

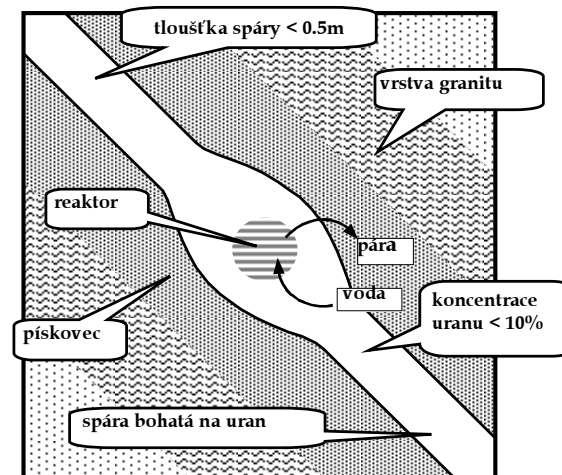
# VZNIK ŽIVOTA NA ZEMI

- **Problém:** evoluční „tinkering“, vždy krátkodobá výhoda, nebo náhoda, nikdy dlouhodobá perspektiva
- × hodnocení evoluce ze zpětného pohledu, z hlediska dlouhodobých důsledků
- **Vznik života:** současný život nám při řešení příliš nepomůže
- pravděpodobně vznik několikrát, ale dnešní organismy potomky jediného předka (L-izomery AA, genetický kód atd.)
- kritika z pozic kreacionismu: nikdo nedokázal vytvořit život ve zkumavce

**Definice života:**

- fenotypové
- evoluční

**Muller (1966):** autoreprodukce  
proměnlivost  
dědičnost



1970 Sol Spiegelman: RNA, nukleotidy, RNA replikáza (Q $\beta$ ) → evoluce

× nevysvětluje vznik života

⇒ metabolismus

## **Klíčové evoluční momenty:**

- 1. vznik replikátorů**
- 2. kompartmentace replikátorů**
- 3. vznik chromozomů**
- 4. vznik DNA a genetického kódu**
- 5. vznik eukaryot**
- 6. vznik pohlaví**
- 7. mnohobuněčnost**
- 8. society**
- 9. vznik jazyka**

- 1) jednoduché organické sloučeniny mohou vzniknout z anorganických**
- 2) katalytické vlastnosti replikátorů včetně autoreplikace**
- 3) přírodní výběr v neživých systémech replikátorů**
- 4) lipidové membrány mohou vzniknout spontánně**
- 5) evoluce proteinových enzymů (genetický kód)**

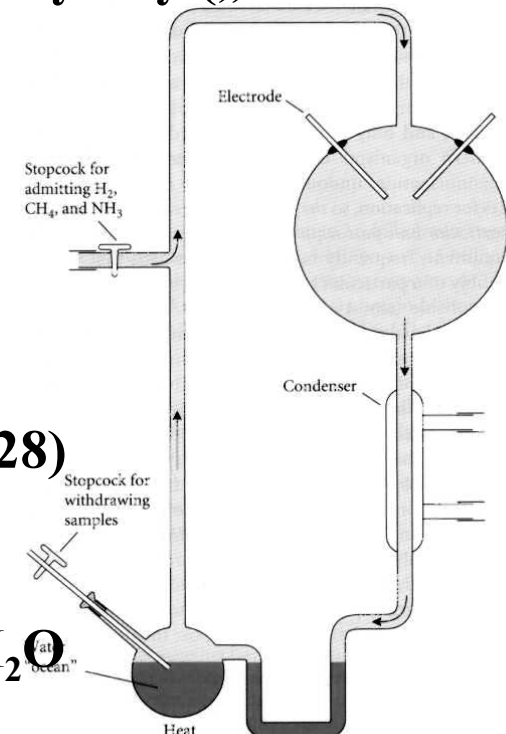
- ca. 14 mld.: „Velký třesk“
- 4,55 mld: výbuch supernovy, vznik Sluneční soustavy
- 4,2 mld: konec bombardování, ochlazení
- 3,5-3,8 mld.: nejstarší horniny - formace Isua, JZ Grónsko: 3,75 mld.  
mikrofosilie ← - Warrawoona chert, Apex chert -  
Pilbara Range, Z Austrálie: 3,5 mld.

## Kde vznikl život?

- Darwin: „hot little pond“ → prebiotická polévka (pravěký bujón)
- alternativy: extraterestrický původ, hlubokomořské vývěry („černí kuřáci“), oblaka, mořská pěna, pod zemí (jíl)
- jednoduché organické sloučeniny mohou vzniknout z anorganických...

## Vznik organických sloučenin:

- Alexander I. Oparin (1924), John B. S. Haldane (1928)
  - redukující atmosféra (N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2O, CO2, metan, amoniak, CO, SH<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ...)</sub>
- 1953 Stanley Miller, Harold Urey - NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O (at. "ocean")  
→ AA, močovina, k. octová, k. mléčná



- katalytické vlastnosti replikátorů včetně autoreplikace

### Otázka prvotnosti:

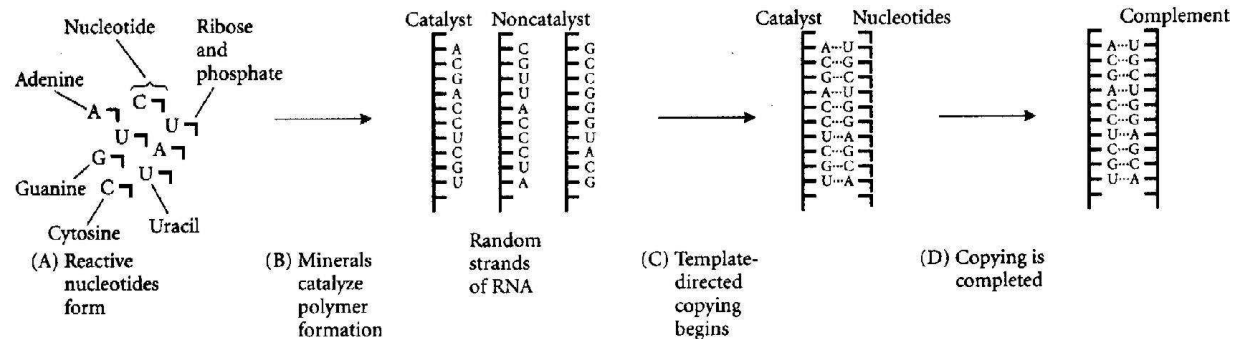
- DNA
- RNA
- proteiny
- něco jiného
- koevoluce

### RNA jako enzym:

- 1982 Kruger et al.: samosestřih intronu v pre-rRNA stejnobrvého nálevníka vejcovky (*Tetrahymena*) × nešlo o autokatalýzu v pravém smyslu
- 1986 Zaug a Cech: IVS (intervening sequence) → ribozym
- 1989 Doudna a Szostak: modifikace IVS → katalýza syntézy  
komplementárního řetězce podle vnějšího templátu  
max. 40 nukleotidů, pouze 1% kompletních
- 1991 Doudna: ribozym o 3 podjednotkách ze sekvence *sunY* bakteriofága T4

- **přírodní výběr v neživých systémech replikátorů**

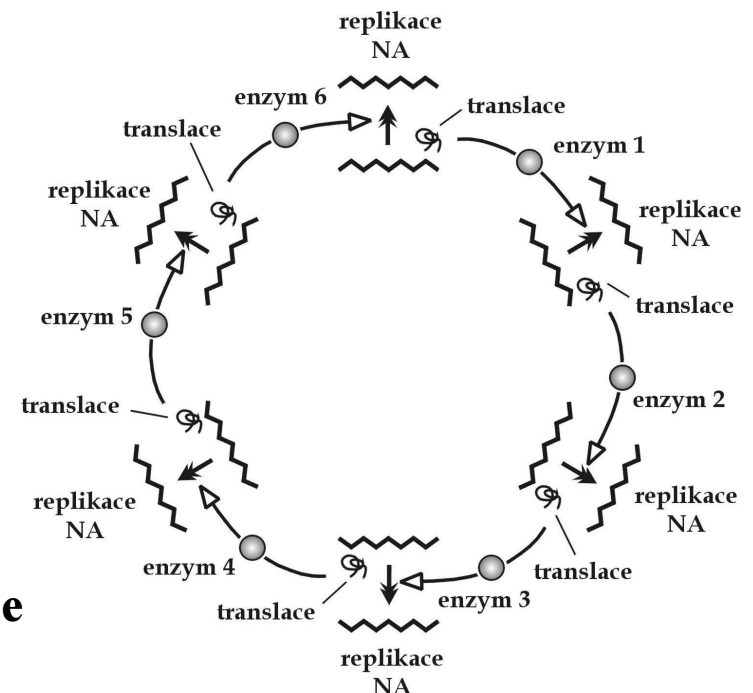
- **říše RNA, RNP**



- **Eigen (1971): celková velikost samoreplikujícího se genomu <100bp × genom příliš malý pro funkční proteiny → Eigenův paradox**

- **hypercykly: stabilní koexistence 2 a více kooperujících replikátorů**

- **kompetice molekul RNA se svými mutantními kopiemi (selekce)**
- **absence kompetice mezi elementy cyklu**
- **kompetice celého systému s jinými cykly nebo individuálními replikátory**
- **možnost kontaminace „parazitickými“ replikátory ⇒ omezená velikost cyklu, nutnost kompartmentace**



## Problémy:

- pravděpodobně nehostinnější podmínky - bez metanu a čpavku, silné UV
- obtížná syntéza RNA
- vznik ribózy - současně i další cukry, které syntézu inhibují
- fosfor v přírodě poměrně vzácný
- samovolný vznik rozvětvených, nikoli lineárních lipidů
- Alternativy: Cairns-Smith - krystalický jíł (→ urgen jako „lešení“)  
Schwarz a Orgel - glycerofosfát  
Rebek - AATE (amino adenosin triacid ester)

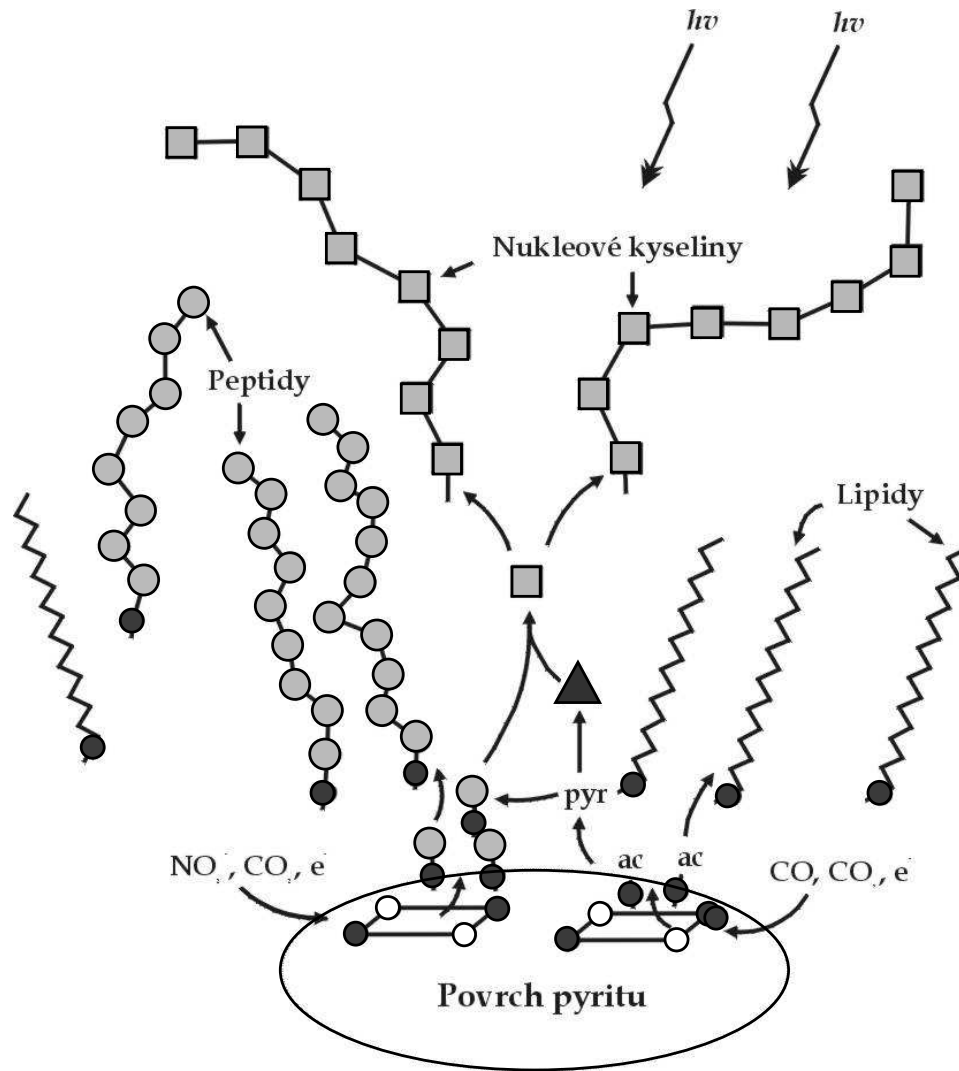
Vznik života na povrchu pyritu - Günter Wächtershäuser



- termodynamika: na povrchu nižší entropie
- kinetika: vyšší pravděpodobnost srážky molekul
- dodávání iontů (pyrit, ne jíł)
- vznik lineárních lipidů
- snadnější odstraňování molekul vody

Prebiotická pizza

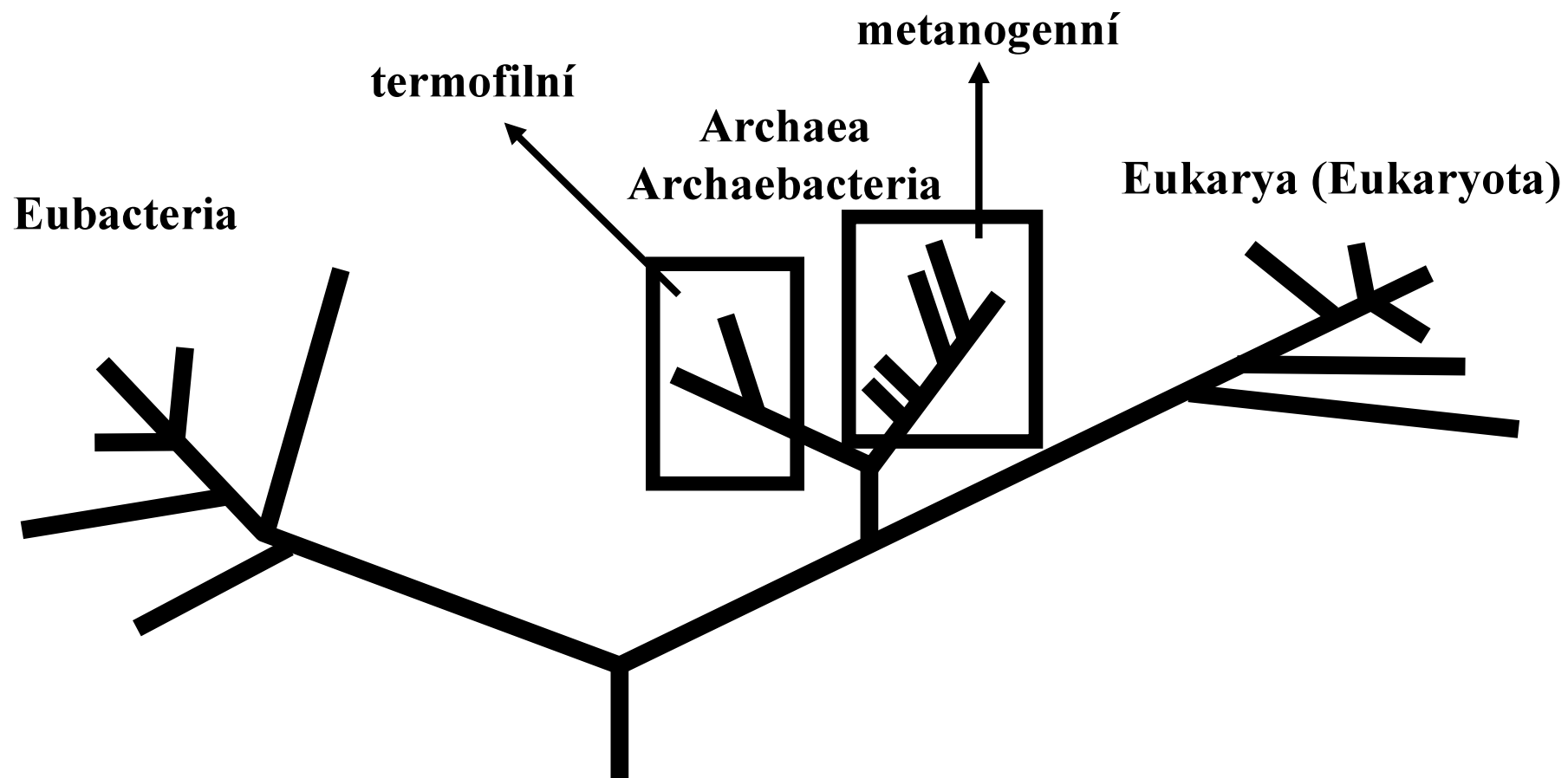
## Vznik života



- heterotrofie × autotrofie
- kompartmentace → „kanalizování“ metabolických procesů, přímý transport metabolitů
- na povrchu pyritu shluky [2Fe-2S] nebo [4Fe-4S] → možné prekurzory ferredoxinů, pyridoxalfosfátu, folátů, kofaktorů (NAD)
- ústřední role acetyl-CoA
- chemoautotrofie nebo fotoautotrofie

- spontánní vznik lipidových membrán: „olej na vodě“, „voda na oleji“
- semibuňka → protobuňka → buňka

Strom života

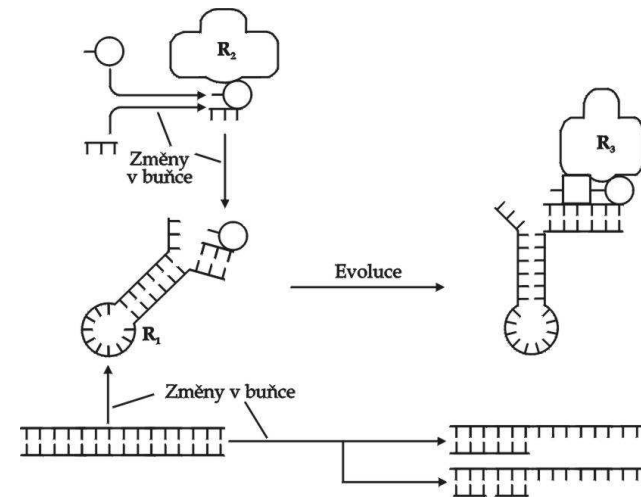




## Vznik chromozomů

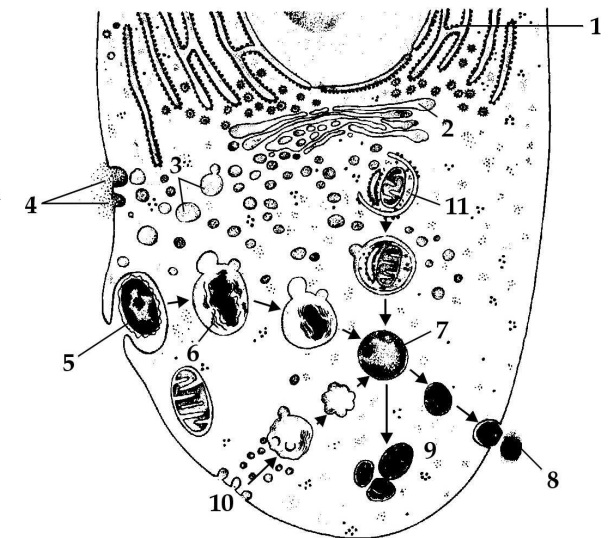
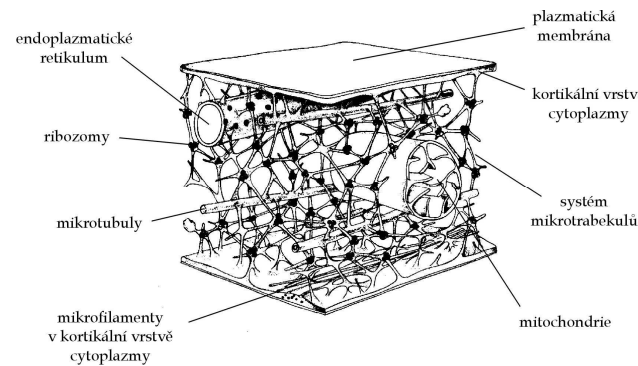
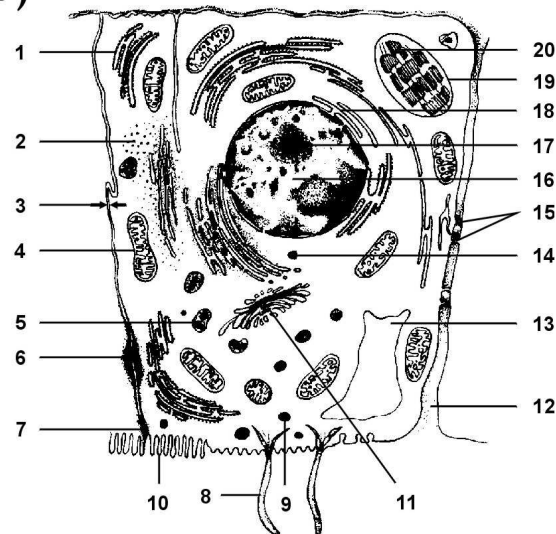
## Vznik genetického kódu

- „frozen accident“
- metabolická funkce



# VZNIK EUKARYOT

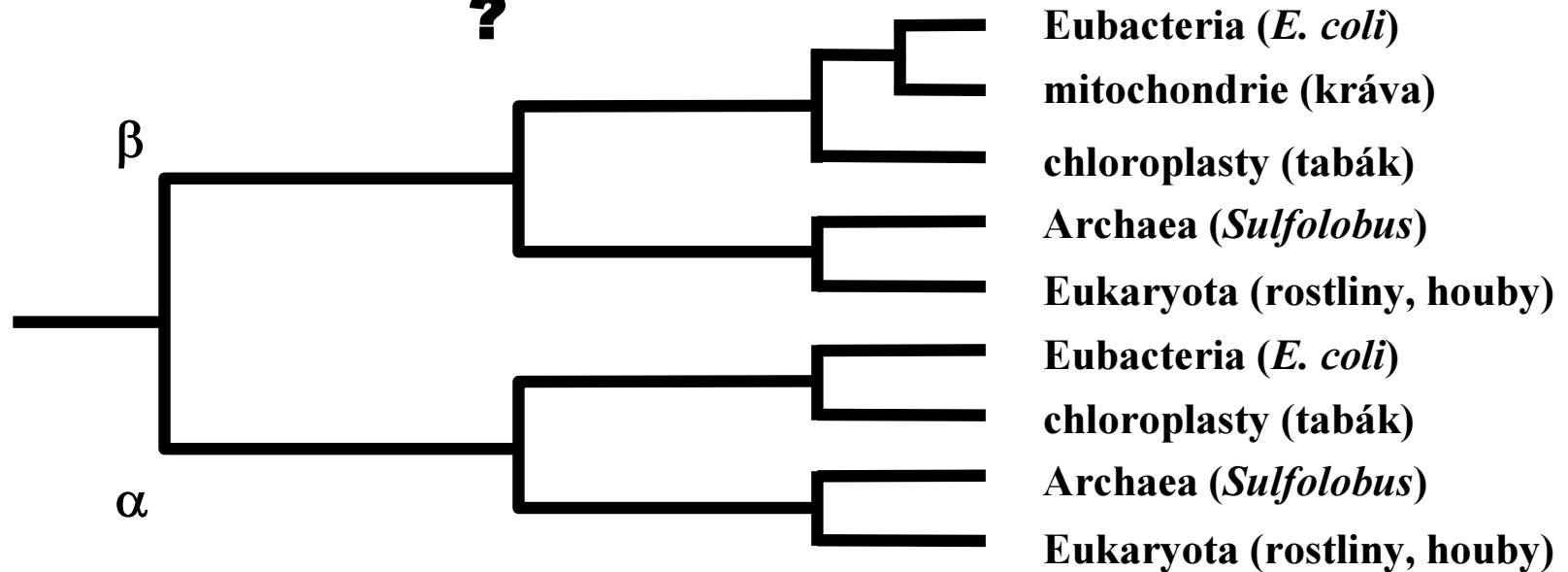
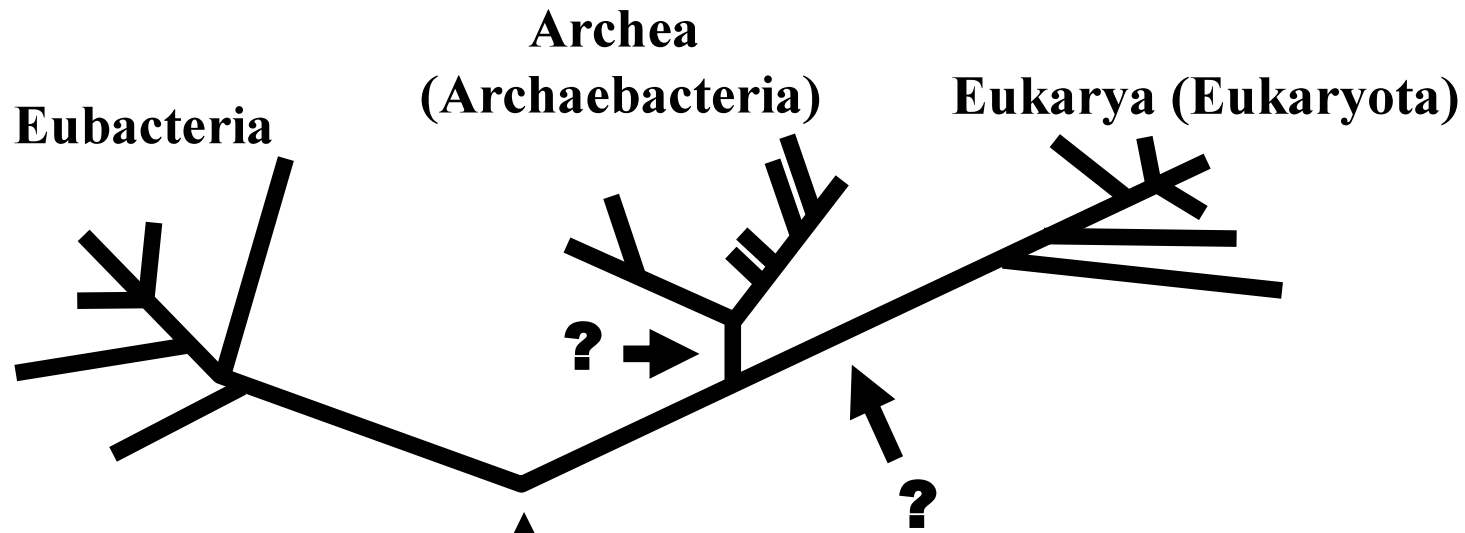
(b)



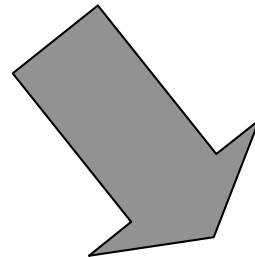
**Tom Cavallier-Smith:**

- **ztráta buněčné stěny**
- **nutnost vytvoření endoskeletu**
- **flexibilita, pohyb, fagocytóza**
- **vchlipování membrány → ER, jaderná membrána**
- **Mereškovskij (1910), Lynn Margulisová (1970, 1981): endosymbióza**
- **mitochondrie: purpurové nesírné bakterie, ztráta fotosyntézy**
- **chloroplasty: sinice, ztráta respirace**
- **peroxizomy: G<sup>+</sup> bakterie**
- **mikrotubuly: spirochéty**

# Strom života



1. vznik replikátorů
2. kompartmentace replikátorů
3. vznik chromozomů
4. vznik DNA a genetického kódu
5. vznik eukaryot
6. vznik pohlaví
7. mnohobuněčnost
8. society
9. vznik jazyka



### **Konflikt selekcí na různých úrovních:**

- kontrola replikace × B chromozomy, transpozice
- spravedlivá meióza × meiotický tah
- diferenciace somatických buněk × nádorové bujení
- nereprodukční kasty × včelí dělnice kladou vajíčka