

Úvod do biologie

1.r. PŘ 1/0/0

**Vznik a vývoj života (na Zemi)  
a podmínky života (ve Vesmíru)**

Doc. RNDr. B. Rychnovský, CSc.

Kat. biologie PdF MU

**Kdy?** ↑  
**Kde?** ↓  
**Jak?**

## **Definice života (živých soustav):**

- schopnost biosyntézy látek (závislost biosyntézy Nukleových Kyselin a Proteinů na proteinech jako biokatalyzátorech, tedy enzymech)
- závislost biosyntézy proteinů na přenosu genetické informace a tím na NK

Lze vyjádřit: biosyntéza NK a P v živé soustavě je závislá na proteinech jako biokatalyzátorech (enzymech) a NK jako nositelích genetické informace (to je ve sledu nukleotidů).

Hypotetické odpovědi s rozdílným stupněm pravděpodobnosti v důsledku existence sporných bodů

Současná hypotéza (vědecká domněnka, tj. vědecky přijatelné, ale neprokazatelné vysvětlení):

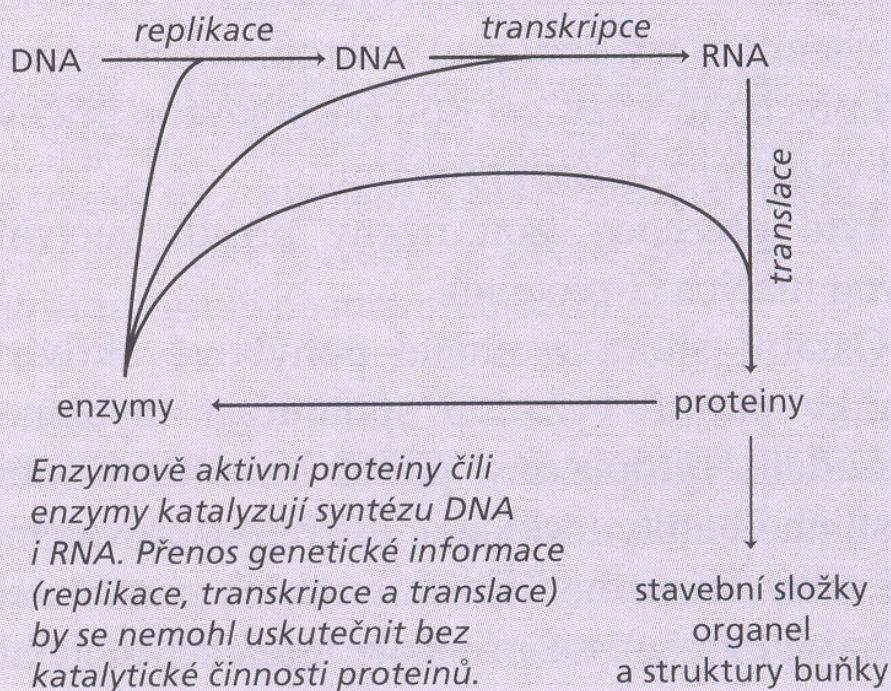
**založená na ústředním dogmatu (postulátu) molekulární biologie** a odpovídající požadavkům kladeným na přírodovědní hypotézy tj. vysvětlení nesmí být nevysvětlitelné, musí být vědecky zdůvodnitelné, naznačovat řešení a vyvratitelné, tj. vysvětlitelné jiným jevem)

### **Ústřední dogma molekulární biologie:**

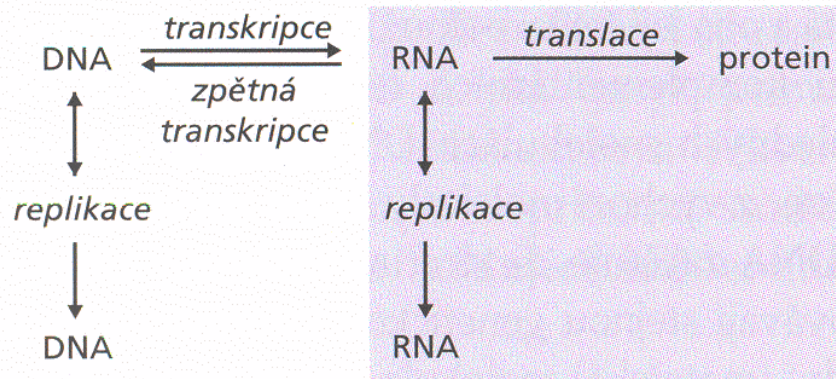
přenos genetické informace je jedině možný z NK do NK nebo z NK do P. Zpětný přenos z P do NK **není možný** (ani z P do P).

DNA:	<b>A</b>	<b>T</b>	<b>G</b>	<b>C</b>
RNA:	<b>A</b>	<b>U</b>	<b>G</b>	<b>C</b>

NK: pentózový **cukr** (ribóza - RNA nebo deoxyribóza - DNA), **fosfát** (zbytek kyseliny fosforečné) a postranní (komplementární)  **dusíkaté báze** (purinové – A,G a pyrimidinové –T,U,C )



Obr. 2.70 Schéma funkčních vztahů mezi nukleovými kyselinami a proteiny.



Šipkou je znázorněn směr přenosu genetické informace.  
 U všech eukaryotických organizmů a DNA-virů probíhá přenos genetické informace v plném rozsahu.  
 U RNA-virů probíhá jen v rozsahu vyznačeném obdélníkem.

Obr. 2.71 Schéma ústředního dogmatu molekulární biologie.

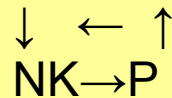
Způsoby přenosu:

replikace – kopírování (DNA → DNA, RNA → RNA)

transkripce – přepis (DNA → RNA, RNA → DNA – zpětná transkripce)

translace – překlad genetické informace z mRNA do primární struktury proteinu (prostřednictvím kódující nukleotidové sekvence)

Postupný vývoj cyklického vztahu



## Kde?

- na Zemi? (námitka: doba pro vznik genetického kódu – 500 mil. let – je příliš krátká)
- jinde? (dřívější teorie panspermie a přenosu na Zemi – hypotetické; přenos otázek jinam)

## Kdy?

Vznik Země před  $4,6 \cdot 10^9$  let → 600 mil let bez podmínek → tvorba kůry, snížení počtu meteoritů → přijatelné podmínky pro vznik organických látek → **progenoty** (primitivní formy života)  
(hypotetická existence života před  $3,8 \cdot 10^9$  let)  
→ nejstarší **fosílie buněk**  $3,5 \cdot 10^9$  let staré

proces vzniku života od výchozích látek k nejstarším buňkám  $4,0 \cdot 10^9$  až  $3,5 \cdot 10^9$  let (chemická evoluce)

doba 500 mil. let považována za překvapivě krátkou  
(?vznik života opravdu zde?)



## Jak?

Zohlednění cest vedoucích k vztahům mezi NK a P (ústřednímu dogmatu molekulární biologie)

**Základní alternativy vzniku stávajícího obecného organizačního principu** (tj. princip koexistence NK a P):

NK uchovávají a kumulují genetickou informaci, zajišťují vertikální přenos mezi generacemi. Informace je o tvorbě P. P vykonávají všechny biologické funkce včetně těch, které jsou nezbytné pro kopírování informace v NK)

- A. původní „organismy“ se skládaly z P, neobsahovaly NK
- B. původní „organismy“ se skládaly z NK (něco podobného), neobsahovaly P
- C. už od samého počátku biologické evoluce existovala dělba funkcí mezi NK a P
- D. původní „organismy“ byly založeny na úplně jiném principu

Nejjednodušší živá soustava (představitel. systém): translační systém s třífunkční RNA:

- funkce mRNA
- funkce genoforu, tj. nositele genů
- replikační funkce

obdoba: RNA-viry (RNA se v hostitelské buňce replikuje do virového potomstva a je překládána do virových proteinů hostitelské buňky pomocí translačního systému hostitelské buňky) → **možnost života na úrovni RNA jako předchůdce DNA-úrovně**  
Z toho plyne otázka jak vznikl jednoduchý translační systém založený na replikující se RNA jako genoforu, který by měl současně funkci mRNA:

### Jak se na Zemi vytvořila RNA?

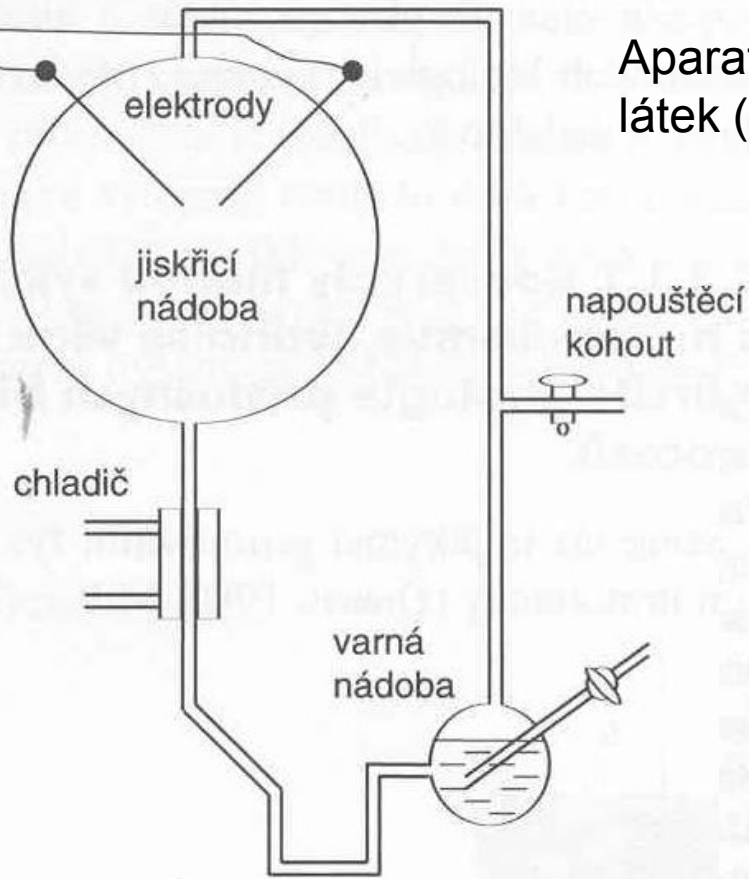
Jak se mohla vytvořit na Zemi replikující se molekula RNA bez enzymů (proteinů)?

Hypotéza (opory: dogma molekulární biologie, fakta z pokusů – tehdejší podmínky na Zemi, výskyt organických sloučenin v meteoritech a další):  
Všechny základní složky NK a P lze připravit abiotickou cestou (bez P jako enzymy). Existence RNA-virů ukazuje, že již před vznikem života existovaly translační systémy reprodukcující se prostřednictvím RNA (podpora: existence zpětné transkriptázy u prokaryot).

Hypotetické dobové prostředí (**abiotické a prebiotické**): hromadění a koncentrování látek potřebných pro interakční vznik života v uzavřených lagunách blízko sopek, kde interakce mohly vést k prvotním ribonukleovým translačním systémům. Ty mohly být splachovány do oceánů.

Jiné lokalizace: podpovrchové podmořské vývěry teplých vod nebo hydrotermální zóny v hlubších partiích kůry)

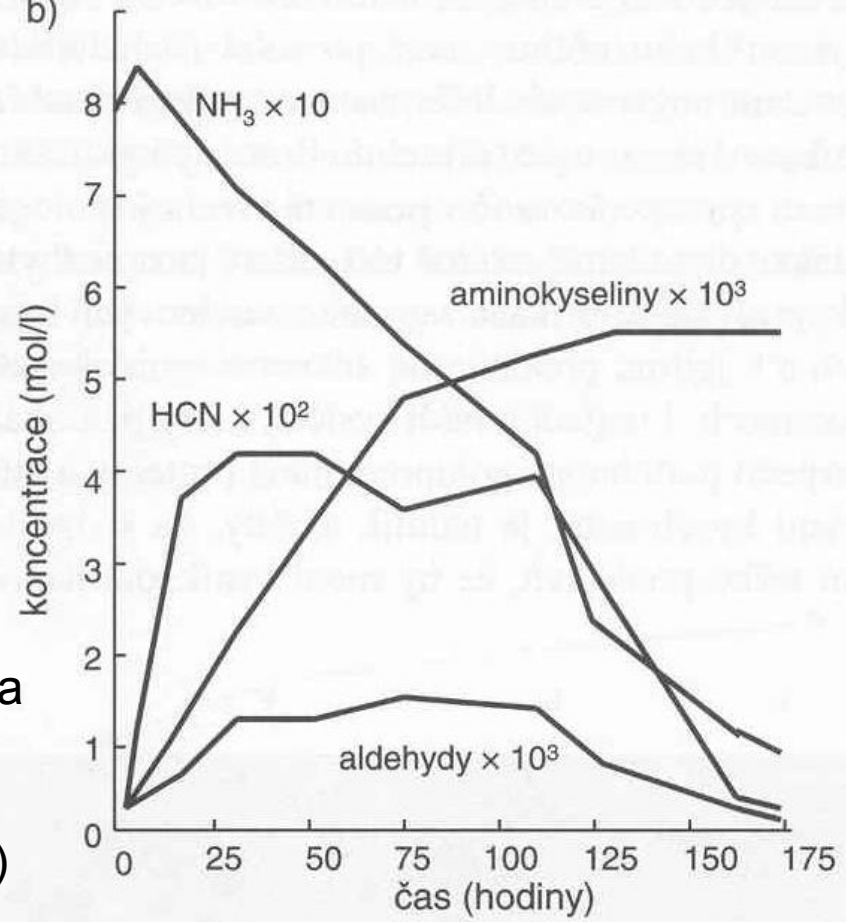
a)



Aparatura pro abiotickou syntézu organických látek (voda, metan, amoniak, vodík)

Průběh tvorby látek (po 150 h kyselina mravenčí, **glycin**, kys. glykolová, **alanin**, laktát, **β-alanin**, acetát, kys. propionová v konc. 2,3 – 0,13 mmol/l)

b)



## **Prebiotická atmosféra Země**

Chemická evoluce tvorby jednoduchých organických sloučenin – horká voda na Zemi ( $>100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Atmosféra z plynů pocházejících z nitra zemského tělesa. Význam složení (využití obsažených plynů nezbytných pro syntézu P a NK).

Původní předpoklad: silně redukční atmosféra s  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

Současná úvaha: mírně redukující atmosféra s  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , až neredukující atmosféra s  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$  bez volného  $\text{O}_2$ . Jeho množství se začíná zvyšovat až vznikem a činností cyanobakterií (sinic v období před  $2,5 - 2,9 \times 10^9$  let).

**Další obohacování atmosféry molekulárním vodíkem:** v důsledku nepřítomnosti kyslíku v prvotní atmosféře Země chybí i ozón, proto UV-záření dopadá na vodný povrch → uvolňování vodíku. Současná oxidace  $\text{Fe}^{2+}$  na  $\text{Fe}^{3+}$  se srážením magnetitu – oxid železnato-železitý  $\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  (výskyty usazenin v prekambriických vrstvách).

Prebiotická syntéza kyanovodíku a aldehydů – z teorie plyne dřívější existence RNA před proteiny, tím i aminokyselinami (Ak). Výjimky: Ak nepostradatelné pro nukleotidy, tj. **glycin** pro purin a **kyselina asparagová** pro pyrimidin. Kromě nich i aldehydy (východiska pro Ak) a HCN (východisko pro purinové i pyrimidinové báze).

Kromě G a kAs brzká tvorba alaninu, serinu, k. glutamové, prolinu a cysteinu.  
**Doloženo pokusy ve všech třech typech atmosféry.**

**Prebiotická** syntéza purinových a pyrimidinových bází – experimentální důkazy výchozí látky HCN (puriny), popř. oligomerů HCN (hydrolyzou vznik pyrimidinové báze), případně kyanoacetylenu pro vznik uracilu přes cytozin.

**Prebiotická syntéza ribonukleotidů** – nejasnosti

Nezbytnost kondenzačních činidel při syntéze polyribonukleotidů (polyfosfáty pro oligonukleotidy, karbodiimid pro aminokyseliny do peptidů, monmorillonit pro oligoribonuklotidy)

**Syntéza polypeptidů v prebiotickém prostředí**

- syntéza polypeptidů neřízenou matricí  
(neenzymatický experimentální vznik protenoidů)
- syntéza polypeptidů **řízenou** matricí

Možnosti vzniku oligoribonukleotidů až polyribonukleotidů s pravděpodobností autokatalytické schopnosti.

Podpora: izolace intronové RNA se schopností vyštěpovat sama sebe (jako intron mezi dvěma exony a konce estericky spojovat) za nepřítomnosti enzymů. Štěpení i spojení je katalyzováno samotnou intronovou RNA. To je považováno za evoluční relikv kdysi katalyticky významné RNA. Katalytická RNA je schopná na sebe řadit volné oligonukleotidy a estericky je spojit, což naznačuje autoreplikaci. To nazýváme autoreplikující se RNA jinak **autoreplikující se ribozym**.

Obecně **ribozym je molekula RNA s katalytickými vlastnostmi**. Byly izolovány z některých současných organismů (molekulární fosílie RNA), ale i laboratorně připraveny nové.

**Existence ribozymů výrazně podpořila hypotézu o vzniku života založenou na logice ústředního dogmatu molekulární biologie.**

Prebiotické prostředí s replikovatelnými ribozymy – mnoho variant (i chybných) – **říše RNA** (dosud bez matricově řízené syntézy polypeptidů)

**Říše RNP** – další komplikování ribozymů (příjem dalších ribozymů s novými katalytickými funkcemi související se syntézou proteinů) – **říše ribonukleoproteinových komplexů** – s rozvojem schopností syntézy peptidů až proteinů. Funkční rozrůznění RNA: **prvotní tRNA** s funkcí tRNA a **prvotní mRNA** s funkcí matrice.



Přechod na syntézu polypeptidů řízenou matricí /tři fáze) → **vývoj prvotního translačního systému.**

1. molekuly prvotních tRNA se schopností přenosu aktivovaných aminokyselin
2. význam velké ribozomové podjednotky jako vazebný povrch pro molekuly aminoacylované tRNA (aa-tRNA) a katalyzátoru syntézy polypeptidů
3. krátký polyribonukleotid jako matrice pro komplementární vazbu prvotních molekul aa-tRNA

Prvotní ribonukleoproteinový translační systém obsahoval:

- prvotní proteinovou RNA-replikázu s funkcí genoforu pro replikaci RNA
- protoribozom jako komplex proteinů s RNA, kdy na mRNA se řadily tRNA nesoucí aminoacyly
- později aminoacyl-tRNA-syntetázy

Stabilizace RNP translačního systému pro udržení a reprodukci

- a) ohraničení proti okolí – snadné vlastnostmi fosfolipidů v komplexu s proteiny (dvouvrstevná fosfolipidová kulovitá struktura – **lipozom** – se po dehydrataci mění na lineární strukturu a po zpětné rehydrataci vzniká původní kulovitá podoba s RNA uvnitř
- b) zpřesnění překladu sekvence RNA do prvotní tRNA-replikázy a proteinů pomocí aminoacyl-tRNA-syntetázy

Vysoká genetická variabilita RNA potlačena a zdokonalena **dvouřetězcovým RNA-genomem**, který při replikaci tvoří dvouřetězcový replikační produkt

Nestabilita RNA-genoforových soustav – zdokonalení **oddělením replikace od translace** – zpětná transkripce RNA do DNA ve zdokonaleném ribonukleoproteinovém translačním systému.

Katalyzátor: **zpětná transkriptáza**.

Pokrok: DNA je stabilnější s přesnější replikací.

## Obecná charakteristika živých soustav:

- hlavní molekulární složky ve všech živých soustavách - NK a P pro zajištění základních funkcí (přeměny látek a energií tj. metabolismus a autoreprodukci s genetickou informací uloženou v NK pro syntézu proteinů, z nichž některé katalyzují syntézu i NK)
- vysoká organizovanost a hierarchická uspořádanost hlavně mnohobuněčných organismů
- otevřenost živých soustav z hlediska výměny látek a energií (metabolismu) a informačního toku (primárního prostřednictvím NK a sekundárního vzhledem k okolí)
- schopnost autoregulace
- nezbytnost metabolismu (souhrn vnitřních enzymatických reakcí přeměňujících látky v energii a naopak ana- a katabolismus)
- schopnost autoreprodukce a vývoje (ontogenetický a fylogenetický)

## Základní alternativy vzniku stávajícího obecného organizačního principu

- A) P bez NK
- B) NK bez P
- C) dělba funkcí – P i NK
- D) jiný princip

ad A) Oparinovy **koacerváty**, Foxovy **mikrosféry** – struktury založené na P s náznaky metabolismu (mikrosféry) a růstu (koacerváty), ne autoreprodukce. Nejdůležitější vlastností koacervátů je semipermeabilní membrána, uvnitř molekuly s enzymatickou aktivitou. V koloidních roztocích proniká voda dovnitř, dojde k rozdělení na dceřiné koacerváty. Enzymatické molekuly se tím vyředují. Naopak mikrosféry (polymerovaný protenoid kondenzovaných Ak bez membrány) vykazují katalytické aktivity

ad B) **genová hypotéza vzniku života** v současnosti asi uznávanější – struktura schopná biologické evoluce: NK (jiná podoba) se schopností autoreplikace – **hypotéza RNA-světa** (molekulární relikty: ribozymy)

ad C) společná evoluce NK a P (vznik náhodné události, produkt cílevědomé činnosti rozumných bytostí – obé překonávají nepřímé doklady evoluce)

ad D) přenos informace anorganickou látkou typu jílu neřeší problém vzniku genetického kódu a proteosyntetického aparátu

Výsledné kroky oddělení toků genetické informace:

- transkripce DNA do RNA
- replikace prostřednictvím DNA jako genoforu (přenos genetické informace)
- translace mRNA do primární struktury proteinů (sekvence Ak – viz dále)

Změna funkce katalyzátoru – proteiny lepší, náhrada.

Vývoj nejjednodušších živých soustav – **progenot** (viz výše) s jednoduchými základními vlastnostmi a funkcemi živých soustav –

**počátek biologické evoluce.**

## Biologická evoluce

Anaerobní podmínky. Metabolismové možnosti: **chemoheterotrofie** (fermentace)

i **chemoautotrofie** ( $\text{FeCO}_3 + 2\text{H}_2\text{S} = \text{FeS}_2 + \text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$   
 $\text{FeS} + \text{H}_2\text{S} = \text{FeS}_2 + \text{H}_2$  .

Dostatečná množství základních látek.  $\text{H}_2$  jako donor elektronů pro redukci síry na  $\text{H}_2\text{S}$  (znak některých archeí).

Další pokrok v metabolismu – **fotosyntéza**. Nezbytnost vzniku porfyrinů (základ cytochromů nezbytných pro přenos elektronů), tetrapyrrolů (základ bakteriochlorofylů). Exploze života.

Primitivní anoxygenní fototrofové syntetizují ATP pomocí slunečního záření, donor elektronů  $\text{H}_2\text{S}$ .

Podobné recentní: purpurové a zelené sírné bakterie.

Oxygenní autotrofové: donor elektronů  $\text{H}_2\text{O}$ . ATP i pyrimidinové nukleotidy se tvoří fotosynteticky. Výsledek: hromadění kyslíku v atmosféře. Recentní podobné: cyanobakterie (sinice). Následek: **vznik ozónu a rozvoj ozónové ochranné vrstvy** násobí další evoluční cesty.

## **Evoluce organismů**

je proces hromadění postupných změn ve vlastnostech populací organismů podmíněný změnami genofondu (nevratné, vratné, opakovatelné, jedinečné). Probíhají jak v ekologickém čase (generace) tak v geologickém (dlouhodobě) včetně environmentálních událostí. Nesměřuje k předem určenému cíli.

**Mikroevoluce** – změny v populacích téhož druhu

**Speciace** – štěpení vývojových linií – vznik nového druhu

**Makroevoluce** – vznik monofyletických nadruhových vývojových linií (změny biodiverzity, transformace existujících a vznik nových biot)

**Molekulární, organismální, populační a biocenotická úroveň evoluce**

## Základní strukturální typy živých soustav

- nebuněčné živé soustavy
  - viry, viroidy, virusoidy
- prokaryotické buněčné soustavy
  - bakterie, archea
- eukaryotické buněčné soustavy
  - prvoci, chromista, houby, rostliny, živočichové

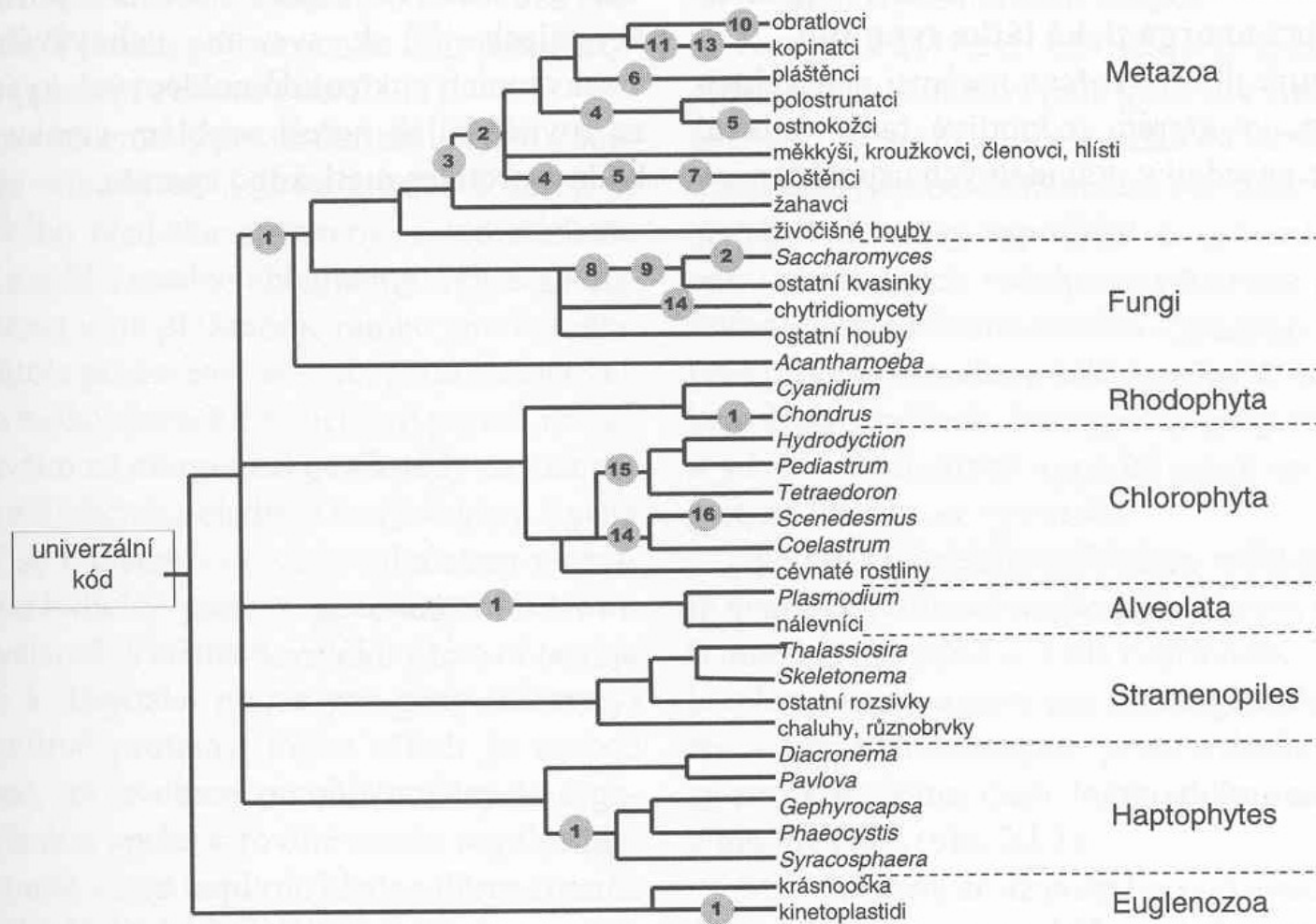
**Praorganismy** vývojově směřovaly k buňce **prokaryotního** typu, vznik **eukaryotních** buněk vysvětluje **teorie endosymbiózy**

**Endosymbiotická teorie** popisuje původ semiautonomních organel eukaryotických buněk – mitochondrií a chloroplastů. Tyto organely byly dříve volně žijící prokaryotické organizmy, které byly pohlceny a staly se buněčnými endosymbionty.

Mitochondrie mají evoluční původ v proteobakterii (z příbuzenstva Rickettsiales) a chloroplasty v sinici

[https://cs.wikipedia.org/wiki/Endosymbiotick%C3%A1\\_teorie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Endosymbiotick%C3%A1_teorie)



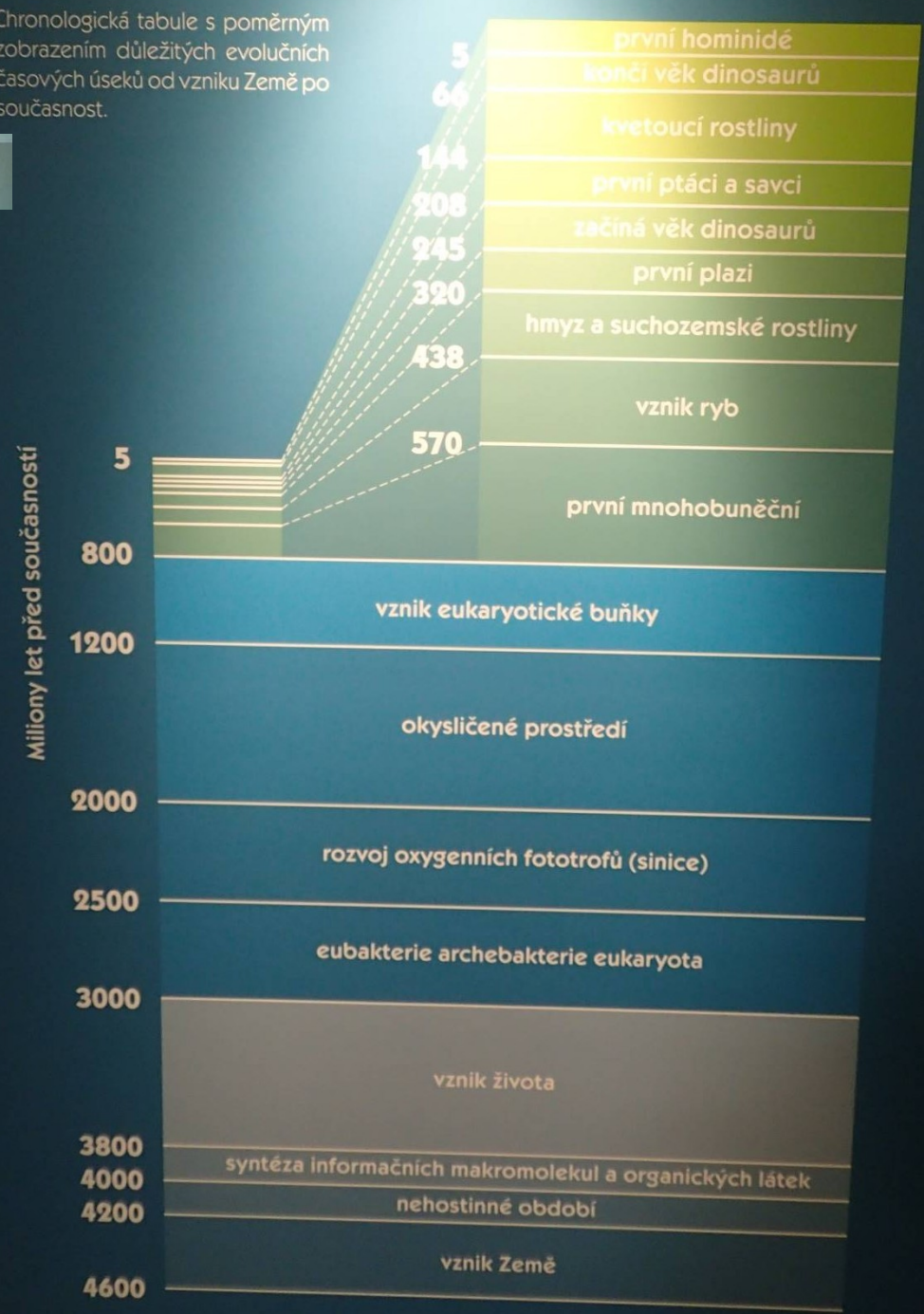
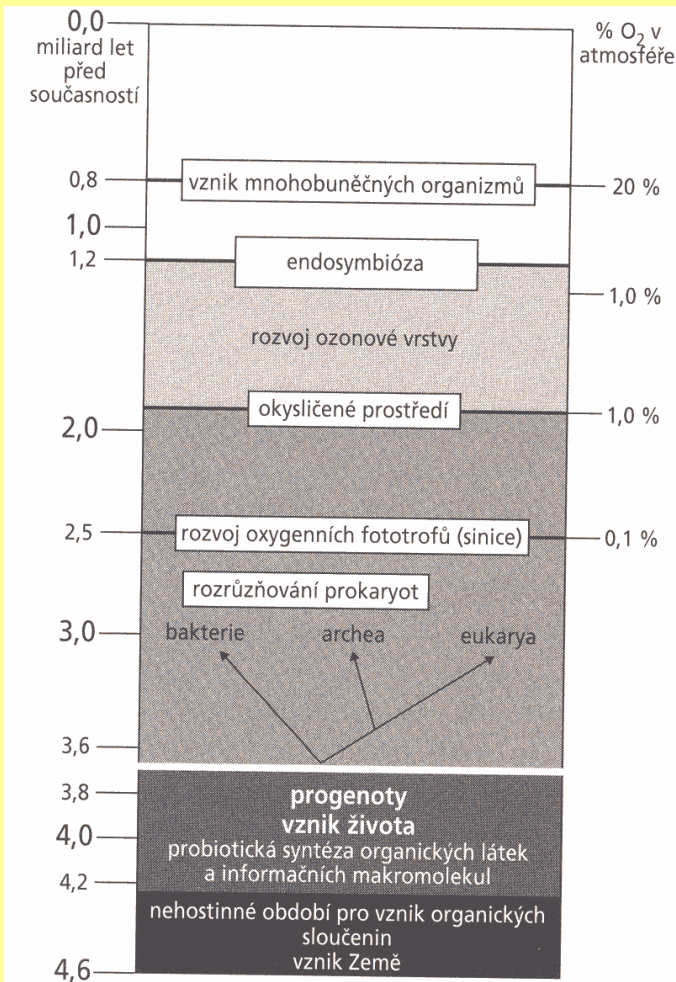


Obr. X.9 Změny mitochondriálního genetického kódu v průběhu fylogeneze eukaryot. Jednotlivé změny mitochondriálního genetického kódu byly při respektování principu maximální parsimonie umístěny na fylogenetický strom eukaryot vytvořený na základě sekvencí genů pro rRNA. Z rozmístění jednotlivých evolučních událostí je zřejmé, že k některým změnám muselo dojít opakovaně. Význam jednotlivých evolučních událostí: 1 – UGA stop → Trp, 2 – AUA Ile → Met, 3 – AGA, AGG Arg → Ser, 4 – AUA Met → Ile, 5 – AAA Lys → Asn, 6 – AGA, AGG Ser → Gly, 7 – UAA stop → Tyr, 8 – CUN (kde N = U, C, A, G) Leu → Thr, 9 – CGN Arg → ?, 10 – AGA, AGG ? → stop, 11 – AGA ? → Gly, 12 – AGA, AGG Ser → ?, 13 – AGA ? → Ser, 14 – UAG stop → Leu, 15 – UAG stop → Ala, 16 – UCA Ser → stop. Zakořenění fylogenetického stromu je třeba chápat pouze jako provizorní, podle některých autorů se kořen fylogenetického stromu eukaryot nachází v jiných místech a celková topologie může ještě doznat podstatných změn. Upraveno podle Knighta *et al.* (2001).

# EVOLUCE ŽIVOTA NA ZEMI

Chronologická tabule s poměrným zobrazením důležitých evolučních časových úseků od vzniku Země po současnost.

Obr. 10.17 Globální pohled na hlavní etapy biologické evoluce.



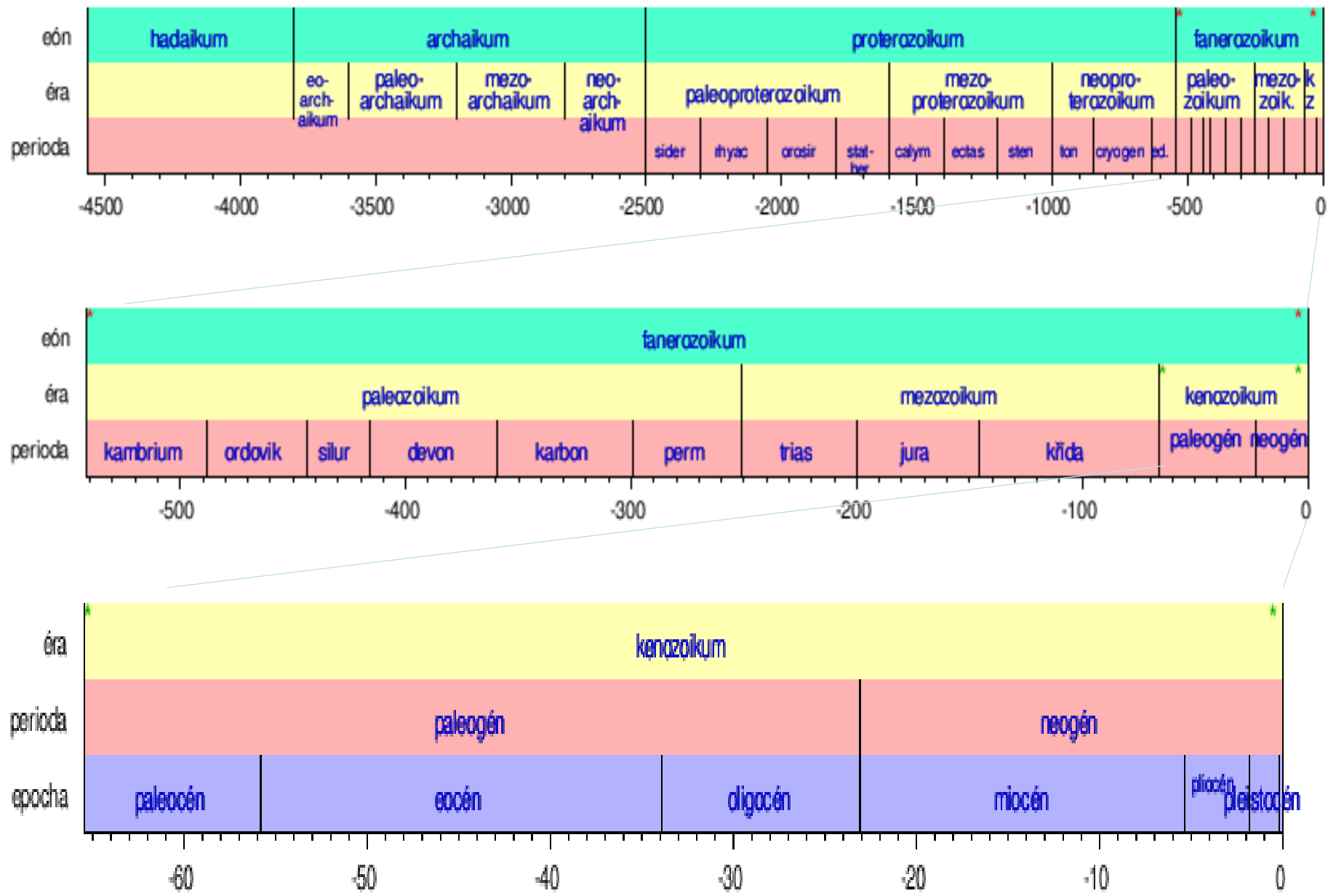
# Geologický čas

<u>fanerozoikum</u>	<u>kenozoikum</u>	<u>kvartér</u>	0 – 2,6 Ma
		<u>neogén</u>	2,6 – 23 Ma
		<u>paleogén</u>	23 – 65,5 Ma
	<u>mezozoikum</u> ( <i>druhohory</i> )	<u>křída</u>	66 – 145 Ma
		<u>jura</u>	145 – 200 Ma
		<u>trias</u>	200 – 251 Ma
	<u>paleozoikum</u> ( <i>prvohory</i> )	<u>perm</u>	252 – 298 Ma
		<u>karbon</u>	298 – 354 Ma
		<u>devon</u>	360 – 419 Ma
		<u>silur</u>	416(±2,8) – 443 Ma
<u>ordovik</u>		435 – 490 Ma	
<u>prekambrium</u>	<u>kambrium</u>	490 – 545(1) Ma	
	<u>proterozoikum</u>	2500 – ~542(1) Ma	
	<b>archaikum</b> (eo-, paleo-, meso-, neo-)	3800 – 2500 Ma	
	<u>hadaikum</u>	~4600 – 3800 Ma	

Ma – megannum,  
trvá milión let

Trvání od – do se  
měnilo – možnosti  
rozdílného  
datování

# Jiné vyjádření časování



**Hadaikum** (*Hadean*, někdy *Priscoan*) je nejstarší období (eon) ve vývoji Země. Datuje se do období před 4 600 až 3 800 miliony let (Ma). Pro toto období je charakteristický vznik zemské kůry a později oceánů. Neklidné období bylo plné sopečných výbuchů a dopadajících meteoritů. Zemské těleso se poměrně rychle ochlazovalo. Na povrchu Země se začala tvořit pevná zemská kůra. Nedochovalo se z ní však do současnosti téměř nic.

**Archaikum** (**archeozoikum**, **prahory**) je geologické období (eón) Země, kdy již zchladla natolik, že se začaly vytvářet nejstarší dodnes dochované horniny. Vznikala jádra dnešních kontinentů – kratony, zdobící povrch planety jako malé ostrůvky. Zemská kůra však byla ještě tenká a podléhala neustálým přeměnám (některé oblasti byly vyzvedávány a jiné klesaly).

**Proterozoikum** (jinak také **starohory**) označuje eon, který datujeme do období před 2,5 miliardami až 542 milióny let. V tomto období vznikly první mnohobuněčné organismy, řasy. Také se objevuje první známý superkontinent Rodinie. Pokračuje vrásnění (např. Grenvillské vrásnění) a vznikají štíty, středy dnešních kontinentů, a nezvrásněné okraje, tabule.

## Stromatolity –

jsou hlízovité vápnité biogenní [usazeniny](#) bochníkovitého až polokulovitého tvaru. Jsou tvořeny povlaky kalu bohatého na [vápník](#), který se vysrážel, nebo jinak dostal na povrch porostů [sinic](#) nebo [bakterií](#) v bezkyslíkatém (nebo málo kyslíkatém) prostředí v mělkých oblastech moří.

Stromatolity patří mezi nejstarší [zkameněliny](#) z [prekambrických](#) usazenin, jsou staré přibližně 3,5 až 3,7 miliardy let.

Zbytky kolonií stromatolitů přežívají až dodnes, např. u pobřeží [Austrálie](#).



## **Život – otevřený systém.**

Soustavná mnohačetná výměna s okolím

(informační, energetická ↔ látková) – podstata a nezbytnost

Organismus – kromě vztahu k **abiotickým faktorům**

(fyzikální a chemické) **interakce biotické:**

a) mezi příslušníky téhož druhu

b) vztahy k organismům ve stejném prostoru

(rozdílnost pojetí – v maximu celá planeta)

Každý organismus – autonomní celek na určité úrovni – jako takový realizuje pouze některé vztahy. Přitom za stejných podmínek ne vždy stejné.

Které?

Za jakých okolností?

V jakém rozsahu a intenzitě?

Za jakou cenu, jaké náklady?

**Ekologie** – samostatný předmět

studia Učitelství přírodopisu pro 2. stupeň ZŠ

Poznatky o struktuře vztahů uvnitř přírody (mezi organismy)

– o faktorech (mezi organismy a prostředím)

Na základě výše zmíněných vztahů preference určitých, tedy i prostorových, tj. proč žijí právě zde (jinde)

**Biogeografie**

Úzce odráží faktory ekologické i evoluční

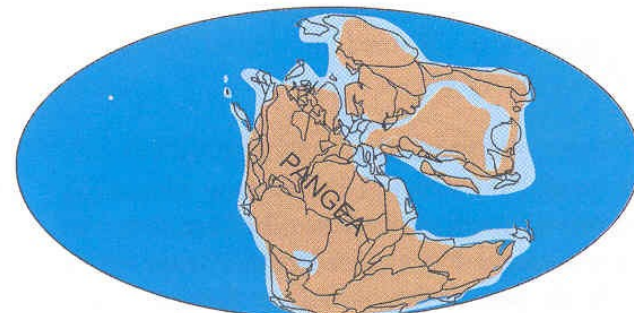


# Změny zemského povrchu – teorie kontinentálního driftu Wegener – zač. 20. stol.)

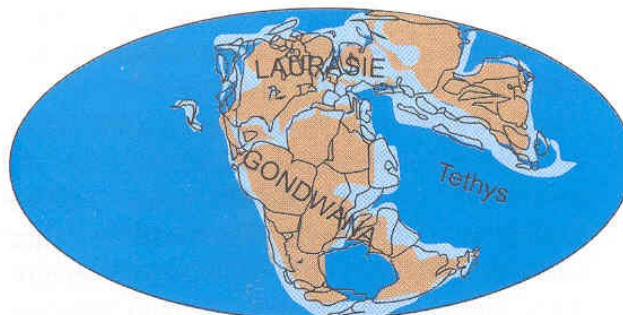
Jedním z paleontologických důkazů někdejšího spojení dnešních kontinentů v jediný celek je permská kapradosemenná rostlina *Glossopteris*.



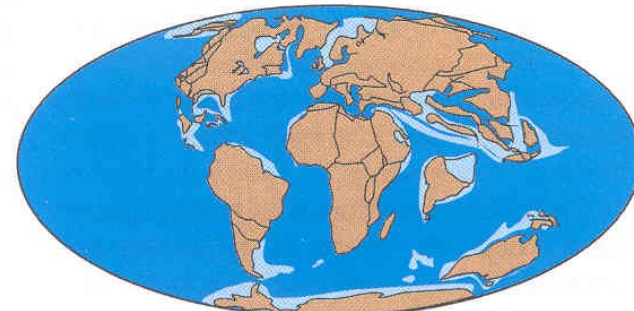
Obr. 9.24 Kontinentální drift. Základní momenty změny pozice kontinentů v průběhu druhohor a třetihor.



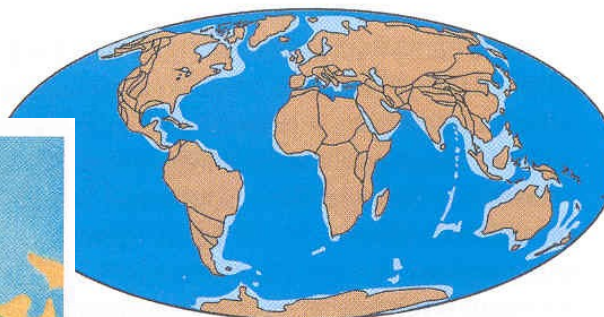
TRIAS (240 mil. let)



JURA (160 mil. let)



PALEOCÉN (60 mil. let)



Dnešek



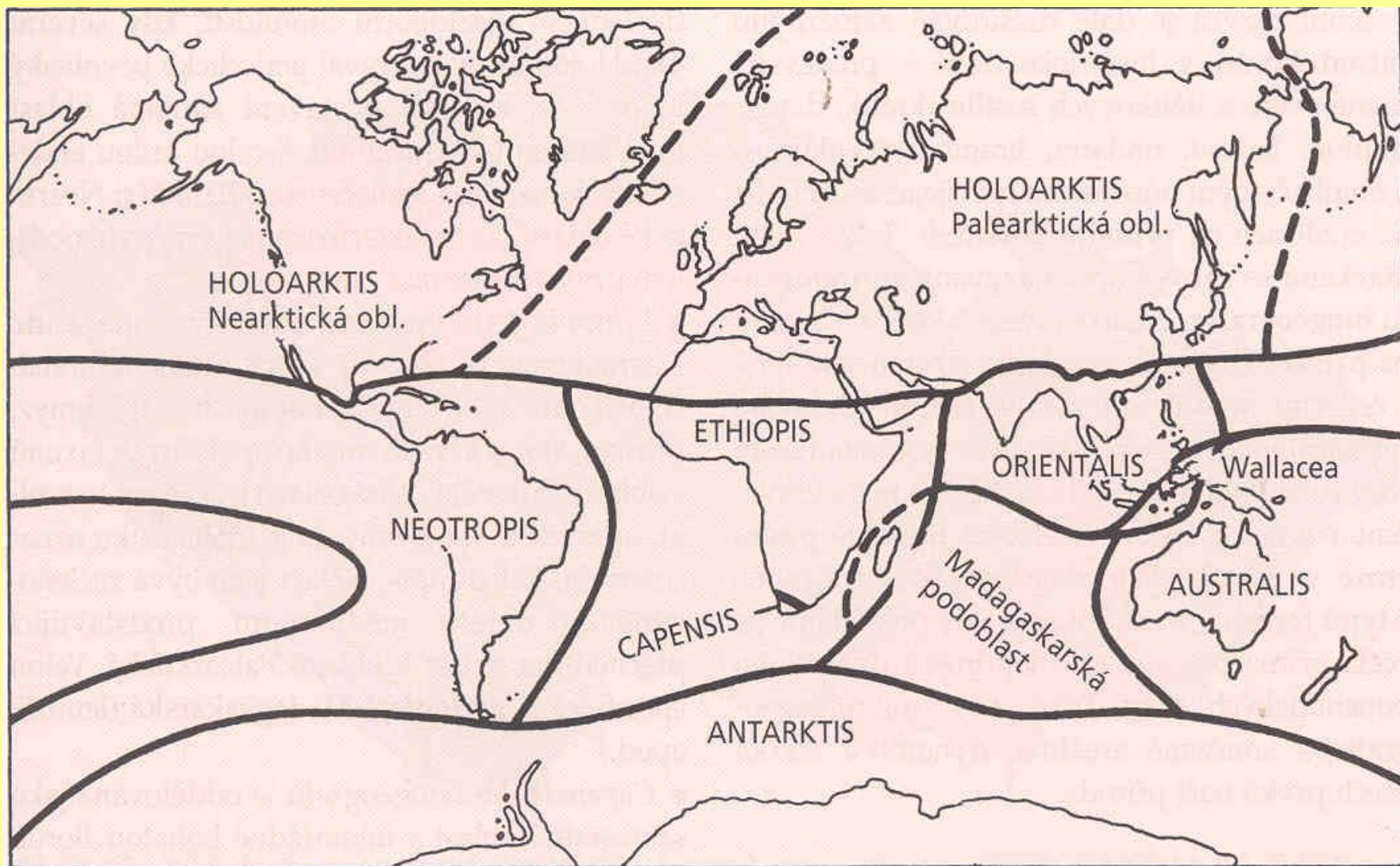
těsné sousedství



Rozlehlost areálu →

Rosypal a kol., 2003

## Biogeografické oblasti Země



# Zoogeografické oblasti

Říše: Holarktis

**Nearktis** 21 mil.km<sup>2</sup>

Mimotropická Severní Amerika  
4 podoblasti

**Palearktis** 52 mil.km<sup>2</sup>

Eurasie a Severní Afrika  
4 podoblasti (1 přechodné území)

**TUNDRA** nízké porosty lišejníků až keřů

Sob, lumíci, polár. zajíc, polár. liška, medvěd led., lasička, sovice

JEHLIČNATÝ LES – **TAJGA** bor., smrk, jedle

jelenec, urzon

los, rys, rosomák, rejsci, datli, tetřívka

3 typy

bizon, vidloroh, psoun  
chřestýši, kur preriový

**STEP** travní porosty

jezevec, liška, kojot

sajga, čiru, dzeren, osel  
kůň, velbloud, křeček, frček

**OPADAVÝ LISTNATÝ LES** dub, buk, lípa, javor

Čipmank, jelenec, lesňáčci

krtci, rejsci, veverky, mýval, medvěd, liška

srnec, burunduk

chapparal

**TVRDOLISTÝ LES, KŘOVINY**

macchie

spíše přechodová společenstva

saguaro, juka

zajíc preriový, ještěrky, hadi

**POUŠŤ, POLO-**

králíci

pelyňky, saxauly, tamaryšky

ježek, křeček, hraboš, orel, káně, sova

## Říše: Paleotropis

**Orientální obl.** 8 mil.km<sup>2</sup>

Indomalajská  
3 podoblasti (1 přechodné úz.)

radiace obratlovců, nyní málo typických,  
blízká etiopské

**Etiopská obl.** 24 mil.km<sup>2</sup>

Africká  
2 podoblasti

## TROPICKÝ LES

bambus, konopí, týk, fíkovník, tomely

zederachovité a luštinaté, liány a orchideje

dikobraz, medvěd pyskatý a m. malajský,  
antilopy, jeleni, bažanti, ještěrky a hadi

vyšší (orang., gibbon, langur, makak),  
nižší (tana, lori) primáti, nosorožci, tygr

gorila, šimpanz, gueréza, kočkodan,  
tapír, prales. slon, okapi, hrošík,  
antilopa trpasličí

# TRAVNÍ POROSTY

---

## SAVANY

travnatá spol. se stromy (akácie, baobab, pryšce)  
přežvýkaví kopytníci (buvolci, pakoně, antilopa  
losí, zebry aj.), pštros, nosorožci, lev, gepard,  
pes hyenový, prase bradavičnaté, žirafy,  
rypoši, zlatokrt

ojedinělé trsy trav a keřů, oázy s welwitschií,  
sukulentními pryšci a hlíznatými rostlinami  
gazela skákavá, dikobraz, tarbík, damani,  
tenrek, ještěrky

Říše: **Neogea**

## **Neotropická obl.**

Jihoamerická 21 mil.km<sup>2</sup>

4 podoblastí (2 přechod. úz.)  
endemické: 1/3 ptačích čel., po  
dvou čel. vačnatců a opic, 11  
hlodavců a 6 čel. netopýrů

různé epifyty  
malpy, kosmani, mravenečníci  
paka, aguti, ocelot, vačice, kolibříci

## **PAMPY**

guanako, nandu, jelenec, mara

Říše: **Notogea**

## **Australská obl.**

Australasie 9 mil.km<sup>2</sup>

5 podoblastí (2 přechod. úz.)  
endemické: podtř. Vejcorodí, 6 čel.  
vačnatců. Z 364 druhů savců čel. 60%  
(214) placentálů. Výrazný rozvoj  
nestěhovavých ptáků.

blahovičnický  
kuskusové, klokan stromový, nosál,  
koala, ptakopysk, kasuár, lyrochvost

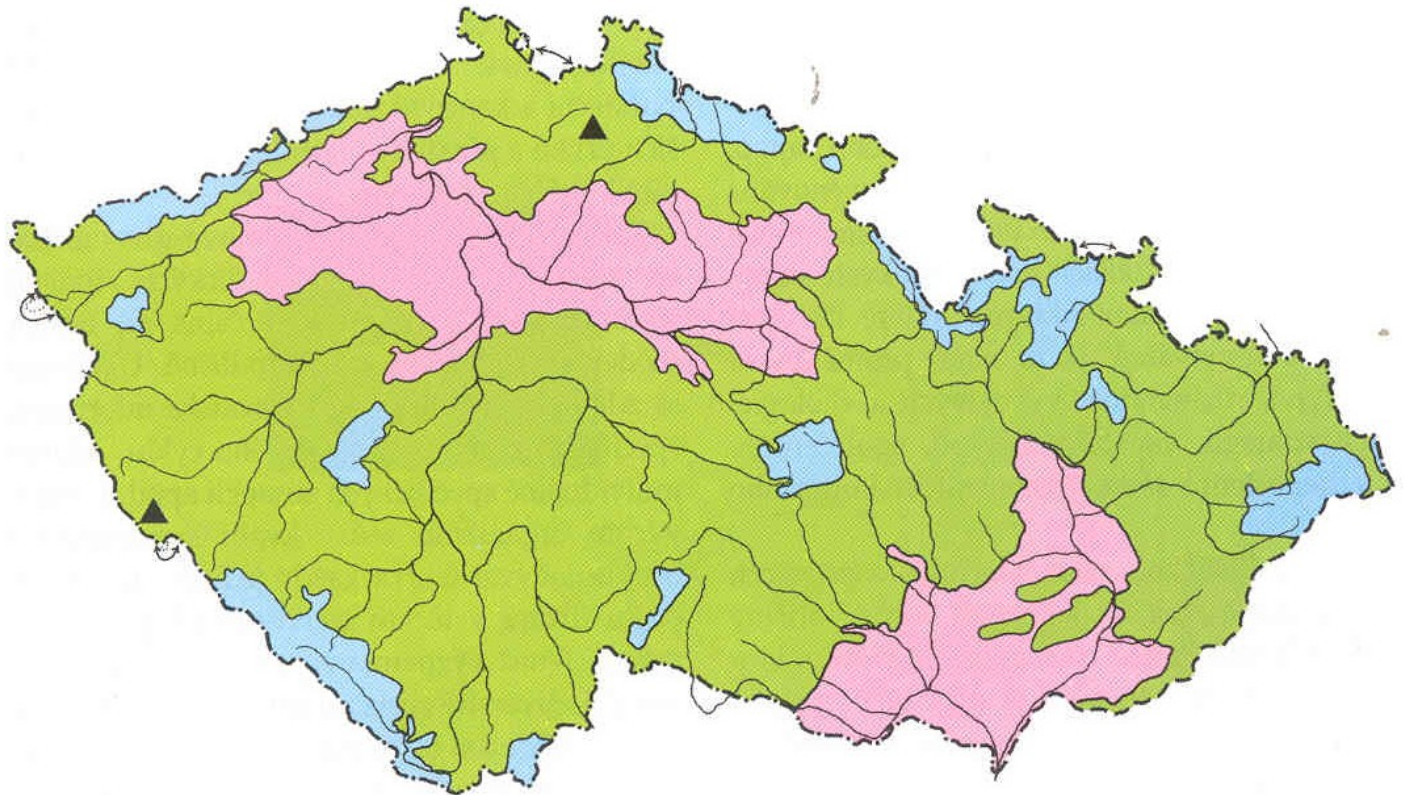
## **SAVANY**

klokan rudý, bandikut, emu, kakadu

## **TROPICKÝ LES**

## **TRAVNÍ POROSTY**

## Biogeografie ČR



Obr. 9.26 Základní biogeografické členění ČR – červeně: termofytikum, zeleně: mezofytikum, modře – oreofytikum.

## Literatura

Rosypal, S. a kol., 2003: Nový přehled biologie. Scientia  
Praha, 799 s.