

Zásadité hydrotermální průduchy přinášejí problém i řešení: jsou bohaté na H_2 , ale tento plyn s CO_2 nereaguje přímo. Viděli jsme, že přirozené protonové gradienty vznikající napříč polopropustnými minerálními bariérami mohly teoreticky uvnitř pórů průduchů pohánět tvorbu organických molekul, a nakonec i vznik buněk. Pokud tomu tak bylo, život byl od samého počátku závislý na protonových gradientech (a železosirných minerálech), díky nimž prolomil kinetickou bariéru bránící reakci H_2 s CO_2 . Aby tyto rané buňky mohly prosperovat na přirozených protonových gradientech, musely mít děravé membrány schopné zadržovat molekuly nezbytné pro život, aniž by se musely odříznout od toku protonů, který jim dodával energii. To jim znemožňovalo, aby průduchy opustily, s výjimkou úzké brány v podobě přesně daného sledu událostí (vyžadujících antiportér), které umožnily koevoluci aktivních iontových pump a moderních fosfolipidových membrán. Teprve poté mohly buňky z průduchů uniknout a kolonizovat oceány a horniny rané Země. Viděli jsme, že tento přesně daný sled událostí vysvětluje paradoxní vlastnosti LUCA, posledního univerzálního společného předka pozemského života, i hluboké rozdíly mezi bakteriemi a archei. V neposlední řadě tyto striktní podmínky objasňují, proč je veškerý život na Zemi chemiosmotický – proč je tento podivný znak stejně univerzální jako samotný genetický kód.

S ohledem na tento scénář – prostředí z vesmírné perspektivy běžné, ale se striktním souborem omezení, která usměrňují podobu výsledků – se jeví jako pravděpodobné, že i jinde ve vesmíru bude život chemiosmotický, a bude tudíž čelit obdobným možnostem a omezením. Chemiosmotické spřažení propůjčuje životu neomezenou metabolickou všestrannost, která buňkám umožňuje „konzumovat“ a „dýchat“ prakticky cokoli. Podobně jako se vzhledem k univerzálnosti genetického kódu mohou předávat geny horizontálním genovým přenosem, může se předávat i souprava nástrojů pro metabolickou adaptaci na velmi rozmanitá prostředí, jelikož všechny buňky používají společný operační systém. Bylo by překvapivé, kdybychom nenašli bakterie všude ve vesmíru, včetně Sluneční soustavy; bakterie fungující velice podobným způsobem, poháněné redoxními chemickými reakcemi a protonovými gradienty napříč membránami. Lze to předpovědět z prvotních principů.

Je-li to však pravda, bude komplexní život kdekoli ve vesmíru čelit stejným omezením jako eukaryota na Zemi – i mimozemšťané by měli mít mitochondrie. Viděli jsme, že všechna eukaryota sdílejí společného předka, který vznikl pouze jednou prostřednictvím vzácné endosymbiózy mezi prokaryoty. Víme o dvou takových endosymbiózách mezi bakteriemi (obrázek 25) – třech, započítáme-li *Parakaryon myojinensis* – takže víme, že je myslitelné, aby se jedna bakterie dostala do jiné bez fagocytózy. Během 4 miliard let evoluce se nejspíš musely objevit tisíce, ba snad miliony dalších případů. Je to „hrdlo lahve“, ale ne příliš

úzké. V každém případě lze očekávat ztrátu genů u endosymbiontů a tendenci ke zvětšování objemu a růstu genomové komplexity u hostitelské buňky – což přesně vidíme u *Parakaryon myojinensis*. Také však lze očekávat intimní konflikt mezi hostitelem a endosymbiontem – to je druhé hrdlo lahve. Dvě překážky, kvůli nimž je evoluce komplexního života opravdu obtížná. Viděli jsme, že první eukaryota se s největší pravděpodobností vyvinula rychle v malých populacích. Samotný fakt, že předek eukaryot disponoval tolika společnými znaky, jež se nevyskytují u bakterií, ukazuje na malou, nestabilní, pohlavně se rozmnožující populaci. Pokud *Parakaryon myojinensis* rekapituluje evoluci eukaryot, jak nejspíše činí, je jeho krajně nízká populační hustota (pouze jeden nalezený vzorek během 15 let hledání) očekávatelná. Jeho nejpravděpodobnějším osudem je vymření. Možná vyhyne, protože se mu nepodařilo vyloučit všechny ribozomy z oblasti jádra, nebo kvůli tomu, že ještě „nevynalezl“ sex. Nebo snad – šance je však nepatrná – uspěje a předznamená druhý příchod eukaryot na Zemi.

Jsou tedy důvody k opodstatněnému mínění, že komplexní život bude ve vesmíru vzácný: v přírodním výběru neexistuje žádná niterná tendence k vytvoření člověka nebo jakékoli jiné formy komplexního života. Daleko pravděpodobnější je, že život uvízne na bakteriální úrovni komplexity. Jak statisticky pravděpodobné to je, nedokážeme odhadnout. Existence *Parakaryon myojinensis* by pro někoho mohla být povzbudivá – vícenásobný vznik komplexity na Zemi znamená, že komplexní život by mohl být jinde ve vesmíru běžnější. Možná. S větší jistotou lze prohlásit, že z energetických důvodů evoluce komplexního života vyžaduje endosymbiózu mezi dvěma prokaryotickými organismy, což je vzácná a nahodilá událost, která se znepokojivě blíží bizarní náhodě, a vše ještě zhoršuje následný intimní konflikt mezi buňkami. Poté už se vracíme ke klasickému přírodnímu výběru. Viděli jsme, že mnohé znaky společné všem eukaryotům, od jádra po sex, jsou předvídatelné z prvotních principů. Můžeme jít ještě dál. Evoluce dvou pohlaví, odlišení zárodečné linie a těla, programovaná buněčná smrt, mozaikovitě mitochondrie a kompromisy mezi aerobní zdatností a plodností, adaptabilitou a nemocí či stárnutím a smrtí, to všechno jsou znaky, jejichž vznik lze předvídat, je-li výchozím bodem buňka uvnitř buňky. Stalo by se to všechno znovu? Většina z toho nejspíše ano. Zahrnutí energetického hlediska do evoluce přišlo s velkým zpožděním a začíná přírodní výběr stavět na předvídatelnější základ.

Energie je mnohem méně shovívavá než geny. Podívejme se kolem sebe. Tento nádherný svět odráží sílu mutací a rekombinace, genetické změny, která je základem přírodního výběru. Některé geny sdílíme se stromem, který vidíme za oknem, ale naše cesty se rozdělily v rané fázi evoluce eukaryot, před 1,5 miliardy let. Každý jsme se vydali jiným směrem, což umožnily odlišné geny, které jsou produktem mutací, rekombinace a přírodního výběru. Možná, že když se vydáte

ven, tu a tam stále lezete na stromy. Jemně se ohýbají ve větru a předvádějí trik ze všech nejkouzelnější - přeměňují vzduch na další stromy (přesněji řečeno vodu a CO₂ ze vzduchu na celulózu, základ dalších stromů). Všechny tyto vlastnosti jsou zapsané v genech, jež pocházejí od našeho společného předka, ale nyní se liší k nepoznání. Všechny ty změny se odehrály a byly vybrány v průběhu milionů let evoluce. Geny jsou nekonečně shovívavé: cokoli se může stát, se stane.

I ten strom má však mitochondrie, jež fungují víceméně stejně jako jeho chloroplasty. Nepřetržitě přepravují elektrony po bilionech a bilionech dýchacích řetězců a pumpují protony přes membrány, jako to dělaly odjakživa. I my to děláme odjakživa. Stejně přesouvání elektronů a protonů nás udržuje naživu od chvíle, kdy jsme se objevili v děloze: každou vteřinu přepumpujeme 10²¹ protonů, bez jediné přestávky. Mitochondrie jsme obdrželi ve vajíčku od matky. Jsou jejím nejdrahocennějším darem, darem života, který nás bez poruchy, nepřetržitě, generaci za generací spojuje s prvními záchvěvy života v hydrotermálních průduších před 4 miliardami let. S touto reakcí si zahrávejte jen na vlastní nebezpečí. Kyanid okamžitě zastaví proudění elektronů a protonů a přivodí rychlou smrt. Stárnutí udělá totéž, jen pomaleji. Smrt je přerušením toku elektronů a protonů, což vede k vyrovnání membránového potenciálu a vyhasnutí trvalého plamene. Pokud život není nic jiného než elektron, který hledá místo k odpočinku, pak smrt není nic jiného než elektron, který se zastavil.

Energetický tok je ohromující a neúprosný. Jakákoli změna může v řádu sekund či minut celý experiment ukončit. Mohou to překonat spory, které upadnou do metabolické nečinnosti, a musí se jim zdát, že mají velké štěstí, když se z ní probudí. Ale my ostatní... nám dodávají energii stejné procesy, jež dodávaly energii prvním živým buňkám. Procesy se nikdy zásadně nezměnily. Jak by mohly? Život je pro živé. Být naživu vyžaduje nepřetržitý tok energie. Není překvapivé, že právě tok energie nejvýrazněji omezuje, kudy se bude evoluce ubírat, definuje, co je možné. Není překvapivé, že bakterie stále dělají to, co dělají, neschopné si nějakým zásadním způsobem pohrávat s ohněm, jež jim dovoluje růst, dělit se a dobývat. Není překvapivé, že jedna náhodná událost, která fungovala, ojedinělá endosymbióza mezi prokaryoty, si s tímto ohněm nezahrávala, ale v každé eukaryotické buňce ho zažehla v mnoha kopiích, a nakonec dala vzniknout veškerému komplexnímu životu. Není překvapivé, že udržovat tento plamen při životě je zcela zásadní pro naši fyziologii a evoluci, což vysvětluje mnoho rozmarů naší minulosti i našich současných životů. Jaké štěstí, že náš mozek, nejnepravděpodobnější biologický stroj ve vesmíru, nyní dokáže tento tok energie usměrnit a my můžeme přemýšlet o tom, proč je život takový, jaký je. Ať vás provází protonmotivní síla!

SLOVNÍČEK

aerobní dýchání – typ dýchání, který provozujeme i my a při němž se energie vznikající při reakci potravy s kyslíkem využívá k pohonu práce. I bakterie mohou za pomoci kyslíku „spalovat“ minerály nebo plyny. Viz také *anaerobní dýchání* a *dýchání*.

alela – jedna konkrétní forma genu v populaci.

aminokyselina – jeden z dvaceti molekulárních stavebních kamenů, jež se spojují do řetězce a vytvářejí bílkovinu (která často obsahuje stovky aminokyselin).

anaerobní dýchání – jakýkoli alternativní typ dýchání, jež se běžně vyskytuje u bakterií, které ke „spalování“ (oxidaci) potravy, minerálů nebo plynů používají jinou molekulu než kyslík. Například dusičnany nebo sírany. **Anaerobní** jsou organismy, jež žijí bez kyslíku. Viz také *aerobní dýchání* a *dýchání*.

angstrom (ångström, Å) – jednotka délky zhruba o velikosti atomu. Technicky je to desetimiliardtina metru (10^{-10} m). Nanometr je 10krát delší, jedna miliardtina metru (10^{-9} m).

antiportér – bílkovinný „turniket“, který obvykle přes membránu vyměňuje jeden nabitý atom (iont) za jiný, například proton (H^+) za sodíkový iont (Na^+).

apoptóza – „programovaná“ buněčná smrt, energii spotřebovávající proces zakódovaný v genech, při němž se buňka sama rozebere na díly.

archea – jedna ze tří domén života. Zbylé dvě jsou bakterie a eukaryota (mezi něž patříme i my). Archea jsou prokaryota, což znamená, že postrádají jádro, v němž by měly uloženou DNA, i většinu dalších složitých struktur, které nacházíme u komplexních eukaryot.

archezoa – pozor na záměnu s archei! Archezoa jsou jednoduchá, jednobuněčná eukaryota a kdysi byla mylně považována za evoluční „chybějící článek“ mezi bakteriemi a komplexnějšími eukaryotickými buňkami.

ATP – adenosintrifosfát, biologická energetická „měna“ používaná všemi známými buňkami. **ADP** (adenosindifosfát) je rozkladný produkt vznikající po „utracení“ ATP. Energie uvolněná při dýchání se využívá k připojení fosfátu (PO_4^{3-}) zpět na ADP za opětovného vzniku ATP. **Acetylfosfát** je jednoduché (dvouhlíkaté) biologické energetické „platidlo“, které funguje tak trochu jako ATP a mohlo se vlivem geologických procesů tvořit na rané Zemi.

ATP syntáza – pozoruhodná bílkovina připomínající rotor, nanoturbínu, která je usazená v membráně a využívá tok protonů k pohonu syntézy ATP.

bakterie – jedna ze tří velkých domén života. Zbylé dvě jsou archea a eukaryota (jako jsme my). Spolu s archei patří bakterie mezi prokaryota, což znamená,

že postrádají jádro, v němž by měly uloženou DNA, i většinu dalších složitých struktur, jež nacházíme u komplexních eukaryot.

bílkovina (protein) - řetězec aminokyselin pospojovaných v přesně daném pořadí, jež je specifikováno sekvencí písmen DNA v genu. **Polypeptid** je kratší řetězec aminokyselin, jejichž pořadí nemusí být specifikováno.

cytoplazma - označení pro gelovitý obsah buňky kromě jádra. **Cytoskelet** je dynamické bílkovinné lešení uvnitř buňky, jež se může tvořit a měnit podle toho, jak buňka mění tvar. **Cytosol** je tekutá složka cytoplazmy kolem kompartmentů, jako jsou mitochondrie.

disipativní struktura - stabilní fyzikální struktura, která nabírá charakteristickou podobu jako u vodního víru, hurikánu nebo tryskového proudění, udržovaná nepřetržitým prouděním energie.

DNA - kyselina deoxyribonukleová, dědičný materiál mající podobu dvoušroubovice. **Parazitická DNA** je DNA, která se sama sobecky kopíruje na úkor konkrétního organismu.

dýchání (buněčné) - proces, jehož prostřednictvím se „spalují“ (oxidují) živiny za vzniku energie ve formě ATP. Potravě nebo jiným donorům elektronů (například vodíku) se odebírají elektrony, jež se prostřednictvím série kroků označovaných jako **dýchací řetězec** předávají kyslíku nebo jiným oxidačním činidlům (například dusičnanu). Uvolněná energie se používá k pumpování protonů přes membránu, čímž vzniká protonmotivní síla, která následně pohání syntézu ATP. Viz také *anaerobní dýchání* a *aerobní dýchání*.

elektron - subatomární částice, která nese záporný náboj. **Akceptor elektronů** je atom nebo molekula, která přijme jeden nebo více elektronů. **Donor elektronů** elektrony ztrácí.

endergonní - reakce, která vyžaduje přísun volné energie („práci“, nikoli teplo), aby mohla proběhnout. **Endotermní** reakce vyžaduje přísun tepla, aby proběhla.

endosymbióza - vzájemný vztah (obvykle směna metabolických produktů) mezi dvěma buňkami, při němž jeden partner žije fyzicky uvnitř druhého.

entropie - stav molekulární neuspořádanosti směřující k chaosu.

enzym - bílkovina, která katalyzuje konkrétní chemickou reakci, která díky tomu probíhá mnohamilionkrát rychleji než bez katalyzátoru.

eukaryota - organismy složené z jedné nebo více buněk obsahujících jádro a jiné specializované struktury jako mitochondrie. Všechny komplexní formy života, včetně rostlin, živočichů, hub, řas a protist (například améb), se skládají z eukaryotických buněk. Eukaryota tvoří jednu ze tří velkých domén života. Zbylé dvě jsou jednodušší prokaryotické domény: bakterie a archea.

exergonní - reakce uvolňující volnou energii, která může pohánět práci. **Exotermní** reakce uvolňuje teplo.

- fagocytóza** – fyzické pohlcení jedné buňky jinou a její uzavření do potravní vakuoly, aby mohla být uvnitř ní strávena. **Osmotrofie** označuje vnější trávení potravy následované vstřebáváním drobných částíček, jako to dělají houby.
- fermentace (kvašení)** – nejedná se o anaerobní dýchání! Fermentace je čistě chemický proces tvořící ATP, který nezahrnuje protonové gradienty napříč membránami nebo ATP syntázu. Různé organismy využívají mírně odlišné dráhy. My jako odpadní produkt vytváříme kyselinu mléčnou. Kvasinky produkují alkohol.
- FeS klastr** – železosírný klastr, malý minerál připomínající krystal složený z mřížky s atomy železa a síry (obvykle sloučenina Fe_2S_2 nebo Fe_4S_4), který se nachází uprostřed mnoha důležitých bílkovin, včetně některých, jež se uplatňují při dýchání.
- fixace** – když se jedna konkrétní forma genu (alela) vyskytuje u všech jedinců v populaci.
- fotosyntéza** – přeměna oxidu uhličitého na organické látky. K oxidu uhličitému se připojují elektrony extrahované z vody (nebo jiné látky) za pomoci sluneční energie.
- gen** – úsek DNA kódující bílkovinu (nebo jiný produkt jako regulační RNA). **Genom** je celkový soubor všech genů organismu.
- horizontální (laterální) genový přenos** – přenos (obvykle) malého počtu genů z jedné buňky do jiné nebo odebrání volné DNA z prostředí. Horizontální přenos genetické informace představuje směňování genů v rámci téže generace. Při vertikálním přenosu dědičné informace se kopíruje celý genom, který se při buněčném dělení předává dceřiným buňkám.
- chemiosmotické spřažení** – způsob využití energie uvolněné při dýchání k pumpování protonů přes membránu. Zpětný tok protonů bílkovinnými turbínami (ATP syntáza) v membráně následně pohání tvorbu ATP. Dýchání je tedy „spřažené“ se syntézou ATP protonovým gradientem.
- chloroplast** – specializovaný kompartment rostlinných buněk a řas, v němž probíhá fotosyntéza. Chloroplasty vznikly z fotosyntetických bakterií, konkrétně ze sinic.
- chromozom** – trubkovitá struktura složená z DNA pevně navinuté na bílkovinných, která je viditelná při buněčném dělení. Lidé mají 23 párů odlišných chromozomů, jež obsahují dvě kopie všech našich genů. „**Proměnlivý**“ **chromozom** prochází rekombinací, čímž vznikají odlišné kombinace genů (alel).
- intron** – sekvence „vmezeřená“ v genu, která nekóduje bílkovinu a obvykle je z kódu odstraněna před výrobou bílkoviny. **Mobilní introny** jsou genetičtí paraziti, kteří se opakovaně kopírují napříč genomem. Eukaryotické introny podle všeho vznikly šířením mutacemi zchátralých mobilních bakteriálních intronů v rané fázi evoluce eukaryot.

jádro - „řídící centrum“ komplexních (eukaryotických) buněk, jež obsahuje většinu genů buňky (pár jich je v mitochondriích).

LUCA - poslední univerzální společný předek všech dnes žijících organismů, jehož hypotetické vlastnosti lze rekonstruovat porovnáním vlastností moderních buněk.

mastná kyselina - uhlovodík s dlouhým řetězcem (obvykle složený z 15 až 20 spojených atomů uhlíku), jež se vyskytuje v lipidových membránách bakterií a eukaryot. Na jednom konci má vždy karboxylovou skupinu.

meióza - proces redukčního buněčného dělení při pohlavním rozmnožování. Jejím prostřednictvím vznikají gamety, které mají jen jednu kompletní sadu chromozomů (takže jsou haploidní), nikoli dvě sady, jak tomu je u rodičovských buněk (ty jsou diploidní). **Mitóza** je běžná forma buněčného dělení u eukaryot, při níž se chromozomy zdvojí a následně se na mikrotubulovém dělicím vřeténku rozejdou do dceřiných buněk.

membrána - velice tenká tuková vrstva obklopující buňku (membrány se nacházejí i uvnitř buňky). Skládá se z „lipidové dvouvrstvy“, která má hydrofobní (vodu nesnášející) vnitřek a po obou stranách hydrofilní (vodu milující) hlavy. **Membránový potenciál** je elektrický náboj (rozdíl potenciálů) mezi opačnými stranami membrány.

metabolismus - soubor sebeudržujících se chemických reakcí uvnitř živých buněk.

mitochondrie - samostatné „elektrárny“, jež se nacházejí v eukaryotických buňkách a vznikly z α -proteobakterií. Mitochondrie si ponechávají nepatrný, ale velmi důležitý genom. **Mitochondriální geny** jsou geny, jež se fyzicky nacházejí uvnitř mitochondrií. **Mitochondriální biogeneze** je replikace či růst nových mitochondrií, k čemuž jsou potřebné i geny umístěné v jádru.

monofyletická radiace - rozrůznění (divergence) většího počtu druhů z jednoho společného předka (nebo jednoho taxonu), podobně jako se rozbíhají paprsky od náboje kola.

mutace - obvykle se tak označuje změna ve specifické sekvenci genu, ale může zahrnovat i jiné genetické změny, jako náhodné delece nebo duplikace DNA.

nerovnováha - potenciálně reaktivní stav, v němž molekuly, které spolu „chtějí“ reagovat, tak ještě neučinily. Organická hmota a kyslík jsou v nerovnováze - při vhodné příležitosti (škrtnutí zápalkou) bude organická hmota hořet.

nukleotid - jeden ze základních stavebních kamenů, jež se spojují do řetězců a tvoří RNA i DNA. Existuje celá řada příbuzných nukleotidů, které slouží jako kofaktory v enzymech a katalyzují specifické reakce.

ortolog - stejný gen se stejnou funkcí nacházející se u odlišných druhů, jež ho zdědily od společného předka.

- oxidace** - odstranění jednoho nebo více elektronů z látky, která se tak stane **oxidovanou**.
- paralog** - člen rodiny genů vzniklých genovou duplikací v témže genomu. Stejně genové rodiny se mohou vyskytovat také u odlišných druhů, jež tyto geny zdědily od společného předka.
- pH** - měřítko kyselosti, konkrétně koncentrace protonů: kyseliny mají vyšší koncentraci protonů (proto mají nízké pH, menší než 7), naopak zásady mají nízkou koncentraci protonů, a mají proto vysoké pH (7-14). Čistá voda má neutrální pH (7).
- plazmid** - malá kruhová molekula DNA, která se sobecky přenáší z jedné buňky do jiné. Plazmidy mohou hostitelským buňkám poskytovat i užitečné geny, například geny propůjčující rezistenci vůči antibiotikům.
- polyfyletická radiace** - rozrůznění (divergence) více druhů z většího počtu evolučně odlišných předků (různých taxonů), podobně jako když paprsky (druhy) vícera kol vyběhají z vícera nábojů (taxonů).
- prokaryota** - obecný termín označující jednoduché buňky postrádající jádro (doslova znamená „předjaderní“) a zahrnuje bakterie a archea, dvě ze tří domén života.
- protista** - všechna jednobuněčná eukaryota, přičemž některá protista mohou být velice komplexní a mít až 40 000 genů. Průměrně jsou přinejmenším 15 000krát větší než bakterie. **Prvoci** či **protozoa** je barvitý, ale dnes již neplatný termín (znamená „první živočichové“), který se vztahoval na protista, která se chovají jako živočichové, například amébu.
- proton** - subatomární částice s kladným nábojem. Vodíkový atom se skládá z jednoho protonu a jednoho elektronu. Po ztrátě elektronu zůstane jen vodíkové jádro, kladně nabitý proton, který se označuje H^+ .
- protonový gradient** - rozdíl v koncentraci protonů na opačných stranách membrány. **Protonmotivní síla** je elektrochemická síla plynoucí z kombinace rozdílu elektrického náboje a koncentrace H^+ na opačných stranách membrány.
- redoxní** - kombinovaný proces redukce a oxidace, který odpovídá přenosu elektronů od donoru na akceptor. **Redoxní pár** je označení pro specifický donor se specifickým akceptorem. **Redoxní centrum** obdrží elektron, načež jej pošle dále, takže je akceptorem i donorem.
- redukce** - přidání jednoho či více elektronů k chemické látce, čímž se látka stává **redukovanou**.
- rekombinace** - výměna jednoho kousku DNA za ekvivalentní kousek z jiného zdroje, čímž vznikne odlišná kombinace genů (přesněji alel) na „proměnlivých“ chromozomech.

replikace – zdvojení buňky nebo molekuly (obvykle DNA), jež dá vzniknout dvěma dceřiným kopiím.

ribozomy – „továrny“ na výstavbu bílkovin. Ribozomy se nacházejí ve všech buňkách a přetvářejí RNA transkript (zkopírovaný z DNA) do bílkoviny s přesně daným pořadím základních stavebních kamenů, aminokyselin.

RNA – kyselina ribonukleová, blízká sestřenka DNA, ale s dvěma drobnými chemickými obměnami, jež mění její strukturu a vlastnosti. RNA se vyskytuje ve třech základních formách: mediátorová RNA (mRNA, transkript zkopírovaný z DNA), transferová RNA (tRNA, doručuje aminokyseliny na základě genetického kódu) a ribozomální RNA (rRNA, funguje jako „strojní součást“ v ribozomech).

RNA svět – hypotetická raná fáze evoluce, kdy RNA fungovala zároveň jako templát pro svou vlastní replikaci (místo DNA) a jako katalyzátor urychlující reakce (místo bílkovin).

selekční vymetení – silný selekční tlak působící ve prospěch určité genetické varianty (alely), která z populace nakonec vytlačí všechny ostatní varianty.

serpentinizace – chemická reakce mezi určitými horninami, respektive minerály bohatými na hořčík a železo, jako je olivín, a vodou, čímž vznikají silně zásaditá fluida nasycená plynným vodíkem.

sex (pohlavní rozmnožování) – reprodukční cyklus zahrnující rozdělení buněk meiózou a vytvoření gamet, z nichž každá má polovinu normálního počtu chromozomů, po čemž následuje fúze (splynutí) gamet a vzniká oplozené vajíčko.

sobecký konflikt – metaforický střet mezi zájmy dvou odlišných entit, například endosymbionta nebo plazmidů a hostitelské buňky.

substrát – látky potřebné k buněčnému růstu, jež se činností enzymů přeměňují na biomolekuly.

termodynamika – odvětví fyziky zabývající se teplem, energií a prací. Termodynamika řídí reakce, jež mohou proběhnout za určitého souboru podmínek. **Kinetika** stanovuje rychlost, jakou tyto reakce skutečně proběhnou.

termoforéza – koncentrace organických látek v teplotních gradientech nebo konvekčních proudech.

transkripce – vytváření krátkých RNA transkriptů (říká se jim mediátorová RNA) z DNA, což je první krok při výrobě nové bílkoviny.

translace – fyzické sestavení nové bílkoviny (na ribozomu) z aminokyselin, jejichž přesnou sekvenci (pořadí) vymezuje RNA transkript (mediátorová RNA).

uniparentální dědičnost – systematické dědění mitochondrií pouze od jednoho ze dvou rodičů, obvykle těch obsažených ve vajíčku, nikoli těch ze spermií. V případě **biparentální dědičnosti** se mitochondrie dědí od obou rodičů.

určení pohlaví – proces řízení samčího nebo samičího vývoje.

variance - měřítko rozptylu v souboru čísel. Pokud je variance nulová, všechny hodnoty jsou stejné. Pokud je malá, nacházejí se všechny hodnoty blízko průměru. Vysoká variance indikuje velký rozptyl hodnot.

volná energie - energie, kterou lze využít k pohonu práce (nikoli teplo).

volný radikál - atom nebo molekula s nepárovým elektronem (atom či molekula má v důsledku toho sklon být nestabilní a reaktivní). Kyslíkové volné radikály unikající při dýchání mohou hrát určitou roli při stárnutí a rozvoji nemocí.

zárodečná linie - specializované pohlavní buňky u živočichů (jako spermie a vajíčka), jejichž prostřednictvím se předávají geny dávající v každé generaci vzniknout novým jedincům.

zásaditý hydrotermální průduch - typ průduchu, který se obvykle vyskytuje na mořském dně a vypouští teplé zásadité fluidum bohaté na plynný vodík. Pravděpodobně hrál hlavní roli při vzniku života.

Země jako sněhová koule (*snowball Earth*) - celosvětové zalednění, při němž ledovce na úrovni hladiny moře zasahovaly až k rovníku. Má se za to, že k podobnému zalednění došlo v historii Země několikrát.