

Živočichové, kteří odvrhli sexuální reprodukci

Adaptace dědičného základu organismů na změny probíhající v prostředí je základním principem života. Bakterie mění svou genetickou výbavu mutacemi nebo horizontálním přenosem genů. Někdy před miliardou let vznikly jejich symbiotickým skládáním organismy s buněčným jádrem – *Eukaryota*. Vznik jader-
ných organismů byl následován vznikem sexuální reprodukce. Při zrání pohlavních buněk došlo k vytváření nové DNA umožňující proměnu genomu. Existují však živočichové, kteří si zajistili tuto proměnu horizontálním přenosem genů.

Na vyšehradském hřbitově najdeme ná-
hrobek Jana Evangelisty Purkyně snápi-
sem *Omne vivum ex ovo* – Všechno živé je
z vejce. Vajíčka jsou základem zcela odliš-
ného organismu – v pohlavních buňkách
totiž dojde během zrání k vytvoření nové
DNA. Už se to odehraje dlouho před je-
jich narozením, ještě v mateřské děloze.
Novorozená děvčata mají vováriích asi
milion nezralých vajíček, každé s jinou
DNA, ale po pubertě jich dozraje pouze
okolo 500. Spermie snovou DNA se vytvo-
ří teprve spohlavní zralostí mužů. Dvě
pohlavní buňky, které splynou v zygotu,
vytvoří netušenou proměnlivost nových
jedinců. Vyskytnou se unich náhodné
a neopakovatelné novinky díky přestavbě
DNA v pohlavních buňkách. Nový jedinec
takto vzniká na rozhraní řádu achaaosu
jako jakási hra sjistými pravidly. V této
svobodě velmi nízké entropie se skrývá
nejvyšší míra informace.

Výhodou sexuální reprodukce je větší
rozmanitost genů potomků, ato zname-
ná vyšší odolnost vůči nemocem avětší
přizpůsobivost. Americký evoluční biolog

George Christopher Williams přirovnal
sexuální rozmnožování ke koupi více čísel
vloterii, zatímco asexuální reprodukci
k získání tiketů se stejným číslem, což vel-
mi omezuje pravděpodobnost výhry – zde
vytvoření životaschopného potomka.

Mnohé organismy mohou pohlavní ane-
pohlavní rozmnožování střídat. Asexuální
proces je jednodušší, takže dovolí rychle
vytvořit řadu generací bez oplození (jak
vidíme např. umšíc). Rostliny se mohou
donekonečna rozmnožovat bez semen,
ale víme, že přešlechtěné kulturní rostli-
ny, které ztratily schopnost sexuální repro-
dukce, se stávají cílem smrtících útoků
parazitů. Takto před 100 lety zlikvidovala
všechny evropské vinice americká mšič-
ka révokaz (*Viteus vitifoliae*) ave stejné
kruzi jsou dnes plantáže banánovníku.

Uněkterých živočichů soběma pohla-
vími se mohou v určitém období vyvíjet
ineoplozená vajíčka, jež mají novou DNA.
Existují však živočichové, kteří sexualitu
zcela opustili, aniž by jim to jakkoli vadilo.
Jde asi o 300 druhů vírníků třídy pijaven-
ky (*Bdelloidea*), miniaturních tvorů velkých

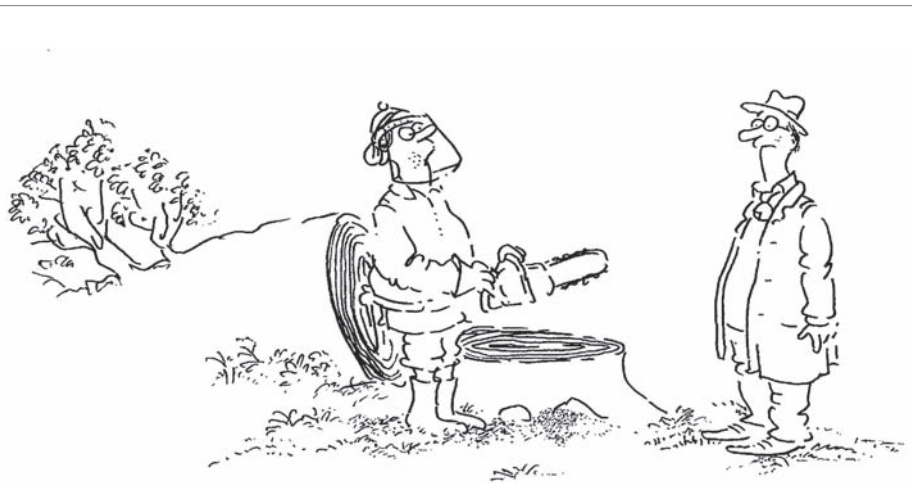


1 Pijavenka rodu kolovratka (*Philodina*,
třída *Bdelloidea*) při získávání potravy.
Foto D. Vondrák

od 0,05 mm po 1 mm, kteří patrně ztratili
možnost pohlavního rozmnožování někdy
před 80 miliony let. Byli nazváni podle
vířící koruny brv kolem úst, žijí vopako-
vané vysychajícím vodním prostředí, třeba
na povrchu mechu nebo v mělkých nádr-
žích. Ztráta sexu je výsledkem uspořádání
jejich DNA, která nedovoluje vznik pra-
vých pohlavních buněk. Neumožňuje páro-
vání chromozomů nutné při meiotickém
dělení – redukcii genomu na polovinu při
vzniku spermií avajíček. Variace jejich
genů nejsou totiž umístěny na dvou růz-
ných chromozomech jako u jiných druhů,
aby se mohly párovat, ale jsou uloženy na
stejném chromozomu. Tito podivuhodní
živočichové produkují pouze vajíčka, ne-
jde však opravě samičky, ale „kopírky“
vytvářející totožné klony.

Noví jedinci, kteří vznikli sexuálně, se
imunitou liší od rodičů, aproto mohou
držet krok sneustálým vývojem parazitů
apůvodců infekčních chorob. Tento jev
označujeme jako fenomén Červené krá-
lovny (v angličtině Red Queen phenome-
non). Vědci si název vypůjčili zrománu
Alenka za zrcadlem od Lewise Carrolla,
kde královna radí Alence: „Musíš co nej-
rychleji utíkat, chceš-li se udržet na stej-
ném místě.“ Či, jak říká hrabě Tancredi
v Lampedusově románu Geparď: „Chce-
me-li, aby všechny věci zůstaly stejné,
musí se vše změnit.“ Zde to znamená:
Musíš vpředstihu vyvíjet stále novou
obranu, chceš-li přežít závody opřežití
sparazity. Jak se ale brání proti novým
patogenům malí vírníci, pokud tvoří pou-
ze identické klony?

Pijavenky dokáží přečkat vyschnutí, kte-
rá zničí všechny jejich parazity, avítr je
přenesou vysušené na vzdálená stanoviště,
kde vpřítomnosti vody opět ožijí. Takto
byly oživeny i po 9 letech. Zřejmě vydrží
totéž, co jiní malí bezobratlí živočichové –
želvušky (*Tardigrada*), které se podařilo
oživit ze zmrzlého stavu v arktickém ledu
(Møbjerg a kol. 2011).



ŠEDIVÁ JE TEORIE... ŠKODA, ŽE UŽ NIKDY NEUVIDÍTE BARVY STROMU ŽIVOTA!

Orig. Vladimír Renčín

Zdá se, že život je mnohem odolnější, než jsme si dosud mysleli. Nedávno byli v zemské kůře v hloubce několika kilometrů nalezeni hlísti a v r. 2014 byl ze sibiřského permafrostu oživen po 30 tisících let ve zmrzlém stavu *Pithovirus* parazitující na amébách (Abergel a Claverie 2014). Americký biolog Lewis Thomas řekl o životě, že jde o nejtuzší membránu, jakou si mohl vesmír představit, neprůhlednou jako zlé oko pravděpodobnosti a neprostopnou pro nohu smrti.

Když vírníci regenerují po vyschnutí, jejich těla mají popraskané membrány. Těmito otvory jsou schopni přijímat cizí DNA ze svého okolí. Mohou ji dokonce začlenit do vlastního genomu, takže v nich byla nalezena celá desetina DNA bakteriálního původu. Horizontální přenos genů (blíže také seriál v Živě 2006, 1–6) zde nahradil ztracený sex. Adoptované bakteriální geny vytvářejí těmto živočichům enzymy, které umožňují obnovu jejich těl popraskaných vyschnutím.

Pijavenky mají také úžasnou odolnost k ionizujícímu záření a vedle některých bakterií jsou jedinými organismy obývajícími biofilmy v uranových dolech v místech s vysokou radioaktivitou. Tito jedineční živočichové by přežili jadernou válku i dlouhou cestu vesmírem. Jestliže u člověka způsobuje nemoc z ozáření již dávka 100 radů čili 1 Gray, pak u pijavenek bylo pozorováno přežívání a dokonce reprodukce i po tisícínásobné dávce. Tu přežívají z živých organismů už jen bakterie *Deinococcus radiodurans*, jež pijavenky v uranových dolech provázejí. Zmíněné bakterie disponují na rozdíl od pijavenek výkonnými opravnými mechanismy poškozené DNA a navíc mají svůj jediný chromozom několikrát zmnožený.

Stejně záhadná jako odolnost pijavenek k radioaktivitě je skutečnost, že jejich těla obsahují stálý počet buněk, který může být menší než tisíc. Přesto s tak nízkým počtem buněk dokážou pijavenky zajistit všechny životní funkce: metabolismus,

dráždivost, přenos informací, obranyschopnost, reprodukci i genovou proměnu. Mají nervovou soustavu, pohybové ústrojí, zrakové a ústní orgány s aparátem rozmělněním potravy, jednoduchý trávicí systém sestávající z několika váčků obsahujících žlázy s trávicími enzymy, a nakonec svou „kopírku“ – pohlavní žlázy produkující vajíčka. Tyto gonády jsou schopny absorbovat cizí DNA, aby se užitečné geny dostaly do zárodečné linie.

Pijavenky tedy poskytují minimalistický model, na němž lze studovat, jak vznikl a opět zmizel v evoluci sex, jaký má význam a jak lze jeho význam šalebně obejít. Jestliže probíhá u těchto tvorů reprodukce bez sexu, kam v bizarním karnevalu života zařadit člověka, který si dokázal zajistit sex bez reprodukce?

Seznam použité literatury najdete na webové stránce Živy.

Rudolf Zahradník

RECENZE

Helena Illnerová: Čas pro světlo. Rozhovor s Pavlem Kovářem

Autobiografické vyprávění o badatelství (o roli času v určité části biologie, chronobiologie) Heleny Illnerové, fyzioložky a bioložky. Dále je pojaté jako rozhovor s velice kvalifikovaným kolegou, geobotanikem Pavlem Kovářem. Je dobře, že se v knize snoubí popis vášnivě provozovaného badatelství a života soukromého, jež po řadu desetiletí prožívá odhodlaná skautka, manželka (právníka a sociologa Michala Illnera) a matka syna a dcery. Na závěr této úvodní poznámky se sluší dodat, že obě velké totalitní diktatury jí po léta ztrpčovaly život. Navzdory tomu šla trvale a houževnatě za svými vysněným cílem; a k cíli také vítězně došla.

Kapitola nadepsaná Od šišinky k biologickým hodinám (40 stran) je klíčová pro pochopení periodických dějů spjatých se světlem a tmou. Čtenář bez předběžných znalostí chronobiologie by neměl být překvapen nebo dokonce zklamán, že bude nucen, pro solidní porozumění a fixaci v mysli, číst ne jeden odstavec opakovaně, nejméně dvakrát. Zato bude vědět, že hormon melatonin vzniká v mozku ve žláze s vnitřní sekrecí – epifyze. Tvoří se v noci, denní produkce je zanedbatelná. Autorka spěje k biologickým hodinám a k jejich roli nejen v živočišné, ale i v rostlinné říši. Je sympatické, že nezůstala zanedbána ani praktická témata spjatá s časem, např.

otázka letního času nebo dnes tak běžné lety napříč časovými pásmy.

Za zmínku zde rovněž stojí, že v oblasti, kterou svým badatelstvím výrazně poznamenala, byla samoukem: u nás šlo o pionýrský počín. Avšak autorčina obecná a speciální vzdělanost a velká pracovitost, v určitých fázích výzkumu pracovitost věru enormní, navzdory izolaci, jež dlouhé roky poškozovala zdejší vědecký výzkum, pronikala do povědomí elitního mezinárodního klubu, stojícího v čele rozmachu chronobiologie.

V průběhu 80. let minulého stol. tvrdost režimu ochabovala a kontakty se zdatným světem se stávaly normální, po pádu režimu autorčino badatelské úsilí vrcholilo. Cesty do světa spojené s prestižními přednáškami (typu prezentací obvyklých na Gordonových konferencích – přednášky a konference mimořádně vysoké úrovně), návštěvy významných hostů v Praze, stoupající počet studentů, ale také strmý nárůst povinností spjatých s organizací vědy. To vše velmi přispělo k tematické pestrosti zdařilého díla.

Helena Illnerová se stala místopředsedkyní a později předsedkyní Akademie věd České republiky, spolupůsobila při vzniku Učené společnosti ČR a intenzivně pracovala v dalších vědeckých tělesech. Ani na chvíli nezapomínala na své studenty a na rodinu, ale ani na pomoc školákům, kteří ji potřebovali. Inspirován názvem jednoho z děl Tomáše Garrigua Masaryka, nazývám posuzované dílo Humanitní ideály Heleny Illnerové.

**Portál, Praha 2014, 192 str.
Doporučená cena 329 Kč**

1 Slavnostní prezentace knihy Heleny Illnerové a Pavla Kováře se konala 21. ledna 2015 v Knihovně Václava Havla v Praze. Hostem setkání s oběma autory (P. Kovář na obr. vpravo) byl prof. Rudolf Zahradník (druhý zleva), moderátorem Martin Bedřich, šéfredaktor knižní redakce nakladatelství Portál. Foto z archivu nakladatelství Portál

