

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ



TÉMA ČÍSLA

Pohlaví



Magazín Přírodovědecké fakulty
Univerzity Karlovy 01/2023

Pohlaví a geny 8

Na křídlech lásky 12

Rohy velké i malé 32



UNIVERZITA
KARLOVA

CHELTENHAM
Festivals

**Milujete svůj výzkum?
Baví vás komunikace?
Je vám víc než 21 let?**

Přihlaste se!

**Světová stand-upová
soutěž čeká na své hvězdy!**

Uzávěrka přihlášek — 31. 5. 2023

famelab.cuni.cz



**Fame
Lab**

**TALKING
SCIENCE**



MILÍ ČTENÁŘI,

jednou z klíčových evolučních novinek eukaryot je bezesporu sex. Přestože i jednobuněčné organizmy mají pestrý pohlavní život (např. skandální hromadný sex trepek), zkoumá se tento fenomén především u mnohobuněčných eukaryot, jejichž složitá těla si můžeme představit trochu jako továrny na pohlavní buňky. Pohlavnost, tj. existence odlišných pohlaví, je přitom pozoruhodně mnohotvárná. Kupříkladu určení pohlaví – vedle našeho systému XY existuje několik dalších. Řada druhů zase může pohlaví během života změnit. U mnoha skupin živočichů se samci od samic nápadně liší tvarem i zbarvením. Samci mívají nezřídka vytvořeny různé struktury, vzorce chování a zvukové projevy, pomocí nichž si hlídají teritoria, bojují o samice a naporují se před nimi, obvykle za cílem spáření se. Uplatňují různé strategie, a tak nejsou bez šance ani ti méně zdatní. Samice počínání samců zdánlivě pouze pozorují, umí se však také projevit. Pohlavnost se ovšem zdaleka neomezuje na živočišnou říši, analogické procesy probíhají i u rostlin a nejspíš i leckde jinde. O tom všem se více dozvíte na následujících stránkách.

Příjemné čtení přeje

prof. RNDr. Ivan Čepička, Ph.D.
vedoucí katedry zoologie

Obsah



CO NOVÉHO

- 4 | S geologickými metodami do mozku
- 5 | Méně někdy znamená více
- 6 | Miluje vesmír aminokyseliny?
- 7 | Trendy ochrany přírody

TÉMA – POHLAVÍ

- 8 | Pohlaví a geny
- 12 | Na křídlech lásky
- 14 | Okem neviditelný, a přesto reálný
- 16 | Ozbrojenci a mnohorožci
- 18 | Samičí zpěv – přehlížený fenomén?
- 20 | Hledá se partner
- 22 | Žijí ženy všude déle?
- 24 | Palčivé téma současnosti

ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | Laboratoř místo dílny

PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | Štěstí přeje připraveným

STUDENTI

- 29 | Online interview v režii studentů

1 | 2023 | ROČNÍK XII.

NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín
Přírodovědecké fakulty Univerzity
Karlovy

PERIODICITA

Čtvrtletník

CENA

Zdarma

DATUM VYDÁNÍ

28. 3. 2023

NÁKLAD

11 000 ks

EVIDENČNÍ ČÍSLO

MK ČR E 20877 | ISSN 1805-5591

EDITOR

Petr Souček
petr.soucek@natur.cuni.cz

REDAKČNÍ RADA

GEOLOGIE
Mgr. Lukáš Laibl, Ph.D.
Mgr. Filip Tomek, Ph.D.

GEOGRAFIE

RNDr. Jakub Jelen, Ph.D.
RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.

BIOLOGIE

Mgr. Martin Čertner, Ph.D.
Mgr. Petr Šípek, Ph.D.
Mgr. Veronika Rudolfová

CHEMIE

RNDr. Pavel Teplý, Ph.D.
doc. RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D.
prof. RNDr. Jan Kotek, Ph.D.

KOORDINÁTOR PROJEKTU

Mgr. Michal Andrlé, Ph.D.
michal.andrle@natur.cuni.cz

KOREKTURY

imprimis

GRAFIKA

Štěpán Bartošek

TISK

Trianglprint

ILUSTRACE NA OBÁLCE

Gekoni mají mimořádně proměnlivé způsoby určení pohlaví. Na snímku pár (samec nahoře) ohrožených antilských gekonů *Sphaerodactylus phyzacinus*.
Foto Petr Jan Juračka

VYDAVATEL | ADRESA REDAKCE

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta
Albertov 6, 128 43 Praha 2
IČO: 00216208 | DIČ: CZ00216208

www.natur.cuni.cz

Přetisk článků je možný pouze se
soulasem redakce a s uvedením zdroje.

© Přírodovědecká fakulta
Univerzity Karlovy 2023

S geologickými metodami do mozku

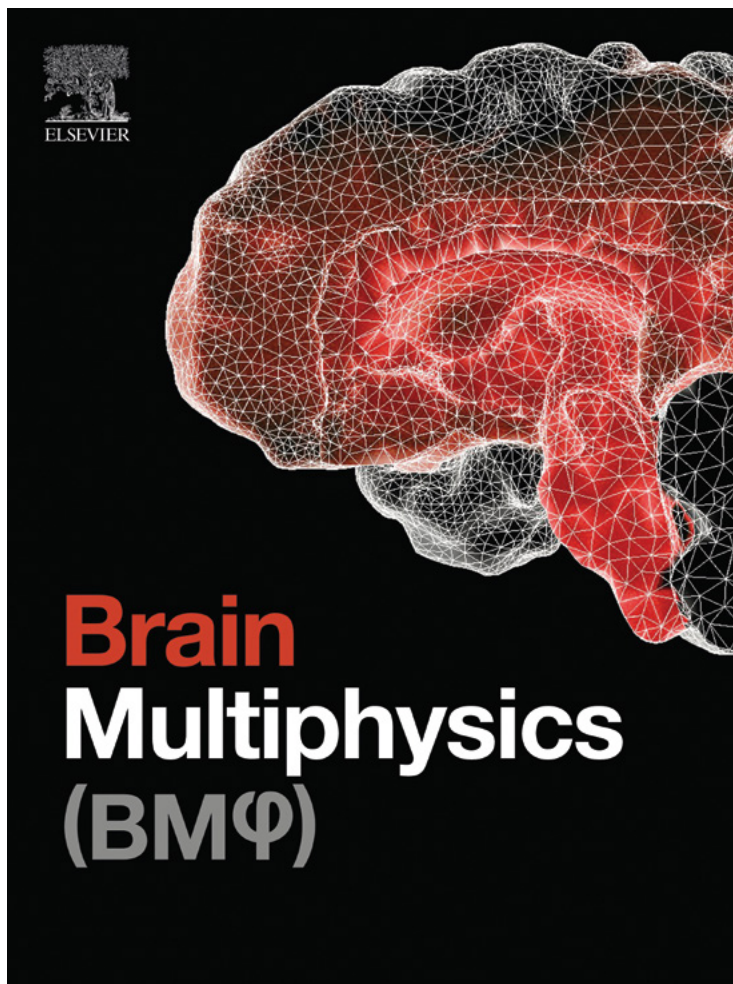
Železo se může stát klíčem k pochopení mozkové degenerace

MICHAL ANDRLE

Neobvyklý tandem českých vědců z Univerzity Karlovy, geolog Günther Kletetschka a soudní lékař Róbert Bazala, zkoumá již několik let lidské mozky. A to metodami, které byly dosud využívány spíše při zkoumání neživé přírody. Jejich cílem je zjistit co nejvíce o neurodegenerativních onemocněních, jako jsou Alzheimerova či Parkinsonova choroba, která patří k velkým strašákům dneška.

Docent Kletetschka z Ústavu hydrogeologie, inženýrské geologie a užití geofyziky PŘF UK je geofyzikem se specializací na magnetické vlastnosti nejrůznějších materiálů. V minulosti se zabýval například magnetickými vlastnostmi asteroidů či kráterů po jejich dopadech. Když se před několika roky stal jeho doktorským studentem soudní lékař Róbert Bazala, stočila se díky tomu část jeho odborného zájmu na lidské mozky ovlivněné degenerativními chorobami. Neobvyklá spolupráce již přinesla zajímavé výsledky, které před nedávnem publikoval odborný časopis *Brain Multiphysics*.

Vědecké výzkumy v minulosti ukázaly, že jedním ze znaků opotřebenění mozku je zvýšení koncentrace železa v organismu. „Fluktuující magnetické momenty magnetitových nanokrystalů mohou



negativně ovlivňovat přenos signálu na nervových spojích (synapsích) buněk a tím přispívat k rozvoji neurodegenerativních onemocnění,” vysvětluje geofyzik Kletetschka. Železo je pro organismus toxické obecně, a proto je většinou vázáno do biologických komplexů různých bílkovin – hemoglobinu či transferinu. Ve vnitřním prostředí mozkových buněk je ovšem jeho nejčastějším nositelem bílkovinná molekula zvaná ferritin (objevená v roce

1934 českým vědcem Vilémem Laufbergerem). Železo je ve ferritinu skladováno a jeho obsah v něm se může měnit podle toho, jak to vyžadují biochemické procesy v buňkách.

K růstu koncentrace železa dochází spontánní biomineralizací, kdy se slučuje do minerálních forem, jako je ferrihydrit, hematit a zejména magnetit. Poslední dva mají zajímavé magnetické vlastnosti, zjistitelné metodou elektronové paramagnetické rezonance (EPR), s jejíž pomocí lze velmi přesně nahlížet až do struktury atomů železa. „Naše studie ukazuje, že magnetické částice, které jsou vázány ve ferritinu, spolu vzájemně magneticky interagují. Pod vlivem vnějšího magnetického pole pak magnetický tok kolem ferritinové makromolekuly vytváří specifický tvar

smyčky, tzv. toroid. Částice vázané ve ferritinu interagují negativně, tedy tak, že výsledný magnetický moment, který vysílají do okolí, je menší,” popisuje Kletetschka jeden z důležitých výsledků studie. Ačkoliv je výzkum teprve v počátcích, jeho výsledky jsou velmi nadějná a v budoucnu by mohl přispět jak k porozumění magnetickým vlastnostem mozku, tak i k lepší diagnostice a léčbě neurodegenerativních onemocnění. ●

Méně někdy znamená více

Proti hlavnímu proudu současné systematiky hub

Široká veřejnost spojuje vědecké bádání v prvé řadě s objevováním. Je to celkem logické, vždyť od konce 18. století si společnost zvykla, že objevy přicházejí jako na běžícím páse. Vůle po vlastním zápisu do historie vědy žije samozřejmě v mnoha badatelích i dnes. Jistě může být užitečným motorem jejich výzkumů, ukazuje se však, že snaha za každou cenu „něco objevit“ danému oboru nezřídka působí víc škody než užitku.

S takovou situací se potýkají například mykologové – nalezení nového druhu má značné výhody z hlediska publikování, počet nově popsáných druhů však roste enormním způsobem. Proč to může být problém? „Důvodem nadměrného počtu popisovaných druhů v mykologii je z části neznalost vlastností druhu jako takového v celé jeho šíři, ať již se bavíme o variabilitě v morfologických, fyziologických, nebo genetických znacích. Je to způsobeno tím, že nové druhy jsou často popisovány na základě malého počtu získaných kmenů z jednoho nebo několika substrátů a lokalit,“ říká Vít Hubka, člen mezinárodního vědeckého týmu, který se z výše uvedených důvodů vydal poněkud odlišným směrem. Vědci při svém výzkumu vycházeli z předpokladu, že kategorie druhu je u hub výrazně širší, a je tedy možno „nové“ druhy slučovat na základě prokazatelné příbuznosti.

Ačkoliv se to nezdá být na první pohled příliš významné, praktický dopad může být ve skutečnosti značný: identifikace u hub a jiných organismů je důležitá, protože se k ní často váže řada specifických vlastností, např. produkce mykotoxinů, rezistence k antimykotikům nebo patogenita. Má tedy velký význam v klinické mykologii, potravinářství a dalších



▲ Variabilita vzhledu kolonií druhu *Aspergillus versicolor* na osmi kultivačních médiích (sloupce) u pěti různých kmenů (řádky). Zdroj: původní studie

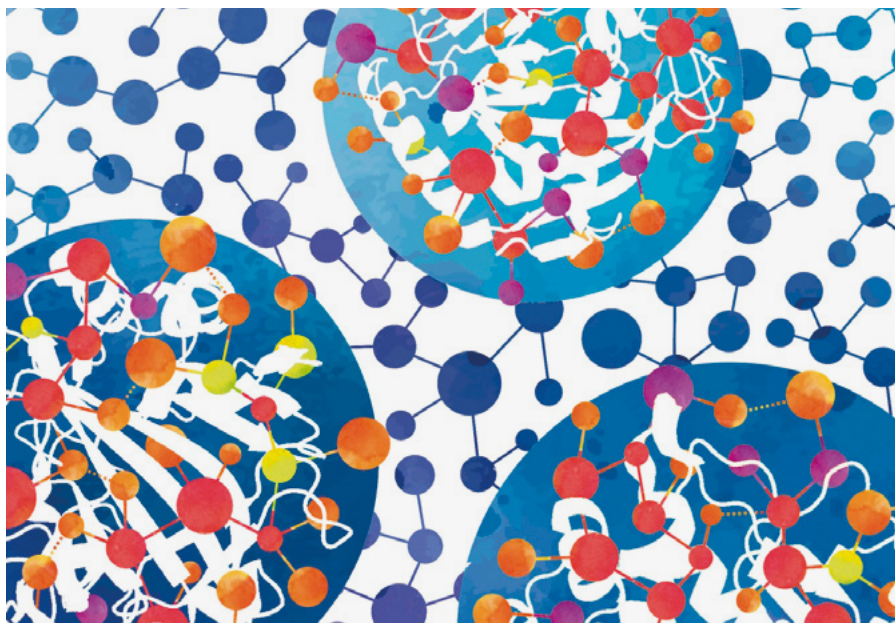
oborech. Řada druhů je významná také v biotechnologickém průmyslu coby producenti enzymů a organických kyselin (např. citrónové) nebo se využívají při fermentaci potravin (zejména v Asii).

„Pro naše studium jsme si jako model vybrali všudypřítomné zástupce *Aspergillus*, např. *A. niger*, *A. versicolor* nebo *A. candidus*, a shromáždili jsme stovky vzorků z různých kontinentů a substrátů. Díky tomu, že jsme aplikovali širokou škálu metod, včetně moderních fylogenetických postupů založených na datech z vysokého počtu genů či genomů, jsme mohli zhodnotit skutečnou různorodost v rámci druhu. To vedlo ke zjištění, že druhy jsou mnohem více variabilní, než jsme si mysleli, a to na mnoha úrovních – vzhled kolonií, mikroskopické znaky, genetická variabilita, produkce mykotoxinů apod.,“ říká člen týmu František Sklenář.

„Výsledkem studií bylo výrazné snížení počtu druhů v intenzivně zkoumaných druhových komplexech rodu *Aspergillus*, což značně zjednoduší jejich komplikovanou identifikaci v aplikované sféře a diagnostiku v klinické mykologii. Nový pohled na šíři druhových hranic u mikroskopických hub umožní soustředění vědeckého zájmu na důležitější otázky spíše než na neutuchající snahu rozlišit, či popsat ‚nerealisticky definované kryptické druhy‘ pomocí různých metod. Očekáváme, že aplikování podobných metodických přístupů v jiných skupinách hub povede k podobným závěrům. Protože rod *Aspergillus* udává do značné míry trendy směřování v taxonomii a dalších disciplínách, očekáváme podobné závěry i u jiných skupin hub,“ uzavírá Miroslav Kolařík, vedoucí laboratoře genetiky a metabolismu hub z Mikrobiologického ústavu AV ČR. ●

Miluje vesmír aminokyseliny?

Dávné proteiny osvětlují původ života a mohou inspirovat proteinové inženýrství



◀ Chemický prostor kanonických aminokyselin je náchylnější k tvorbě bílkovinné struktury než testované nekanonické prebioticky pravděpodobné alternativy. *Ilustrace Mikhail Makarov*

jaká „pravidla“ by naopak musela být dodržena při návrhu proteinů z neproteinogenních aminokyselin.

Výsledky studie podporují názor, že raná kanonická abeceda byla pozoruhodně adaptivní při podpoře skládání proteinů, a vysvětlují, proč byly bazické zbytky začleněny až v pozdější fázi evoluce proteinů. „Jsme nadšeni, že jsme odhalili některé z důvodů, proč se proteinová abeceda vyvinula tak, jak ji známe nyní,“ uvedla korespondenční autorka studie Klára Hloučová. „Naše zjištění naznačují, že při výběru kanonické abecedy hrála rozhodující roli tvorba struktury, a vysvětlují, proč byly některé prebioticky dostupné aminokyseliny z proteinové abecedy vyřazeny.“

Vědci již objevili aminokyseliny v asteroidech daleko od Země, což naznačuje, že tyto sloučeniny jsou všudypřítomné v jiných koutech vesmíru. To je důvod, proč si Stephen Fried, korespondenční spoluautor, myslí, že výzkum by mohl mít také důsledky pro možnost nalezení života mimo Zemi. „Zdá se, že vesmír miluje aminokyseliny,“ řekl Fried. „Možná, že kdybychom našli život na jiné planetě, nebyl by tak odlišný.“

Tím, že pomohl nahlédnout do evoluce proteinů, může mít však výzkum také významné praktické dopady, například v oblasti proteinového inženýrství nebo navrhování léčiv. ●

Tým výzkumníků z Přírodovědecké fakulty UK, BIOCEV a ÚOCHB (Česká republika), Johns Hopkins University (USA) a ELSI (Japonsko) zjistil, proč moderní proteiny používají repertoár 20 kanonických aminokyselin (AA). Simulací časných podmínek na Zemi v laboratoři vědci zjistili, že bez specifických aminokyselin by se dávné proteiny zřejmě nemohly vyvinout v živé organizmy. Výsledky výzkumu publikoval časopis *Journal of the American Chemical Society*.

Předchozí studie naznačují, že dávné proteiny vznikaly z omezené abecedy zhruba deseti raných aminokyselin, zatímco pozdní aminokyseliny (které se do této abecedy přidaly později) byly již produktem biosyntetických cest. Prebioticky však bylo k dispozici mnoho nekanonických aminokyselin. Proč tedy máme právě současnou moderní

abecedu aminokyselin? Byly by bílkoviny schopny skládat se do globulárních struktur stejně dobře, kdyby genetický kód tvořily různé aminokyseliny?

Pro zodpovězení těchto otázek tým experimentálně hodnotil rozpustnost a sklony k tvorbě sekundární struktury několika prebioticky relevantních aminokyselin v kontextu syntetických peptidových knihoven. Výsledky ukazují, že například alifatické nerozvětvené aminokyseliny byly z proteinogenní abecedy vypuštěny, protože vytvářejí polypeptidy, které jsou nadměrně rozpustné a mají nízkou tendenci k tvorbě strukturálních motivů. Zařazení bazické aminokyseliny s krátkým řetězcem (tedy takové aminokyseliny, které byly na rozdíl od argininu a lysinu prebioticky dostupné) také snižuje potenciál sekundární struktury polypeptidů, pro což tým navrhuje biofyzikální model. Tento model popisuje,

Trendy ochrany přírody

Multioborové přednášky pro moderní ochránce přírody pod záštitou PŘF UK

MICHAL HOŠEK

Při otázce na profesi můžete od přibližně dvou a půl tisíce lidí v České republice slyšet odpověď „Jsem ochránář“. Jsou to lidé, kteří pracují nejen na Ministerstvu životního prostředí, ale také ve správách národních parků, v Agentuře ochrany přírody a krajiny ČR, na krajských i obecních úřadech. Mimo veřejnou správu je najdete v soukromých firmách či nevládních organizacích. Jenže pod slovem ochránář či ochránce přírody (nebo chcete-li ekolog) se skrývá nebývalé množství profesí.

Ochrana přírody je dozajista multioborová spíše než samostatná disciplína. Je to dáno jejím účelem: udržet či zlepšit stav přírody. K tomu vám dnes ale nestačí znát dostatečně ekologii a biologii na obecné úrovni. Musíte být specialisty na konkrétní obor, popřípadě odvětví, které v tuzemsku přírodu zásadně ovlivňuje. Proto se ochránáři rekrutují z různých oborů. Kromě již zmíněných absolventů ochrany přírody a biologie jsou to také zoologové (často se specifickou specializací – např. na bezobratlé apod.), botanici (se specializacemi na konkrétní druhy či společenstva), geologové, ale také lesníci, zemědělci, specialisté na dotace či projektoví manažeři. A tento výčet zdaleka není úplný. Jinými slovy – pokud chcete úspěšně chránit přírodu, musíte umět devět řemesel, a na to už dnes jeden člověk nestačí.

Toto jsme si s několika kolegy uvědomovali již delší dobu a s tím také fakt, že ochráně přírody chybí sjednocující systém profesního vzdělávání. Nestačí, aby se každý dle své specializace vzdělával na specifických kurzech. Je také potřeba, aby existoval sjednocující systém průběžného procesního vzdě-



Foto Markéta Dušková

lávání. A protože nám opravdu chyběl, založili jsme v roce 2016 ve spolupráci s Ústavem pro životní prostředí Přírodovědecké fakulty UK kurz Aktuální trendy ochrany přírody. Jednalo se o 32 tematických přednášek, k jejichž provedení jsme zvali nejlepší odborníky na danou problematiku.

Kurz byl velmi úspěšný, konal se celkem dvakrát a i po jeho skončení se stále ozývali noví zájemci. Proto jsme se rozhodli připravit další kolo formou projektu v rámci norských fondů. Naším cílem bylo nejen zajistit pravidelné konání, ale také rozšířit samotné přednášky o další aktivity. Konkrétně o webináře (volně dostupné každému), online přednášky zahraničních expertů a další výstupy. Popis a výsledky projektu naleznete na jeho stránkách, tedy trendyochranyprirrody.cuni.cz (načtete QR kód).

Věříme, že zveřejněné přednášky a další výstupy mohou být hodnotné nejen pro

profesionály, ale i studenty, kteří se o ochranu přírody zajímají. A stejně tak doufáme, že budeme schopni tento kurz pravidelně organizovat i do budoucna, a to vždy tak, aby opravdu odpovídal aktuálním trendům v našem „multioboru“.

Projekt je realizován v rámci norských fondů, výzvy „Reine – Zvyšování povědomí veřejnosti v oblasti zlepšování stavu životního prostředí v ekosystémech“ a díky podpoře Státního fondu životního prostředí. ●

Norway grants



STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY



Pohlaví a geny

Lze mít zároveň jiný
pohlavní chromozom
a pohlaví?

LUKÁŠ KRATOCHVÍL

◀ **Klauna očkátého (*Amphiprion ocellaris*)** známe všichni coby malého Nema z populárního filmu. Tyto ryby jsou ovšem zajímavým případem geneticky nepodmíněného pohlaví – pokud uhynie samice klauna, dosavadní samec se velmi rychle změní na samici. A vytvoří pár s největším z okolních, donedávna nedospělých samců.

Foto Shutterstock.com

V běžných představách je určení pohlaví pevně spojeno s geny – většina z nás má nejspíš povědomí o tom, že o samičím pohlaví rozhodují pohlavní chromozomy XX a o samčím XY.

U řady živočichů ovšem toto pravidlo neplatí a pohlaví zde mohou určovat geny vázané na chromozomy ZZ/ZW, u jiných zase nehraje při určení pohlaví roli genetika, ale rozhodují podmínky během inkubace vajec (například u krokodýlů a mnohých želv). Některé druhy mohou dokonce své pohlaví v průběhu života změnit (například klauni očkátí, známé oranžovo-bílé korálové ryby vázané na mořské sasanky). Pojdme se nyní podívat, v jakém vztahu vlastně geny a pohlaví jsou a kde a jak mezi nimi vznikla těsnější vazba, jak ji známe u našeho vlastního druhu.

SPERMIE A VAJÍČKA

U obratlovců, ale třeba i u hmyzu převládá způsob určení pohlaví jedince genotypem, a to zejména specifickou kombinací pohlavních chromozomů vzniklou při oplození. U prvního, známějšího typu určení pohlaví, tzv. *Drosophila*, „rozhoduje“ o pohlaví samec,

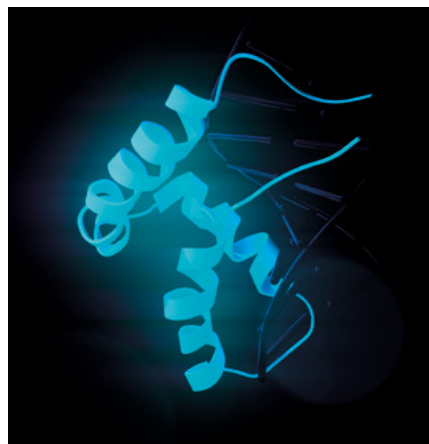
▶ **Protein kódovaný genem *Sry* spouští maskulinizaci organismu. Díky němu se dříve identické chromozomy vyvinuly ve vzájemně velmi odlišné pohlavní chromozomy X a Y.** *Zdroj Wikimedia Commons, autor AtikaAtikawa – vlastní dílo, CC BY-SA 4.0*

protože vajíčko může oplodnit spermie nesoucí chromozom X nebo Y. V prvním případě vzniká samice se dvěma kopiemi stejného pohlavního chromozomu XX (jeden je přenesený spermií, druhý je zděděný od matky). V druhém případě vznikne samec s pohlavními chromozomy XY. Tento typ určení pohlaví je běžný u savců a u hmyzu, můžeme ho však najít i u některých plazů, třeba leguánů.

U ptáků, ještěrek, varanů, většiny hadů a dalších linií najdeme určení typu *Abraxas*, kde se naopak tvoří dva typy vajíček, a o určení pohlaví tak „rozhoduje“ samice. Jeden typ vajíček nese chromozom W; z nich po oplození vznikají samice s genotypem ZW. Druhý typ nese chromozom Z a dává vznik samcům s genotypem ZZ (všechny spermie zde nesou chromozom Z).

OSUDOVÁ MUTACE

Ještě před zhruba 165 miliony lety, v období jury, byly savčí pohlavní chromozomy podle všeho „normálními“ chromozomy, tzv. autozomy (v klasické tělní buňce člověka je 22 párů autozomů a jeden pár pohlavních chromozomů). Poté, co se naše linie živorodých savců oddělila od ptakořitných (tuto linii už dnes reprezentují pouze ptakopysk a ježury), se u našeho předka na původním páru autozomů objevila



mutace, která dala vznik proslulému genu *Sry* („sex-determining region Y“ neboli pohlaví určující oblast Y). Jeho přítomnost, tedy přesněji exprese (tj. proces, v průběhu kterého je genetická informace převedena do bílkovinné nebo jiné funkční struktury), v těle organismu spouští kaskádu změn vedoucích od původně nespecifické pohlavní žlázy (gonády) k funkčním varlatům.

Bez působení genu *Sry* produkuje pohlavní žláza hormony, především estrogen, které spolu s dalšími látkami vedou k feminizaci gonády i dalších orgánů a u jedince se vyvinou vaječníky. U budoucích samců je situace o něco komplikovanější. Gen *Sry* ponouká gen *Sox9* (sedící na jiném chromozomu) k větší výrobě jím kódovaného proteinu. Více proteinu *Sox9* vede k maskulinizaci vyvíjející se gonády. Dochází k expresi mnoha dalších genů nutných k vývinu a fungování varlat, spouští se produkce samčích pohlavních hormonů (androgenů), jako je testosteron, a dalších látek vedoucích k vymizení vejcovodů a dalším změnám (posamčení vnějších genitálií, mozku a dalších orgánů). Chromozom nesoucí gen *Sry* tedy označujeme jako samčí chromozom Y a jeho partnera, majícího původní nepozměněnou kopii genu, označujeme jako samičí chromozom X.

CHROMOZOMOVÁ SPECIALIZACE

V rámci páru si chromozomy mezi sebou vyměňují genetický materiál (dochází k odštěpení části DNA a její výměně za odpovídající úsek na druhém chromozomu v páru). Chromozomy X a Y si však postupně přestaly genetickou informaci vyměňovat (tzv. rekombinovat) na stále větším a větším úseku kolem genu *Sry* (dnes si lidské X a Y vyměňují genetickou informaci jen ve dvou malých úsecích na svých koncích). Z původně velmi podobných chromozomů se tak staly dva velmi odlišné.

Chromozom Y v souvislosti se ztrátou rekombinace postupně přišel o funkční geny, a je proto výrazně menší než chromozom X (u lidí má asi jen 50 genů kódujících protein, zatímco na chromozomu X jich najdeme kolem 800–1000). Chromozom Y se tak stal specializovaným samčím chromozomem – neslouží jen k determinaci pohlaví, ale jsou na něm i geny nutné třeba ke spermatogenezi (ty samice nepotřebují) a geny, u kterých se nedá žít pouze s jednou kopií (selekce udržuje funkční kopie takových genů i na chromozomu Y).

Vzhledem k tomu, že samčí pohlaví má chromozomy X a Y a samičí dva chromozomy X, je u samců většina genů ležících na chromozomu X přítomná jen v jedné kopii, ale u samic ve dvou. Tento nepoměr je vyřešen zajímavým trikem – jedna kopie chromozomu X je u samic umlčena. Samice tak zpravidla vyrábějí proteiny jen podle jedné z nich (samice vačnatců si například vždy umlčují chromozom X zděděný od otce; u placentálů

► **Při vysokých a nízkých inkubačních teplotách se u většiny druhů krokodýlů líhnou výhradně samice, samci se líhnou v úzkém teplotním rozmezí ve středních teplotách.** *Foto Shutterstock.com*

může být u některých buněk neaktivní jedna kopie chromozomu X a u jiných naopak ta druhá).

ZA HRANICEMI XY A XX

Ani přítomnost genu *Sry* však nestačí k vytvoření plně funkčního samce. Savci s genem *Sry* přeneseným na jiných chromozom (takový genotyp označujeme jako *Sry*-pozitivní XX) tak sice mají maskulinizovanou gonádu – podle vzhledu bychom je označili jako samce, ale nejsou plodní. Chybí jim těch pár genů z Y nutných pro zdravé samčí fungování. Jedincům, kteří mají mutaci v genu *Sry* nebo u kterých *Sry* na chromozomu Y chybí (genotyp *Sry*-negativní XY), se vyvíjejí malé nefunkční gonády, ale mají dělohu a vejcovod. Je tedy zřejmé, že gonadální pohlaví



až tolik nekoresponduje s pohlavními chromozomy, ale spíš s funkčním či nefunkčním genem *Sry*.

Existují savci, u kterých byly objeveny plodné samice s chromozomem Y – nejlíp prozkoumané jsou drobné africké myši *Mus minutoides*. Tyto myši mají odvozený chromozom (vznikl přeměnou původního chromozomu X, a proto se označuje X*), který nějak vyřadí normální funkci *Sry*. Jedinci myši s genotypy XX, XX* a X*Y jsou plodné samice, jen XY jedinci jsou samci. Opět tedy platí, že mít chromozom Y, tentokrát dokonce s funkčním *Sry*, nestačí k tomu, být samcem.

◀ **Některé samice drobných afrických myši *Mus minutoides* mohou mít chromozom Y, pokud mají chromozom X*. Ten totiž dokáže vyřadit funkci genu *Sry*.** *Zdroj Wikimedia Commons, autor By Alouise Lynch – vlastní dílo, CC BY-SA 4.0*





chromozomu navíc nemusejí vůbec vědět), XXX (zpravidla plodné ženy) a další kombinace.

NEKONČÍCÍ ZMATKY

Pohlaví může být určeno také podmínkami okolního prostředí. Už jsme zmínili, že samci a samice krokodýlů a mnohých druhů želv mají naprosto stejný genom a pro vznik jednoho či druhého pohlaví je určující teplota, ve které jsou inkubována vejce. Ještě větší chaos může nastat u některých kostnatých ryb (třeba zebříček), obojživelníků (skokana hnědého) a plazů (agamy vousaté), kde vliv prostředí, zejména extrémní teplota, může vést k vývinu opačného typu gonády, než nařizuje genotyp. U těchto skupin živočichů tak běžně můžeme najít plodné samce s chromozomy XX či ZW nebo samice s chromozomy ZZ, aniž by došlo k jakémukoliv mutaci.

Jak vidno, lze mít odlišné pohlavní chromozomy a gonadální pohlaví – můžeme se setkat s lidmi s pohlavními

chromozomy XY a dělohou i s pohlavními chromozomy XX a varlaty. Tam, kde je z nějakého důvodu potřeba či vůle striktně držet binární rozlišení na muže a ženy (hlavně ve sportu, v ČR dosud i v občanském průkazu, ale nedávná debata v parlamentu ukazuje, že toto se může v budoucnosti změnit), si biologie někdy neví rady.

Těžko se hledají nějaká jednoznačná kritéria, kdo ještě může být považovaný za příslušníka daného pohlaví a může „nastoupit za ženy“ – vzpomeňme na mediálně hojně diskutované běžkyně s „mužskými“ hladinami androgenů. A to ještě nebyla řeč o tom, že ve vzácných případech může být gonáda opravdu nerozlišená či nerozlišitelná (intersexuální). A samozřejmě ještě úplně jinou otázkou je, jak se lidští jedinci cítí. To už ale s gonádou nemusí souviset vůbec a naše společnost se to ještě pořád učí vstřebat a akceptovat. ●

Při rozchodu spojeném s tvorbou spermií a vajíček dochází u lidí k většímu počtu abnormalit než u rozchodu ostatních chromozomů. Patrně se jedná o důsledek pozměnění chromozomů X a Y (liší se od sebe tvarem, velikostí a složením většiny sekvencí). Projevy abnormálního rozdělení pohlavních chromozomů (oproti abnormalitám na nepohlavních chromozomech) naštěstí nebývají překážkou pro život a normální fungování jedince. Můžeme tedy najít lidi s genotypem XO (neplodné ženy, tzv. Turnerův syndrom), XXY (neplodní muži, tzv. Klinefelterův syndrom), XYY (plodní muži, kteří o svém

► Složitosti se, pokud jde o pohlaví, nevyhýbají ani člověku. Někdy je velmi obtížné stanovit jasný rozdíl mezi mužem a ženou, což dělá těžkou hlavu třeba sportovním organizátorům.

Zdroj Shutterstock.com

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE EKOLOGIE





Na křídlech lásky

Svrázným žánrem pohlavního výběru jsou taneční kreace některých druhů ptáků

PETER MIKULA

Pohlavní ornamenty jsou zásadní signály v interakcích mezi příslušníky opačného, ale i stejného pohlaví. Díky tomu, že jsou nákladné na produkci a jedinci ve špatné kondici si je nemohou dovolit, slouží jako čestné indikátory kvality jednotlivce. Každý živočišný druh je přitom zpravidla obdařen několika typy ornamentů. Asi každému přírodovědci přijdou hned zkraje na mysl impozantní rohy některých kopytníků a brouků, extravagantně prodloužené ocasy a nezřídka dechberoucí zbarvení ryb a ptáků anebo nezaměnitelný ptačí zpěv.

I tento krátký přehled ukazuje, že nám, lidem, jsou většinou blízké ornamenty spjaté s tvarem, zbarvením a velikostí těla, případně se zvukovými projevy živočichů.

VÁBIVÁ AKROBACIE

Další skupiny ornamentů, včetně chování a gest (při nichž je sdělení předáváno prostřednictvím pohybů těla), jsou doposud poměrně (a poněkud nespravedlivě) opomíjeny. Přitom ritualizované chování v průběhu dvoření zajímá přírodovědce již od pradávna. Jedním

z těch nejpozoruhodnějších fenoménů je vzdušná akrobacie, která je výraznou součástí pohlavního chování mnoha skupin létajících živočichů, včetně netopýrů či hmyzu. Nejlépe popsaná je však u ptáků.

Charles Darwin si například ve svém monumentálním díle *O původu člověka* poznamenal, že „samci se někdy dvoří tancem nebo fantastickými kousky na zemi nebo ve vzduchu“, na jiném místě zase, že „tucet nebo více samců rajek ve svatebním šatu se shromáždí na stromě

◀ **Jeřábi kanadští (*Grus canadensis*) jsou proslulí propracovanou řečí těla. Ta má velký význam při ochraně teritoria anebo pro vytvoření a udržování vazby v rámci páru.** Foto Shutterstock.com

a pořádají zde taneční zábavu, jak to nazývají domorodci; a když zde poletují, zvedají křídla nadnášející jejich nádherné peří a vibrují jimi a zdá se..., že celý strom je plný vlajícího peří". Vzdušná akrobacie je napříč ptačími druhy úžasně variabilní, od jednoduchých skoků až po energické a hodiny trvající akrobatické lety.

UPOUTAT A ODRADIT

Proč toto chování vzniklo a co jeho protagonisty spojuje? Odpověď na první část otázky je poměrně přímočará – účelem je upoutání pozornosti jedinců opačného pohlaví nebo odrazení konkurentů stejného pohlaví. Není těžké si představit, že obratný sameček je žádaným artiklem, protože může být lepším lovcem anebo šikovněji unikat predátorům než jeho soused nemotora.

S druhou částí otázky je to poněkud složitější. Evoluce vzdušných projevů ptáků mohla být ovlivněna například prostředím. Vzdušná akrobacie v lesním prostředí je poměrně nepraktická – téměř nikdo vás nevidí a hrozí, že narazíte do nějaké větve. Proto bychom ji mohli očekávat především u druhů v otevřených biotopech. Energetická náročnost tohoto chování by zase mohla vést k adaptacím, které snižují produkční náklady, včetně zmenšení velikosti

▶ **Rybáci jsou skvělí letci. Některé druhy jako rybák dlouhoocasý (*Sterna paradisaea*) každoročně podnikají jednu z vůbec nejdelších migrací v živočišné říši. Nedílnou součástí jejich námluv je předvádění ve vzduchu.** Foto Shutterstock.com

těla nebo prodloužení křídel. Předvádění v letu by také mohlo zvýrazňovat další sexuální signály, včetně barevných ornamentů nebo zpěvu.

VELKÉ JEVIŠTĚ

Skutečně se ukazuje, že druhy, jejichž samci se předvádějí v letu, obývají spíše otevřené než uzavřené prostředí. Tančící a poskakující dropi a jeřábi jsou spíše doménou stepí, polopouští a mokřadů než deštých pralesů. Samčí akrobaté jsou často také polygynní (samci se páří s více samicemi), což je tradičně považováno za znak silného pohlavního výběru. Samci některých druhů bahňáků a dravců dotáhli svá vzdušná představení až do extrémních podob. V průběhu evoluce za to zaplatili zmenšením vlastní velikosti těla a ve výsledku jsou menší než samice stejného druhu (tzv. obrácený pohlavní dimorfismus).

Opeření samců některých akrobatických druhů je navíc ozdobnější než u samic příbuzných druhů lákajících samičky nebo bojujících proti sobě výhradně na zemi. Úplně nejzásadnějším a zároveň nejintuitivnějším poznávacím znakem vzdušných akrobatů je ale fakt, že jsou to výborní letci, migrují na velké vzdá-

lenosti a hnízdí ve vyšších zeměpisných šířkách, tedy blíž k pólům a dále od rovníku. V našich končinách narazíte na poletujícího samečka bramborníčka, pěnice anebo skřivana nepoměrně častěji než v tropech. Vše tedy naznačuje to, že evoluce akrobatického vzdušného předvádění ptáků je výsledkem působení jak pohlavního, tak i přírodního výběru.

Stále ale zůstává nezodpovězeno mnoho otázek týkajících se směru evoluce těchto vztahů. Kupříkladu, objevily se nejdříve barevné ornamenty a vzdušná akrobacie se přidala až později, aby zvýraznila předvádění těchto ornamentů? Anebo to bylo opačně? Úplně nerozumíme ani specifické funkce akrobatického předvádění napříč různými druhy ptáků. Využívají vzdušnou akrobacii i samice alespoň některých druhů? Dlouho se například předpokládalo, že zpěv je typicky samčím fenoménem, nedávné studie samičího zpěvu ale tuto zavedenou představu zbořily (o tom se více dočtete v článku na straně 18). A nakonec, jaká je situace u ostatních živočichů se schopností letu? Doufejme, že tyto otázky zodpovědí budoucí studie. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA ÚSTAVU BIOLOGIE OBRATLOVCŮ AV ČR



Okem neviditelný, a přesto reálný

Pohlavní výběr u rostlin je dosud málo probádanou oblastí botaniky

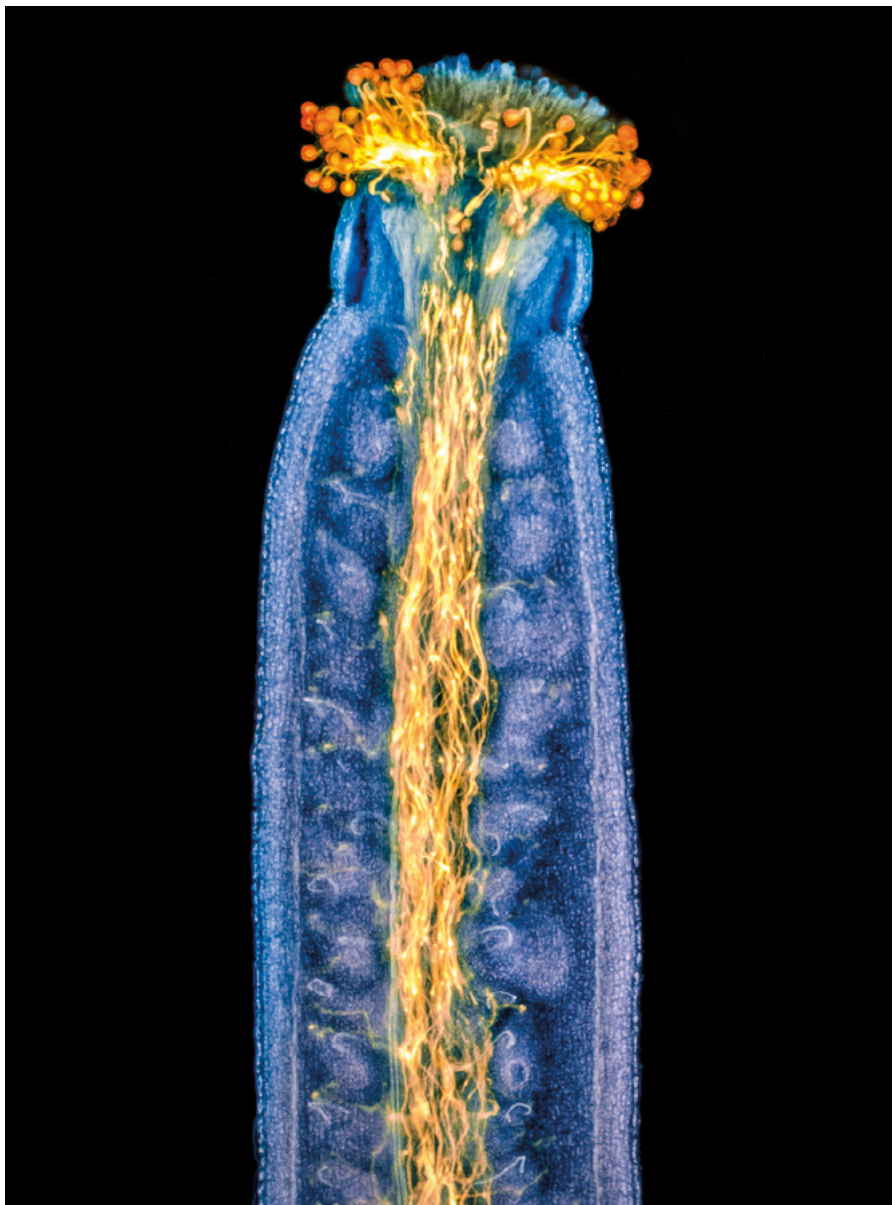
CLÉMENT LAFON PLACETTE

Jak bychom si měli správně představit samce nebo samice? A jakým způsobem by se to které pohlaví mělo chovat? I když jsme byli dlouhou dobu přesvědčení, že pro náš vlastní druh odpověď známe, tradiční definicí muže a ženy v posledních letech do značné míry otřásají například diskuze o genderových rolích nebo existence nebinární identity. Můžeme se tedy vůbec někdy dobrat toho, jak je to s rolemi pohlaví u rostlin?

Zjevně nepůjde o lehký úkol. Pokud ovšem chceme v širších souvislostech pochopit, co je vlastně sex, jak k němu v přírodě dochází nebo jaký má vliv na rozmanitost života na Zemi, nemůžeme se spoléhat pouze na studium pohlavního rozmnožování u organismů, které jsou nám evolučně bližší, a u kterých si tedy dokážeme celkem intuitivně představit, jak celý proces funguje. Jinak nám hrozí, že náš pohled na pohlavní rozmnožování u skupin ze vzdálenějších větví pomyslného stromu života bude silně zkreslený našimi vlastními (antropocentrickými) představami.

BYSTRÝ ZAHRADNÍK

Po většinu historie lidstva jsme ani neuvažovali o tom, že by u rostlin mohlo docházet k pohlavnímu procesu nebo že by rostliny mohly disponovat samčím a samičím pohlavím. Museli jsme si počkat až do roku 1717, kdy si zahradník Thomas Fairchild uvědomil, že tyčinky uvnitř květu, produkující pyl, by mohly být samčím pohlavním orgánem, zatímco pestík orgánem samičím. A že po zprostředkování jejich vzájemného kontaktu je možné získat semena, která obsahují rostlinné embryo – produkt oplození.



▲ Fluorescenčně značené pylové láčky prorůstající pletivy pestíku. Uvnitř samčích pletiv pestíku (modře) jsou patrná vajíčka, ve kterých dochází k oplození (tj. splynutí spermatické buňky s vaječnou buňkou), a následně se postupně mění na semena. Protože pylové láčky při svém růstu částečně spoléhají i na zásoby ze samičích pletiv, dává to samičím možnost vybrat si, které láčky budou podporovat a které nikoliv.

Foto Jan Martínek

Jeho nápad přinesl úspěch – křížením dvou druhů hvozdíků vytvořil první umělý hybrid rostlin, někdy přezdívaný „Fairchildova mula“. Spolu s objevem pohlaví u rostlin tak zároveň došlo i k převratu v rostlinném šlechtění. Dříve totiž lidé ani neuvažovali o možnosti cíleného křížení rostlin, místo toho jen v přírodě hledali spontánně vzniklé variety a křížence. Pro srovnání: už ve starověku se vědělo o rozmnožování zvířat dost na to, aby vznikly muly (kříženci mezi klisnou a oslem).

PEČLIVÝ VÝBĚR

Existenci pohlaví u rostlin dnes již nikdo nepochybně, otazníky však visí nad fenomény, které u živočichů pokládáme za samozřejmé – například pohlavní výběr. Jde o evoluční proces, který již před 150 lety popsal Charles Darwin – zatímco samci mezi sebou soutěží o příležitost spářit se se samicí (někdy je to ale naopak), samice si vybírají adekvátního partnera. A protože do tvorby a případně i následné výchovy potomstva investují více energie, je pro ně z evolučního hlediska výhodné tento výběr nepodcenit.

To má značný vliv na to, jak vypadají samci a samice nejrůznějších druhů (vzpomeňme na pávy, souboje jeleních samců nebo námluvní tance rajek), ale

také na biodiverzitu živočichů obecně, neboť se předpokládá, že pohlavní výběr podporuje vznik a udržení nových druhů. Pohlavní výběr se však u živočichů neomezuje jen na dobře známé a „nepřehlédnutelné“ příklady, můžeme se s ním setkat i třeba i u octomilek, brouků nebo švábů.

NEJEN ZVÍŘATA

Pokud jde o rostliny, měla ještě před 20–30 lety vědecká komunita potíže vůbec jen uvažovat o možnosti působení pohlavního výběru. Neochota pramenila hlavně z toho, že většina rostlinných druhů jsou hermafroditi, a každý jedinec má tedy vyvinuté jak samčí, tak samičí pohlavní orgány. U rostlin zkrátka nejsou pohlaví jasně oddělena. K tomu přispívá i fakt, že pohlavní styk se u rostlin na první pohled vůbec nepodobá tomu, co známe od živočichů – nedochází tu k žádným námluvám ani pářicím rituálům. Při pohledu pouhým okem se tak zdá, že se toho při pohlavním rozmnožování u rostlin mnoho neděje.

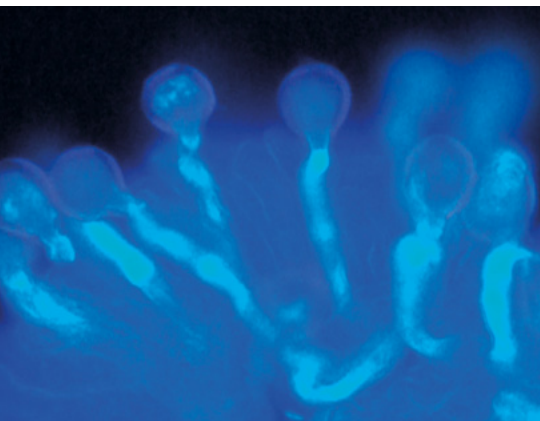
Díky průkopnickým myšlenkám a experimentům vědců, jako je Mary Wilsonová, dnes už naštěstí víme, že pohlavní výběr probíhá i u rostlin. Samotná skutečnost, že samčí a samičí pohlavní orgány obvykle nese tentýž jedinec, nijak

nebrání tomu, aby se samčí a samičí funkce vyvíjely nezávisle. I když u rostlin nemůžeme pozorovat žádné námluvní chování v klasickém smyslu, samci mezi sebou přesto soupeří o příležitost ke spáření. Toto soupeření samců je nejvíce patrné poté, co jsou pylová zrna (obvykle alespoň několika různých) samčích rodičů přenesena na pestík samičího rodiče, a kdy mezi sebou klíčí pylové láčky soupeří podobně jako spermie u živočichů.

UNIVERZÁLNÍ PROCES?

Možná ještě překvapivější je, že samice si zřejmě může i vybírat konkrétní partnery k reprodukci tím, že upřednostní růst vybraných pylových láček uvnitř pletiv pestíku. V této souvislosti se nabízí celá řada otázek: Můžeme najít analogie mezi souboji samců u zvířat a konkurencí pylových zrn? Má pohlavní výběr podstatný vliv na podobu samčích a samičích znaků u rostlin? Vede pohlavní výběr v delším časovém horizontu také k vyšší biodiverzitě rostlin, jako je tomu u živočichů? A konečně, můžeme z toho usuzovat, že pohlavní výběr je ve skutečnosti univerzální proces, který se ve více či méně nápadné podobě projevuje u organizmů napříč všemi evolučními liniemi života?

Odpověď na ně se současnými znalostmi bohužel ještě nedokážeme. Jednoduše proto, že studiu pohlavního výběru u rostlin doposud nebylo věnováno příliš mnoho vědeckého úsilí. Výzkumný tým z laboratoře evoluce reprodukce rostlin na Přírodovědecké fakultě UK, jehož vedoucím je autor tohoto textu, je jedním z hrstky týmů na světě, které se tímto tématem v současnosti aktivně zabývají. Přesto je možné, že alespoň na některé z výše uvedených otázek budeme již brzy znát uspokojivou odpověď. ●



◀ **Pylové láčky klíčí na blizně pestíku. Tato situace připomíná souboj spermií u savců, kdy spolu samčí pohlavní buňky vzájemně soupeří o oplození vajíčka. Počet pylových zrn uložených na blizně během opakovaných návštěv opylovačů (nebo třeba činností větru) bývá podstatně vyšší, než je počet dostupných vajíček (a vaječných buněk) v semeníku. Pohlavní (spermatické) buňky některých samců tak nebudou mít možnost uplatnit se při oplození a to povede ke konkurenci mezi samci.** Foto Jan Pinc

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE BOTANIKY

Nosorožci druhu *Megasoma elephas* patří mezi největší brouky na světě – největší samci mohou dorůstat až 14 cm, čímž konkurují svoji velikostí i tesaříkům titánům obrovským (*Titanus giganteus*), svoji hmotností však tesaříky výrazně převyšují. Foto Petr Šípek



Ozbrojenci a mnohorožci

Sexuální dimorfismus u vrubounovitých brouků

DAVID SOMMER, PETR ŠÍPEK

Pohlavní dvojtvárnost neboli sexuální dimorfismus je v živočišné říši celkem běžný jev. Zjednodušeně to znamená, že u konkrétního druhu vypadá samec jinak než samice. Samci se od samic mohou lišit v mnoha ohledech – například zbarvením, velikostí nebo tvarem těla či různě vyvinutými strukturami, jako jsou tykadla, nohy, výrůstky na různých částech těla apod. Podoba a míra sexuálního dimorfismu jsou do značné míry určeny životní strategií daného druhu a způsobem volby partnera. V rámci hmyzu existuje řada skupin, u kterých

nalezneme sexuální dimorfismus. Jednou z nich jsou vrubounovití brouci (nadčeleď Scarabaeoidea).

DAVID A GOLIÁŠ

Jedním z nejčastějších rozdílů mezi pohlavími je velikost. Samci jsou většinou z biologického pohledu „pouhými“ přenašeči genů, zatímco samice investují velké množství energie do tvorby vajíček, a proto jsou v některých případech výrazně větší a těžší než samci. Například u řady druhů chroustů (podčeleď Melolonthinae) poznáme

samičku dle velikosti na první pohled. Pokud však u konkrétního druhu samci o samice bojují nebo si samice vybírají samce na základě přítomnosti nějakého (pohlavního) znaku, lze očekávat, že větším pohlavím budou naopak samci. Typickými zástupci, u kterých jsou samci větší než samice, jsou roháčovití (čeleď Lucanidae).

SEXUÁLNÍ DICHROISMUS

Vrubounovití brouci obecně nepatří ke skupinám, u kterých by se samci a samice barevně odlišovali, jako je

tomu například u denních motýlů, ale i zde nalezneme rozdíly ve zbarvení opačného pohlaví. Tomuto jevu odborně říkáme sexuální dichroismus. Bývá pravidlem, že samci jsou výraznější, lesklejší či barevnější než samice. Výrazněji zbarvený samec má vyšší šanci uspět u samic při námluvách. Odlišné zbarvení v rámci pohlaví je u vrubounovitých brouků poměrně velmi vzácné a u pohlavního výběru pravděpodobně nehraje větší roli. Nalezneme jej u některých zlatohlávků (podčeď Cetoninae), např. *Porphyronota variegata*, nebo nosorožků (podčeď Dynastinae), např. *Dynastes hercules* nebo *Megasoma elephas*.

VĚJÍŘ NEBO PALIČKA

Rozdíly v pohlaví se často projevují na různých strukturách. U vrubounovitých jsou krásným příkladem tykadla. Zatímco u většiny samic je tykadlo složeno z několika obdobně vypadajících článků, u samců je tomu mnohdy jinak. Typickým představitelem může být náš chroust mlynařík (*Polyphylla fullo*). Samci mají tykadla opatřena nápadnými vějíři lamel,



▲ Dlouhonožci *Cheirotonus peracanus* obývají pralesy jihovýchodní Asie. Setkání s těmito dlouhonožními velikány je poměrně vzácné, jelikož ke svému životu vyžadují staré velké stromy, kterých je v pralesích jihovýchodní Asie bohužel stále méně.

Foto Petr Šípek

na kterých je umístěno velké množství chemoreceptorů. Ty slouží k lokalizaci samičích feromonů, kterými samice láká samce k páření. Samice naproti tomu mají tykadla zakončená pouze malou paličkou. Tento jev je u chroustů (podčeď Melolonthinae) poměrně široce rozšířený, i když tvar a rozdílnost tykadel se u různých skupin liší.

DLOUHONOŽCI

Další struktury, které bývají u hmyzu kvůli uzpůsobení k rozličným činnostem tvarově přeměněny, jsou končetiny. Podčeď Euchirinae má přiléhavý český název dlouhonožcovití. Pohlavní výběr a selekce u jejích zástupců docílily významných morfologických změn předních končetin, které se výrazně prodloužily, a navíc jsou také většinou opatřené různými výstupky a trny. Jejich modifikace slouží samcům k soubojům o samice a při páření. Nejbližší žijícím zástupcem je dlouhonožec *Propomacrus bimucronatus*, vyskytující se například na Balkáně. Dlouhonožci jsou extrémním příkladem, nicméně i u řady druhů zlatohlávků (podčeď Cetoninae), nosorožků (podčeď Dynastinae) nebo chroustů (podčeď Melolonthinae) se můžeme u samců setkat s prodloužením předních končetin oproti samicím.

KUSADLA A ROHY

Roháči (čeď Lucanidae) a nosorožci (podčeď Dynastinae) patří mezi nejznámější a nejobdivovanější zástupce vrubounovitých brouků. Může za to právě sexuální dimorfismus. U roháčů kusadla samců připomínají mohutná paroží jelenů, nosorožce a nosorožka zase spojuje mohutný roh na hlavě. Některé druhy nosorožků mají navíc tvarově modifikovaný štít, který často nese i další rohy a výrůstky. Avšak nejen zástupci roháčů a nosorožků se mohou pochlubit těmito ozdobami. Celá řada chrobáků (čeď Geotrupidae), cibulo-



▲ Chroust mlynařík (*Polyphylla fullo*) je u nás vzácný, setkat se s ním můžeme pouze za teplých letních večerů na suchých písčitéch biotopech. Má rád spíše otevřená prostranství, bohužel většinu těchto biotopů dnes pokrývají příliš husté borové lesy, které mu nesvědčí. Foto Petr Šípek

ročů (čeď Bolboceratidae), zlatohlávků (podčeď Cetoninae) nebo vrubounů (podčeď Scarabaeinae) také na svém těle disponuje plejádou roztodivných výrůstků. Podoba, počet a tvary těchto struktur jsou napříč vrubounovitými brouky velmi rozličné. Účel je však vždy stejný – jedná se o zbraně využívané k boji o samičky.

LARVA NEBO DOSPĚLEC

Extrémním případem rozdílnosti pohlaví jsou fyzogastrické samice. Tento vzácný jev je znám i u vrubounovitých brouků, konkrétně u zástupců rodu *Pachypus* (podčeď Melolonthinae). Samice jsou v dospělosti běžně podobné larvám a nemají vyvinutá křídla. Žijí skrytým způsobem života zahrabané v podzemních norách, které nikdy neopouštějí. Samci jsou naproti tomu okřídlení a vypadají jako „klasičtí brouci“. Pokud bychom je chtěli spatřit, museli bychom se vydat například do Itálie. ●

AUTOŘI PŮSOBÍ NA KATEDŘE ZOOLOGIE



Samičí zpěv – přehlížený fenomén?

Zvukové projevy ptačích sameček si říkají o pozornost ornitologů

TEREZA PETRUSKOVÁ

Jaro je tady a za chvíli nás začne za svítání budit ptačí zpěv. Kdo bydlí poblíž lesa či parku, ví, že takový ranní chór je pěkný rámus. Samečci se „přezpívávají“ jeden přes druhého a vyhrožují tak sokům, ať je ani nenapadne přiblížit se k jejich území, naopak samičky tímto způsobem lákají do svých teritorií.

OBRANNÉ DUETY

Takto byl alespoň ptačí zpěv po dlouhou dobu vnímán – jako výhradní doména samců. Až s počátkem detailnějšího výzkumu v tropech se ukázalo, že v těchto končinách samičky mnoha druhů také zpívají. Zpěv samic zde dává smysl, neboť páry spolu často zůstávají

po celý život a teritorium si obhájí celoročně. Samičí zpěv má přitom úplně stejné hlavní funkce, jaké byly již dávno předtím odhaleny a otestovány u samečků mírného pásu – pomoc při obraně území a vyhánění konkurenčních samečků.

Pro samičku, které zahyne partner, je poměrně zásadní, aby spolu s ním neztratila i teritorium. Díky zpěvu je může nejen ubránit, ale i přilákat nového partnera. To, jak samice zpívají, závisí na konkrétním druhu. U některých je zpěv naprosto nezávislý na partnerovi, jindy mohou se samečkem tvořit volné duety. Naprosto neuvěřitelně znějí

člověku koordinované duety, kdy je skoro nemožné poznat, že zpívají dva jedinci. Naprostou synchronizaci při zpěvu můžeme sledovat například u střízlíků střeadoamerických (*Cantorchilus modestus*), kde po frázi samičky vždy okamžitě naváže svou slabiku sameček.

UTAJENÉ PĚVKYNĚ

Opusťme ale tropy a podívejme se, jak je to s tímto jevem u nás, v severním mírném pásu. Zde stále převažuje názor, že v hnízdním období zpívají hlavně samci. Jenže... U mnoha našich druhů není možné od sebe na dálku pohlaví odlišit. Proto je dost možné, že kvůli definici kruhem – „v mírném pásu zpívají v době

◀ **Zpívající sameček slavíka modráčka tundrového (*Luscinia svecica svecica*).** Samička nemá výrazný rezavý pruh na hrudi a hvězda v modré skvrně bývá spíše narůžovělá až bílá. Foto Shutterstock.com

rozmnožování samci, tudíž jedinec, který tou dobou zpívá, musí být samec – je zpěv samic u nás jednoduše přehlížen. Důkazem toho by mohla být studie z loňského roku, kdy byl zpěv samic nahrán a prozkoumán u jednoho z nejvíce studovaných druhů našich běžných pěvců – sýkory modřínky (*Cyanistes caeruleus*).

Toho, že samičky modřínek zpívají, si během nahrávání samců všiml magisterský student, který měl jedince značené unikátními kombinacemi barevných kroužků. Ukázalo se, že samičky se sice nepřipojují k ranním chórům samců, ale jinak zpívají jen o něco jednodušší zpěvy podobající se zpěvu jejich samečka, a to zejména při obahjobě teritoria, ať už společně s partnerem, nebo samostatně. Sýkora modřínka se tak přiřadila k těm několika málo druhům ze severního mírného pásu, u nichž byl u samic prokázán zpěv.

ZPÍVAT UMÍ

Těch dalších není mnoho. Poměrně dlouho se ví, že v zimě si zpěvem hájí svá potravní teritoria nejen samci, ale i samice červenky obecné (*Erithacus rubecula*). Uslyšíte-li tedy v zimních měsících krásný lehce zastřený zpěv, nemůžete si být jisti, kdo z nich zpívá. Zpěv samečků je dobře známý i u pěvušky podhorní

▶ **Duet strízlíka středoamerického – samečci mají unikátní začátky zpěvu, na které naváže samička svou slabikou, sameček se připojí a dále se oba plynule střídají.** Zdroj: Cuthbert, J. L., & Memill, D. J. (2007). *The duetting behavior of Pacific coast Plain Wrens.*

(*Prunella collaris*). Ty se často vyskytují ve skupinách, kde mohou být až čtyři samci a čtyři samice. Obývají vyšší nadmořské výšky, u nás se s nimi vzácně setkáme například v nejvyšších partiích Krkonoš, kde není mnoho potravy a pěvušky krmí svá mláďata třeba i malinkými chvostokoky. Každá samička se proto snaží spářit se všemi samci ve skupině, aby si zajistila následnou pomoc při krmení mláďat. O přízeň samců ve skupině se ucházejí mimo jiné i zpěvem.

Tímto jsme však vyčerpali případy z našich končin, kde je zpěv opravdu do nějaké míry prozkoumán. U mnoha dalších druhů bylo laboratorně prokázáno, že samice schopné zpěvu jsou. Poté, co jim byla uměle zvýšena hladina testosteronu, produkovaly zpěvy více či méně podobné samcům. Samozřejmě to nic nevyovídá o tom, zda v přírodě skutečně zpívají, nebo ne.

NÁHODNÉ OBJEVY

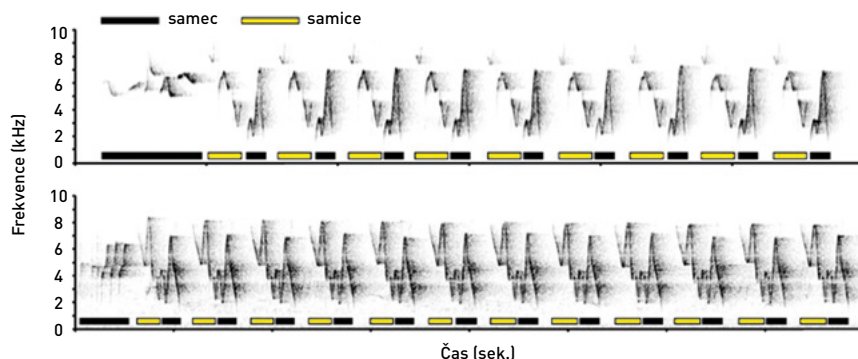
V přirozeném prostředí dochází u temperátních druhů k odhalení samičího zpěvu spíše náhodou. Takto jsme si například s kolegy všimli zpěvu samiček slavíka modráčka tundrového (*Luscinia svecica svecica*) během intenzivního výzkumu dnes již téměř vymizelé malé izolované populace z krkonošských rašelinišť. U tohoto překrásného druhu lze totiž samičky snadno odlišit podle zbarvení. K našemu překvapení jsme

párkrát vyprovokovali samičku ke zpěvu tím, že jsme jí zjevně vadili v teritoriu a její partner byl v té době v nedohlednu.

Že nás nešálil zrak ani sluch nám později potvrdili kolegové z Norska, kde je tento poddruh velmi hojný, a ochotně nám poskytli nahrávky zpěvu několika tamních samiček. Analýzy ukázaly, že zpěv se příliš neliší od zpěvu samečků. Samci modráčků však zjevně rozdíl slyšeli, neboť jsme samičí zpěv s úspěchem používali pro odchyt samců již dříve odchycených za pomoci nahrávky samčího zpěvu. Tito „mazáci“ si nepříjemný „odchyt na playback“ dobře pamatují a příště se reproduktoru i síti zdaleka vyhnou. Nahrávce samičího zpěvu však neodolali a za pomoci nahrávky je bylo možné odchytil i podruhé.

Zatím poslední druh, kde nás zpěv samic překvapil, je linduška úhorní (*Anthus campestris*). Pohlaví zde odlišit nelze, ale díky unikátním kroužkům moji kolegové odhalili, že samičky tohoto druhu zpívají též. Jejich zpěvy od samců neodlišíme nejen my, ale ani sofistikovaný program. A aby to nebylo jednoduché, zpívají jen některé samice a jen při krmení starších mláďat. Co je k tomu vede, to zatím nevíme. Takže, jaro je tu, mějte oči otevřené a uši nastražené, kdoví, třeba odhalíte zpívající kosici nebo paní rehkovou... ●

AUTORKA PŮSOBÍ NA KATEDŘE EKOLOGIE





Hledá se partner

Strategie páření mohou být u některých druhů opravdu pozoruhodné

VERONIKA RUDOLFOVÁ, IVETA ŠTOLHOEROVÁ

Pokud se na hledání partnera podíváme optikou konfliktu mezi jedinci stejného pohlaví, dostaneme se do světa alternativních pářicích strategií. Tyto strategie nejsou v hledáčku vědy příliš dlouho, a přesto už byly zdokumentovány u více než sta druhů živočichů. Ve většině případů se jedná o druhy, kde samice investují do péče o potomstvo výrazně více než samci. Samci jsou proto pohlavím, které mezi sebou bojuje o přístup k partnerům, a tím pádem můžeme právě u samců pozorovat různé pářicí strategie a s nimi poměrně často spojené rozdílné morfortypy (odlišný vzhled).

VELCÍ VS. NENÁPADNÍ

Různé pářicí strategie mohou vznikat v důsledku variabilních ekologických

podmínek. Jeden z běžných afrických druhů hlodavců, myš čtyřpruhá, volí své strategie na základně populační hustoty. Klíčovým faktorem je zde prostorové rozmístění a dostupnost samic. Za nízkých populačních stavů jsou všichni samci neteritoriální a aktivně vyhledávají samice. Pokud se populační hustota zvýší, někteří samci se stanou teritoriálními a obhajují si jakýsi harém samic. A ve chvíli, kdy je populační hustota nejvyšší, zůstává část samců v rodném hnízdě a vůbec se nepáří. U myši čtyřpruhé tak můžeme najít jednu, dvě nebo hned tři alternativní pářicí strategie.

Odlišné pářicí strategie a morfortypy ale najdeme i případech, kdy za touto variabilitou nestojí žádná ekologická

příčina. V takových případech posuzuje jedinec svoje kvality oproti ostatním samcům a na základě toho volí svou taktiku. V přírodě je běžné, že mladí, malí a slabší samci volí alternativní strategie, které spočívají v nenápadném přikradení se k samici, která je zrovna na cestě za vyhlédnutým samcem.

Tato strategie je běžná u žab, kde je silná asymetrie pářicího úspěchu (velcí samci jsou mnohem úspěšnější než malí samci) a k vábení samic slouží kvákání, tedy takzvaný čestný signál. Čím větší samec, tím hlouběji může kvákat a tím je atraktivnější pro samice. U některých druhů žab tak najdeme velké samce, kteří aktivně lákají samice, a pak malé, takzvané satelitní

◀ **Jespák bojovný je klasickým příkladem alternativních pářících strategií – zbarvení svatebního šatu jasně ukazuje rozdílné strategie při získávání partnerky. Poměrně dlouho se nevědělo, že kromě těchto dvou výrazných typů existuje ještě třetí typ samců, kteří vypadají jako samice.** Foto Shutterstock.com

samce, kteří se snaží „ulovit“ samici ve chvíli, kdy míří k velkému kvákajícímu samci.

Jiným případem je dlouhodobá koexistence několika geneticky podmíněných strategií, kdy každý samec volí na celý život pouze jednu pářící (geneticky vrozenou) strategii bez ohledu na ostatní samce i okolní prostředí. Geneticky podmíněné pářící strategie si můžeme ukázat na jednom z nejznámějších příkladů, jespákoví bojovném, u kterého najdeme tři různé pářící strategie spojené s výraznými rozdíly v barvě peří. Pro pochopení rozdílů mezi jednotlivými strategiemi je nutné vysvětlit, že námluvy jespáků probíhají v takzvaném leku – samci se shromáždí na travnaté ploše, kde se předvádí a lákají tak samice k páření.

Nejčastější jsou takzvaní nezávislí samci (80–85 % jedinců v populaci) – velcí jedinci s tmavými límcí, kteří v rámci leku obhájí malé teritorium. O něco menší, satelitní samci (15–20 %) mají světlé límce a buď se v rámci leku pohybují samostatně, nebo se spojují do jakési koalice s nezávislým samcem. Poslední

▶ **Ploskozobec duhový je dalším druhem, u kterého dochází ke změně pohlaví. Oranžově zbarvená samice se po dosažení určité velikosti přemění na samce, který je zbarvený více do modra. Malá ryba mezi ploskozobci je zmiňovaný kněžík.** Foto Shutterstock.com

strategii (kolem 1 %) tvoří samci, kteří vypadají jako samice. Zatímco nezávislí samci mezi sebou soupeří o samice, satelitní a nenápadní samci vsadili na podobnou taktiku jako malí žabáci. Snaží se nenápadně spářit se samicí ve chvíli, kdy se připravuje k páření s nezávislým samcem.

TĚŽKÁ VOLBA HERMAFRODITŮ

Před důležitou volbou z hlediska rozmnožování ale stojí i řada hermafroditů. Jen část hermafroditů z živočišné říše je totiž schopná produkovat vajíčka i spermie najednou, zbytek naopak stojí před zásadním rozhodnutím, kdy přestat s produkcí jednoho, změnit své pohlaví a začít produkovat to druhé. Jejich volba je totiž nevratná – své pohlaví dokážou změnit jen jednou.

Známé mořské ryby klauni žijí v párech v sasankách. Sasanky rybkám poskytují bezpečný, ale prostorově poněkud omezený příbytek – víc než dvě dospělé ryby se do sasanky prostě nevejdou. Reprodukční úspěch je tak závislý na tom, kolik pohlavních buněk dokážou jedinci vyprodukovat. Vajíčka (tedy jikry) jsou na produkci energeticky náročnější, a větší jedinec v sasance je tedy

vždycky samice. Pokud samice uhyne, dosavadní samec téměř okamžitě začne s proměnou na samici. Pár s ním záhy vytvoří největší z okolních donedávna nedospělých samců. U klanů tedy všichni jedinci začínají jako samci a (pokud se toho dožijí) všichni se postupně promění v samice.

Opačně to probíhá u jiného druhu ryb, kněžíků dvoupruhých, kde si samci obhájí teritoria a shromažďují si kolem sebe harém samic. Kněžící se rodí jako samci nebo samice. Mladí, malí samci se snaží schovat v harému samic a nepozorovaně se s nějakou z nich pářit. Teprve starší, velcí samci jsou schopni obhájit si teritorium a vytvořit si harém. Pokud velký teritoriální samec uhyne, na jeho místo nastoupí další největší jedinec – ať už je to do té chvíle malý nenápadný samec, anebo největší ze samic, která se záhy promění v samce. Není se čemu divit, možnost najednou se rozmnožovat s řadou partnerů je totiž velmi výhodná. Proměna v teritoriálního samce tak probíhá v řádu pouhých několika hodin, a to i když jde o změnu samice v samce! ●

AUTORKY PŮSOBÍ NA KATEDŘE ZOOLOGIE



Žijí ženy všude déle?

Regionální podobnosti a odlišnosti v délce života mužů a žen

KLÁRA HULÍKOVÁ

Populace, populační vývoj nebo změny ve společnosti jsou tématy stále aktuálními a přitahují naši pozornost. Demografie jako obor stojící na pomezí společenských a přírodních věd nám umožňuje právě do těchto témat pronikat. Co vidí demografové, když se podívají na společnost, ve které žijeme, na populaci světa nebo jednotlivých kontinentů? A co jim pomáhá s odhalováním případných zákonitostí populačního vývoje? Jednou ze základních vlastností populace, od kterých se demografická práce odráží, je její struktura.

DVA ZÁKLADNÍ PARAMETRY

Struktura populace je vnitřní rozdělení společnosti na menší části (subpopulace), což umožňuje populační vývoj či reprodukční chování lépe popsat, protože zkoumané demografické charakteristiky předpokládáme v těchto subpopulacích stabilnější a jednodušší. Strukturu populace můžeme definovat v zásadě jakkoli – např. podle úrovně dosaženého vzdělání (úroveň plodnosti se liší u vysokoškolaček a žen se základním vzděláním), rodinného stavu (svobodní lidé mají jinou pravděpodobnost uzavření sňatku než ovdovělí), apod. Za jednoznačně základní struktury však v demografii považujeme ty, které souvisí s věkem a pohlavím. Jinými slovy, v podstatě vždy je demografické chování popisováno v rozlišení podle věku nebo věkových skupin a pohlaví (např. riziko úmrtí mladých lidí je výrazně nižší než riziko osob v nejvyšším věku, riziko mužů je během celého života jiné než riziko žen).

Zatímco demografické chování (pravděpodobnost uzavření sňatku, narození dítěte, úmrtí apod.) v různém věku si



▲ Po narození vypadají skoro stejně, ale z hlediska demografie se jejich životní perspektivy značně liší. Foto Shutterstock.com

umíme snadno představit i zdůvodnit, rozdíly mezi muži a ženami jsou často předmětem diskuzí a spolehlivě vysvětlit je zatím všechny nedokážeme. To se týká např. otázky, proč se liší průměrná délka života mužů a žen.

VĚK SE PRODLUŽUJE

Odlíšnou průměrnou délku života (korektněji bychom měli mluvit o uka-

zatelem střední délky života nebo také naděje dožití při narození) podle pohlaví můžeme v demografických statistikách zaznamenávat v podstatě po celou dobu, co nějaké demografické záznamy existují. Ačkoli pozorujeme dlouhodobě růst průměrné délky života (výjimku tvoří období válek nebo epidemií), ženy se stále dožívají v průměru vyššího věku a v některých regionech má tento rozdíl

dokonce tendenci narůstat. Nabízí se tedy otázka, proč takový jev pozorujeme a jak je možné, že ani ve vyspělém světě, kde se životní styl a možnosti mužů a žen zásadněji neliší, stále nedošlo k tomu, že by se tyto rozdíly postupně vytrácely.

Průměrná délka života se v jednotlivých částech světa liší – celosvětově žijí ženy v průměru o více než pět let déle než muži (údaj k roku 2021), nicméně v Evropě (a to včetně pobaltských států a Ruska) rozdíl šplhá téměř k sedmi letům, podobně jako ve střední a jižní Americe. Na druhou stranu africké státy vykazují odlišnosti v délce života mužů a žen menší, v průměru necelé čtyři roky. Šlo by tedy přijmout předpoklad, že s rozvojem společnosti, technologií a s prodlužováním celkové průměrné délky života narůstá také rozdíl z hlediska pohlaví?

ROZVINUTÉ VS. ROZVOJOVÉ STÁTY

Takto jednoduché to ale není. Při detailnějším pohledu zjistíme, že nejmenší rozdíl z hlediska pohlaví je skutečně u států spíše méně vyspělých, které dosahují celkově nižší životní úrovně i průměrné délky života (Nigérie, Niger, Malí). Obdobně malý, cca tříletý, je ovšem tento rozdíl také u států naopak nejvyspělejších s nejvyšší délkou života (Austrálie, Island, Norsko apod.).

Pozorované hodnoty jsou obvykle spojovány se dvěma skupinami faktorů – biologickými a behaviorálními nebo sociálními. Zatímco behaviorální a sociální faktory souvisí s chováním osob

► **Rozdíl v průměrné délce života žen a mužů (podle roků; kladné hodnoty značí vyšší hodnoty u žen).** *Ždroj dat: Organizace spojených národů, Populační divize (2022). World Population Prospects 2022.*

nebo vyspělosti společnosti, biologické se týkají genetiky, fyziologie, působení hormonů apod. (Seifarth a kol., 2012). Na působení biologických (a člověkem tedy zcela nebo téměř neovlivnitelných) faktorů lze usuzovat právě v nejvyspělejších státech světa. A to zejména v těch, kde je kladen velký důraz na rovnost mužů a žen v osobním i pracovním životě a kde jsou také životní dráhy (zapojení do pracovního procesu, do péče o děti apod.) a životní styl mezi pohlavími nejvíce vyrovnané. V rámci Evropy se jedná především o skandinávské státy, právě v nich je rozdíl v průměrné délce života žen a mužů nejmenší, okolo tří (Island, Norsko) až čtyř (Dánsko, Švédsko) let.

Malé rozdíly mezi ženami a muži v případě nejméně rozvinutých států jsou naopak zdůvodněny spíše působením faktorů sociálních, které odráží především horší postavení žen ve společnosti. Značný vliv má nedostatečná nebo špatně dostupná péče o ženy v době těhotenství a porodu, která vede k vysoké mateřské úmrtnosti. V minulosti právě mateřská úmrtnost stála za tím,

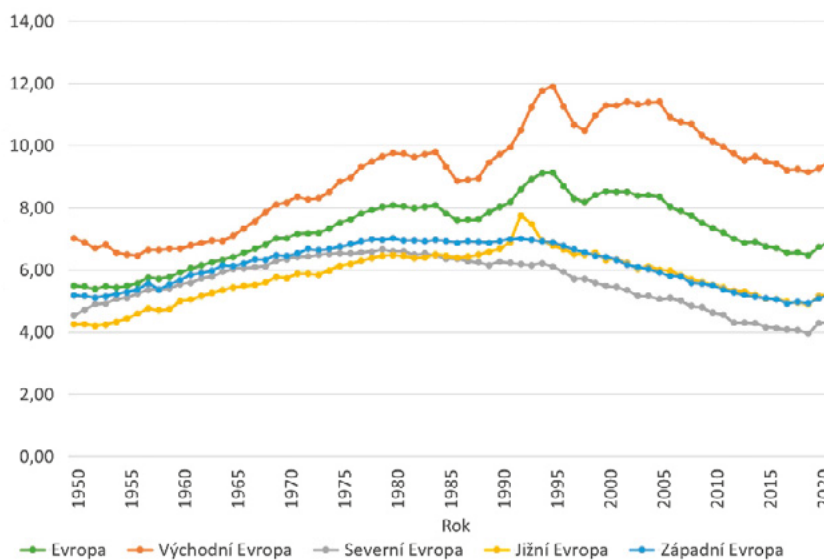
že v některých rozvojových státech byla střední délka života u žen kratší než u mužů.

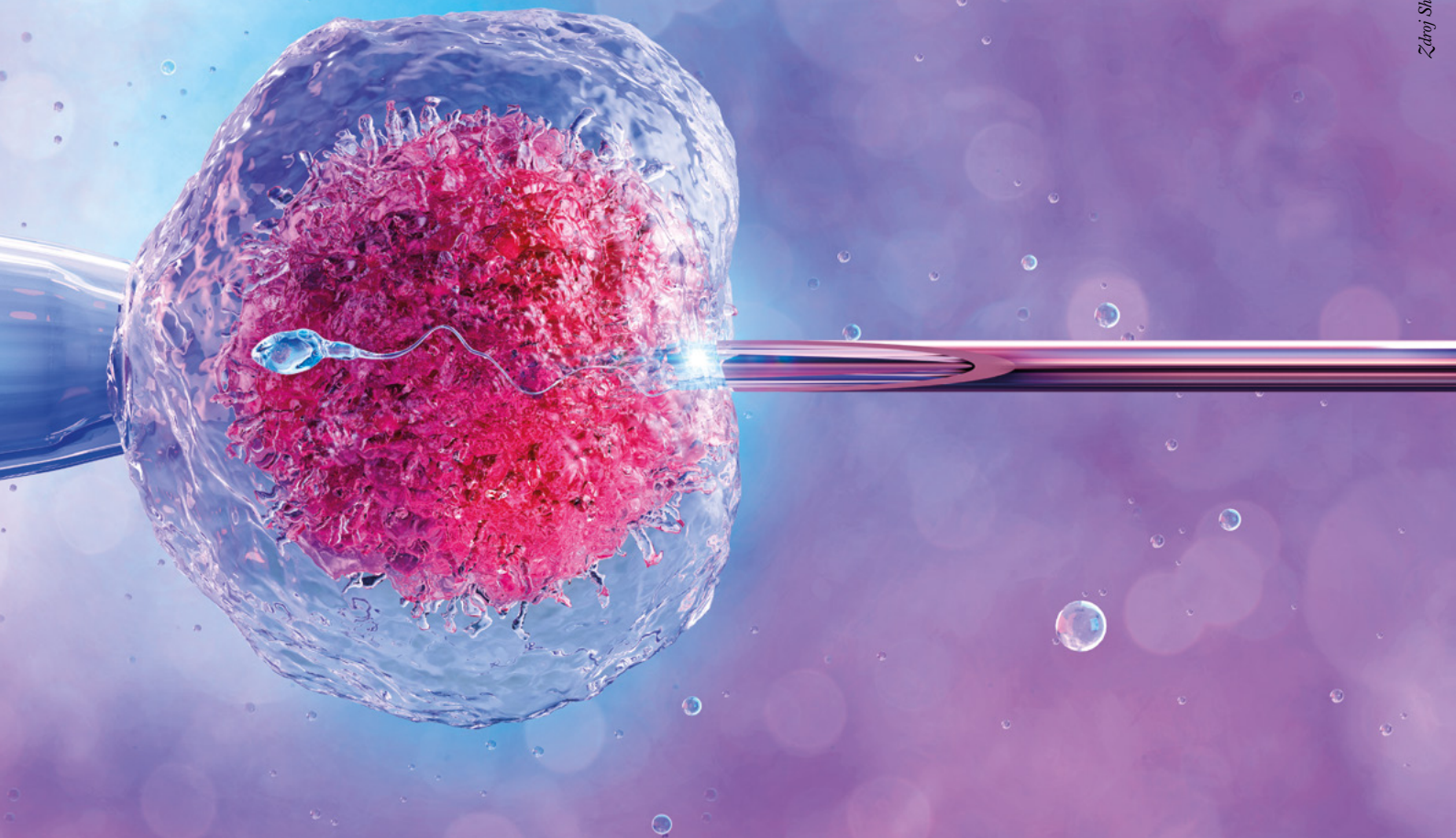
TRVALÝ ROZDÍL

A kde je naopak dosahováno maxima rozdílu střední délky života podle pohlaví? Tradičně to je ve státech východní Evropy – v Arménii, Rusku nebo Bělorusku (přes 10 let rozdílu mezi ženami a muži), jen o málo nižší je tento rozdíl v Pobaltí. Zde se mezi důvody zmiňuje především odlišný životní styl mužů a žen.

Odborníci předpokládají, že i v budoucnu lze očekávat přetrvávání rozdílu v průměrné délce života žen a mužů, a to i pokud by se podařilo co nejvíce sladit životní dráhy a ujednotit postavení mužů a žen ve společnosti (Seifarth a kol., 2012). Důvodem jsou především zmíněné faktory biologické povahy. Je tedy zřejmé, že i nadále zůstane pohlaví základním strukturálním hlediskem v rámci demografického výzkumu a analýzy populačního vývoje. ●

AUTORKA PŮSOBÍ NA KATEDŘE DEMOGRAFIE
A GEODEMOGRAFIE





Palčivé téma současnosti

Mužská neplodnost je pro vědce a lékaře velkou výzvou

KATEŘINA KOMRSKOVÁ

Současné lidstvo trápí celá řada zdravotních hrozeb, od infekčních nemocí po civilizační choroby. K velmi významným, ačkoliv někdy přehlíženým patří neplodnost – Světová zdravotnická organizace (WHO) uvádí, že celosvětově postihuje 60–80 milionů párů ročně, přičemž je mezi obě pohlaví rozložena vcelku rovnoměrně. Zatímco v případě žen jsou mnohé příčiny neplodnosti popsány a vysvětleny, příčiny neplodnosti u mužů jsou až ve 72 % případů nejasné.

KOMPLEX PŘÍČIN

Mužská neplodnost je problémem komplexním a značně individuálním. Nelze stanovit jeden či dva hlavní faktory, které by za ní jednoznačně stály. Vedle příčin lékařsky podložených (hormonálních, obstrukčních, infekčních či nádorových) jsou na vině i vnější faktory (životní prostředí, strava, životní styl, socioekonomické aspekty). A svou roli hraje samozřejmě i věk – pokles plodnosti u mužů pod 30 let dosahuje celosvětově až 15 %!

Odborníci zatím s jistotou nevědí, zda se tento problém postupně zhoršuje. Statistické údaje z klinik asistované reprodukce ve Velké Británii nicméně uvádějí, že za posledních 10 let se množství mužů vyhledávajících léčbu neplodnosti zdvojnásobil. Studie ze Severní Ameriky ukazují, že počet neplodných párů se zdvojnásobil za posledních 40 let. Údaje se sice liší v závislosti na regionu, přesto je alarmující, že nikde nebylo zaznamenáno zlepšení či stagnace neplodnosti.

DIAGNOSTICKÉ METODY

V současnosti víme, že existuje obrovská různorodost spermií. Nejedná se pouze o spermie mužů s patologickým spermioqramem (soubor parametrů, jako je koncentrace či pohyblivost spermií), kterým se nedaří založit rodinu. Procento poškozených spermií je vysoké i u zdravých mužů – podle WHO může zdravý plodný muž (tzv. normozoospermik) mít dokonce až 96 % spermií morfologicky (tvarově) abnormálních. Tito muži jsou mnohdy aktivními dárci pro rodiny, kde muž není schopen zajistit reprodukci. Z těchto důvodů je obrovský tlak na vývoj nových metod, které umožní zodpovědný výběr kvalitních spermií pro asistovanou reprodukci.

V současné době máme k dispozici škálu metod, které jednak slouží k diagnostice a jednak pomáhají embryologovi vybrat vhodné spermie pro oplodnění vajíček. Existují určité dlouhodobě zavedené standardní metody selekce spermií na základě konvenčních parametrů, zvláště pohyblivosti a morfologie. Výhodou těchto metod je jejich časová a finanční nenáročnost, a proto jsou hojně využívány v laboratořích po celém světě. Skrývají v sobě ovšem mnohá úskalí, zvláště, že detekují poškození spermií pouze částečně, a tak nejsou schopné zhodnotit jeho reálný stav.

Poměrně slibnou metodou posledních několika let se stala tzv. magnetická separace spermií (MACS), která ze vzorku odstraňuje spermie s poškozenou DNA, jež nemohou oplodnit vajíčko,

► **Spermie člověka: (A) s nepoškozeným akrozomem (barevně); (B) bez akrozomu; jádro modře, snímáno v super-rezolučním rozlišení STED. Autor: Michaela Frolíková, laboratoř Reprodukční biologie, Biotechnologický ústav AV ČR, BIOCEV.**

protože u nich započala tzv. programovaná buněčná smrt. Aplikace této metody však vede k výraznému snížení celkového počtu spermií ve vzorku, zhoršení morfologických parametrů a narušení pohyblivosti spermií. Dopad těchto jevů na úspěšnost oplození technikou intracytoplazmatické injekce spermie (ICSI) do vajíčka je minimální, ale pro tradiční metody asistované reprodukce, jako je oplození v kultivační misce (IVF) nebo vpravení spermií do dělohy ženy, tzv. intra-uterinní inseminace (IUI), představuje metoda velké omezení. Z těchto důvodů a kvůli její časové náročnosti se od metody MACS v praxi upouští.

Další, současná velmi nadějná metoda selekce spermií využívá mikrofluidních systémů (MFSS). Jedná se o metodu, která využívá oddělení na základě aktivního pohybu spermií. Její výhodou je použití malého objemu ejakulátu, což však omezuje využití této metody téměř výhradně na techniku oplození pomocí ICSI.

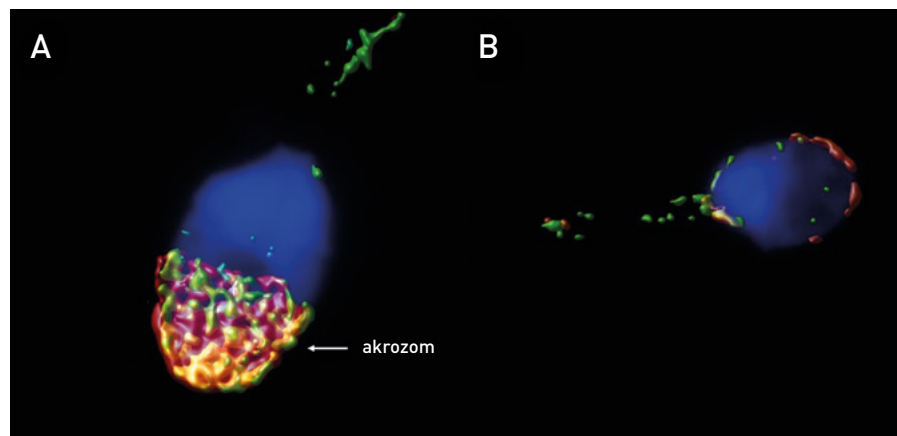
SLIBNÁ CESTA

V současnosti dostupné metody však poněkud přehlížejí způsob přirozeného početí, kdy je pro funkci spermie klíčová neporušenost hlavičky v oblasti tzv. akrozomu. Akrozom je jakási čepička

plná lytických enzymů – bílkovin, jež v přirozeném oplození umožňují lidské spermii proniknout skrz obaly vajíčka. Pokud je tato část hlavičky poškozena, není spermie oplození schopna. Neporušenost akrozomu však souvisí i s pohyblivostí a kvalitou DNA – pokud je akrozom porušen, spermie není dostatečně pohyblivá a rovněž se zvyšuje pravděpodobnost poškození její DNA.

Význam akrozomu pro přirozené početí je nesporný, a proto se skupina Reprodukční biologie pod vedením autorky tohoto textu rozhodla nalézt vhodný marker (identifikační znak) jeho poškození. Tímto markerem se stal protein CD46, kterého lze využít jak pro diagnostiku poškození spermií, tak pro inovativní separaci spermií s poškozeným akrozomem od spermií nepoškozených. Nepoškozené spermie lze následně využít všemi technikami asistované reprodukce. Snahou vědeckého týmu je uvedení této metody do praxe, aby mohla přispět k výběru kvalitní spermie pro asistovanou reprodukci v souladu s principy přirozeného oplození. ●

AUTORKA PŮSOBÍ NA KATEDŘE ZOOLOGIE
A VEDE LABORATOŘ REPRODUKČNÍ BIOLOGIE
V BIOTECHNOLOGICKÉM ÚSTAVU AV ČR





Laboratoř místo dílny

Toužil stavět lokomotivy, místo toho designuje pokročilé materiály

VERONIKA RUDOLFOVÁ

Chemik Jan Přeč se spolu s kolegy ze skupiny *heterogenní katalýzy a pokročilých materiálů* intenzivně zabývá studiem mikroporézních materiálů, zeolitů, které nacházejí využití v průmyslu i každodenním životě. Studoval na VŠCHT v Praze a působil i v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR. Po ukončení doktorského studia strávil 18 měsíců na Universitě de Caen-Normandie. V současné době působí na katedře fyzikální a makromolekulární chemie PŘF UK.

Ve svém výzkumu se zabýváte především zeolity. Mohl byste přiblížit, o jaké materiály jde a jaké je jejich praktické využití?

Zeolity jsou metalokřemičitany s mikroporézní krystalickou strukturou poskládané z jednotek křemičitanových jednotek SiO_4 . Místo křemíku mohou být ve struktuře zabudované i další prvky, které vytváří centra, vykazující kyselé vlastnosti. Ty jsou pak využitelné v první řadě pro katalýzu – jsou to naprosto nepostradatelné průmyslové katalyzátory. Běží na nich zpracování ropy (zejména krakování těžkých ropných frakcí na lehčí) a řada petrochemických reakcí. V další řadě slouží zeolity jako iontoměniče a jako adsorbenty (to hlavně díky mikroporézní struktuře). Ale potkáte je třeba i v pracím prášku.

Co přesně dělají zeolity v pracím prášku?

Zde fungují jako iontoměniče. Když do struktury zeolitu zabudujete místo křemíku třeba iont hliníku, přestanou náboje kyslíku vycházet vůči hliníku (vždy dvě sousední jednotky SiO_4 sdílejí atom kyslíku, přes který jsou propojeny), protože hliník má náboj jenom $3+$. Na mřížce tak zůstává záporný náboj, který musí být kompenzován nějakým mimomřížkovým kationtem.

V pracím prášku je zeolit se sodnými mimomřížkovými kationty a ve vodě, která do pračky přitéká, je sodíku málo. Zato tam jsou vápenaté a hořečnaté

◀ **Jan Přečh (čtvrtý zleva) ve skupině Jiřího Čejky, která v roce 2017 získala cenu Wernera von Siemens v kategorii Nejvýznamnější výsledek základního výzkumu.** Foto Vladimír Šigut

kationty, které způsobují tvrdost vody, a jak dobře víte z reklamy – vodní kámen je prevít. Nicméně zeolit do sebe dokáže tyto ionty nacytat místo sodných, a tím pádem zabraňuje usazování vodního kamene. Sodné ionty vodní kámen netvoří, a protože je zeolit pevný, ve vodě nerozpustný materiál, odplaví se z pračky s odpadní vodou. Svým chemickým složením jsou zeolity vlastně velmi podobné písku.

Váš poslední článek vyšel v nejcitovanějším chemickém časopise Chemical Reviews. Mohl byste přiblížit, o čem tento přehledový článek je?

Jedna taková podskupina zeolitů jsou Lewisovky kyselých zeolitů, které neobsahují hliník, ale titan, zirkon, hafnium nebo cín – tedy tetravalentní kationty. Případně se do nich dají zabudovat i pentaalvalentní kationty, ale to už je spíš taková relativně obskurní skupina materiálů a zatím o nich nemáme mnoho poznatků.

Tetraalvalentní Lewisovky kyselých zeolitů jsou naopak průmyslově významná skupina. Jeden z titanosilikátových zeolitů se používá pro oxidaci propylenu na propylenoxid, což je monomer pro polymerační reakce. Ty další jsou teď ve stadiu základního výzkumu. Ukázalo se například, že cínosilikáty dokážou velice efektivně katalyzovat

▶ **Primární struktura zeolitů, snímek krystalů titanosilikátového zeolitu z řádkovacího elektronového mikroskopu a aparatura s průtočným katalytickým reaktorem.**

izomerace cukrů – například glukózu na fruktózu a řadu dalších. Průmyslové aplikace sice zatím nemají, ale na jejich výzkumu momentálně dost intenzivně pracujeme.

Článek, který jste publikovali, je přehledový článek – takzvané review. Proč jsou zrovna tyto články nejcitovanější?

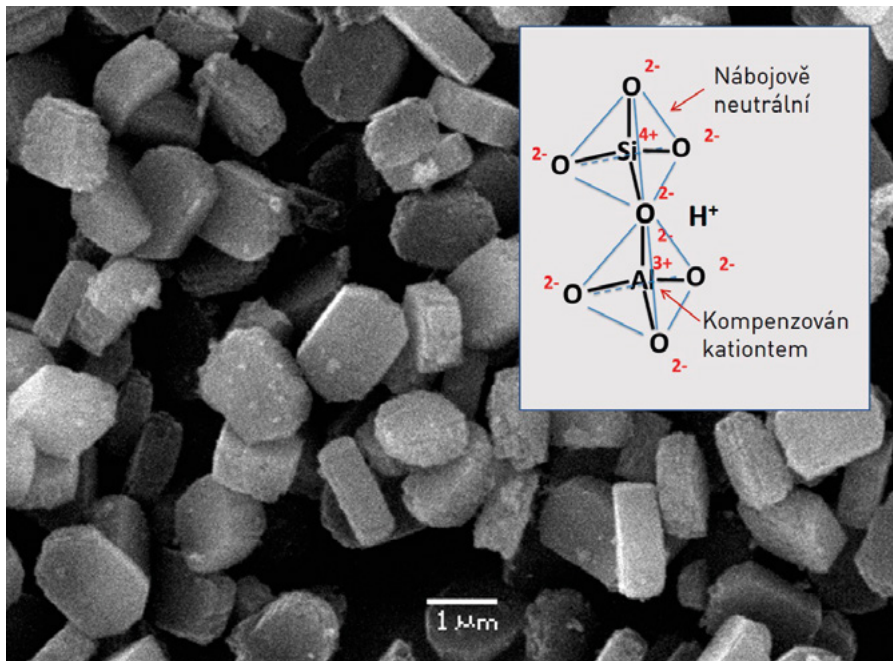
Ve chvíli, kdy na něco přijdete, napíšete primární článek, kde jsou obsažena výchozí data a vědecké závěry. Každý takový článek je ale jen jeden dílek v mozaice, která až dohromady poskládá větší celek. Takto teprve vzniká vědecký obraz našeho světa. Jednou za čas je proto potřeba se na primární články kriticky podívat, shrnout veškeré dosud získané poznání, oddiskutovat, které články si protiřečí, a kde naopak panuje shoda. K tomu slouží přehledové články neboli review.

Když začínáte s novým tématem a potřebujete se v něm zorientovat, tak nejdříve hledáte přehledový článek.

Díky němu získáte širší perspektivu a až na základě toho potom jdete s podrobnějšími otázkami do primární literatury.

Dostal jste se k chemii až na střední škole, nebo už dříve? Být chemikem není úplně běžný dětský sen.

K chemii jsem se dostal na střední škole a byla to hrozná náhoda. Když si vezmu svoje zájmy, tak jsem měl být strojním inženýrem a stavět lokomotivy. Fyzika mě ovšem na gymnáziu kvůli způsobu výuky příliš nebavila. Naopak na chemii jsme někdy v kvartě dostali paní profesorku Vratislavovou, která když viděla můj zájem, tak mi půjčila knížku *200 chemických pokusů* a řekla mi: „Tak si hraj.“ Po ní nastoupila paní profesorka Kačerová, která mě vedla další čtyři roky a s mým zájmem o chemii mě nasměrovala na stáže na VŠCHT, kde působil její manžel a můj pozdější školitel, pan docent Kačer. Ve čtvrtáku jsem si naměřil úspěšnou SOČku a pak už jsem jen pokračoval v započatém. ●



Štěstí přeje připraveným

Přihlaste se do kurzu, který vás připraví na přijímací zkoušky z chemie

Kurz je určen především zájemcům o studium těch oborů, u nichž je součástí řízení zkouška z chemie. Pokud si chcete ověřit svoje znalosti a dovednosti, můžete vyzkoušet náš **cvičný test z modelových otázek** (načtete QR kód)



CO JE OBSAHEM KURZU?

Kurz vychází z rozšířených modelových otázek k přijímací zkoušce z chemie PŘF UK, kterou lze zakoupit v Knihovně chemické sekce PŘF UK (účastníci celého přípravného kurzu dostanou modelové otázky v ceně kurzu).

KDY KURZ PROBÍHÁ?

Kurz probíhá mezi 14. 1. – 29. 4. 2023 viz podrobnější harmonogram (načtete QR kód).



Samotný přijímací test nanečisto proběhne 15. 4. a vyhodnocení 29. 4. 2023 viz podrobnější harmonogram.

KDE SE KURZ KONÁ?

Kurz bude probíhat kombinovanou formou (tedy prezenčně i online) nebo pouze distančně (online – přednášky nejsou nahrávány) dle aktuálních opatření.



Foto: Shutterstock.com

ADRESA PRO PREZENČNÍ ÚČAST:

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Hlavova 8/2030, Praha 2, posluchárna Ch 2 – 1. patro

Link pro online připojení bude rozeslán přihlášeným účastníkům po zaplacení kurzovného.

JAK SE PŘIHLÁSIT?

Elektronicky po načtení QR kódu.



Kapacita kurzu není omezena. Přihlásit se lze kdykoliv i průběhu kurzu.

MÁTE NĚJAKÉ OTÁZKY?

Kontaktujte nás na e-mailových adresách

ORGANIZACE KURZU A INFORMACE O KURZU

paní Jana Bejčková, e-mail: jana.bejckova@natur.cuni.cz, Katedra učitelství a didaktiky chemie PŘF UK

GARANT KURZU

RNDr. Pavel Teplý, Ph.D., e-mail: pavel.teply@natur.cuni.cz, Katedra učitelství a didaktiky chemie PŘF UK ●

Online interview v režii studentů

Fakultní podcasty odstartovaly na platformě Twitter Spaces



The graphic is a yellow square with a white rounded rectangle in the center. At the top, it says 'Twitter Spaces' in a black, handwritten-style font. Below that, the title 'Od mozku až na Měsíc ???' is written in a bold, black, sans-serif font. In the middle is a square photograph of a man with long, wavy brown hair, wearing a dark jacket, holding a long, thin object (possibly a telescope or a tool) vertically. Below the photo, the text 'Kdy? 6.4.2023 v 18:00' and 'Kde? @PrirodovedciCZ' is written in a bold, black, sans-serif font. A black Twitter bird icon is positioned at the bottom left of the yellow square. The entire graphic is framed by a thin black line that curves around the corners.

Podcast je formát, bez něhož se dnes většina z nás už jen těžko obejde. Jeho poslechem vyplňujeme čas, který bychom jinak zcela promarnili. Přitom dobře zvládnutý podcast dokáže v krátkém čase představit i složitou problematiku v podstatě jakéhokoliv oboru, vědu nevyjímaje. Přírodovědeckou fakultu zatím tento žánr spíše míjel, jakkoliv nelze pominout výrazný podíl našich studentů na úspěšném a velmi sledovaném podcastu *Pod čepicí*. Skupina redaktorek (a redaktorů) z fakultní popularizační rubriky se proto na konci loňského roku rozhodla, že i Přírodovědecká fakulta UK si zaslouží mít informační kanál, který nabídne posluchačům zajímavé fakultní osobnosti úspěšné ve vědě nebo i mimo ni. Témata se budou točit převážně kolem zajímavých

výzkumných témat, ale to hlavní, co autory tohoto projektu zajímá je, co všechno mohou vědci v rámci své práce zažít a k čemu všemu se můžou nachomýtnout. Prostě podcast pro všechny, kteří mají k fakultě silný vztah a záleží jim na ní. Ať už jsou to nově nastoupivší nebo pokročilí studenti, pedagogové, neakademická pracovníci, absolventi či široká veřejnost.

Od nápadu nebylo k realizaci daleko, zvláště když organizátorky oslovily vítězku letošního národního kola FameLabu, Elišku Jandovou, která se pro nápad nadchla a stala se moderátorkou podcastu. Vše usnadnila uživatelsky jednoduchá aplikace Twitter Spaces, která je přímou součástí aplikace Twitter, a pro kterou potřebujete vlastně jen mobilní telefon.

Odkoušení proběhlo bez komplikací, takže zbývala již jen jediná, ale nikoliv snadná otázka – koho pozvat jako prvního? Kdo má bohaté zkušenosti z fakultního i mimofakultního prostředí? Kdo se stýká se studenty jako pedagog i jako rovný s rovným? Koho si každý rád poslechne, protože se nejen hodně doví, ale také se přitom pobaví? Odpověď na takto položené otázky byla nakonec víc než snadná – první musí být Petr Jan Juračka, vědec, cestovatel a fotograf, bez jehož snímků si naši fakultu v médiích už vlastně nejde představit. Premiéra podcastu dostala název *Jaké je to být fotografem PŘF UK?* a proběhla ve středu 1. března v podvečer. Sami můžete posoudit, jak moc se podařila, stačí načíst QR kód a poslechnout si ji. Nám se líbila moc.

Spokojeny byly i organizátorky a hned začaly přemýšlet, kdo by měl být příštím hostem. Nápadů se sešlo několik, ale na jednom jméně byla nakonec shoda jednomyslná. Schválně, uhodnete, o koho jde? Je to geofyzik a jeho specialitou jsou magnety. Působí na Aljašce i v ČR, spolupracuje s NASA, má záběr od výzkumu vody na Měsíci, přes podíl na výzkumu slavných srážek mimozemských těles se Zemí (Tunguska, Chicxulub), po výzkum degenerativních onemocnění mozku. A podílel se třeba i na vývoji Webbova teleskopu. Ať už jste uhodli nebo ne, určitě si nalaďte Twitter Spaces PŘF UK 6. dubna v 18:00. Bude to stát za to! ●



QR Juračka



QR nový podcast

Rostlinou roku kociánek dvoudomý

Dříve hojnou rostlinu potkáte ve volné přírodě stále méně často

ČESKÁ BOTANICKÁ SPOLEČNOST

V pořadí třetí rostlinou roku se stal po vstavači kukačce a hlaváčku letním kociánek dvoudomý. Tato rostlina z čeledi hvězdnicovitých, vědeckým jménem *Antennaria dioica*, je dalším příkladem druhu, který byl v minulosti na území České republiky poměrně hojný, v posledních letech však výrazně ustoupil a mnohde i vymizel.

Kociánek je především druhem pastvin, strání, mezí a světlých lesů, roste ale také na skalách a vřesovištích. V konkurenci dalších druhů neobstojí. Pakliže na jeho stanovišti nejsou ostatní rostliny omezovány nepřízní podmínek prostředí, pastvou nebo sečí, rychle jej vytlačí. Mnoho populací kociánku dvoudomého tak zaniklo poté, co se na jejich lokalitách přestalo pást, zatímco jinde se podmínky pro kociánek výrazně zhoršily vlivem intenzivnějšího zemědělského nebo lesnického hospodaření.



Foto: Přemysl Tájek, CC-BY 3.0 CZ

ZÁKLADNÍ INFORMACE O DRUHU

- kociánek dvoudomý (*Antennaria dioica*)
- **čeleď:** hvězdnicovité (Asteraceae)
- **kvete:** květen–červen
- **stanoviště:** světlé lesy (zvláště bory a borové doubravy) a jejich lemy, paseky, vřesoviště, smilkové louky, meze a okraje cest.
- **rozšíření v ČR:** od nížin do hor, hlavně však v lesnatých oblastech středních a vyšších poloh; v nejteplejších územích se vyskytoval vždy jen roztroušeně až vzácně

Díky svému dekorativnímu vzhledu i relativně snadnému pěstování patří kociánek k oblíbeným skalničkám. Častěji než v přírodě jej tak můžeme vidět na pultech zahradnictví. V této souvislosti nezbývá než zdůraznit, že odběr planě rostoucích rostlin do zahrádek je krajně nevhodný. Stejně tak je nežádoucí přesazovat rostliny neznámého původu ze zahrad do přírody k posílení místních populací. Pro přežití kociánku v naší krajině je potřeba chránit především jeho biotopy a vhodně o ně pečovat.

Jak taková místa, kde dosud kociánek dvoudomý přirozeně roste, vypadají, můžete zjistit, navštívíte-li některou

z plánovaných exkurzí ČBS. V průběhu roku vyjde také několik populárně naučných článků, kde se o této rostlině dozvíte více. Veřejnost se také bude moci zapojit do mapování tohoto druhu, návod naleznete po načtení QR kódu.

Další informace budeme průběžně zveřejňovat na webu České botanické společnosti www.botanospol.cz a jejím facebookovém i twitterovém profilu. ●



Příroda a člověk v tomto století

Aktuální problémy a potenciální rizika životního prostředí



Kniha předkládá přehled problémů z oblasti výzkumu životního prostředí s ohledem na jejich aktuálnost a potenciální rizika, která do budoucna mohou daná témata skýtat. Zahrnuje kapitoly z oblasti dopadů a aspektů globálních změn, problémy týkající



se nových typů znečištění životního prostředí a jejich expozice a rovněž témata týkající se změn v chování populace ve vztahu k přírodě a komunikace environmentálních otázek ve vztahu k veřejnosti. Publikace se dotýká rovněž problematiky očkování

a věnuje se i legislativní stránce ochrany životního prostředí. ●

Environmentální výzkum a hrozby 21. století. Cajthaml Tomáš, Frouz Jan, Moldan Bedřich. Karolinum 2022, 256 stran

Rivalita na hřišti i mimo ně

Fotbal je (nejen) v Anglii komplexním společenským fenoménem

Arsenal vs. Tottenham, Manchester United vs. Manchester City, Everton vs. Liverpool... Příběh anglických fotbalových derby a nelítostné rivality mezi kluby a jejich fanoušky. Zachyceny jsou nejdůležitější momenty historie nejen anglického fotbalu. Publikace zmiňuje celou řadu celospolečenských témat, která fotbalem hýbou, nebo naopak fotbal ovlivňuje je. Vše se odehrává na nejzajímavějším a nejžhavějším hřišti, co anglický fotbal nabízí – v rámci jeho

největších derby. Právě ze souborů anglických fotbalových rivalů o „jejich“ město nebo „jejich“ region je nejlépe patrné, co všechno fotbal v Anglii obnáší, co všechno znamená pro místní a co všechno ovlivňuje přímo v zemi nebo i za jejími hranicemi. Že je to mnohem VÍČ NEŽ JEN ZÁPAS. ●

Víc než jen zápas. Fotbalové derby v Anglii. Šifta Miroslav. P3K 2022, 392 stran





Domovinou roháče Wollastonova (*Odontolabis wollastoni*) jsou nížinné pralesy Malajsie a Sumatry, které jsou bohužel pod stále větším tlakem lidské společnosti. Vhodné biotopy povážlivě rychle mizí.

Rohy velké i malé

Alometrie sekundárních pohlavních znaků u vrubounovitých brouků

TEXT DAVID SOMMER

FOTO PETR ŠÍPEK

Sekundární pohlavní znaky vykazují u některých skupin zvířat až extrémní morfologii a velikost. Jedním z krásných příkladů jsou samci řady druhů vrubounovitých brouků (nadčeleď Scarabaeoidea), kteří se mohou pyšnit bizarně vyvinutými tykadly, kusadly či výrůstků na různých částech těla. S těmito tzv. excesivními strukturami je spojen jeden zajímavý fenomén – alometrie. Lapidárně řečeno, jejich relativní

velikost není pro všechny jedince stejná, ale větší exempláře vytvářejí disproporčně větší znaky.

U vrubounovitých brouků nacházíme v zásadě dva typy – buď existují morfotypy samců s kontinuální řadou velikostí těla a jejich výrůstků, anebo nalézáme dvě diskrétní skupiny samců odlišné morfologií a s ní spojeným odlišným reprodukčním chováním.

Zatímco „velcí“ samci s výraznými strukturami používají tyto k soubojům o samice, samci „malí“ napodobují samice a jejich velcí protivníci je tedy nepovažují za rovnocenné soky, čímž mohou samice oplodnit nenapadnutí silnějším soupeřem. Zajímavostí je, že velikost těla není dědičná, ale zcela závislá na vnějších podmínkách, mechanismy jejich vývoje nicméně dědičné jsou. ●



▲ Samci roháčů rodu *Lamprima* patří k těm nejkrásnějším vůbec, jelikož se kromě výrazných kusadel mohou pochlubit i rozličnými barevnými varietami s kovovým leskem. Na snímku je roháč hedvábný (*Lamprima adolphinae*), jehož samci mohou mít zelené, modré, bronzové, zlatité i červené zbarvení.

◀ Samci nosorožků (podčeleď Dynastinae) bývají díky své atraktivitě velmi oblíbenými chovanci. Velikost těla i roztočivost tvaru a počtů jejich rohů zkrátka láká. Na snímku *Chalcosoma atlas* z jihovýchodní Asie.

Oblastí zaslíbenou velkým a rohatým nosorožíkům je bezesporu střední a jižní Amerika. V přírodě zde můžeme naleznout značnou řadu druhů několika rodů pyšnicích se mohutnými výrůstky na hlavě a štítu, jako například zástupce druhu *Golofa antiqua* na snímku.



Nicméně i u nás se lze setkat s rohatými velikány jako je nosorožík kapucínek (*Oryctes nasicornis*). Dospělci různých populací napříč Evropou vykazují drobné morfologické rozdíly na jejichž základě se dosud rozlišují taxony poddruhové úrovně. O validitě těchto poddruhů však panují pochybnosti.



◀◀◀ Zástupci výkalníků rodu *Copris* patří mezi koprofágní brouky. Radíme je mezi tzv. „tuneláře“, kteří si přímo pod trusem vyhloubí šachtu, do které poté zatahují trus pro své potomstvo. Na snímku je velký samec výkalníka španělského (*Copris hispanus*) z Tuniska.

◀◀ Mezi ohrožené druhy chrobáků (čeleď Geotrupidae) patří *Chelotrupes hiostius* ze Sardínie. Zástupci rodu *Chelotrupes* se vyskytují v blízkosti písčných pláží jižního Portugalska, Španělska a Sardínie. Tyto vzácné biotopy jsou dnes ohroženy jednak zástavbou a turistickým ruchem, paradoxně však i degradací a zarůstáním.

◀ Cibulorožec Nikolajevův (*Bolbelasmus nikolajevi*) z Tuniska žije velmi skrytým způsobem života, většinu jej stráví zahrabán v zemi čekající na déšť, který v aridních oblastech bývá velmi vzácný. Ihned po vydatném dešti se dospělci vyhrabou, spáří se a opět zahrabou zpět. Jejich larvy nejsou známy, předpokládá se však, že se živí podzemními houbami.

Tajemným řasníkům na stopě

Kdo se to skrývá mezi zadečkovými články vosíků?

KATEŘINA BEZÁNYIOVÁ

Asi každý z nás si může stěžovat na nějakého značně excentrického příbuzného. Kdyby brouci (Coleoptera) mohli mluvit, možná by si také stěžovali, jaké podiviny mají za sesterskou skupinu. Tou jsou řasnici (též řasnokřídli, Strepsiptera). Zvláštní jsou zejména tím, že jde o obligátní parazity jiných zástupců hmyzu, např. včel, vos či kudlanek. Parazitická samice většiny řasníků tráví celý život v zadečce hostitele. Slušného živočicha příliš nepřipomíná, kvůli specializaci na parazitický styl života vypadá jako pytlík s rozrušenými orgány obalený několika vrstvami, mezi kterými se prochází larvální stadia jejího potomstva. Dospělí samci jsou volně žijící a krátkověcí a laik by je nejspíš považoval za divné mouchy.

Řasnici odvozených čeledí Stylopidae a Xenidae parazitují na řadě žahadlových blanokřídých (Aculeata) a také svými hostiteli umí manipulovat, a to jak z hlediska stavby těla, tak chování. Jde tedy o skupinu nesmírně zajímavou, nicméně vzhledem k tomu, jak jsou řasnici vzácní (a jak vzácní jsou řasnikologové), zůstávají skupinou neprobádanou s řadou nepopsaných druhů.

Na popisu dvou nových druhů se před nedávkem podíleli Daniel Benda a Jakub Straka z katedry zoologie PřF UK. Zaměřili se na řasnici z čeledi Xenidae, která je dlouhodobě taxonomicky problematická. Její pojetí se u různých autorů liší a jednotlivé rody byly definovány spíše podle hostitelů než dle morfologických a později i molekulárních dat.

Nový pohled na fylogenezi této skupiny nabízí právě soustavná práce zoologů



▲ Parazitovaný vosík rodu *Mischocyttarus* s řasníkem *Xenos bicolor*, vykukujícím mezi zadečkovými články. Zdroj: původní studie

z naší fakulty a jejich zahraničních kolegů. V nejnovější studii se věnovali druhově nejbohatšímu rodu *Xenos*, parazitujícímu na sociálních vosách a vosících. Na obou amerických kontinentech napadá *Xenos* pouze vosíky rodů *Polistes* a *Mischocyttarus*, přičemž ze druhého jmenovaného byl přes sto let známý pouze jediný druh řasníka, *Xenos americanus* z Bolívie. Typový exemplář (exemplář, dle kterého byl druh popsán) tohoto druhu je bohužel nezvěstný, ale autor původního popisu našťastí poskytl detailní popis a fotografie. Dva nové popsání druhy (*Xenos bicolor* z různých hostitelů z Mexika a USA a *Xenos pallens* z jednoho hostitelského druhu z Kostariky) tak mohou být morfologicky srovnány i s tímto enigmatickým druhem.

Autoři v článku sestavili určovací klíč založený na zbarvení a morfologii částí těl řasníků, který by měl být snadno použitelný i pro desítky let staré muzejní exempláře. Zároveň podávají soupis znaků, které jsou relevantní pro odlišení jednotlivých druhů, a soupis znaků, které se naopak liší i mezi jedinci jednoho druhu a jako takové nejsou použitelné ke spolehlivému určení druhů. Použitá metodika i seznam použitelných znaků do budoucna značně usnadní popis nových druhů, kterých může být v rodu *Xenos* ještě bezpočet. Bude zajímavé sledovat, co přinese intenzivnější výzkum této skupiny a co všechno ukrývá zatím nepoznaná diverzita řasníků. ●

Geopark Železné hory

Východ Čech nabízí skalní labyrinty i geologické cyklostezky

VERONIKA RUDOLFOVÁ

Máte rádi geologii, cyklistiku či procházky v liduprázdné krajině? Pak určitě navštivte Železné hory a jejich blízké okolí. A to nejlépe mimo letní sezónu a ve všední dny, kdy zde během dne často nepotkáte ani živáčka a můžete si v klidu vychutnat ničím nerušenou procházku (či projížďku) přírodou.

S průzkumem oblasti je nejlépe začít na východním okraji, kde se nachází malebná přírodní rezervace Maštale. Pokud se ji rozhodnete navštívit, zvolte jako výchozí bod malou obec Bor u Skutče. Odtud se vydejte po zelené značce borovým lesem prudce s kopce a sešplhejte do tichého údolí říčky Novohradky, která se ostře zařezává do pískovcových skal Maštálí. Na druhém břehu se cesta zase prudce zvedá k nejznámějšímu útvaru rezervace – Toulovcovým maštálím, pískovcovému městu, posazenému na příkrém kopci nad říčkou. Až budete prolézat labyrint chodeb samotných Toulovcových maštálí, budete si nejspíš



Foto Shutterstock.com

připadat jako myška v bludišti. Občas vykouknete ven na povrch, ale jinak budete prolézat úzkými cestičkami pod povrchem kopce. Nepříliš rozsáhlou rezervaci (asi 10 km²) Maštálí lze celkem rychle projít po turistických stezkách až do obce Budislav, která se pyšní dalším skalním komplexem – Budislavskými skalami.

Jak Maštale, tak Budislavské skály jsou od roku 2012 součástí Národního geoparku Železné hory. V Česku existuje celkem 11 geoparků, Železné hory s rozlohou 777 km² patří k těm středně velikým. Navštívit zde můžete na 70 maloplošných chráněných území, 115 geologicky výjimečných lokalit a dokonce projet tři geologické cyklostezky. Co že to vlastně ta geologická cyklostezka je, vám nyní neprozradíme, budete si to muset vyzkoušet sami. Pokud vám taková cyklostezka nepřijde

dostatečně atraktivní, můžete si v Seči vyzkoušet jinou místní raritu – tzv. bosonohou stezku. Na krátké trase se bosýma nohama projdete po různých typech hornin a díky tomu se je naučíte (nebo také nenaučíte) poznávat i po hmatu.

Pokud byste chtěli pojmut výlet jako komplexní přírodovědnou exkurzi, doporučujeme večerní ornitologickou vsuvku. V oblasti Železných hor běží projekt Lesů ČR *Vracíme sovy lesu*. Na informačních tabulích u turistických stezek si můžete přečíst základní informace o tom, proč jsou sovy v našich ekosystémech důležité a jaké podmínky potřebují ke hnízdění. Když si stáhnete aplikaci na rozpoznávání ptačích zpěvů (například BirdNET) nebo aplikaci s databází zpěvů (těch je i v češtině několik), můžete si večer vyzkoušet svou trpělivost a za odměnu zjistit, zda v noci naše sovy podle hlasu poznáte. ●



Foto Veronika Rudolfová

Vejce v lahvi

Kdo nemá trpělivost stavět v lahvi loď, může to zkusit s vejcem

JAKUB REŽŇÁK

Pokud by se vás někdo zeptal, jak byste dostali vejce natvrdo do lahve, odpověď by nejspíš byla, že silou. Dobře, ale jak dostanete vajíčko do lahve, která má menší průměr hrdla, než je průměr vajíčka v nejširším místě, aniž byste ho nepoškodili? V tomto pokusu si ukážeme, jak na to.

Co budete potřebovat

- vejce velikosti M uvařené natvrdo a oloupané
- skleněnou lahev od mléka
- zápalky
- papír

Postup

Připravte všechny pomůcky tak, abyste celý pokus mohli provést rychle. Papír budete vhadzovat do lahve zapálený, zformujte jej tedy do podlouhlého tvaru, který bez problémů projde hrdlem lahve. Vejce je vhodné před pokusem navlhčit, suché může trochu lepit a pokus by se nemusel zdařit. Nyní papír na jednom konci zapalte a vhodte do lahve. Vejce ihned položte na hrdlo lahve a pozorujte, co se bude dít.

POZOROVÁNÍ

Zapálený papír hoří v lahvi a po zakrytí jejího hrdla vejcem pozorujeme, že vejce začne na lahvi poskakovat. Po chvíli papír přestane hořet a během několika vteřin začne vejce klouzat hrdlem do lahve, až se nakonec protáhne celé dovnitř.

PROČ PAPÍR PŘESTAL HOŘET?

Hoření je chemická reakce, která spočívá v oxidaci hořící látky (paliva). Palivo při hoření reaguje s oxidačním činidlem a vznikají plynné a pevné zplodiny (produkty hoření). Oxidačním činidlem



je v našem případě kyslík ze vzduchu a zplodinami jsou především vodní pára, oxid uhličitý a popel.

Hoření probíhá tak dlouho, dokud jsou dostupné palivo a oxidační činidlo. Po uzavření lahve vejcem dojde ke spotřebování kyslíku v lahvi, a to má za následek konec hoření.

PROČ VEJCE POSKAKUJE?

Při hoření se uvolňuje velké množství tepla a s rostoucí teplotou roste objem plynů. V naší skleněné lahvi se díky tomu zvýší tlak na více než dvojnásobek. Vejce na hrdle tlak upouští a funguje tak jako jednosměrný ventil. Projevuje se to jeho poskakováním.

PROČ JE VEJCE VCUCNUTO?

Konec hoření papíru znamená také konec ohřívání plynů v lahvi. Ty se začnou ochlazovat a zmenšovat svůj objem. Vejce v hrdle zamezuje vstupu plynů z okolí do lahve. V lahvi začne při ochlazení klesat tlak – vzniká podtlak. Nižší tlak má za následek, že okolní vzduch vtlačí vejce do lahve.

NÁMĚTY NA ZAMYŠLENÍ ČI VYZKOUŠENÍ

- Vyzkoušejte, co se stane, když vejce umístíte na hrdlo širším koncem.
- Zamyslete se, jak dostat vejce ven z lahve, aniž bychom ho poškodili. Menší nápověda: opět to bude souviset se změnami tlaku. ●

Kalendář Přírodovědců

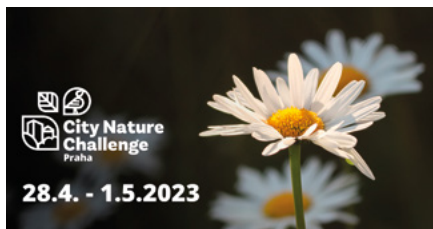
Nabízíme vám vybrané akce pro veřejnost, které se týkají přírodních věd a které většinou pořádá nebo se jich účastní Přírodovědecká fakulta UK. Pokud není uvedeno jinak, jsou akce zmiňované na této stránce zdarma.



27. DUBNA 2023 DEN ZEMĚ

Cílem letošního Dne Země je informovat veřejnost o významu biodiverzity – druhové rozmanitosti přírody – a to s důrazem na městskou přírodu, na různé druhy a formy rostlin a hmyzu, zajímavosti a rarity. Akci pořádá Hlavní město Praha, chybět nebudou ani [Přírodovědci.cz](http://Přirodovedci.cz).

Čas a místo: 27. dubna, Park Lannova, Lannova ulice, Praha 1



28. DUBNA – 1. KVĚTNA 2023 CITY NATURE CHALLENGE

Představme světu naši přírodu! Do mezinárodní soutěže City Nature Challenge, která vznikla za účelem vzbudit zájem o přírodu u obyvatel velkých měst, se letos zapojí Praha, Brno, Uherské Hradi-

ště a České Budějovice. Chcete-li se také zúčastnit, stáhněte si do svých mobilních telefonů aplikaci iNaturalist, zaregistrujte se a ve dnech 28. 4. – 1. 5. fotte živé druhy na katastrálním území daného města. Vyhrává město s největším počtem pozorování. S určením druhů Vám v případě potřeby pomohou odborníci. Fotografie můžete pořizovat u vás na zahradě, v oblíbeném parku nebo třeba na autobusové zastávce.

Více na www.citynaturechallenge.cz



1. – 11. ČERVNA 2023 VELKÁ VÝSTAVA BEZOBRATLÝCH

Chcete na vlastní oči vidět tvory, které jste zatím potkávali jen na stránkách knížek a časopisů? Vypravte se s námi do fascinujícího světa nepřeborných tvarů a forem českých bezobratlých živočichů. Zoologové z naší fakulty vám je ukáží zblízka a naživo. Navíc vám o nich prozradí leccos užitečného i překvapivého. Přijďte se podívat na nejrůznější druhy hmyzu, korýšů, plžů, mlžů a dalších bezobratlých živočichů!

Čas a místo: výstava se koná v Botanické zahradě Přírodovědecké fakulty UK (Na Slupi 16, Praha 2), 1. – 11. června



8. – 10. ČERVNA 2023 VELETRH VĚDY

Největší populární naučná akce v České republice, kterou každoročně od roku 2015 pořádá Akademie věd ČR. Zabývá se vědou ve všech jejích podobách a nabízí svým návštěvníkům to nejzajímavější ze světa přírodních, technických, humanitních i společenských oborů. Představuje vědu a výzkum jako fascinující a zásadní odvětví lidské činnosti. Vědu pak návštěvníci veletrhu zažijí na vlastní kůži prostřednictvím interaktivních exponátů, modelů, mobilních laboratoří a praktických dílen. Určitě si nenechte ujít stánek Přírodovědecké fakulty UK.

Čas a místo: od čtvrtku 8. 6. do soboty 10. 6. 10:00–18:00, Výstaviště Praha-Letňany.

Kompletní seznam aktuálních akcí Přírodovědců najdete na www.prirodovedci.cz/kalendar-akci.





**OBJEVTE PŘÍRODU
ZA VAŠIMI DVEŘMI**

28. 4. - 1. 5. 2023

www.citynaturechallenge.cz