

## Nový pohľad na históriu a povahu života

*Ladislav Kováč*

*Mentel M., Martin W.F. (2018) Mitochondrie a anaerobný energetický metabolizmus eukaryontov. Univerzita Komenského, Bratislava.*

**Osud civilizácie závisí od energie. Kniha dvoch bioenergetikov, slovenského Mareka Mentela (odchovanca bulharsko-slovenského Jordana Kolarova) a americko-nemeckého Williama Martina je monografiou, ale prevratné poznatky, ktorým je venovaná, by sa mali dostať do všeobecného povedomia.**

Množstvo energie sa na našej planéte nemení, ale mení sa jej kvalita a jej využiteľné zdroje sa zmenšujú. Zem vznikla pred 4,6 miliardami rokov a už pred asi pred 4,0 miliardami rokov sa na nej začal život. Z energetického hľadiska ľudské telo je stroj. Rovnaký ako auto. Auto, ak je odstavené, nespotrebováva energiu, ale človek, aj keď nič nerobí alebo spí, má energetický výkon zrovnateľný s výkonom stowattovej žiarovky. Pravda, my nesvietime, náš energetický výkon spočíva v tom, že prácou našich buniek si zaistujeme prežitie; a popri tom sa tvorí teplo. Telá všetkých ľudí dohromady ohrievajú vesmír každú sekundu tepelnou energiou o veľkosti 650 miliárd joulov, už len tým, že existujú.

Dnes civilizáciu určuje technika, a tá toto ohrievanie ešte dvadsaťpäť násobne zvyšuje. Navyše, vo väčšina elektrární vzniká nie iba odpadné teplo, ale aj plyn oxid uhličitý. Ten prekáža úniku tepla do vesmíru a preto sa mení pozemská klíma.

Aj my ľudia máme v našich telách čosi ako miniatúrne elektrárne. Tie tiež majú ako odpad oxid uhličitý. Tieto elektrárne nazývame mitochondrie: v našich bunkách mikroskopických rozmerov sú to akési ešte drobnejšie „bunôčky“, hovoríme im organely. V mitochondriách sa nespáľuje uhlie, ale potrava. V ich membránach beží chemická reakcia zlučovania vodíka s kyslíkom, kyslík sa spotrebováva a vzniká voda a oxid uhličitý. Nekrmíme sa plynným vodíkom, ale látkami, v ktorých ako by boli na uhlíkových tyčičkách zavesené atómy vodíka. Z atómu vodíka sa odtrhne elektrón so záporným elektrickým nábojom a ostáva protón s kladným nábojom. Elektróny tečú pozdĺž membrány ako by po elektrickom drôte a rozdiely v množstvách a nábojoch elektrónov a protónov zapríčiňujú elektrického napätie, ktoré vyvoláva toky protónov naprieč membránou. Cez membránu vzniká „protónové napätie“ a to sa využíva na konanie biologickej práce.

Takže mitochondrie sú vlastne nie iba elektrárne, ale skôr „protonárne“, protónové generátory. Hodnota napätí na našich mitochondriálnych membránach sa zdá byť malá, je to len okolo 0,15 voltov na šírku membrány, ale tá má iba 5 miliardín metra. Je to však ohromná sila: rovnaké napätie prenesené do makroskopického sveta je rovné 30 miliónom voltov na meter. Na oblohe blesky za búrky sú spôsobmi, akými sa vybíjajú takéto vysoké napätia.

### Revolúcia v evolúcii

Na Zemi ľudia existujeme iba niekoľko stotisíc rokov, ale mitochondrie sa objavili v živých bunkách už zhruba pred 1,5 až 2 miliardami rokov. Prekvapujúci bol ich pôvod: boli to spočiatku samostatne existujúce baktérie, ktoré prenikli do iných väčších buniek. Niektoré svoje funkcie stratili, inými sa prispôbili hostiteľovi a tak sa premenili z „dobytčiatok“ na trvalo usídlených spolupracovníkov, symbiontov. Došlo k veľkej revolúcii v evolúcii života.

Autori knihy dokladajú, že biochemický charakter týchto dobyvateľov bol na začiatku a aj po ich udomácnení rozdielny než aký majú súčasné mitochondrie. V dobe keď symbióza začala, v atmosfére našej Zeme, a najmä v oceánoch, v ktorých sa prvý život usídlil, nebol totiž kyslík; celý život bol anaerobný. Kyslík sa objavil a začal hromadiť až pred 2,8 miliardami rokov, keď modrozelené baktérie, ktoré nazývajú sinice, získali schopnosť obrátiť kyslíko-vodíkovú reakciu: miesto aby z nej ťažili energiu, sinice naopak ukladali do nej energiu zo Slnka. Na našej planéte sa objavila fotosyntéza a sinice vylučovali kyslík ako odpad. Ten bol pre väčšinu živých tvorov toxický, ba smrteľný a spustil pred 2,5 miliardou rokov masové vymieranie. Niektorí biológovia ho označujú ako „kyslíkový holokaust“.

Prvotné mitochondrie možno už dokázali aj využívať kyslík, ale niesli v sebe aj dedičstvo z bezkyslíkových čias. Boli schopné aj vytvárať plynný vodík a tým sa podobali hydrogenozómom, organelám v niektorých súčasných prvokoch. Práve spoluautor knihy William Martin zhromaždil údaje (a Marek Mentel mu v tom dnes pomáha), že mitochondrie a hydrogenozómy majú spoločný pôvod. Baktérie prenikli do pôvodných buniek včasnšie, než sa evolúcia života rozdelila na dve oddelené ríše živočíchov a rastlín.

O čosi neskoršie, pred asi jednou miliardou rokov, došlo k ďalšej revolúcii: do rastlinných buniek vnikli sinice a stali sa z nich ako symbionty nové organely, ktoré voláme chloroplasty. Aj ony majú protónové napätie cez membrány, ale generuje ho energia, prijímaná zo Slnka. A len vďaka tejto energii začala na Zemi a až dosiaľ rozkvitela aj civilizácia: fosilné palivá, ktoré technicky využívame, sú vlastne len akumulátory, v ktorých je „uskladnené“ slnečné žiarenie. My ich ale „vybíjame“ stotisíckrát väčšou rýchlosťou než s akou ich príroda „nabíjala“.

### **Téma s variáciami**

Rozširuje sa náš obraz o veľkolepej evolučnej premenlivosti života. Ale pri pohľade dozadu sa nám zdá, ako by na začiatku všetky živé bytosti mali jediného spoločného predka. Je život len variáciami na jednu zadanú tému? Väčšina bádateľov života sa domnieva, že tou prvou témou mala byť nukleová kyselina ako molekula schopná samomnoženia. Okamžik jej vzniku sa považoval za okamžik vzniku života. Ale molekulu, čo by sa sama množila, sa nepodarilo zhotoviť.

Čo ak sme sa mýlili? Čo ak hlavnou témou života sú usmernené toky energie, ktoré od jednoduchého počiatku vedú ku tvorbe stále zložitejších útvarov? Spolupracovník Williama Martina americký geochemik Michael Russell prišiel s nápadom, že počiatok života treba hľadať hlboko v oceánoch, na vrcholoch oceánskych hrebeňov. V nich sú trhlíny, nazývané hydrotermálne prieduchy, cez ktoré strieka v podobe gejzírov ohriata sopečnatá alkalická voda chudobná na protóny. Okolo nich sa nachádzajú pórovité zrazeniny kovov a minerálov, pokryté akýmisi obalmi pripomínajúcimi membrány živých organizmov. Takto to bolo asi už krátko po vzniku Zeme. Voda okolo zrazenín bola naopak kyslá, bohatá na protóny, zásluhou oxidu uhličitého, ktorým bol nasýtený pôvodný oceán. Takže už vtedy cez „membrány“ hydrotermálnych prieduchov existovalo protónové napätie. Možno úplne na začiatku evolučnej cesty, čo priviedla až k človeku, neboli baktérie, ale hydrotermálne prieduchy hlboko v oceánoch.

Knihy Mentela a Martina provokuje k premýšľaniu a kladie mladým výskumníkom života nové výzvy.

