

Prudký rozvoj biologických věd, které již mapují molekulární úroveň fenoménu života a skýtají netušené možnosti praktického využití, je nejen úspěchem, ale i problémem, neobejde se bez kontroverzí. Jsme mediální společností, a proto – ať chceme nebo ne – stává se „tahounem“ každé závažné rozpravy žurnalistika. Do tohoto žánru je posléze vtlačena i věcná rozprava odborníků (ilustrací budiž osud debaty o ekologických problémech, eutanazii aj.). Strategie tvořivého dialogu se nedaří, vítězí střet dvou radikalizmů, rozhodného ANO a stejně rozhodného NE. Problém sám často zatím ještě není natolik zralý, aby zdůvodnil jednu či druhou rozhodnost, popřípadě je to problém, který bude mít svá „pro“ i svá „proti“ pořad. Historie moderní vědy a jejích dobových polemik by nás přitom mohla poučit, že rezervovanost je často rozumnějším postojem než konjunkturální potřeba hlásit se k tomu či onomu táboru. Už proto, že dobrodiní nějaké inovace (či jeho opak) se prokáže až po nějaké době, někdy i za dlouho.

Máme například požívat *geneticky upravené potraviny*? Je dosti důvodů pro ANO: šance předejít celosvětové potravinové krizi, ulevit přírodě od pesticidů a herbicidů, navíc prvořadá hospodářská velmoc světa (USA) své ANO již řekla. Přesto je určitá *bdělost* na místě. Vždyť genetická úprava potravin není obdobou šlechtitelství, její výsledky vznikají způsobem, který se vymyká možnostem přírody. Zavedeme-li do makromolekuly (dejme tomu) rybízu postranní řetězec, jaký se vyskytuje (dejme tomu) u ryby, vznikne něco, s čím se lidský organizmus nikdy nesetkal. Co to udělá? Zatím nic. Co to udělá za sto let? Nevíme.

Oně *bdělosti* se říká *předběžná opatrnost*. Neměla by být znevažována jako nestatečnost, protože je ctností rozvázného člověka vůči novotě, o níž neví, co způsobí. V našem případě je to střízlivá prevence *biohazardu* či *ekohazardu*; termíny netřeba vysvětlovat, význam je zřejmý na poslech. Kdyby byli naši dávní předkové opatrnější (vím, že subjektivně k tomu neměli důvod), nezavlekli by do Austrálie psa ani králíka. A naši starší současníci by nenabízeli znamenitý uklidňující lék, po němž se těhotným rodily zmrzačené děti.

Problém genetické úpravy potravin je sice významný, nikoli však nejvýznamnější. Tím se stává užití technických inovací, jejichž objektem je *lidský genom*. Fascinace možnostmi donedávna netušenými tu dokáže zamlžit, ba i zcela zastířit oblast rizika i jemu odpovídajícího hazardu. Tím je – řečeno dobově oblíbenou terminologií – *svévolná „změna paradigmatu“*, přesněji: *účelová redukce pojetí lidství*. Názorným příkladem je embryolog toužící experimentovat s lidskými zárodky, který nemá zájem o vyjasnění jejich ontologického statusu; mohl by totiž dospět k náhledu, který by se mu mohl stát morální zábranou zkoumání.

Badatelský narcizmus není zdaleka jediným zdrojem zmíněného redukcionizmu. Pokušení upřít tomu druhému jeho lidskou podstatu existovalo vždycky,

ale moderní industriální, masová, atomizovaná a mediálně indoktrinovaná společnost mu skýtá specifickou živnou půdu. Rezignace na dlouhodobou časovou perspektivu, důraz na *hic et nunc* či na výkonnost, ale i další rozšířené postoje, pro jejichž výčet tu není místa – to vše svádí k *instrumentalizaci* lidské bytosti. Protože se mění pojetí rodiny i rodičovství, stává se obětí této instrumentalizace i *dítě*; jak to, které je zatím jen plánované, tak to počaté a dosud nenarozené, ba i to již narozené. Je vnímáno jako komodita, kterou si „pořizujeme“, či „nepořizujeme“, jako zboží na zakázku, které lze reklamovat. Matka, která porodila dítě, ale z porodnice si je „nevyzvedla“, protože bylo hendikepované, už není výjimkou.

Reprodukční medicína, vyzbrojená genovou technologií, vyjde této objednavce dalekosáhle vstříc. Je-li kýžený cíl dostupný, lze očekávat účinnou snahu o jeho dosažení, zejména vstoupí-li do hry *síly trhu*. Rostoucí výskyt neplodnosti zvýší zájem o odborně asistovanou reprodukci. Ta umožní rozšířit rodičovskou objednavku: chceme dítě nejen zdravé, ale i takové, které bude realizací našeho (rodičovského) projektu.

Jinou oblastí slibné aplikace vymožeností biologické vědy je transplantologie. Také zde lze očekávat masivní ingerenci trhu i pokušení upravit si účelově podstatu lidství. Objektem bude tentokrát nikoli dítě, nýbrž – *dárce*. Strategie oné účelové úpravy je zřejmá už dnes: rezignovat na dostupnou pravdu a opřít se o (vyhovující) konvence. Dostupnost pravdy je už zpochybněna relativistickou epistemologií postmodernizmu. Výhodnost sázky na konvence uznávají i někteří renomovaní vědci. James D. Watson, objevitel dvojšroubovice DNA, pravil: *Právo člověka na život není dáno Božím stvořením, ale sociálními smlouvami*. To však znamená, že kde není smlouva, není ani právo...

Z vlastní i zprostředkované zkušenosti vím, že kolegové, kteří v zmíněných slibných odvětvích působí, bývají neradi, když se jejich počínání stane tématem *bioetické* úvahy. – Bioetika však není definitivně vypracovanou doktrínou. Spíše je zkušebnou, dílnou. Její první (nikoli jedinou) starostí by mělo být posouzení pohnutek, záměrů a rozhodnutí *ze všech možných hledisek*, nejen z některých.

Bioetika je však i kolbištěm. I na její půdě si vybudoval pozici utilitarizmus, který relativizuje podstatu lidství. Např. Peter Singer, autorita v oboru lékařské etiky, tvrdí, že *žádný kojeneček, ať postižený nebo ne, nemá nárok na život tou měrou jako bytost schopná prožívat se jako odlišná entita existující v čase* (1992). Příslušnost k lidskému druhu prý není

**Dnešní společnost stále více požaduje biologickou dědičnost, jako kdyby to byla jediná forma dědičnosti hodná toho jména. Jediným důvodem je bohužel to, že lidskou osobnost stále více vnímáme jako převážně určenou jejími geny. Navíc ve světě, v němž je kultura čím dál víc internacionalizována a homogenizována, mohou naši spoluobčané sami sobě klást otázku, zda mají vůbec něco, kromě svých genů, co by mohli předat svým dětem.**

Axel Kahn, ředitel laboratoře 152 CNRS v diskuzi pořádané časopisem Nature při příležitosti úspěšného klonování ovečky Dolly, z angličtiny přeložil Ivan Boháček

MUDr. Petr Příhoda je vedoucím Ústavu základů vzdělanosti a lékařské etiky 2. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy.

všechno, člověka činí osobou teprve racionalita, sebevědomí a autonomie. – Je tu zřetelný posun. Dosud bylo zvykem popírat lidskou podstatu zygoty, embrya, občas i plodu. Nyní přichází na řadu kojeneček. Co třeba psychotik? Co dementní (nebo i nedementní) stařec? A co jedinec s kvociem inteligence – řekněme (záleží přece na konvenci) – méně než 75?

Je jistě žádoucí posvítit si na každou imponující vymoženost výzkumu a její praktickou aplikaci z bioetické perspektivy. Nezůstávejme však u zaostrění na detail. Tato kontroverze, v níž nabývá převahy pragmatismus, je součástí *civilizačního trendu*, jehož hnačí silou je *utopie* a zamlčovanými způsoby uskutečnění jsou *redukcionismus* a *selekce*.

## O podvlékačkách a předběžné opatrnosti

Aby nenastalo nedorozumění, podotýkám hned, že v zásadě nemám nic proti principu předběžné opatrnosti. Říká jen to, že pokud nevíme, zda je nějaké naše konání bezpečné, měli bychom se jej vyvarovat. Důvod k ostražitosti přichází, když se tenhle princip selektivně uplatňuje jen někde – to jest tam, kde se rozhoduje, zda zakázat či nezakázat pěstování genově manipulovaných rajčat, sóji nebo bakterií. Za důvěryhodně znějícím principem se totiž může skrývat obava, že bez nějakého představitelného ohrožení by se veřejnost nemusela nechat přesvědčit, že genové manipulace jsou proti přírodě, což je zásadně špatně.

Proti přírodě je ale leccos, také nošení kalhot. Tam však se obvykle o aplikaci principu předběžné opatrnosti neuvažuje. Možné neblahé důsledky nošení těsného, popřípadě syntetického spodního prádla jsou přitom již zhruba po desetiletí sice nikoli častým, ale veskrze vážným tématem diskusí na stránkách odborného lékařského tisku. Čtenář/ka si dle vlastního založení může vybrat, zda se má víc obávat ztráty plodnosti či potence (z obojího bývají slipy obviňovány) anebo vaginálních kvasinkových infekcí (nejbezpečnější prý je chodit v dlouhé sukni a dole bez, jako naše praprababičky). Tudíž i zde lze konstatovat, že nevíme, zda je naše konání bezpečné; kdo nevěří, nechť si udělá rešerši v Medline s klíčovým slovem „underwear“.

Statisticky průměrný představitel veřejnosti si ale místo rešerše vypočlechně každovečerní vyprávění jisté dětské lékařky, jak jen to, co je dezinfikované, je opravdu čisté, a jde spát s pocitem, že na světě bude zase o něco bezpečněji, pokud si koupí ten správný dezinfekční prostředek. Nevím, s jakým pocitem chodí spát ta lékařka. Protože jí nepřeji nic zlého, doufám, že ani ona si příslušnou rešerši už hodně dlouho nedělala. Nezanedbatelná část imunologické veřejnosti totiž bere zcela vážně hypotézu, že za současnou epidemii dětských alergií může nedostatek přirozených mikrobiálních podnětů, které dobře vytrébovaly imunitní systém generace našich rodičů a prarodičů. Tedy: zase jedna situace, kdy přinejlepším nevíme, zda opravdu děláme to nejbezpečnější, co bychom mohli – a máme dost důvodů myslet si, že ne.

Pokud chceme brát princip předběžné opatrnosti vážně, měli bychom jej stejně důsledně jako ve věci genových manipulací uplatňovat i v souvislosti s vlastním spodním prádlem nebo s každodenními nákupy v drogerii. Lze ovšem namítat, že



opatrní můžeme být jen tam, kde si rizika jsme vědomi. Je na těch, kdo o konkrétním nebezpečí vědí, aby na ně upozorňovali; je to tedy především na nás vědcích.

Právě v souvislosti s genovými manipulacemi se ale často připomíná, že si všech rizik ani vědomi být nemůžeme. Dokonce s nevysloveným podtextem, že právě ta neznámá a nepředvídatelná rizika jsou horší než ta předvídatelná, která jsou koneckonců stejná jako rizika existujících postupů či technologií. Možná by se nám ale žilo o dost lépe a třeba i o něco bezpečněji, kdybychom připustili, že následky našeho konání nelze beze zbytku předvídat. Je samozřejmě rozumné vyvarovat se činností, u nichž si dovedeme představit nějaké konkrétní nebezpečí; ale k tomu snad netřeba nějakých zvláštních principů. Právě tak je samozřejmě mravné vyvarovat se činností, které bychom si – riziko neriziko – nesrovnali s naším dost iracionálním, individuálním, neobjektivním, a přesto (nebo proto?) velice skutečným svědomím; ale k tomu snad netřeba nějaké zvláštní bioetiky.

Fatima Cvrčková

## Varianta Creutzfeldovy-Jakobovy nemoci: jak se to mohlo stát?

Druhý nejstarší soudce ve Velké Británii lord Phillips podal zprávu o tom, proč muselo být na britských farmách utraceno 177 390 kusů hovzího. Dále upozornil na skutečnost, že na lidskou variantu spongiformní encefalopatie (variantu Creutzfeldovy-Jakobovy nemoci, vCJD) dodnes v Británii zemřelo 85 lidí a nikdo neví, kolik set nebo tisíc jich ještě bude. Dosud se soudilo, že bovinní spongiformní encefalopatie (BSE) byla přenesena na hovzí dobytek tím, že byl krmen masokostní moučkou ze zbytků ovcí postižených jinou prionovou ne-

Kresba © Jan Kristofori



mocí, drbavkou neboli scrapíí. Phillipsova zpráva se přiklání spíše k tomu, že v sedmdesátých letech BSE vznikla jednou genovou mutací přímo u hovězího dobytka, a poté se rozvinula tím, že také odpad z poraženého hovězího byl zkrmován jako masokostní moučka. Phillipsova zpráva sice nikoho neviní přímo, ale ukazuje, že britská vláda omezovala vědce pátrající po příčinách a nebezpečí BSE. V dobré víře, že BSE není přenosná na lidi, vláda lhala veřejnosti (obávala se, aby britští chovatelé hovězího nebyli zruinováni).

#### Historie BSE va zkratce:

- 1926 Začátek krmení masokostní moučkou hovězího dobytka. Za zdroj infekce se dosud považovala přítomnost prionů, infekčních proteinových částic, zejména z mozků a míchy nakažených zvířat.
- 1970 První případy BSE na farmách v Británii.
- 1986 Identifikace BSE. Přisouzena byla krmení masokostní moučkou ze zbytků ovčí nemocných scrapíí (tato nemoc je enzootická, tedy postihující už po dvě stě let pouze tento druh).
- 1987 Britské Ministerstvo zemědělství, rybnářství a potravinářství začíná omezovat šíření informací o BSE. Vědci doporučují zákaz krmení masokostní moučkou, zpráva však říká, že šlo o mutaci genu. Protože lidé jedli ovce nakažené scrapíí odedávna, domnívá se, že nemohlo jít právě o masokostní moučku z ovčí (byla to ovšem masokostní moučka z nakažených kusů hovězího dobytka). Též ministerstvo odmítá možnost, že maso hovězího dobytka nakaženého BSE je pro lidi nebezpečné.
- 1989 Ministerstvo odmítá poskytnout vědcům informace o epidemii BSE u hovězího dobytka. EU začíná omezovat dovoz britského hovězího. V Británii je přes 10 000 případů BSE u hovězího, začínají se likvidovat stáda.
- 1990 První průkazný přenos BSE na jiný živočišný druh, tj. kočky krmené nakaženým masem. To Phillipsova zpráva považuje za přelom: Když se mohou nakazit kočky, proč ne také lidé! Britská vláda nebezpečnost hovězího nakaženého BSE popírá. Ministr zemědělství, rybnolu a potravinářství dává v televizi své dcerce sníst hamburger z hovězího, aby ukázal, že se BSE nebojí. Je vydán zákaz používání masokostní moučky na krmení koček a psů. Výrobci přesto zásoby masokostní moučky doprodávají farmářům. Je zjištěno 24 396 případů BSE u dobytka.
- 1995 První dva smrtelné případy vCJD u dvou mladistvých (16 a 18 let).
- 1996 Deset případů vCJD, definitivní odlišení od „obyčejné“ CJD, vyskytující se sporadicky (jeden případ na milion obyvatel ročně). Vybito 160 000 kusů hovězího dobytka, počet BSE dosahuje 30 000.

(The Lancet 356, 1535 a 1579, 2000)

Dosud v Británii zemřelo na vCJD zhruba devadesát osob. Epidemiologové nemají jistotu, kolik jich ještě bude. Mohou to být i tisíce, neboť inkubační doba je přibližně deset let. Britská vláda zavádí finanční kompenzace pro postižené a jejich rodiny. Phillipsova zpráva má šestnáct svazků a obsahuje 167 poučení z událostí v letech 1986–1996. O výskytu BSE mimo Británii v ní není nic uvedeno. Situace je o to zákeřnější, že priony vyvolávající BSE jsou rezistentní na horko, a tedy se neničí vařením ani pečením.

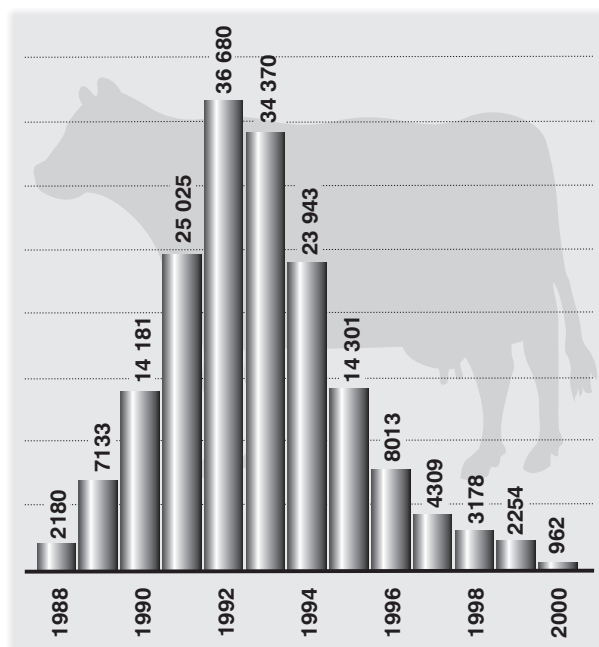


Kresba © Jan Kristofori

Přestože nejsou známy případy BSE v České republice, preventivně bychom neměli jíst ani tatarské bifteky, ani hovězí (či telecí) mozek a míchu. Hlavní, po čem The Lancet volá, je větší otevřenost vlády a více prostředků na výzkum léčení vCJD. Přitom poukazuje na aids, který dosavadní léčba sice jen zpomaluje, avšak je naděje na objevení vakcíny.

**Vratislav Schreiber**

Počet potvrzených případů BSE u dobytka ve Velké Británii



## Odpověď na každou otázku

**Proč existují jen dvě pohlaví a ne tři nebo třeba tisíc? Existuje vůbec nějaký živočišný druh s větším počtem pohlaví?**

(Otázka vzešla z četby recenze T. Grima na knihu M. Ridleyho „Červená královna“, Vesmír 78, 700, 1999/12.)

**Martin Čapek**

(e-mail: martin.capik@worldonline.cz)

### PROČ EXISTUJÍ PŘÁVĚ DVĚ POHLAVÍ?

Myslím, že touto otázkou si láme hlavu víc lidí. Je opravdu podivuhodné, že máme pouze dvě pohlaví. Bylo by pro nás totiž mnohem lepší, kdybychom byli hermafroditi. Za to, že bychom od partnera přijali spermie, by naoplátku i on musel vzít ty naše. Pak bychom měli dvojnásobný počet potomků a mohli se těšit z naprosté partnerské rovnosti. Evoluce si však nevybírá vždy to nejvýhodnější řešení.

S možným vysvětlením vzniku dvou rozdílných pohlaví přišel na začátku devadesátých let evoluční biolog Laurence Hurst. Za všechno prý můžou mitochondriální geny. Pohlavně se rozmnožující tvorové vznikají splynutím dvou haploidních buněk – gamet. V nejjednodušším případě by obě pohlavní buňky mohly být úplně stejné, každá by budoucímu zárodku dodala polovinu jaderných genů a část cytoplazmy s mitochondriemi i jinými organelami. Jenomže právě to je zřejmě nemožné, protože dvě skupiny nepříbuzných mitochondrií se spolu v jedné buňce nenesou. Je to podobné jako nechat lovit dva rybáře v jednom rybníku, za chvíli v něm nezůstane jediná ryba. Žádnou si nešetří na horší časy, ten druhý rybář by ji beztak vylovil. V přírodě se nevyplatí spolupracovat, pokud to není nutné. Pro budoucí zárodek je lepší, když jsou všechny mitochondrie jedné gamety předem zlikvidovány – předejde se tím jejich vzájemnému vyhlazování. To je první krok k rozlišení menší samčí gamety (spermie) a větší samičí gamety (vajíčka) čili předpoklad pro vznik dvou pohlaví.

Proč se většina zvířat přednostně hermafroditizmu vzdala a vytvořila si dvě různá pohlaví? Opět za to můžou mitochondriální geny. Evoluce jim zablokovala šíření prostřednictvím samčího pohlaví, takže

**Pářící se perleťovci**



### NA TÉMA SEXU A POHLAVÍ VYŠLY VE VESMÍRU V POSLEDNÍ DOBY TYTO ČLÁNKY

Aixnerová R.: Život bez sexu, Vesmír 79, 546, 2000/10

Aixnerová R.: X chromozom a sexuálně antagonistické geny, Vesmír 79, 56, 2000/1

Aixnerová R.: Evoluce pohlavních chromozomů, Vesmír 78, 176, 1999/3

Cvrčková F.: Životně důležité tance, Vesmír 75, 505, 1996/9

Flegr J.: Evoluce pohlavního rozmnožování, Vesmír 74, 268, 1995/5

Koucká P.: Proč jsou násilné kopulace častější u hermafroditů?, 77, 416, 1998/7

Markoš A.: Tři zdroje a tři součásti oplození, Vesmír 76, 553, 1997/10

Mihulka S.: Nepoměr pohlaví u ptáků, Vesmír 77, 416, 1998/7

Sládeček F.: Teplota a určení pohlaví u vyšších obratlovců, Vesmír 76, 266, 1997/5

Sládeček F.: K významu sexuality v evoluci, Vesmír 74, 55, 1995/1

Storch D.: Konflikt mezi samci a samicemi je dynamičtější, než se zdálo, Vesmír 75, 475, 1996/8

Štys P.: Morfologie milování I. a II., Vesmír 75, 323 a 393, 1996/6 a 7

Žárský V.: 300 let objevu pohlavnosti u rostlin, Vesmír 74, 33, 1995/1

je pro ně zbytečné, aby jejich nositel plynul energií na produkci spermií. Lepší je, když bude dělat jenom vajíčka, jimiž se geny mohou šířit. Avšak tím, jak bude díky mitochondriím přibývat samic, vzroste poptávka po spermích a pro zbývající hermafrodity bude výhodné proměnit se v samce a produkovat jenom spermie. Šanci udržet se má hermafroditismus pouze tam, kde jsou dvě pohlaví velmi nevýhodná (například u přisedlých nebo pomalu se pohybujících zvířat, jako je žížala či hlemýžď). Představte si situaci, kdy si hlemýžď chce najít sexuálního partnera! Než se doplazí k jinému hlemýžďovi, může uplynout podstatná část jeho života. Kdyby náhodou narazil zrovna na jedince téhož pohlaví, byla by to pro něj pohroma. Hermafroditismus mu takové zklamání ušetří.

Z téhož důvodu si některé organizmy můžou vytvořit víc než dvě pohlaví. U jednobuněčných vystupují jakožto gamety celí jedinci, a proto je pro ně hermafroditismus nemožný. Pokud chtějí málo pohyblivé druhy zvýšit pravděpodobnost, že najdou sexuálního partnera, nezbyvá jim než vytvořit si více pohlaví, která se ovšem mezi sebou musí dohodnout, kdo bude potomstvu dodávat mitochondrie. Jeden druh hlenky má třináct hierarchicky uspořádaných pohlaví. Rozmnožovat se spolu můžou kterákoli dvě různá pohlaví, přičemž mitochondrie dodává to nadřazenější. S 92% pravděpodobností narazí hlenka na svého potenciálního partnera hned napoprvé.

Větší množství pohlaví je tedy jen náhradou za výhodnější hermafroditismus, proto se s tímto jevem v přírodě nesetkáváme příliš často.

**Radka Aixnerová**  
**Ústav molekulární genetiky AV ČR**

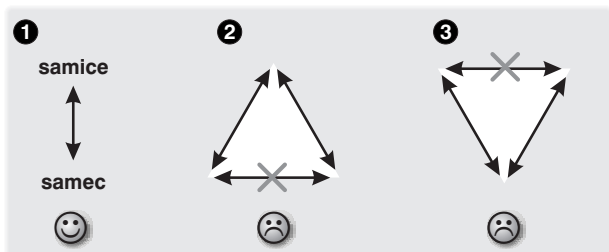
### ORGANELY SI BUŇKA MŮŽE BUĎ NECHAT, NEBO NENECHAT

Hlavním úkolem pohlavního rozmnožování je zřejmě obrana proti parazitům – zvyšováním genetické variability potomstva vzniká stále se měnící genetické prostředí, v němž se má parazit co ohánět, aby unikl obranným mechanismům hostitele. V každé eukaryotní buňce jsou však obsaženy také potomci symbiotické bakterie, kterým říkáme mitochondrie. Mitochondriální geny od jednoho partnera nemají sebemenší zájem na tom, aby se do další generace dostaly i mitochondriální geny druhého partnera. Potenciálnímu konfliktu lze nejlépe zabránit likvidací mitochondriálních genů jednoho z partnerů – pro jaderné geny samce je výhodné zničit mimojaderné kolegy, kteří by se stejně jen poprali s mitochondriálními geny samice, na což by (nejen) jaderné samčí geny mohly dopla-

tit. Likvidací mitochondriálních genů si samčí jaderné geny zvyšují šanci na úspěšné pomnožení.

A proč jsou pohlaví dvě? Ono jich může být víc, ale *pouze tehdy, když při pohlavním procesu buňky nesplývají*. U jednobuněčných prvků můžeme najít více než dvě pohlaví proto, že si při konjugaci vyměňují pouze jaderný genetický materiál, takže ke konfliktu mezi mimojadernými geny dojít nemůže. Podívejme se však na vznik pohlavního procesu, při kterém pohlavní buňky splývají. Při vzniku fúzování bude selekce podporovat asortativní (výběrové) párování mezi buňkami, které budou dvou extrémních typů: jedna bude dodávat organely, druhá ne. To proto, že jakákoliv polovičitost bude znevýhodněna: pokud by obě buňky dodávaly organely a cytoplazmu (bez ohledu na množství), došlo by ke konfliktu mimojaderných genů, a navíc i cytoplazmatických parazitů – ti by se poprali také.

Můžeme se na to podívat i trošku jinak. Z nepohlavně se množících nediferencovaných buněk vzniknou nejdříve pouze 2 typy: samice organely dává, samec nedává (nemá smysl ptát se proč, neboť si je tak definujeme). Spojením samčí a samičí buňky vznikne životaschopná zygota, kde se mimojaderné geny nemají s kým prát (1). *Třetí pohlaví by mohlo vzniknout pouze tak, že se jedinci jednoho původního pohlaví stanou navzájem kompatibilními*. Jenže to při fúzování (na rozdíl od konjugace) nejde: spojením dvou samičích buněk by vznikla buňka bez organel – tedy mrtvá buňka (2). Spojením dvou samičích buněk by se do kontaktu dostaly nepřibuzné organely a následná bitka



by neprospěla nikomu (3). Vzhledem k tomu, že buňka si organely může buď nechat, nebo nenechat, žádná další možnost nastat nemůže. Jedna a jedna jsou dvě.

*Tomáš Grim, Přírodovědecká fakulta Palackého univerzity v Olomouci*

**Poznámka redakce:** Otázka položená v úvodu je příliš komplexní, a tak není divu, že není snadné na ni odpovědět přesně. V evoluční literatuře bývá zvykem ji rozdělovat na několik otázek dílčích:

1) Proč u jednobuněčných organismů existuje funkční anizogamie, tj. proč při pohlavních procesech spolu mohou interagovat pouze gamety dvou rozdílných rozmnožovacích typů (mating typů)? Úmyslně zde používáme termín „pohlavní procesy“ a vyhýbáme se termínu „rozmnožování“ – sexuální procesy nemusí být vždy nutně vázány na proces rozmnožování.

2) Proč u jednobuněčných organismů, u nichž jsou sexuální procesy spojeny s fúzí buněk, a tedy se splýváním jejich cytoplazmy, tak často existují pouze buňky právě dvou rozmnožovacích typů?



Všechny snímky na s. 10–12 © Josef Dvořák

3) Proč u jednobuněčných organismů, u nichž při sexuálních procesech buňky nesplývají a pouze si při nich vyměňují buněčná jádra, existuje zpravidla velké množství různých vzájemně kompatibilních rozmnožovacích typů?

4) Jaké jsou důvody pro existenci morfologické anizogamie, tj. pro diferenciaci pohlavních buněk na velké buňky samičí a malé buňky samčí?

5) Proč jeden typ gamet (většinou mikrogamety) často nepředává svou cytoplazmu ani své cytoplazmatické organely do zygoty?

6) Proč jedinci mnohobuněčných organismů tak často produkují pouze jeden typ pohlavních buněk, místo aby produkovali oba (tedy proč jsou gonochoristé a nikoli hermafrodity)?

Radka Aixnerová ve svém příspěvku hledá odpověď na otázky č. 3 a 6. Při odpovědi na otázku č. 6 se uvádějí mechanismus (bariéra proti možnému zá-



Rýhonosec štíhlý (*Lixus paraplecticus*)

pasu organel) většinou používá spíše k vysvětlování jednorodičovské dědičnosti organel (otázka č. 5), u rostlin pak především k vysvětlování, jak se šíří některé geny pro pylovou sterilitu. Jako častější důvod vzniku gonochorizmu u mnohobuněčných organizmů bývá uváděna výhodnost morfologické, fyziologické i etologické specializace individua na produkci jednoho z typů gamet, makrogamet nebo mikrogamet.

Tomáš Grim si ve svém příspěvku klade otázku č. 2, ve skutečnosti však nabízí odpověď také spíše na otázku č. 5. Jako vysvětlení existence právě dvou typů gamet se v evoluční literatuře většinou uvádí fakt, že současná existence většího počtu typů různě velkých gamet v rámci stejné populace je z evolučního hlediska stav nestabilní. Výsledky matematického modelování takových komplexnějších systémů ukazují, že jsou zde zvýhodněny na jedné stra-

ně gamety největší a na druhé straně nejmenší. V důsledku toho systém nakonec skončí právě u dvou typů velikostně odlišených gamet. Podle nejznámějšího modelu jsou malé gamety sice „lacinější“, a mohou se tedy vyvíjet rychleji, nesou si však málo zásob, takže když splynou dvě malé gamety nebo jedna malá a jedna středně velká gameta, vznikne neživotaschopná zygota. Další modely jsou založeny na současném působení dvou protichůdných selekčních tlaků, například na pohyblivost gamety a na množství zásob v ní obsažených.

Jako hlavní důvod vzniku funkční anizogamie (otázka č. 1) se často uvádí podobný mechanismus jako ten, jímž Stanislav Mihulka vysvětluje vznik odděleného pohlaví (dvoudomosti) u rostlin – tedy omezení frekvence sexuálních procesů mezi genetiky stejnými jedinci.

„Takže jak to u vás vypadá s milostným životem?“  
„Odpověď na tuto otázku je poněkud komplikovanější,“ odvětil jsem pomalu. „V tomto ohledu jsme měli vážné komunikační potíže už s prvními badateli od vás. Případalo jim to velmi složitě.“  
„Ále,“ mávl opovrživě rukou. „Potrhli vědci si vždycky najdou nějaký komplikace. Dostat se na kořen problému chce obchodníka a umělce v jedné osobě – pozor, každým coulem umělce. Takže začnem třeba takhle: jak se ty vaše dvě pohlaví jmenujou?“  
„V tom je právě ten problém. My nemáme dvě pohlaví.“  
„Aha. Vy jste ty – takový tamty, co ... V takové situaci asi moc konfliktů nebude. No jo. S jedním pohlavím ne.“  
Byl jsem nešťastný. Zjevně mi nerozuměl. „Chtěl jsem říct, že máme víc než dvě pohlaví.“  
„Víc než dvě pohlaví? To myslíš jako u včel? Dělnice, trubci a královny? Ale ty mají ve skutečnosti taky jen dvě. Dělnice –“  
„My Pluchové máme sedm pohlaví.“  
„Sedm pohlaví! To se nám to tedy trochu komplikuje. [...] Proč proboha jste si museli vybrat sedm pohlaví?“  
„Kdysi jsme mysleli, že všichni živočichové potřebují minimálně sedm pohlaví. Až když přiletěli badatelé od vás, zjistili jsme, že to neplatí ani o všech tvorech na naší planetě. Můj předek nzdred fanobrel mnohokrát užitečně rozmlouval s biolog expedice a ti mu poskytli teoretické zna-

losti, aby nám vysvětlil to, co jsme znali jen z praxe. Například biologové usoudili, že jsme se vyvinuli k sedmpohlavní formě, abychom podpořili variabilitu.“

„Variabilitu? To jako že vaše děti budou každý jiný?“

„Přesně tak. Víte, jen jedno žerou všichni požirači raději než sebe navzájem – a to jsou Pluchové.“ [...]

„A jak to u vás funguje?“ [...]

„Po manželské poradě, kdy se ustaví řetězec, jsou všechny pohlavní zárodečné buňky stimulovány do stavu meiózy. Zárodečná buňka se rozdělí na sedm gamet, přičemž šest z nich má brvy a sedmá je sekretována dovnitř nebo vně Pluchha – podle pohlaví.“ [...]

„A co děláš ty?“

Bylo to velice zábavné. Moje informace působily ještě větší senzaci, než jak mi to líčil můj předek nzdred fanobrel. Nám Pluchům se nestává často, že bychom poskytovali nějakému jinému druhu rozptýlení intelektuální a nikoli chuťové. [...]

„Já koordinuji. Jsem zodpovědný za vytvoření úplného a účinného řetězce jednotlivců – tedy kompatibilního řetězce, kde dokonalé přátelské vztahy tvoří uzavřený kruh, který vyprodukuje potomstvo o maximální variabilitě. Po manželské poradě, kdy je řetězec vytvořen, začíná každé pohlaví vylučovat svou zárodečnou buňku s plnými čtyřiceti devíti chromozomy. [...] William Tenn: *Venuše a sedmero pohlaví*, z antologie sci-fi *Pozemšťané a mimozemšťané*, Svoboda, Praha 1981

## Jak vzniká oddělené pohlaví u rostlin?

STANISLAV MIHULKA

Většina kvetoucích rostlin vlastní zároveň samčí i samičí pohlavní orgány. Jen zřídka (přibližně u 4 % druhů) se vyskytuje oddělené pohlaví (dvoudomost). Jako příklad uveďme silenku bílou, chmel či konopí. Zdálo by se, že všechny výhody stojí na straně rostlin, které na jednom jedinci nesou květy oboupohlavné nebo jednopohlavné květy obou typů. Jak tedy vůbec rostliny s odděleným pohlavím vznikly? Dlouho se předpokládalo, že vznikají z druhů, pro které je charakteristické samosprašné opylení, ale přímou spojitost mezi samosprašností a oddělením pohlaví se nedařilo najít.

Teprve nedávno ukázala studie badatelů z Arizonské univerzity, že by klíčovým předpokladem pro vznik dvoudomosti mohl být vznik polyploidů (čili druhů se zmnoženými sadami chromozomů). Badatelé se zabývali třemi americkými druhy rodu kus-tonnice (*Lycium*), což jsou takové trnité keřky rostoucí ve stepích a polopouštích. Všechny tři druhy mají ve svých populacích část jedinců se samičími květy a zbylé jedince s květy zdánlivě oboupohlavnými, ovšem ve skutečnosti pouze s funkčními sam-

čími orgány. Popsaný stav je označován jako *gynodioecie* a považuje se za přímý předstupeň dvoudomosti. Tyto tři druhy byly polyploidy se šesti a osmi sadami chromozomů namísto obvyklých dvou.

Zdá se, že vznik polyploidie je spojen s náhlým přechodem z cizosprašného opylení na samosprašné, což přináší drastické důsledky v podobě příbuzenského křížení (inbreedingu). V populacích takových druhů zřejmě vznikne intenzivní tlak na odstranění nežádoucího vlivu příbuzenského křížení a jedna z prvních věcí, které se přímo nabízejí, je právě oddělení pohlaví. Dvoudomé rostliny pochopitelně nemohou být samosprašné. Při pohledu na evoluci amerických kus-tonnic vyjde najevo, že bezprostředními příbuznými tří uvedených druhů jsou druhy cizosprašné s oboupohlavnými květy, což rovněž potvrzuje představu náhlého přechodu k samosprašnosti, a posléze k dvoudomosti. Autoři tuto situaci našli nejméně v 20 dalších případech, a tak nelze vyloučit, že objevili obecný mechanismus vzniku dvoudomosti. (*Science* 289, 2335–2338, 2000) □