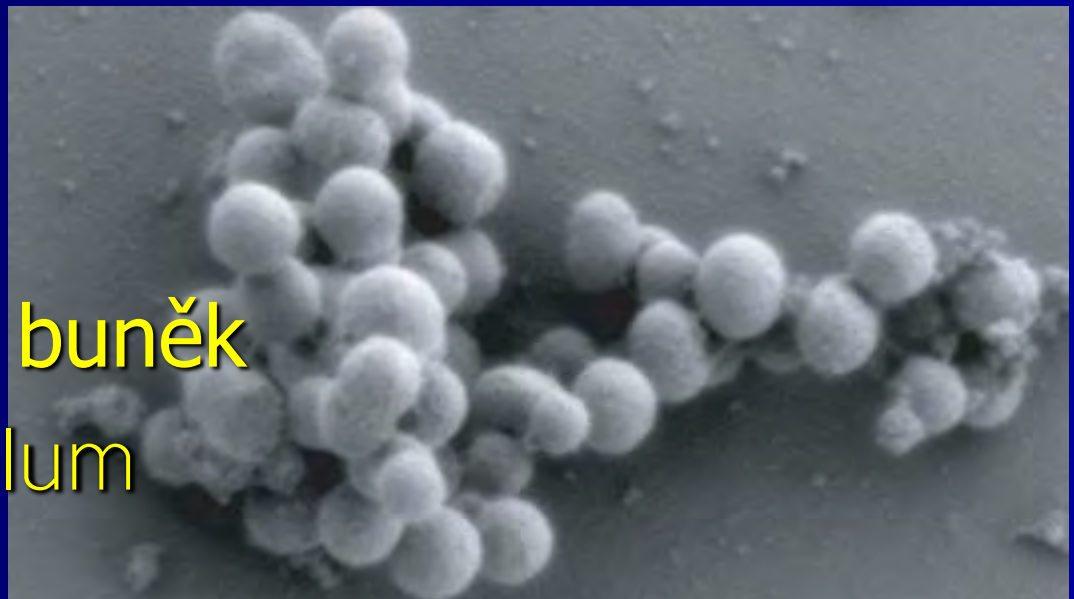
Mycoplasma mycoides

- 1 000 000 bp



2010

- Syntéza
- Vnesení do buněk
M. carpricum



Minimální genom

- Sekvence DNA nezbytné pro zajištění základních životních procesů v buňce
- Carsonella ruddii –

symbiont *Pachypsylla venusta*
160 000 bp – 182 genů



břestovec



Genetické „šasi“

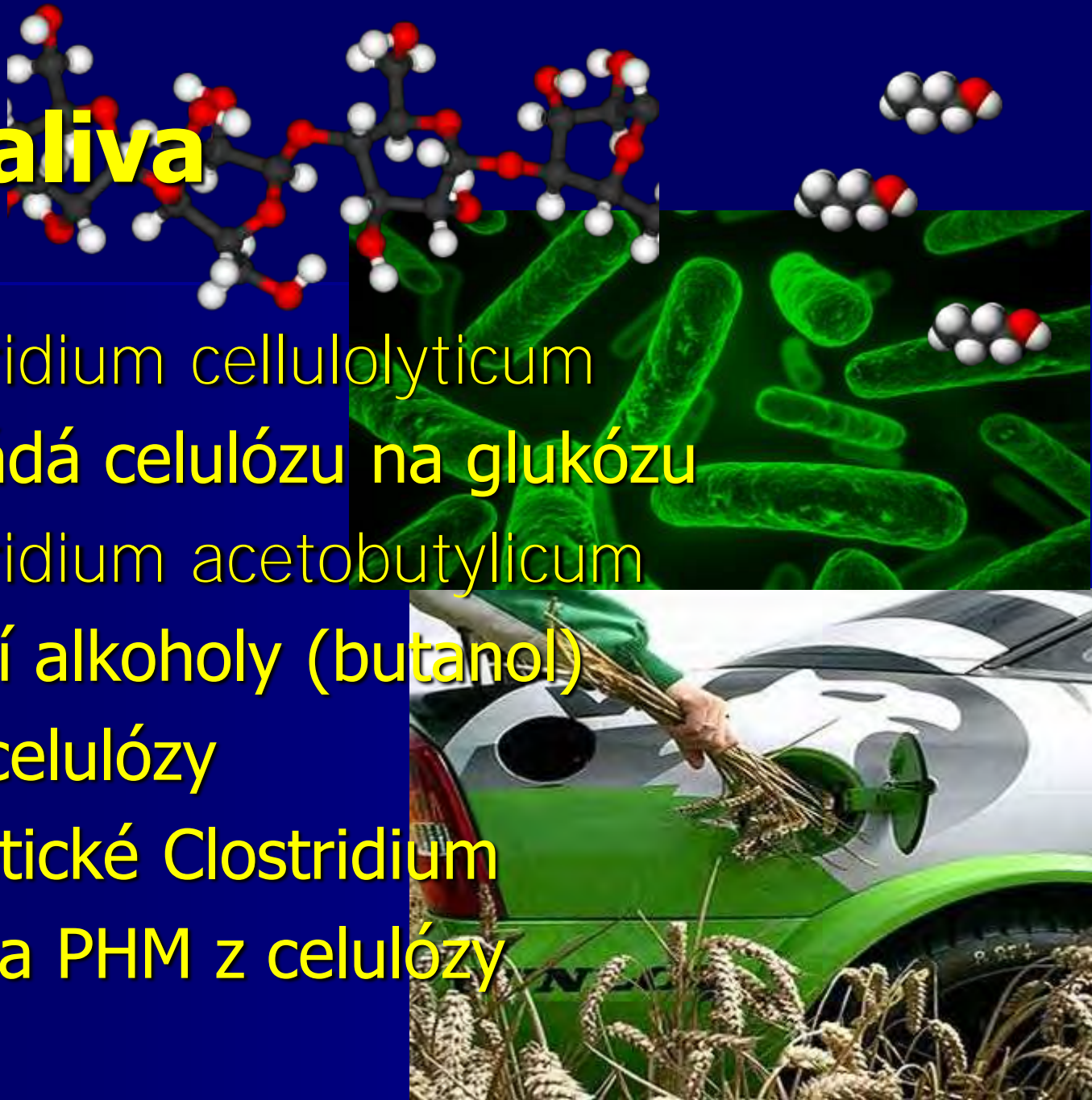
Syntetický minimální genom (snad 110 genů?)

- Slouží jako „šasi“
- Montáž syntetických „součástek“
- Konstrukce mikrobů s novými vlastnostmi



Biopaliva

- Clostridium cellulolyticum rozkládá celulózu na glukózu
- Clostridium acetobutylicum vyrábí alkoholy (butanol) ne z celulózy
- Syntetické Clostridium výroba PHM z celulózy



Produkce vodíku



„Součástek“ je dost

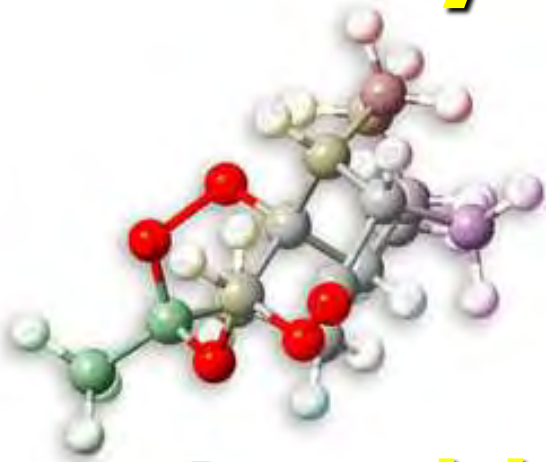


Sorcerer II Global Ocean Sampling

- Každých 200 mil – 300 l vody
- Filtrace
- Izolace DNA + analýzy
- Počet známých proteinů stoupl z 6 na 12 milionů



Léky



Artemisinin

Lék proti malárii
Složitá struktura
Přírodní suroviny málo
Syntéza je drahá
1 dávka 2,40 \$



Pelyněk roční



Artemisinin

Kvasinka *Saccharomyces cerevisiae*

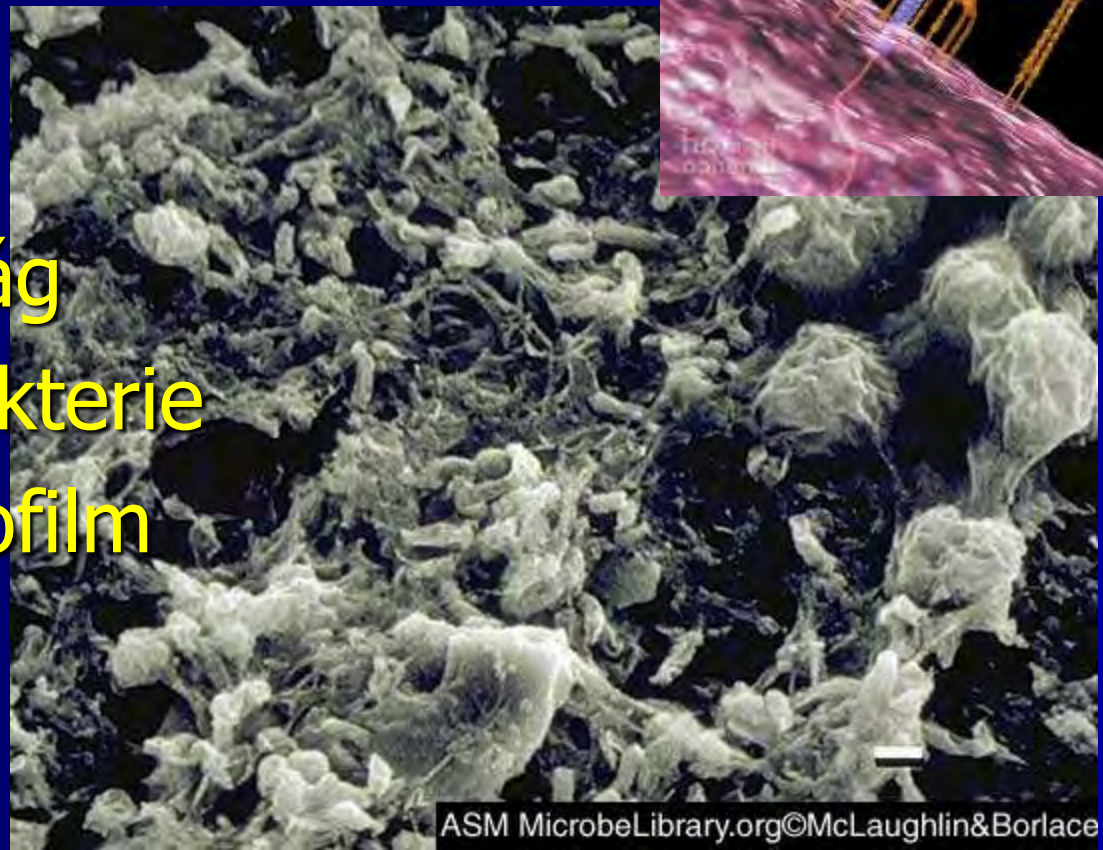
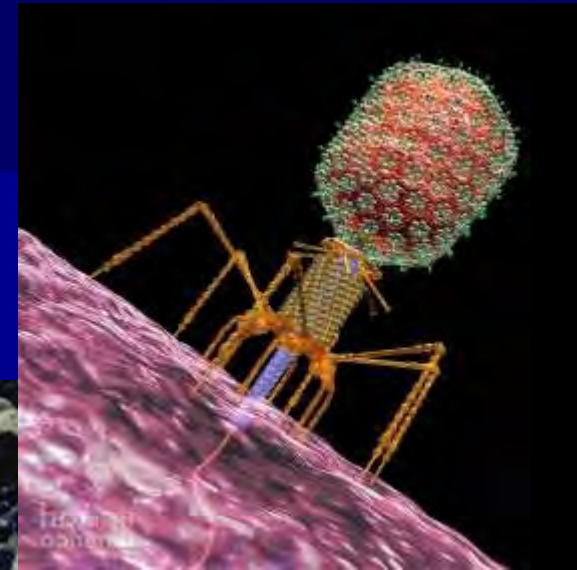
- Je vybavena „výrobní linkou“ (geny)
- Produkuje kyselinu artemisininovou
- Šetří se zemědělská půda
- Stabilizace trhu



Léky

Boj s biofilmy

- Bakteriofág
nakazí bakterie
rozloží biofilm



Potraviny

Bakterie *Escherichia coli*

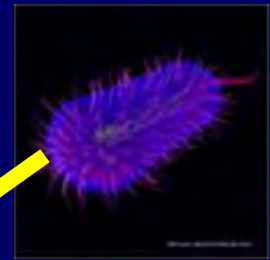
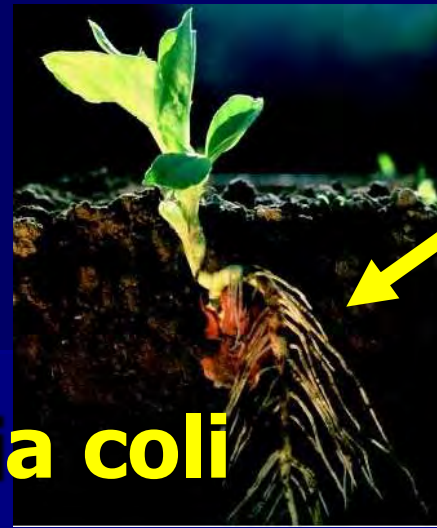
- Vybavena sadou genů

Navigace

Hledá kořeny rostlin

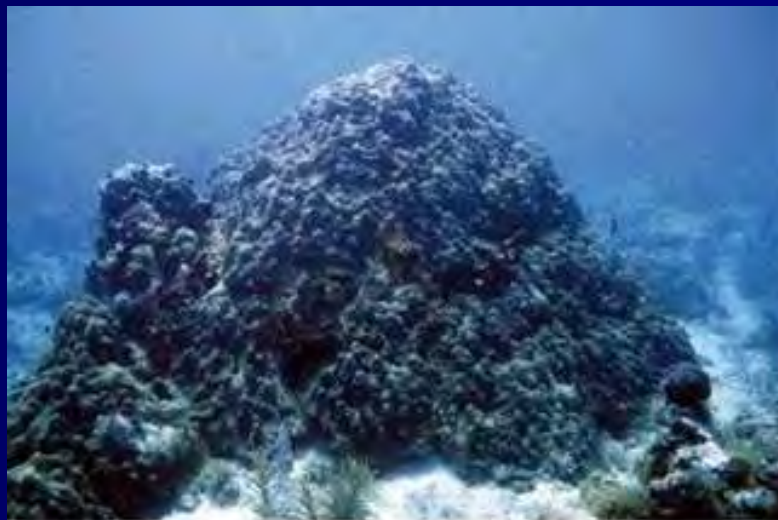
Výrobní linka

Produkuje růstový
faktor kořenů



Ochrana životního prostředí

- Korálovci odolní vůči oteplení a okyselení moře



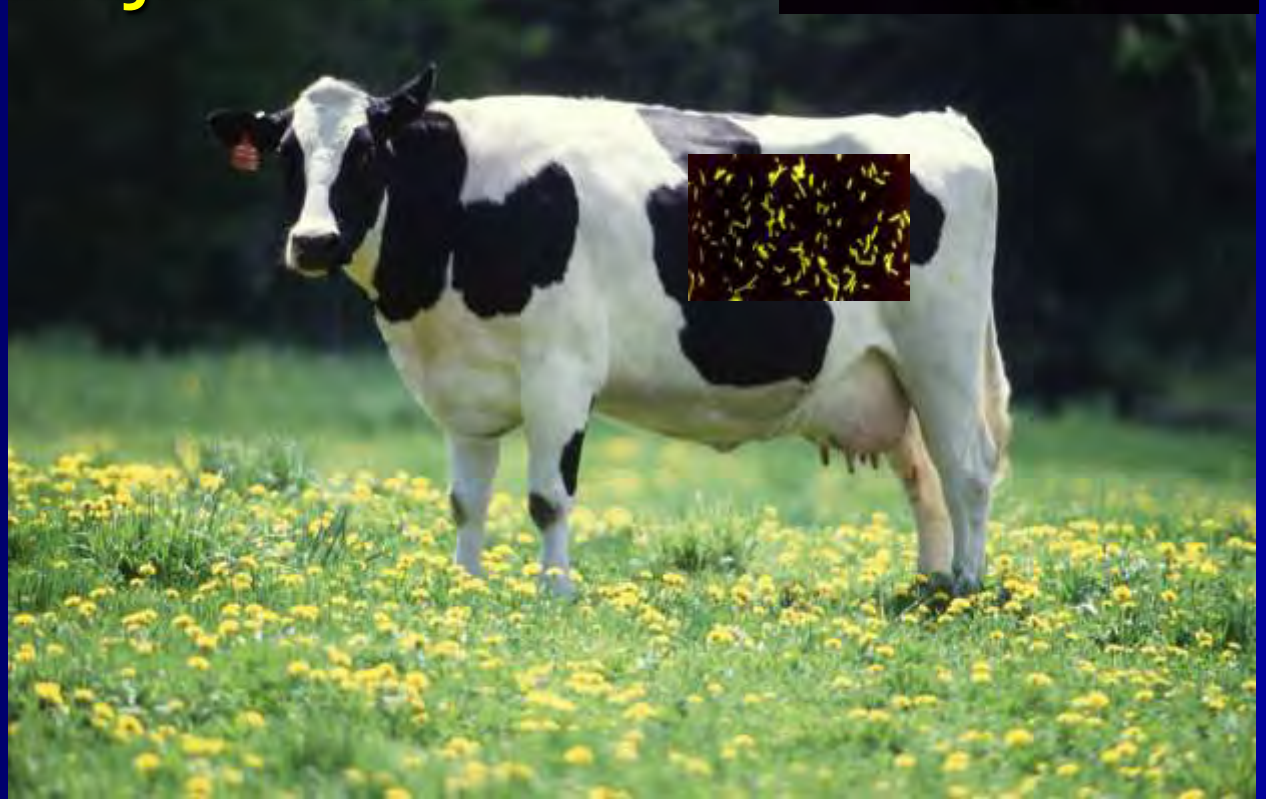
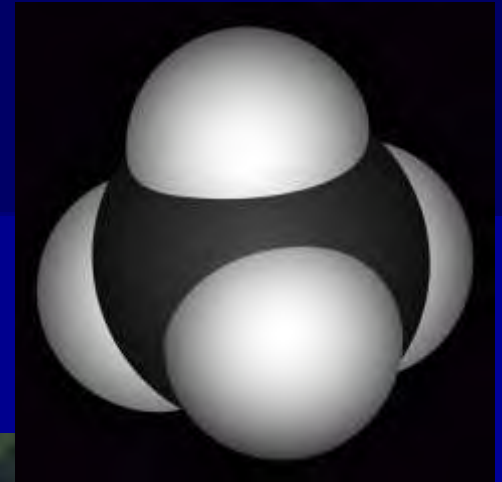
1996 - Healthy



1997 - Bleached

Ochrana životního prostředí

- Bachorové bakterie neprodukující metan



Ochrana životního prostředí

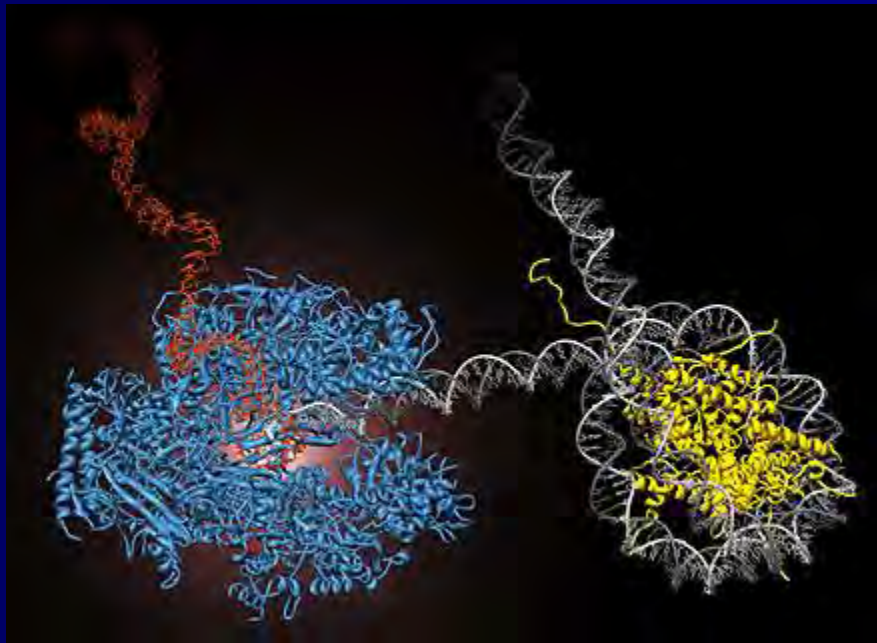
Syntetické mikroorganismy

- Čistění kontaminovaného životního prostředí
- Aktivace v přítomnosti znečištění
- Autodestrukce po vyčištění



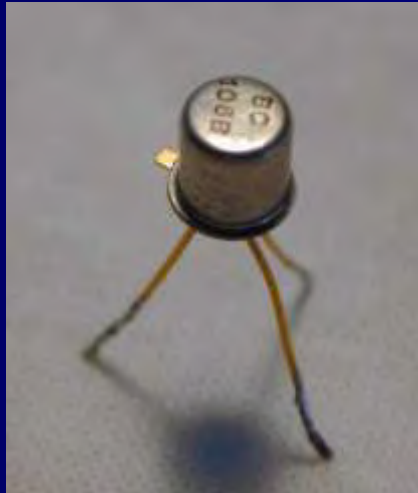
Logické moduly v buňce

- Elektronika – pohyb elektronu vodičem
- Buňka – pohyb enzymu polymerázy po DNA a syntéza RNA



Logické moduly v buňce

- Vnesení syntetických sekvencí dovoluje buňce reagovat na podněty
- Logické prvky lze spojovat a kombinovat



Biologický počítač

- Eviduje podněty a změny
- Reaguje na ně

■ Bakterie

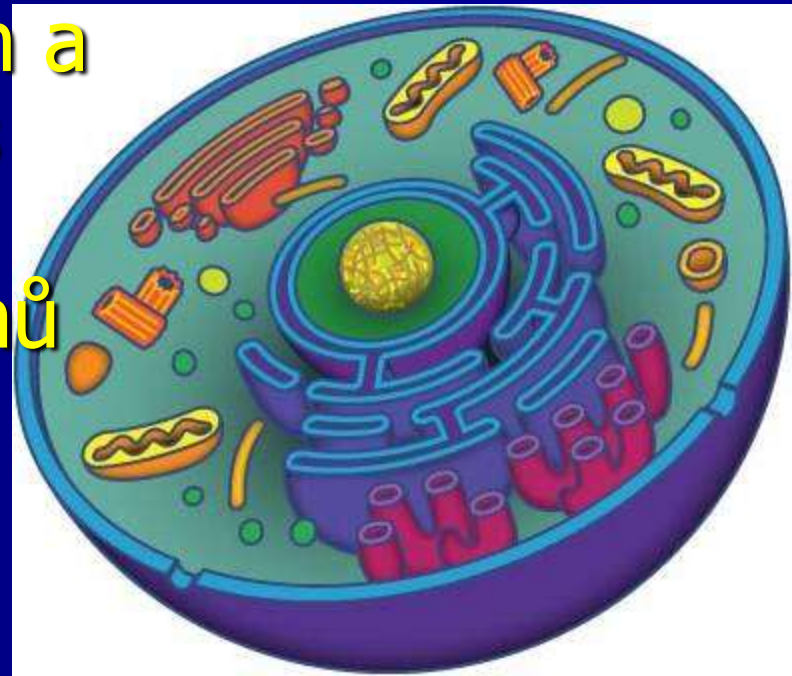


■ Buňky v lidském těle

Umělá buňka

Duben 2013 - Craig Venter

- Ohlásil vznik „umělé buňky“
- Můžeme očekávat buňku s minimálním genomem a genetickými moduly s funkcemi, jaké u pozemských organismů neznáme.



Přestavěný genom rostlin a živočichů



genom



genom



Rekonstrukce vymřelého druhu



Holub pruhoocasý
Hojný

genom



genom



Holub stěhovavý
vyhubený

Rekonstrukce vymřelého druhu



Holub pruhoocasý
Hojný

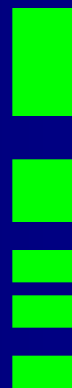
genom



genom



syntéza



Holub stěhovavý
vyhubený

Rekonstrukce vymřelého druhu



Holub pruhoocasý
Hojný

genom



záměna



genom



Holub stěhovavý
vyhubený

Oživne mamut?

genom



syntéza



genom



Oživne mamut?

genom



genom



Oživne Jurský park?

DNA

- Poločas života 521 let
- Za ideálních podmínek
- přetrvá 6,8 milionu roků
- „čitelná“ 1,5 milionu roků



Oživne Jurský park?



- Rekonstrukce genomu předka
- Syntéza „náhradních dílů“

Jurský park oživne



**Genom
varana**



Nové organismy

- Pokud budeme vědět, jaké sekvence přinesou určité vlastnosti a schopnosti můžeme konstruovat organismy.



**A možná přijde (na řadu)
také ET ...**



Další možnosti

D-L alanin



Nové aminokyseliny

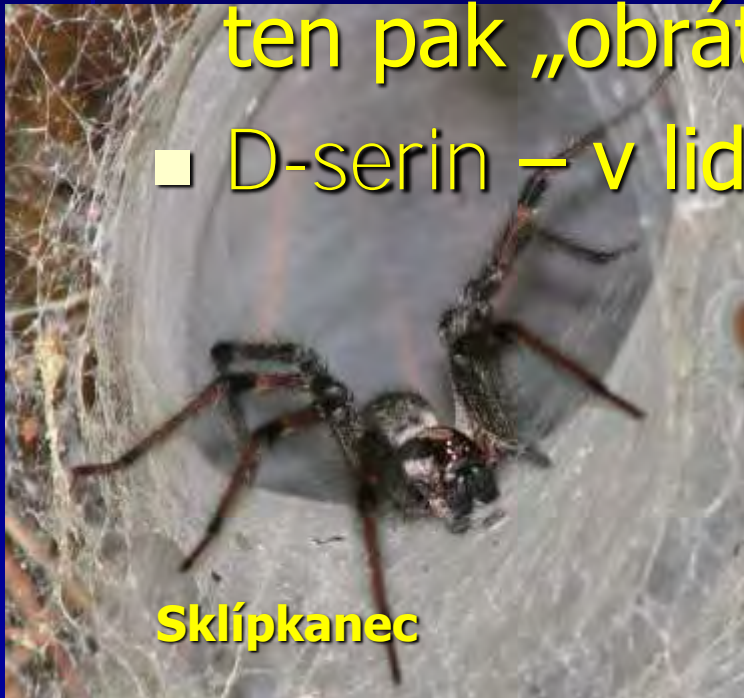
- Existují stovky aminokyselin (>500)
- Stávající genetický kód využívá jen 22
- Organismy využívají většinou L-izoformy



Nové aminokyseliny

D-izomery aminokyselin

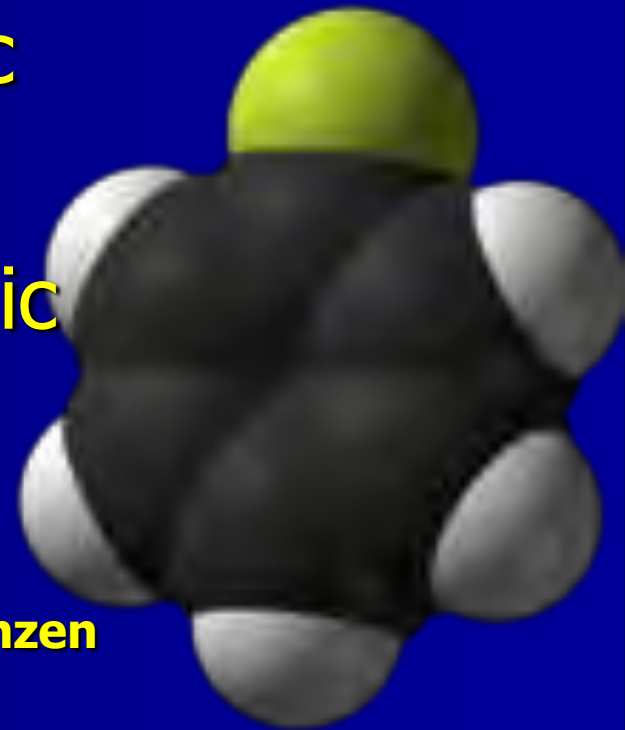
- Organismy nejprve zařadí L-izomer a ten pak „obráť naruby“
- D-serin – v lidském mozku



Další možnosti

Nová písmena genetického kódu

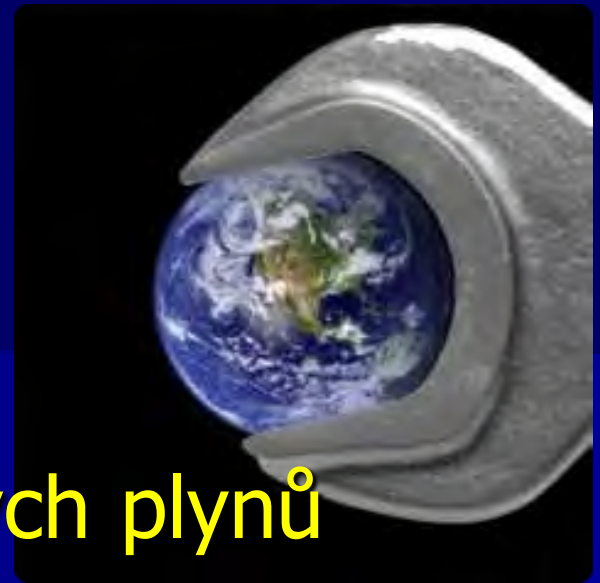
- Máme 4 – ATGC
- To nabízí 64 různých trojic
- Když 1 přidáme – ATGCX
- Nabízí se 125 různých trojic



3 -fluorobenzen

Geoengineering

- Redukce emisí skleníkových plynů
- Aktivní odebírání skleníkových plynů



Terraforming

- Navození změn klimatu na planetách tak, aby vznikly příhodné podmínky pro pozemský život a člověka



Terraforming

Využití syntetických organismů

- Produkce skleníkových plynů
zvýšení teploty
- Produkce kyslíku
- Ozonová ochranná vrstva



**Smíme dělat vše,
co dělat umíme?**

Věda

- Je to možné?
- A jak toho dosáhnout?



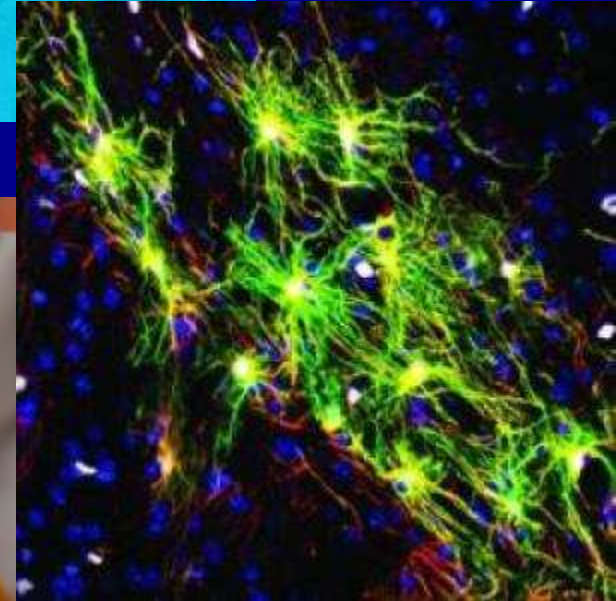
Právo

- Když je něco možné, je to povolené nebo zakázané?



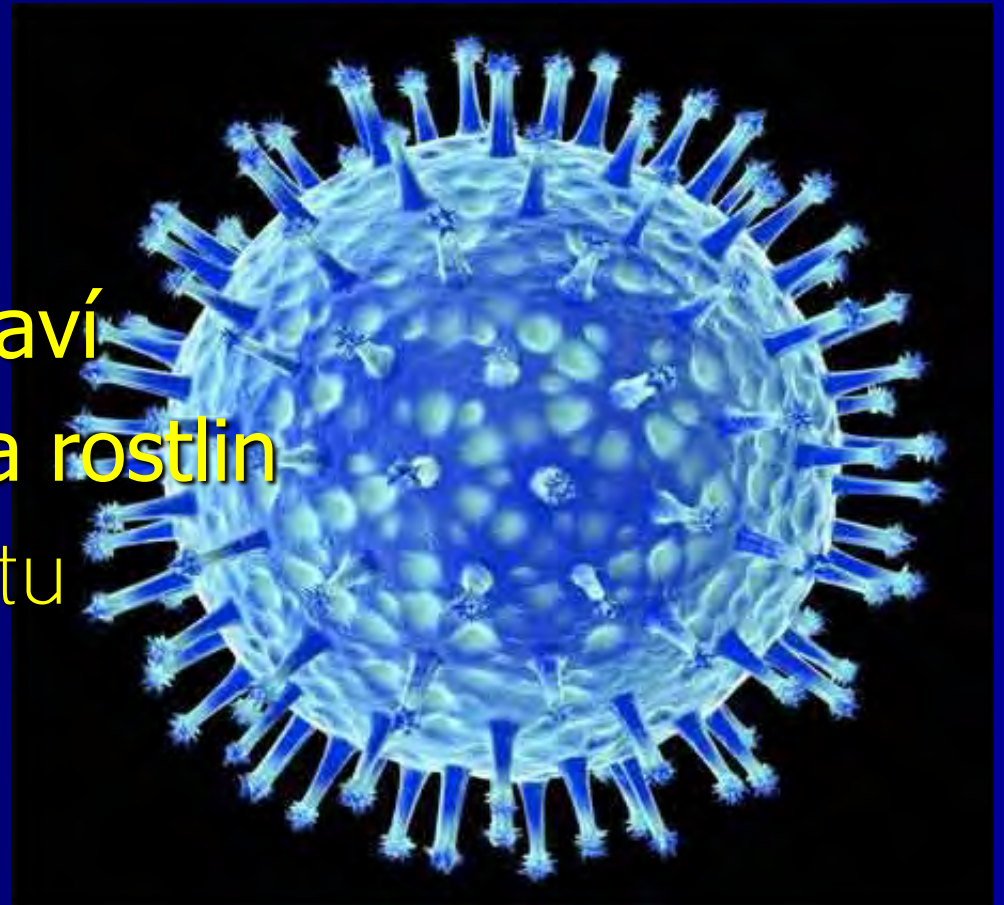
Etika

- Když je něco možné a není to zakázané, je to správné?



RIZIKA SYNTETICKÉ BIOLOGIE

- Pro lidské zdraví
- Zdraví zvířat a rostlin
- Pro biodiverzitu



Každá lidská aktivita je spojena s riziky

ČR 2012

81 404 dopravních nehod

681 lidí usmrceno

2986 lidí zraněno těžce

22 590 lidí zraněno lehce

Hmotné škody 4,9 mld. Kč



Lidé poměřují rizika a přínosy



Významný přínos vyváží i velká rizika

Podstupujeme smrtelná rizika i pro malé přínosy

- Všichni vědí o negativním vlivu pasivního životního stylu na lidské zdraví. Přesto roste počet obézních a následně i počet lidí s cukrovkou druhého typu, rakovinou a kardiovaskulárními chorobami.



Významný přínos vyváží i neznámou míru rizika

Užívání mobilních telefonů se bouřlivě rozvíjelo i v době, kdy Světová zdravotnická organizace nebyla s to dát jednoznačnou záruku, že záření nemá negativní vliv na lidské zdraví.



„Přírodní“ není vždy to nejlepší

■ Přírodní katastrofa

Zemětřesení a tsunami 11.3.2011

15 883 mrtvých

6 143 zraněných

2681 nezvěstných



„Přirozené“ není vždy to nejlepší



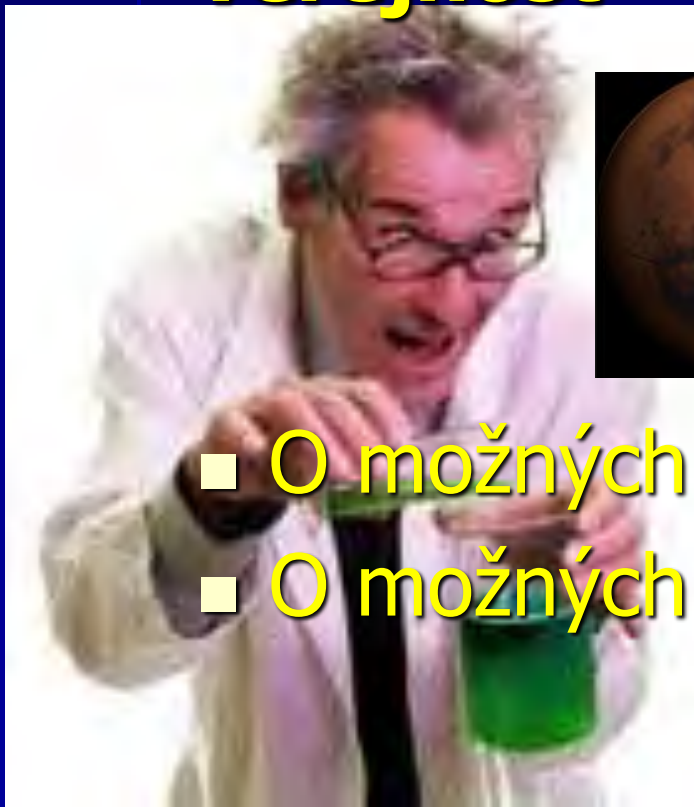
„Umělé“ není vždy špatné



- Dialýza – „umělá ledvina“
- Jen v EU – 260 000 pacientů
- světová potřeba 4 až 5 milionů

Úkol vědců

Otevřeně informovat
veřejnost



- O možných přínosech
- O možných rizicích

Syntetickou biologii

Lze odmítnout

- Nemáme právo měnit to, co stvořil bůh
- Nemáme právo měnit to, co se vyvinulo evolucí
- Princip předběžné opatrnosti



Syntetickou biologii

Lze přijmout

- Bůh nám svěřil svět a my jsme povinni se starat, aby se v něm lidem žilo lépe
- Naše zásahy do přírody často využívají evoluci a jsou jejím pokračováním
- Nic jiného nám nezbude



Rozhodnout se musí každý sám



- Dostatek informací
- Nerozhodovat na základě emocí
- Domýšlet důsledky rozhodnutí
- Řešení případných následků

Děkuji za pozornost