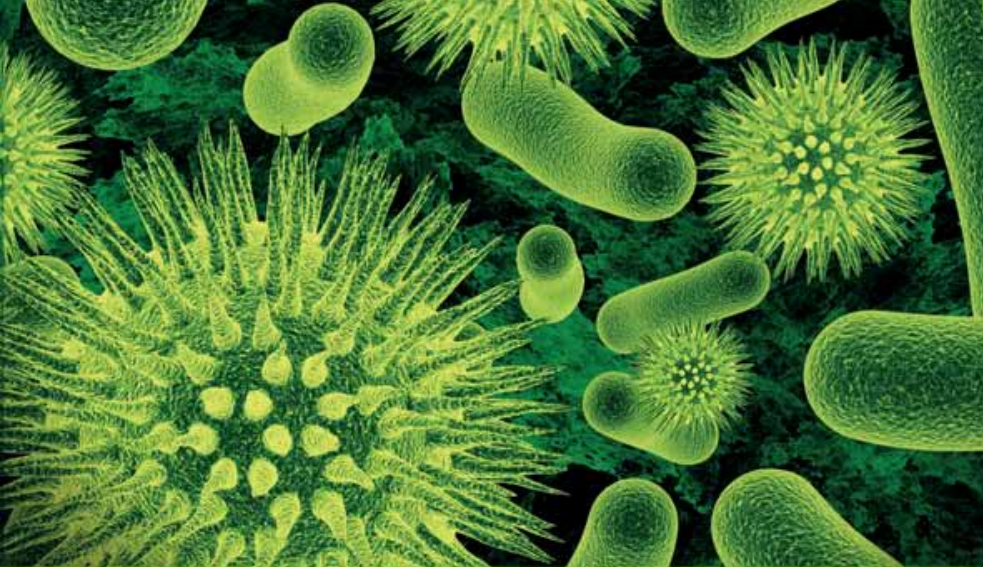




Gottfried Schatz

Kouzelná zahrada biologie

VYŠEHRAĐ





Gottfried Schatz

**Kouzelná
zahrada
biologie**

Gottfried Schatz

**Kouzelná
zahrada
biologie**

VYŠEHRAĐ

Věnováno Merete

Edice Spektrum, svazek 2.

Z německého originálu Zaubergarten Biologie:
Wie biologische Entdeckungen unser Menschenbild prägen,
vydaného nakladatelstvím Verlag Neue Zürcher Zeitung
v Curychu roku 2012,
přeložily Alena Gremingerová a Bohumila Ruth Finkelová
Obálku a grafickou úpravu navrhl Vladimír Verner
Redakčně zpracoval Marek Chvátal
E-knihu vydalo nakladatelství Vyšehrad, spol. s r. o.,
v Praze roku 2016 jako svou 1479. publikaci
Odpovědný redaktor Martin Žemla
Vydání v elektronickém formátu první
(podle prvního vydání v tištěné podobě)
Doporučená cena E-knihy 150 Kč

Nakladatelství Vyšehrad, spol. s r. o.,
Praha 3, Víta Nejedlého 15
e-mail: info@ivysehrad.cz
www.ivysehrad.cz

Zaubergarten Biologie:
Wie biologische Entdeckungen unser Menschenbild prägen

Copyright © Gottfried Schatz, 2016
Translation © Alena Gremingerová, Bohumila Ruth Finkelová, 2016

ISBN 978-80-7429-717-5

Tištěnou knihu si můžete zakoupit na www.ivysehrad.cz

Obsah

Předmluva 9

1. Malá teplá louže 11
Co nám vyprávějí prapůvodní
jednobuněčné organismy o rané době života
2. Oheň z vesmíru 17
Jak si život ochočil oheň
3. Životodárný proud 23
Jak se živí tvorové dělí o energii slunečního světla
4. Prazvláštní šťáva 29
Jak buňky naší krve dozrávají a odumírají
5. Sestra života 35
Jak buňky vlastní sebevraždou slouží životu
6. Hranice mého já 41
Proč jsou bakterie důležitými
součástmi našeho těla
7. Kobold v nás 47
Co vypráví kobalt v našem těle o dějinách života
8. Netrpělivost srdce 53
Jak „neviditelný hlad“ ohrožuje lidstvo

9. Planeta mikrobů 61
Proč se nám nikdy nepodaří zvítězit
nad nakažlivými nemocemi
10. Velká hra v kostky 69
Proč nám pohlavní rozmnožování
propůjčuje individualitu
11. Podivuhodná cesta 75
Jak lidská spermie nalézá vajíčko
12. Proti přírodě? 81
Jak geny a prostředí poznamenávají
naše sexuální chování
13. Život je sen 87
Proč nejsme otroky svých genů
14. Krajina širá 93
Jak geny a chemické stopové látky
ovlivňují naše chování
15. Tvořivá náhoda 99
Jak náhodné chemické procesy
dávají životu rozmanitost
16. Zrození řeči 107
Jak vědci jdou po stopách zrodu lidské řeči
17. Ohrožené dědictví 113
Jak nejisté ukládání informací ohrožuje naši kulturu
18. Pohled do daleka 119
Proč nevědomost ohrožuje
naši energetickou budoucnost
19. Velká otázka 127
Jak pátráme po mimozemském životě

Poděkování 135

Slovo o autorovi 137

Předmluva

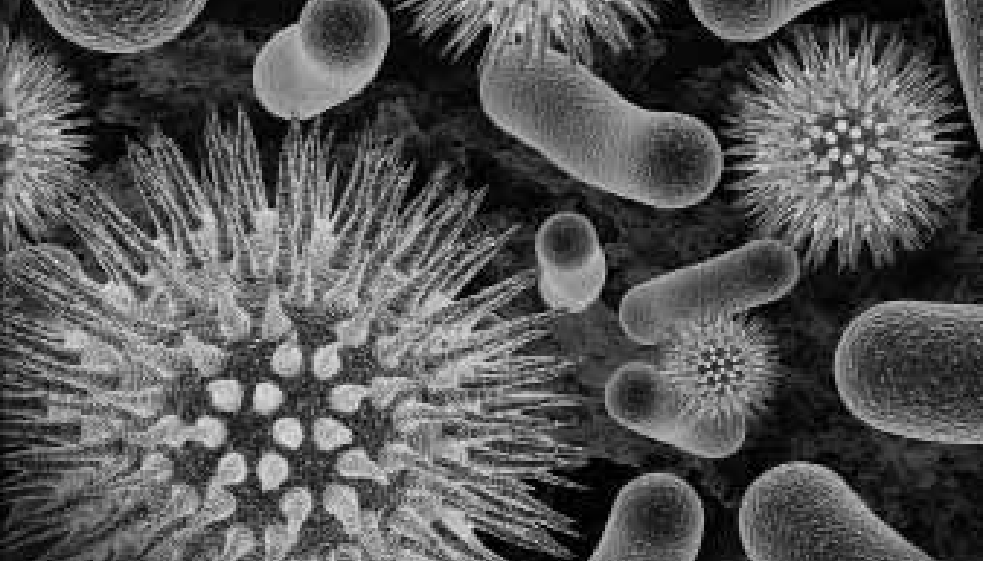
Po knihách *Jenseits der Gene* (Za hranicemi genů) a *Feuersucher* (Hledači ohně) nás Gottfried Schatz svými devatenácti příběhy zavádí již potřetí do nekonečné říše přírody, do „kouzelné zahrady biologie“. Některé vlastnosti přírody známe nebo se domníváme, že je známe, o jiných se dohadujeme a opět u jiných si zoufáme. Tak jako pohádky začínají „Bylo, nebylo“, staví Gottfried Schatz na začátek svých esejů určitý postřeh nebo otázku. Popisuje události, jak jsme je vnímali kdysi a co o nich víme dnes, a dovoluje nám podílet se na podivuhodnosti přírodních úkazů. Tyto příběhy jsou vlastně zkazky, zvěsti a zprávy, které autor zajímavým způsobem inscenuje – a stejně jako pohádkář vypráví příběh o Zlatovlásce, i on nám jej dává prožívat v obrazech. Jako v pohádce se i zde vypráví jednoduše, krátce a zřetelně, takže nabýváme dojmu, že textu rozumíme a že bychom jej mohli vyprávět dál. Jsou to „skutečné“ příběhy, které mají něco všeobecně platného, a přesto zůstává v každé kapitole něco nejistě otevřeného.

Velký britský biolog sir Peter Medawar rozlišoval dva druhy vědců: jedny zaujme určitý přírodní úkaz nebo třeba nemoc a rozhodují se je prozkoumat a snad jim jednou i porozumět. Druzí položí světu teoretickou otázku a snaží se ji pomocí pokusů dokázat („begging for the question“). Gottfried Schatz patří k prvnímu druhu vědců: také on staví na začátek vždy pozorování, otázku nebo něco nejasného a poté zužuje cesty vedoucí k řešení pomocí

pokusů, pozorování, návrhů, hypotéz a především zdravého lidského rozumu. Vede čtenáře touto obtížnou, ale fascinující cestou přírodovědce, aby jej přivedl k logickým závěrům, k širším náhledům a k obšťastňujícím odpovědím.

Přírodní jevy a vlastní výzkum slouží autorovi jako výchozí bod pro mnohé otázky o přírodě a o lidském bytí, které vynikajícím způsobem překládá do srozumitelné řeči. Vděčí za to snad svému všeobecnému vzdělání, svému vztahu k hudbě, vypravěčskému nadání svých předků? V každém případě je každý jednotlivý příběh malým uměleckým dílem, které nás zaujme, naučí nás novému a dá nám pocit štěstí. Příjemnou zábavu při toulkách v čarovné zahradě biologie vám přeje

Rolf Zinkernagel,
*nositel Nobelovy ceny
za fyziologii a lékařství
za rok 1996*



Kapitola 1.

Malá teplá louže

Co nám vyprávějí prapůvodní
jednobuněčné organismy
o rané době života

Nevíme, jak život na Zemi začal a jak vypadali první živí tvorové. Nejspíše se podobali primitivním jednobuněčným organismům, které dodnes žijí v horoucí vodě sirných gejzírů a trhlínách mořského dna.

ODKUD POCHÁZÍME? Tato otázka nás zajímá od nepaměti, dlouho nám na ni ale dávaly odpověď jen mýty a svaté knihy. Teprve když biologové začali přemýšlet o vzniku rozmanitých podob života, poznali, že tyto podoby nebyly stvořeny hotové, ale že se život nepřetržitě proměňuje v nové formy. Na „stromu života“ jsme my lidé jen nepatrnou a pozdní větvíčkou. Kde však jsou kořeny tohoto stromu? Jak život na naší planetě začal?

Na tuto otázku nebudeme asi nikdy schopni odpovědět s jistotou, víme však, že na Zemi existoval život již krátce po jejím vzniku. Mladičká Země se srazila se zbloudilou planetou a proměnila se v ohnivou kouli, ze které se odtrhl Měsíc. Během následujících stovek milionů let na ni dopadaly obrovské meteority a vytvářely nesčetné, dnes již zahlazené krátery. Když však před 3,8 až 3,6 miliardami let zavládl na Zemi opět klid, byl na ní už život. Byly snad ony žhnoucí krátery retortami, v nichž se oživila

mrtvá hmota? Je možné, že se biblický ráj tak osudově podobal peklu?

Nejstarší z nám známých pradávných tvorů žijí skutečně v horoucích gejzírech a v sirných vřidlech, v nesmírně hlubokých rozsedlinách zemské kůry, a dokonce ve žhavém uhlí. Jejich extrémním životním prostorem jsou zlomy v mořském dně, z nichž tryská voda horká až 500 °C. Když se tato voda, která pro vysoký tlak nemůže vřít, mísí s chladnou vodou oceánu, vylučují se z ní soli kovů, které stoupají nad mořské dno jako jakýsi hustý dým – proto se o těchto podmořských útvech mluví jako o „černých kuřácích“. V tomto horoucím, temném a chemicky silně reaktivním prostředí se to hemží mikroorganismy, které jsou nejprimitivnější a nejdolnější ze všech známých živých tvorů. Některé jsou menší než vlnová délka zeleného světla; jiné používají ve svém metabolismu wolfram, který se v buňkách vyskytuje velmi zřídka; mnohé se rozmnožují jen při teplotě 100 °C a při teplotě 80–90 °C přestávají růst; opět jiné snášejí teplotu až 130 °C. Je zatím záhadou, proč jsou jejich bílkoviny tak odolné vůči vysokým teplotám, ačkoliv se tak velice podobají našim bílkovinám. Pod mikroskopem tyto jednobuněčné organismy vypadají jako bakterie, mají však s nimi jen málo společného – proto je řadíme do samostatné skupiny zvané Archea. Jejich dědičná hmota prozrazuje, že na stromě života tvoří tu nejnižší větev. Jsou nejbližšími žijícími příbuznými nám neznámé prabytosti, z níž pochází veškerý život na Zemi.

Také látková výměna těchto jednobuněčných organismů patří do prapůvodního sopečného světa. Mnohé z nich nezískávají životní energii ze slunečního světla ani zužitkováním živé hmoty, nýbrž prostřednictvím geochemických procesů. Na rozdíl od většiny dnešních organismů nejsou dětmi světla, ale zplozenci podzemí. Byly nalezeny také ve vřelé, 20 milionů let staré podzemní vodě jihoafrického zlatého dolu Mponeng, který je jedním z nejhlubších na světě. Jako zdroj energie používají tyto obyvatelé Hádu vodík a sirné soli a vytvářejí z nich páchnoucí sirovodík. Vodíkový plyn se tvoří působením horké vody na železo obsa-

žené v čedičích. Život kolem nás se živí vzduchem a světlem – a život uvnitř Země vodou a kamením.

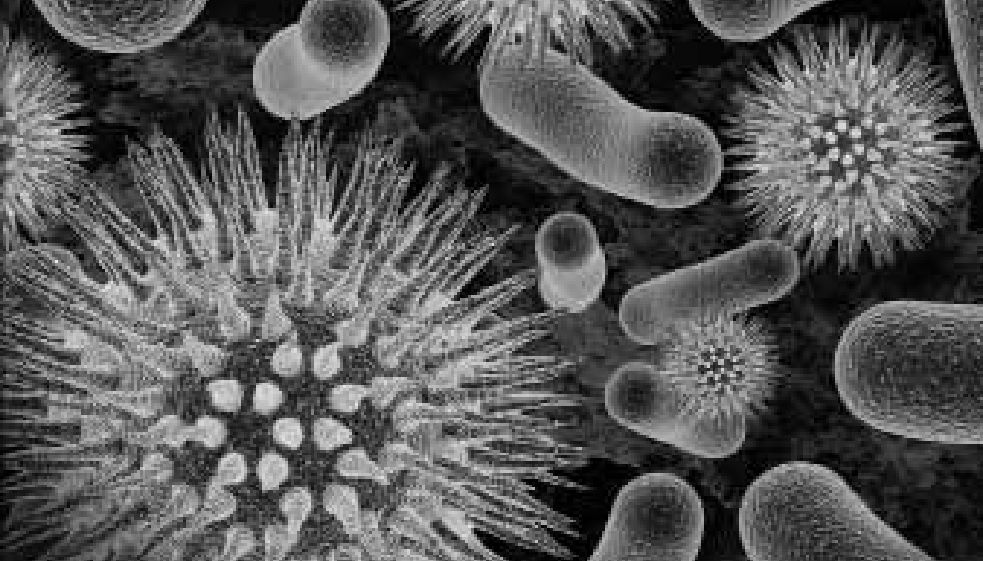
I když tyto podzemní jednobuněčné organismy nemají nedostatek energie, rostou mnohem, mnohem pomaleji než většina jiných mikroorganismů. Pravděpodobně jim chybí potřebný dusík, který je ostatně vzácný i na zemském povrchu. Kolik života se asi hýbe v hlubinách Země nebo na jiných planetách či měsících naší sluneční soustavy? Podaří-li se nám nalézt život někde na těchto světech, bude se asi podobat životu v hlubinách zemské kůry a v rozsedlinách mořského dna.

Často zapomínáme, jak nepřesný a zkreslený obraz o životě nám poskytují naše smysly. Více než polovina živé hmoty pozůstává z bakterií a z příslušníků skupiny Archea, z nichž většinu ještě vůbec neznáme. Prozatím se nám podařilo identifikovat jich méně než 10 000 – což není ani tisícina oněch 10 milionů pravděpodobně existujících druhů. Přitom jeden jediný druh s neobvyklými vlastnostmi by byl schopen zcela zvrátit naše dnešní představy o vzniku života.

Neklamnými svědky naší nevědomosti jsou vzorky vody, které nasbírali američtí biologové během dvouleté expedice v různých oblastech světových moří. Na upravené soukromé jachtě se v roce 2003 plavili badatelé z Halifaxu podél východního pobřeží Severní Ameriky, pak Panamským průplavem do Tichého oceánu a přes Galapágy až do Polynésie. Cestou odebírali každých 320 kilometrů vzorky vody a zkoumali v nich obsažený genetický materiál. Byl to rychlý a jednoznačný způsob, jak identifikovat mikroorganismy, jež nebylo třeba namáhavě pěstovat. Výsledek překvapil i samotné badatele: v každé lžičce mořské vody objevili miliony bakterií a deset- až dvacetkrát více bakteriálních virů. Bohatou kořistí této expedice byl nález nespočetných nových genů a druhů bakterií. Přitom tyto vzorky vody pocházely jen z mořské hladiny. Co asi skrývají temné hlubiny oceánů?

Charles Darwin v dopisu adresovaném botanikovi Josephu Hookerovi vyslovil domněnku, že život snad vznikl v „malé

teplé louži“. Při své skromnosti však dodal: „V tomto okamžiku je však holým nesmyslem přemýšlet o původu života; stejně dobře bychom mohli uvažovat o původu hmoty.“ Od té doby jsme se odvážili zkoumat obojí a získali jsme závratné poznatky o vzniku vesmíru a o původu člověka. Jeden z těchto poznatků říká, že Darwinova malá teplá louže byla pravděpodobně vroucí jámou kráteru a že během následujících miliard let se život musel přizpůsobit klesajícím teplotám stárnoucí Země. Otázka, odkud přicházíme, čeká nadále na jednoznačnou odpověď. Já se tím nijak nermoutím. Život je právě proto tak fascinující, že o něm dosud tak málo víme.



Kapitola 2.

Oheň z vesmíru

Jak si život ochočil oheň

Spalováním potravy jsou v dýchacích orgánech našich buněk poháněny nepatrné motory, jejichž rotace vyrábí chemicky reaktivní substanci. Ta předává našemu tělu sluneční energii zachycenou v rostlinách.

PŘED VÍCE NEŽ ČTYŘMI MILIARDAMI LET se v Mléčné dráze působením vlastní gravitace zhroutil oblak plynu a prachu a vzniklo nové nebeské těleso. Plyn se při tom tak silně zahřál, že se jádra jeho atomů začala slučovat a spustilo se uvolňování nesmírného množství energie ve formě tepla a světla: tak se zrodilo naše Slunce. Hmota, z níž se utvářelo, obsahovala také popel hvězd, které vybuchly před dalšími miliardami let a jejich trosky se rozletěly do okolního vesmíru.

Při zrodu naší hvězdy se část kosmické hmoty pustila vlastní cestou a soustředila se do planet. Na jedné z nich, již říkáme Země, se záhy objevil život. Zpočátku pravděpodobně získával energii štěpením organických látek – podobně jako kvasinky, buňky, které přeměňují cukr na alkohol a na oxid uhličitý. Toto tak zvané kvašení sice skýtá jen málo energie, má však tu výhodu, že nepotřebuje kyslík, který se v mladé zemské atmosféře ještě

nevyskytoval. Když kvasných látek začalo ubývat, objevil se nový živý tvor, který se uměl živit slunečním světlem a který tak umožnil životu přístup k téměř nevyčerpatelné energii slunečního ohně.

Tito světlem se živící tvorové uvolňovali při svém vítězném tažení světem z vody kyslík. Tím pravděpodobně způsobili největší ekologickou katastrofu v dějinách Země: kyslík je jed, který oxidací ničí mnohé stavební součásti buňky. Vynalézavá příroda tedy vyvinula organismy, které se před tímto smrtelným plynem uměly chránit a nakonec se dokonce naučily s jeho pomocí spalovat zbytky jiných buněk. Život vynalezl buněčné dýchání – a tím si ochočil oheň. Nebyl to však onen divoký požár, při němž elektrony (záporně nabitě částice) přímo přeskakují z hořící látky na kyslík. Byl to oheň zkracený, který nutil elektrony, aby na cestě ke kyslíku proběhly řetězcem barevných bílkovin a aby namísto ohnivých plamenů odváděly užitečnou práci. Buněčné ohně, které pak všude na naší planetě doutnaly, byly dětmi slunce: palivo i kyslík byly nashromážděnou sluneční energií.

Ne všechny buňky se dokázaly naučit dýchat – některé z nich ale lapily jiné buňky, které již dýchat uměly, využily je jako své energetické centrály a za odměnu jim nabídly ochranu a lepší šanci na uchování dědičné hmoty. Tito dýchající „nádeníci“ byli zřejmě spokojeni, navykli si na své hostitele a zakrátko již bez nich nemohli žít. Zakrněli do podoby dýchacích orgánů svých hostitelů – mitochondrií. Časem od svého hostitele převzali mnoho dalších úkolů, takže ani on již bez nich nemohl existovat. Tato „symbióza“ vytvořila nový typ buňky, který vlastnil účinné energetické zdroje a spojoval v sobě dědičnou hmotu dvou živých tvorů. Konečně měla příroda stavební kámen, který umožnil vývoj komplexních rostlin, zvířat a člověka. Každá z deseti miliard buněk mého těla pochází ze spojení dýchajících a nedýchajících buněk, z něž před půldruhou miliardou let povstala moderní buňka.

Tato moderní buňka je asi tisíckrát větší než buňka bakteriální, má vysoce složitou vnitřní stavbu s mnoha organelami a vyzna-

čuje se obrovským hladem po energii, který by původní kvašení nikdy nedokázalo ukojit. Moderní buňky proto čerpají podstatný podíl energie z ohňů svých mitochondrií.

Avšak jak se tato energie dostává tam, kde ji buňka právě potřebuje? K tomu účelu vyvinul život substanci rozpustnou ve vodě, která umožňuje pohyb energie uvnitř buňky. Tato substance existuje dodnes ve všech živých tvorech a hraje v nich stejně významnou roli jako elektřina v technice. Je jí umně utkaná organická molekula s řetězcem ze tří fosforečnanů čili fosfátů. Chemikové nazývají tohoto nositele energie adenosin-trifosfát, zkráceně ATP.

ATP je mírumilovný bílý prášek, který sám o sobě žádnou energii nevydává. Rozmícháme-li jej ve vodě, pomalu se rozkládá a z jeho řetězce se za uvolňování tepla oddělují dva fosfáty. Vzhledem k tomu, že buňky toho jen s teplem většinou moc nena-dělají, vyvinuly si bílkoviny, které sto tisíckrát urychlují odště-pení krajního fosfátu, takže z ATP vzniká „volný“ fosfát a ade-nosindifosfát (ADP). Energie, která se při tom uvolňuje, slouží k pohánění biologických procesů. Ve vodném vnitřním prostoru buňky tedy každá molekula ATP působí jako mobilní chemická baterie, schopná dodávat energii kdekoliv a kdykoliv, například ke stažení svalu, k dělení buňky nebo pro elektrický signál nervu. Jakmile ATP svoji energii odevzdá a změní se v ADP, přejde do mitochondrií, které ztracený fosfát dýcháním znovu připojí, takže se ATP baterie znovu nabije.

Otázka, jak toto „nabíjení“ probíhá, zaměstnávala stovky bio-chemiků po dobu několika desetiletí. Teprve v roce 1961 napadla britského soukromého badatele Petera Mitchella rozhodující myšlenka, která nakonec tuto hádanku rozluštila: při spalování potravy vypocuje mitochondrie kladně nabitá vodíková jádra (protony), která při svém zpětném toku do mitochondrie – stejně jako voda v turbínové elektrárně – pohánějí nepatrné motory v jejím obalu. Při svém otáčení nasávají tyto motory ADP a fos-fát, tlačí je k sobě a stmelují je do ATP. Tento mechanismus byl natolik překvapivý, že mu biochemikové dlouho nerozuměli

a vášnivě jej odmítali. Skutečnost, že se tyto molekulární motory vyskytují již u prapůvodních živých tvorů, naznačuje, že příroda tento cyklus vynalezla již před mnoha miliardami let, aby pak tento epochální vynález využila k mnoha rozličným účelům, například k otáčení bičíků bakterií nebo k rozpletení obou prádén dědičného materiálu DNA při dělení buňky. Kdo ví, kde se v přírodě ještě s tímto vynálezem setkáme? Objevíme někdy nějakou jeho prapůvodního variantu, která nám prozradí, jak k této inovaci došlo? Podaří se nám takové motory jednou napodobit v laboratoři, nebo je dokonce vylepšit a použít pro technické účely?

Každá molekula ATP je nepatrnou částíčkou slunečního ohně, která vznikla splynutím atomových jader uvnitř Slunce jako světelná jiskra překypující energií. Nějakých 10 milionů let se slepě prodírala na povrch Slunce a odtud spěchala asi osm minut k naší Zemi, kde ji zachytily buňky živící se světlem. Potravou se dostala do mého těla. Ohně, které ve mně hoří, přicházejí z vesmíru. Proč si „vybití“ molekuly ATP na ADP představuji jako krátký záblesk zděděné sluneční jiskry? Jsem jen nenapravitelný romantik? Nebo zakuklený pyroman?

Způsob, jakým se ATP v našich buněčných ohních tvoří, je jedním z nejúžasnějších procesů vůbec. Jeho odhalení, k němuž došlo zásluhou Petera Mitchella, je nesmírný vědecký úspěch 20. století, rovnocenný s objevem J. D. Watsona a F. Cricka, kteří zjistili, že náš dědičný materiál se skládá ze dvou vláken, z nichž jedno plně zrcadlí informaci druhého. Watson a Crick jsou ikonami vědy, zatímco Mitchell je široké veřejnosti téměř neznám, i když za svůj objev získal v roce 1978 Nobelovu cenu za chemii. Jeho sedmnáct let trvající snaha o uznání je nejpodivuhodnější epizodou moderních dějin vědy a dokazuje, že za podstatné nové myšlenky vděčíme nikoliv institucím nebo skupinám, ale geniálním jednotlivcům. Takové myšlenky představují nejvyšší stupeň zušlechtnění ohně, který z vesmíru přišel na Zemi.