

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ



Magazín Přírodovědecké fakulty  
Univerzity Karlovy 03/2019

TÉMA ČÍSLA

# PARAZITI

Paraziti, kam se díváš 8

Příživníci mezi rostlinami 14

O gorilách a lidech 30

# ORIGINÁLNÍ DÁRKY S PŘÍRODOVĚDNOU TEMATIKOU PRO MALÉ I VELKÉ BADATELE



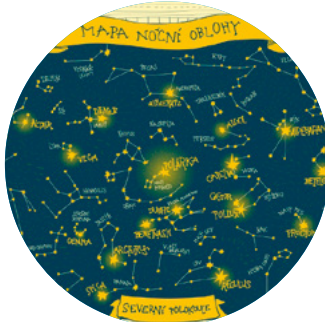
Vzdělávací pomůcky



Outdoorové vybavení



Knihy a časopisy



Plakáty



Oblečení a módní doplňky



Psací potřeby



Staré mapy



Promo předměty



Hry

NAVŠTIVTE NÁŠ E-SHOP A VYBERTE SI Z BOHATÉ NABÍDKY

[www.prirodovedci.cz/eshop](http://www.prirodovedci.cz/eshop)



## MILÍ ČTENÁŘI,

tentokrát přinášíme povídání o parazitech. Téma v některých z nás vzbuzuje spíše obavy, neboť paraziti (např. malarická plasmodia či střevní améby) nám působí nepříjemná onemocnění a v historii lidstva mnohdy ovlivnili výsledky válečných konfliktů či objevitelských cest.

Paraziti (tedy nejen ti z člověka) jsou však všude kolem nás – na všech kontinentech i u všech skupin organismů coby hostitelů. Jsou běžnou součástí přírody a v řadě ohledů jejím hnacím motorem. Ačkoli je obvykle vnímáme jako nepřátele kvůli jejich neblahému působení na lidi, hospodářská zvířata či rostliny, je svět parazitů mnohem složitější a plný tajemství.

Ukazuje se, že paraziti nás velmi důkladně znají, chtějí v nás přežít, a používají tudíž nástroje, které nám mohou být i prospěšné. Právě proto dnes existují snahy o využití parazitů či jejich produktů, například v boji proti chronickým zánětlivým či autoimunitním onemocněním. „Nejlepší způsob, jak se zbavit přemrštěných obav z parazitů, je náležitá informovanost“ (O parazitech a lidech, Triton 2018), a toto číslo Přírodovědců.cz k tomu snad přispěje.

**prof. RNDr. Petr Horák, Ph.D.**  
proděkan pro biologickou sekci

# Obsah



## CO NOVÉHO

- 4 | Bezbřehá rozmanitost parazitů
- 6 | Naše fakulta má další juniorský ERC grant!
- 7 | Od chaosu k systému

## TÉMA – PARAZITI

- 8 | Paraziti, kam se podíváš!
- 12 | Slunce, seno, motolice
- 14 | Příživníci mezi rostlinami
- 16 | Paraziti a „smetí“ v lidské DNA
- 18 | Háčky a evoluční „války“
- 20 | Nechtěné suvenýry z cest
- 22 | Paraziti dávnověku

## ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 24 | Hranice parazitismu nejsou ostré

## PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 26 | Otevřené dveře ke skutečné vědě

## STUDENTI

- 27 | Třicet let od sametové revoluce

## 3 | 2019 | ROČNÍK VIII.

### NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín  
Přírodovědecké fakulty Univerzity  
Karlovy

### PERIODICITA

Čtvrtletník

### CENA

Zdarma

### DATUM VYDÁNÍ

23. 9. 2019

### NÁKLAD

14 000 ks

### EVIDENČNÍ ČÍSLO

MK ČR E 20877 | ISSN 1805-5591

### EDITOR

Petr Souček  
petr.soucek@natur.cuni.cz

### REDAKČNÍ RADA

GEOLOGIE  
Mgr. Vít Peřestý

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

BIOLOGIE  
Mgr. Martin Čertner, Ph.D.  
Mgr. Petr Šípek, Ph.D.

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

### INZERCE

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

### KOREKTURY

imprimis

### GRAFIKA

Štěpán Bartošek

### TISK

Trianglprint

### ILUSTRACE NA OBÁLCE

*Haematopinus apri* patří k největším druhům vši, vyskytuje se u prasat divokých. Foto Jan Bulantová

### VYDAVATEL | ADRESA REDAKCE

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

[www.natur.cuni.cz](http://www.natur.cuni.cz)

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

© Přírodovědecká fakulta  
Univerzity Karlovy 2019

## KULTURA

- 28 | Banát – přenesená krajina

## NAŠE PUBLIKACE

- 29 | Biologické myšlení v podzemí
- 29 | Postavte si hmyzí hotel

## PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 30 | O gorilách a lidech

## PŘÍRODOVĚDA AKTUÁLNĚ

- 36 | Superorganismus ve střevěch  
termitů

## TIP NA VÝLET

- 37 | Za kutnohorskými fosiliemi

## VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Zpívající balonek

## KALENDAŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 39 | Kalendář Přírodovědců





# Bezbřehá rozmanitost parazitů

Společnými silami za biologickou rozmanitost Země

JAN VOTÝPKA

Biodiverzita. Tento velmi populární pojem je často skloňovaný nejen biology, ale i politiky, a to v nejrůznějších souvislostech. Nejčastěji ve spojení s jejím úbytkem či ochranou. Biodiverzita označuje veškerou rozmanitost živé přírody, a můžeme ji proto chápat od úrovně genetické až po ekosystémovou. Za její základ je však obvykle považován druh.

Pojem biologický druh je také snadno pochopitelný i pro naprostého laika. O druzích se také často mluví i ve většině biologických či ochranářských sdělení směřovaných k široké veřejnosti. Území chráněná a biologicky ceněná jsou vyčleňována zpravidla proto, že tam žije velké množství druhů (nebo druhy vzácné), zatímco například monokultura

řepky velkým zájmem biologů ani veřejnosti nevyvolá.

Druh je zkrátka intuitivní základní jednotkou biodiverzity. Od druhé poloviny minulého století však pomalu narůstá povědomí o tom, že rozmanitost přírody je ohrožena, a proto se studium biodiverzity postupně dostává do popředí zájmu vědců i laické veřejnosti. Biodiverzitě se mimo jiné věnuje i letošní monotematické číslo časopisu Živa

(5/2019), kam přispěla i řada autorů z Přírodovědecké fakulty UK.

## UTAJENÁ PESTROST PARAZITŮ

Dnes už víme, a pro mnohé to může být i velkým překvapením, že parazitický způsob života je na naší planetě dominantní formou existence a že paraziti počtem druhů i jedinců převyšují volně žijící organismy. Biodiverzita Země je tedy tvořena převážně právě parazity. Ačkoli pojem parazit může být chápán velmi různě, je faktem, že i počet druhů klasických parazitů (parazitických helmintů, členovců a prvoků) je opravdu značný, a navíc se předpokládá, že většina z nich ještě nebyla pro vědu objevena. Studium diverzity parazitů je tedy jednou z klíčových oblastí poznání

Živa



◀ **Ploštice číhající na kořist. Většina zákeřnic je dravá a hostí jednohostitelská trypanosomatida, některé skupiny jsou však krevsající a mohou přenášet na své hostitele původce různých onemocnění včetně prvoků vícehostitelského rodu *Trypanosoma*.** Foto David Modrý

biodiverzity jako takové, a navíc díky cizopasnému způsobu života je tato skupina organismů nesmírně různorodá a vytváří a představuje evoluční novinky jinde nevídané.

V rámci nově vniklého Centra výzkumu patogenity a virulence parazitů (<https://www.biocev.eu/cs/o-nas/projekty/centrum-vyzkumu-patogenity-a-virulence-parazitu.1>), koordinovaného katedrou parazitologie Přírodovědecké fakulty UK v Praze, se spojila vědecká pracoviště tří velkých vědecko-výzkumných institucí zabývajících se u nás tematikou parazitologie – kromě PŘF UK se jedná o Parazitologický ústav Akademie věd v Českých Budějovicích a o katedru biologie a ekologie Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity.

Výzkumné centrum se zabývá studiem různých aspektů ovlivňujících virulenci parazitů a jimi vyvolaných nemocí, a to jak u lidí, tak i u hospodářských či volně žijících zvířat. Podstatnou součástí výzkumu je i mapování a popis biodiverzity parazitů, protože pouze srovnání různých druhů a skupin nám pomůže odhalit a pochopit mechanismy, které vedou nejen ke vzniku samotného parazitismu, ale i k projevům onemocnění u různých hostitelů.

### NEJEN SPAVÁ NEMOC

Jedním z dlouhodobých projektů, které nově vzniklé centrum výzkumu podporuje a dále rozvíjí, je právě studium biodiverzity parazitů – zejména ze skupiny trypanosomatida. Mezi

těmito parazitickými prvky nalezneme velmi nebezpečné a někdy přehližené původce onemocnění (*Trypanosoma* a *Leishmania*), jakými jsou např. spavá nemoc, Chagasova choroba či různé leishmaniózy, které postihují v tropických a subtropických oblastech miliony lidí i domácích zvířat.

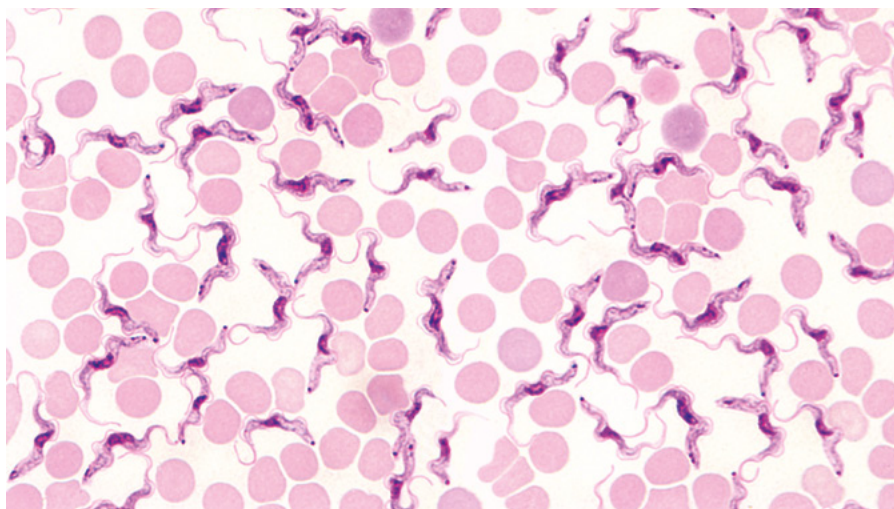
Většina původců lidských onemocnění je již dobře známa, i když např. u leishmanii se stále objevují nové druhy, z nichž některé jsou patogenní i pro člověka. Jedním z našich cílů je zmapování biodiverzity tzv. jednohostitelských trypanosomatid, tedy parazitů hmyzu, kteří jsou evolučními předchůdci nebezpečných patogenů lidí a zvířat. Skutečná biodiverzita a rozmanitost, a to nejenom druhová, ale například i genetická, biochemická či morfologická, se skrývá právě v těchto dlouho opomíjených předcích vícehostitelských trypanosomatid.

Proto také v současnosti členové všech tří zmíněných institucí začleněných do centra výzkumu publikují společně četné vědecké články týkající se právě jednohostitelských trypanosomatid. Některé publikace se věnují popisům

nových druhů, rodů či čeledí, často s výstižnými názvy, jako např. *Blechomonas*, což je rod pojmenovaný po svých hostitelích – blechách. Mnohé další články však odhalují i nové biochemické dráhy jednohostitelských trypanosomatid, u jiných organismů zatím nepopsané.

Byly také objeveny geny, které jsou pravděpodobně zodpovědné za přechod k parazitismu či za schopnost infikovat teplotokrevné obratlovce. Nechybí ani publikace popisující nálezy vnitřních symbiontů. Ačkoli jsou trypanosomatida jednobuněční prvoci, v jejich buňkách můžeme najít další organismy – zejména bakterie a viry, které jim mohou napomáhat v jejich metabolismu, ale mohou také zvyšovat jejich patogenitu vůči hostitelům. Příkladem nově objeveného viru může být OstraVirus.

Právě takové objevy pomáhají měnit naše chápání jak samotného vzniku parazitismu, tak i způsobu interakcí mezi cizopasníky a jejich hostiteli. A objevujeme tak i různé cesty přenosu vícehostitelských parazitů z přenašečů na obratlovčí hostitele včetně člověka. ●



▲ **Trypanosoma v krvi.** Foto Jan Votýpka a Jana Bulantová



◀ **Dr. Filip Kolář se dlouhodobě zabývá evolucí rostlin. Ve své práci kombinuje tradiční znalosti ekologie a biogeografie flóry v Evropě s novými populačně genomickými přístupy.**

*Foto Luboš Wiśniewski, Forum*

bárna genetických možností poskytuje větší množství možných odpovědí na nové prostředí a tudíž lepší konkurenční schopnosti. A právě ekologie biologických invazí tvoří významnou část biologických výzkumů s významnými hospodářskými důsledky. „Navzdory této důležitosti se genomický výzkum polyploidům díky složitosti jejich genomů spíše vyhýbá a o evolučních procesech probíhajících v přirozených populacích nevíme téměř nic,“ popisuje současný stav poznání Filip Kolář.

Cílem projektu Double Adapt, který byl podpořen juniorským ERC grantem, je právě výzkum nejrůznějších aspektů polyploidizace genomu. Výzkum bude probíhat na vícenásobné hierarchii úrovní: genomu, fenotypu, populací i celých druhů. K prozkoumání tak široké škály otázek je třeba mít jak precizní znalosti o ekologii a populační dynamice rostlin ve volné přírodě, tak kombinaci široké škály laboratorních technologií v oblasti rostlinné genomiky. Pro testování všech vytčených hypotéz si dr. Kolář vybral hned šest různých druhů rostlin, které mají jak diploidní, tak přirozené polyploidní jedince, a to ve volné přírodě. „Záměrně jsem do studie vybral ty druhy, které mají malý genom a všechny se v různém stupni ploidie vyskytují v regionu střední Evropy. Šest druhů patří do tří různých čeledí vyšších rostlin,“ popisuje Kolář. Data získaná z divokých populací budou srovnávána s těmi, která tým získá z rostlinných mutantů, jež si sám připraví a namnoží v laboratorních podmínkách. ●

## Naše fakulta má další juniorský ERC grant!

Udělení tohoto grantu je pro výzkum známkou nejvyšší kvality

MICHAL ANDRLE

V kategorii juniorských grantů pro vědce do 33 let získala letos Česká republika pouze jeden – a stejně jako v loňském roce putuje na Přírodovědeckou fakultu UK. S šedesát měsíců trvajícím finančním podporou může na zkoumání významu znásobování počtu chromozomů v jádrech buněk rostlin počítat dr. Filip Kolář z katedry botaniky PŘF UK. Výsledky jeho práce napomohou pochopení mechanismů evoluce rostlin a využití mohou najít i ve šlechtitelství.

Změny ve struktuře genetické informace, která je základem pro život organismu, se uskutečňují prostřednictvím různě rozsáhlých mutací. „Mutantem“ se může organismus stát na jedné straně výměnou jediného „písmenka“ genetického kódu, na straně druhé namnožením textu celé genetické „knihovny“, tedy chromozomů v buněčném jádře.

Ve druhém případě jde o tzv. celogenomové mutace (WGM), které vytvoří genom s větším počtem chromozo-

málních sad, tzv. polyploidní genom. Ukazuje se, že zejména v případě krytosemenných rostlin je takové zmnožení chromozomů situací spíše běžnou, než vzácnou. Jak ale vlastně celý proces funguje na molekulární úrovni? Prospívají polyploidní rostliny v novém prostředí lépe? A konečně – jakým způsobem podmiňuje WGM vznik nových druhů?

Všechny tyto otázky nejsou zajímavé pouze pro botaniky nebo biologické teoretiky. Důležité je si připomenout, že k rostlinám s polyploidním genomem patří řada, dokonce většina domestikovaných rostlin včetně těch, které jsou zcela nezbytné pro výživu celého lidstva (pšenice, rýže, cukrová třtina, brambory, jahodník a řada dalších). „Člověk si kdysi nevědomky polyploidizaci ochočil k tomu, aby získal další, pro sebe využitelné plodiny,“ vysvětluje Filip Kolář.

Další skupinou, která pravděpodobně využívá pozitivní důsledky polyploidního genomu, jsou invazní rostliny, jimž záso-

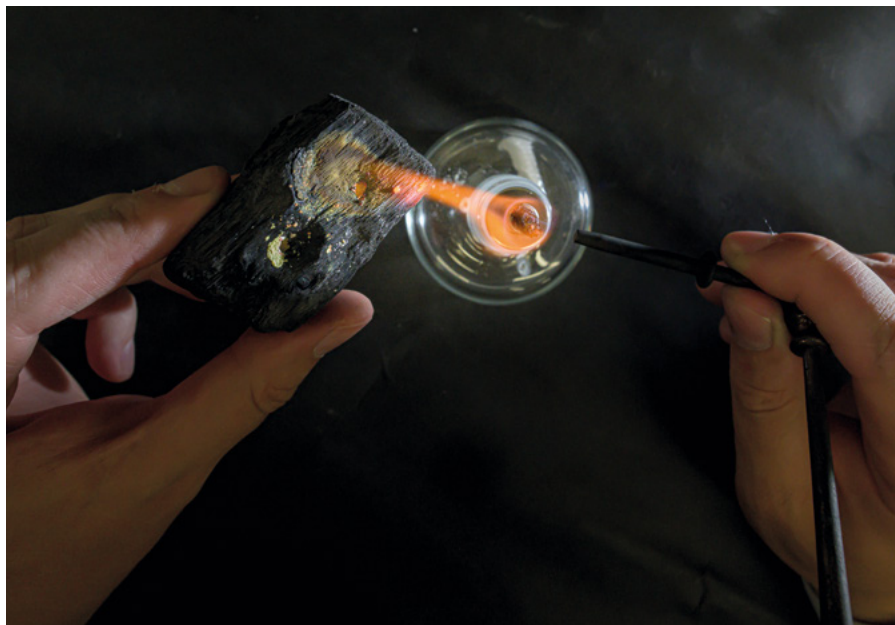


European Research Council  
Established by the European Commission

# Od chaosu k systému

Výstava v Knihovně chemie PĚF UK mapuje historii vzniku periodické tabulky

KAREL NESMĚRÁK



▲ **Jednoduchá, ale účinná – dmuchavka poskytuje plamen o teplotě až 1500 °C. Znali ji podle všeho již staří Egypťané, významnou roli však sehrála i v rozvoji moderní chemie.** Foto Petr Jan Juračka

Jedním z nejdůležitějších přírodních zákonů je bezesporu zákon periodický. V tomto roce si připomínáme 150. výročí jeho objevu ruským chemikem Dmitrijem Ivanovičem Mendělejevem (1834–1907). Význam tohoto objevu, který se dotýká celého našeho hmotného světa, podtrhla i iniciativa OSN a UNESCO, která vedla k vyhlášení roku 2019 Mezinárodním rokem periodické tabulky.

Na Přírodovědecké fakultě UK vznikla k tomuto výročí interaktivní periodická tabulka (Přírodovědci 1/2019), kterou doplňuje výstava nazvaná „Historie periodické tabulky – od chaosu k systému“. Výstavu připravila katedra analytické chemie ve spolupráci

s Knihovnou chemie PĚF UK; koncepci navrhli, texty připravili a exponáty vybrali Karel Nesměrák a Radek Chalupa. Prostřednictvím textů a obrazové dokumentace provádí výstava návštěvníka cestou lidského poznání chemické podstaty našeho světa od doby řeckých přírodních filozofů přes představy alchymistů arabských, renesančních i raně novověkých až po formulaci názorů na pojem prvek. Zvláštní pozornost je věnována vývoji pokusů o uspořádání prvků do systému, od návrhu Lavoisierova přes Döbereinerovy triády až po Mendělejevův úspěch. Z příspěvků českých vědců k periodické tabulce a objevování prvků jsou zmíněny zejména práce prof. Bohuslava Braunera.

V expozici jsou vystaveny rovněž předměty dokumentující způsoby objevování chemických prvků v minulosti (včetně proslulé dmuchavky, přístroje, se kterým bylo objeveno 11 chemických prvků). Unikátem je pak historický vzorek didymu z 80. let 19. století. Ten byl považován za chemický prvek, ale právě Bohuslav Brauner rozeznal, že se ve skutečnosti jedná o směs dvou prvků: praseodymu a neodymu. Dále jsou vystaveny tabulky prvků z českých učebnic od Preslovy *Lučby* z roku 1824 až do současnosti, na nichž je patrný posun lidského poznání prvků během času. Zajímavostí je rekonstrukce prvního znázornění periodicity atomových vah prvků, tzv. telurického šroubu, který roku 1862 navrhl Alexandre de Chancourtois.

Výstavu je možné navštívit až do 31. října 2019 v prostorách Knihovny chemie PĚF UK, Hlavova 8, Praha 2, pondělí–čtvrtek 8:00–17:00, pátek 10:00–12:00, vstup je volný. Výstava bude zapojena také do Noci vědců 27. září 2019. ●



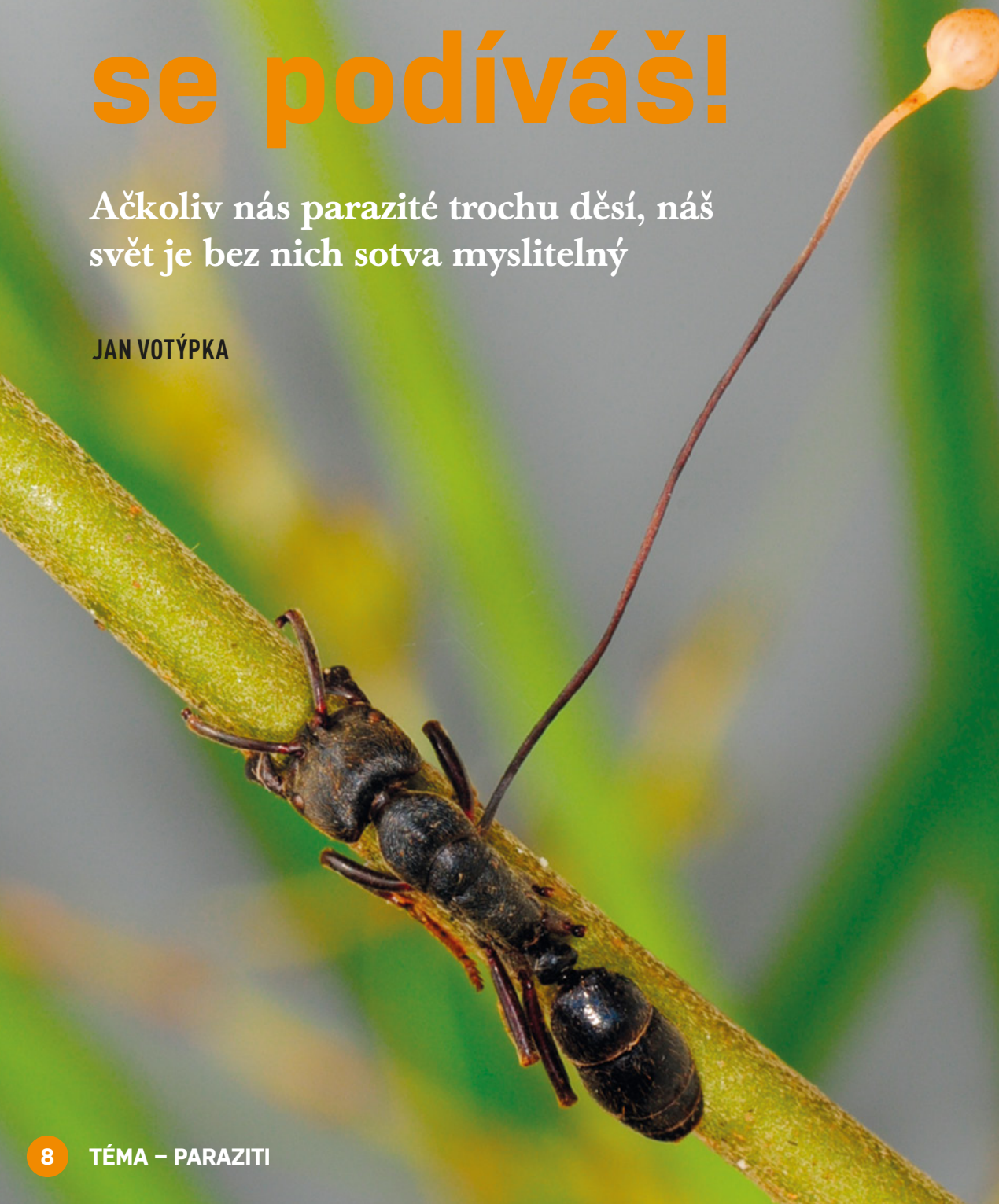
▲ **Výstava zahrnuje i případ „didym“, který rozluštl český chemik Bohuslav Brauner.** Foto Karel Nesměrák



# Paraziti, kam se podíváš!

Ačkoliv nás parazité trochu děsí, náš svět je bez nich sotva myslitelný

JAN VOTÝPKA



◀ „Zombie houba“ *Ophiocordyceps unilateralis* je opravdu pozoruhodná. Nejprve ovládne nervovou soustavu mravence rodu *Camponotus*, a poté ho přinutí zakousnout se do stébla či listu nízko nad zemí, kde postupně proroste celé jeho tělo. Tenká stopka na těle mravence je plodnice šířící svůj smrtonosný náklad výtrusů mezi další mravence. Foto David Modrý

Být označen za parazita či cizopasníka rozhodně není nic lichotivého. Paraziti jsou vnímáni jako něco negativního a nechtěného, něco, bez čeho by bylo na světě líp. Mají zkrátka špatnou reputaci a není se co divit. Lidé se parazitů vědomě či podvědomě bojí a často jen vyslovení tohoto slova nahání hrůzu. Většinou platí, že čím větší a odpornější parazit je, tím větší děs vyvolává, a to bez ohledu na skutečné zdravotní nebezpečí.

Vrcholem znechucení je patrně tasemnice povalující se v našem střevě, kde může dorůst do délky až několika metrů, nebo bělavé červovité larvy myiázních much vyvíjející se v našem podkoží. Přitom nás ale ani jeden z těchto cizopasníků neohrožuje na životě – ti skutečně nebezpeční, jako například původci malárie či spavé nemoci, jsou mnohem menší a nenápadnější, prostým okem neviditelní.

### NEBEZPEČNÍ I ZCELA BĚŽNÍ

Pokud jde o parazity, kteří ohrožují lidi na životě, máme vlastně štěstí – žijeme v době a především na místě víceméně bezpečných. Směrem k rovníku ovšem nebezpečí narůstá a v rozlehlých oblastech tropů se lidské oběti parazitů počítají na miliony. I když se u nás zabíjícké druhy vyskytují opravdu jen vzácně, ty méně nebezpečné jsou stále celkem běžné, a tak skoro každý z nás měl někdy svého cizopasníka. Jen málokteré

dítě unikne nákaze vši a stejně tak jsou v dětských kolektivech stále běžní i roupi. Přibližně pětina naší populace je infikována prvokem toxoplasmou a většina dospělých lidí má ve vlasových a chlupových váčcích drobné roztoče trudníky.

Paraziti jsou běžní nejen u lidí, ale i u domácích mazlíčků a hospodářských či volně žijících zvířat. Přestože někdy mohou svým hostitelům způsobit vážné zdravotní komplikace, častěji probíhá nákaza zcela bez klinických projevů. U takto nakaženého hostitele ani nemůžeme mluvit o nemoci, protože jeho zdraví nebylo nijak ohroženo ani poškozeno. Stav, kdy infekce nevyvolá žádné onemocnění, je vlastně mnohem běžnější a je výsledkem dlouhodobého soužití cizopasníka s hostitelem. Správný parazit totiž svého hostitele nechce zabít nebo vážně poškodit – naopak, chce si ho uchovat co nejdéle, protože smrt hostitele většinou znamená také smrt parazita.

### PROBLÉMOVÍ HOSTITELÉ

Paraziti, zejména ti zvířecí, jsou doslova všudypřítomní a pravděpodobně každou chvíli nechtěně spolkneme nějakou jejich cystu, sporu nebo vajíčko. Pak se však nabízí otázka, zda nejsou naše těla parazity doslova prolezlá. Nejsou! Může za to hostitelská specifita. Nakažený hostitel pochopitelně o své nezvané hosty nestojí a snaží se jich zbavit pomocí rozličných obranných mechanismů.

Pokud chce parazit uspět, musí si vyvinout specifickou strategii, kterou překoná obranný systém hostitele. V přírodě však není nic statické, a tak hostitel zase hledá obranu proti zbraním útočníka, až se časem mezi oběma stranami vytvoří křehká rovnováha. Vzájemné závody ve zbrojení tudíž vedou ke značné specializaci v rámci příslušné dvojice parazit–hostitel. Většina parazitů proto nemůže překonat obranný systém jiného hostitele, než na kterého je adaptována.



▲ Housenka hnědáška osikového (*Euphydryas maturna*), jednoho z našich nejvzácnějších denních motýlů, a kukly parazitoidní vosičky vejřitky, jejíž larvy před zakuklením opustily tělo hostitele. Ačkoli je housenka odsouzena k zániku, je parazitoidem „naprogramována“, aby před svojí smrtí ještě hlídala a bránila jeho kukly. Foto Pavel Moravec



► **Přichycovací orgány mnoha parazitů sloužící k fixaci na hostitele působí děsivě i krásně současně. Některé rody žábrolístů (např. *Macrogyrodactylus*) se vyznačují trvalým spojením dvou jedinců.** Foto Jana Bulantová

To je také důvod, proč má každý hostitel jen omezené množství druhů parazitů a patogenů, kteří ho mohou nakazit a kteří jsou schopni se do jeho těla nejen dostat, ale také se v něm dále vyvíjet. U lidí známe více než tucet vysoce specializovaných klasických parazitů, kteří se nevyskytují u žádných jiných obratlovčích hostitelů. Z helmintů (parazitických červů) je to například škrkavka a roup dětský nebo dospělci tasemnice bezbranné a dlouhočlenné. Z roztočů je na člověka specializovaná zákožka a dva druhy trunčíků. Tři druhy lidských vší pak reprezentují specializovaný parazitický hmyz. Mezi prvky vykazují vysokou hostitelskou specifitu původci malárie a některých leishmanióz.

Každé pravidlo však má své výjimky, a tak existuje i značné množství parazitů, kteří nejsou hostitelsky specifictí. Extrémním příkladem může být již zmíněný prvek *Toxoplasma gondii*, který dokáže infikovat skoro všechny teplokrevné obratlovce včetně člověka. Rovněž řada parazitů běžných u zvířat může za specifických podmínek člověka nakazit a vyvolat u něj velmi vážná onemocnění. Tato onemocnění označujeme jako zoonotická, což odkazuje na skutečnost, že jejich původci kolují mezi domácími či volně žijícími zvířaty. Člověk se do tohoto přirozeného koloběhu dostává víceméně náhodně.

### **NENÍ PARAZIT JAKO PARAZIT**

Až do tohoto okamžiku jsme se zabývali pouze klasickými parazity, kteří jsou jako ti praví paraziti vnímání



i laickou veřejností. Humánní a veterinární medicína historicky definovala parazity jako eukaryotické cizopasníky živočichů – tedy parazitické prvky, helminty (červy) a členovce. Této definici by sice odpovídaly i houby a houbové organismy, ty však za klasické parazity nepovažujeme. Existuje však i druhé, značně odlišné biologicko-ekologické vnímání parazitismu, které za cizopasníky považuje

jakékoli organismy, jež dlouhodobě žijí na úkor organismů jiných. V rámci tohoto širokého pojetí neexistuje žádné systematické omezení, a tak parazitem i hostitelem může být jakýkoli organismus.

Přestože počet druhů klasických cizopasníků je opravdu značný (díky jejich specializaci na příslušné hostitele), pouze biologicko-ekologické vnímání



parazitismu považuje většinu životních forem na této planetě za parazity. Mezi „biologické“ parazity musí být započteny velmi početné skupiny organismů, které sice mezi klasické parazity nepočítáme, ale jež zcela vyhovují obecné definici. Za vnitrobuněčné parazity jsou například považovány všechny viry, protože k jejich množení je vždy potřeba hostitelská buňka.

### OD DNA A VIRŮ AŽ PO JMELÍ

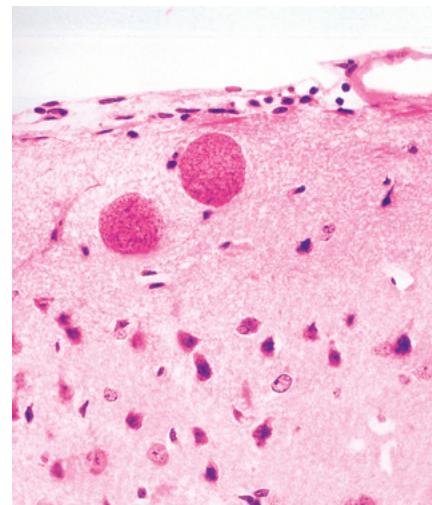
Někdy se s trochou nadsázky říká, že virus je vlastně jen špatná zpráva zabalená do bílkoviny. Zatím sice bylo popsáno a pojmenováno méně než deset tisíc virů, ale jejich skutečný počet bude asi řádově vyšší, protože jen v mořské vodě byla jejich diverzita odhadnuta na několik set tisíc druhů. Za parazita lze v jistém smyslu považovat i DNA, která po působení některých virů zůstává uložena v genomu hostitele. Ba dokonce i některé další úseky DNA mohou být chápány jako parazitické.

Další velkou skupinou cizopasníků jsou například parazitické bakterie, i když jejich počet je nesrovnatelně nižší než v případě virů.

Početně velmi bohatou a různorodou skupinou jsou v tomto širokém pojetí i různí herbivoři (býložravci), zejména z řad hmyzu. Pokud na svých živých (a pro nás ekonomicky důležitých) rostlinách páchají škody, mluvíme sice o škůdcích, ale v biologickém smyslu se jednoznačně jedná o parazity, jejichž hostiteli jsou rostliny. A tak zástupce mšic, červců, molic, kříśů, ploštic, třásněnek, ale i motýlů, brouků, širopasých blanokřídlých a mnohých dalších musíme považovat za cizopasníky světa rostlin. Rostliny jsou hostiteli nejen herbivorního hmyzu, ale i mnoha dalších parazitů, zejména pak různých hub. Stranou nezůstávají ani parazitické rostliny – vždyť jmelí zná opravdu každý, a to je přitom jen pomyslná špička ledovce.

### HORŠÍ NEŽ PARAZIT

Kromě parazitů známe ještě kategorii příbuzných organismů, tzv. parazitoidů. Ti se od ostatních cizopasníků liší svou životní strategií, jejíž součástí je biologická nebo evoluční smrt hostitele. Ten je parazitoidem buď zabit v předreprodukčním věku, nebo vykastrován, a tak za sebou nezanechá žádné potomstvo. Do této skupiny patří například mnoho



▲ **Cysty kokcidie kočičí neboli toxoplazmy (*Toxoplasma gondii*) v mozkové tkáni. Uvádí se, že tímto prvokem je nakažena až polovina světové populace a spekuluje se o významném vlivu parazita na lidské chování. V naprosté většině případů se nákaza klinicky nijak neprojevuje, avšak riziko nastává při akutní naze zejména těhotných žen.** Foto David Modrý

druhů parazitoidních vosiček. Mnohé z nich jsou dokonce využívány i k biologické kontrole různých rostlinných či potravinových škůdců a parazity či parazitoidy využíváme i v mnoha dalších směrech a odvětvích.

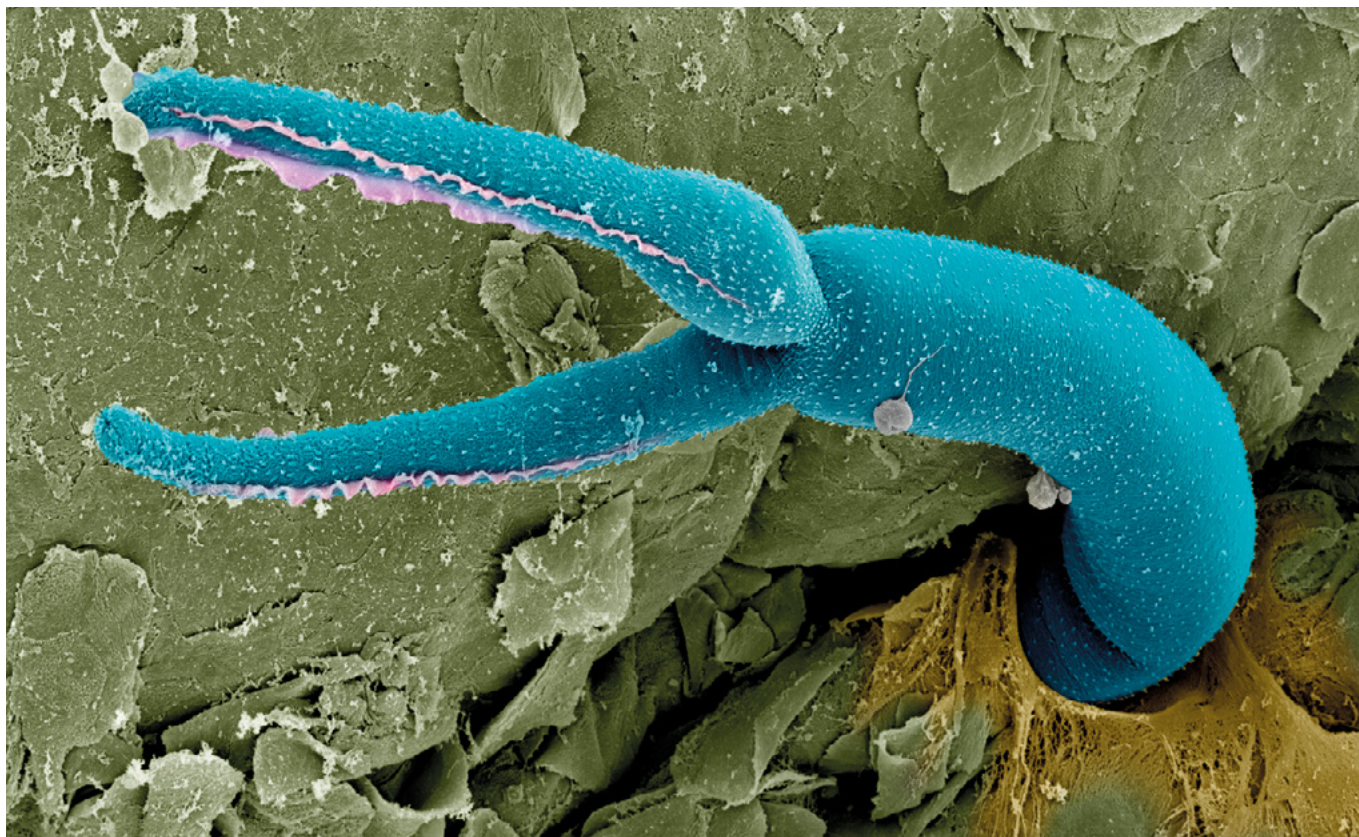
Třebaže parazity většinou nemáme moc rádi, musíme připustit, že představují většinu biodiverzity na planetě Zemi. V přírodě mají své nezastupitelné místo a evolučně stáli za vznikem mnoha důležitých novinek, které se nám nyní zdají jako samozřejmé. Ačkoli nám někteří cizopasníci způsobují vážná onemocnění, mnohé jiné naopak využíváme k našemu prospěchu. Svět bez parazitů by sice byl teoreticky možný, ale zároveň zcela nepodobný realitě, která nás obklopuje. ●

**Komáři rodu *Aedes* jsou přenašeči mnoha patogenů včetně původců virových onemocnění jako např. tropické horečky Zika, dengue či žluté zimnice.**

Foto David Modrý



AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE PARAZITOLOGIE



# Slunce, seno, motolice

Požitek z koupání mohou v horkých dnech zkasit nejen sinice

JANA BULANTOVÁ, PETR HORÁK

Léto znamená pro většinu lidí dovolenou, prázdniny, slunečné počasí a čas trávený u vody. Pro parazitology věnující se v Česku jedné skupině motolic je to však období hektické, plné neplánovaných výjezdů na koupaliště, dlouhých hodin strávených v propocených „brodáčích“ tam, kde na sobě ostatní často nemají ani plavky, a ještě dalších hodin věnovaných zpracování nasbíraných vzorků v laboratoři dřív, než dojde k jejich znehodnocení.

## PTÁCI A SCHISTOSOMY

Řeč je v tomto případě o týmu parazitologů ([www.helminthology.cz](http://www.helminthology.cz)), kteří se věnují tzv. ptačím schistosomám,

způsobujícím u lidí kožní alergické onemocnění zvané cercáriová dermatitida (viz heslo na Wikipedii). Objektem jejich zájmu jsou motolice žijící v dospělosti v cévách vodních ptáků a využívající jako meziphostitele vodní plže. Po několika týdnech vývoje v meziphostiteli vylučují plži do vodního prostředí infekční larvy zvané cercárie, které vyhledávají vodní ptactvo (zejména zástupce vrubozobých, jako jsou třeba kachny), do jehož kůže se zavrtají, aby mohly dokončit svůj životní cyklus, tedy dospět a produkovat vajíčka s larvami zvanými miracidia, která jsou opět infekční pro nového meziphostitele.

## POSTRACH PŘÍRODNÍCH KOUPALIŠŤ

Bohužel pro parazita i pro rekreanty na koupalištích nejsou cercárie neomylné. A protože lidská kůže obsahuje ještě ve větší míře než ta ptačí mastné kyseliny, které cercárie lákají k parazitaci, nezřídka končí namísto v kachně v člověku. Napadená osoba pozná omyl parazitů už asi po hodině, kdy začne pociťovat lehké svědění kůže na místech ponořených při koupání pod vodní hladinu. Intenzita svědění se do druhého dne stupňuje a odeznívá dle citlivosti jedince po několika dnech až týdnů. Na napadené kůži se zároveň objevují červené skvrnky, které se posléze mění ve



◀ **Cerkárie ptačí schistosomy pronikající do kůže ve skenovacím elektronovém mikroskopu (kolorováno).**

Foto Jana Bulantová

vystouplé pupínky, na jejichž vrcholech se v další fázi infekce vytvoří puchýřky vyplněné čirou tekutinou.

Popsané příznaky jsou obrannou reakcí lidského organismu na průnik parazita, kterého náš imunitní systém správně vyhodnotí jako cizí objekt a podle toho s ním jedná. Z údajů zjištěných na experimentálním myším modelu (výzkumy tohoto typu na lidech jsou z důvodů etiky i rozměrů hostitele neproveditelné) víme, že některým parazitům se podaří uniknout první linii obranného systému v kůži, takže při primární infekci jsou schopni pokračovat v migraci dál do těla hostitele.

Zde jsou však i oni v různých fázích vývoje postupně likvidováni, a v nepřírovném savčím hostiteli proto nedospívají. Opakované infekce, z nichž každou další doprovází díky imunologické paměti stále intenzivnější příznaky i rychlejší likvidace parazitů, jsou o dost nepříjemnější, takže nejjeden rekreant si osvěžení v rizikové nádrži napříště rád odpustí.

### HISTORIE A SOUČASNOST

První záznamy o cercáriové dermatitidě vyskytující se v Česku pocházejí už ze šedesátých let minulého století z jižní Moravy. Výzkum ptačích schistosom a cercáriové dermatitidy v té nejširší podobě však u nás probíhá až v posledních desetiletích. Vědci se při něm nevěnují jen terénním průzkumům lokalit a hledání nových druhů parazitů, ale přímo v laboratoři na experimentálních modelech zkoumají mechanismy, jakými paraziti své hostitele hledají a pronikají do nich, jak se proti nim hostitelé brání, co přesně stojí za schopností savčích hostitelů parazity eliminovat, případně



jak lze tyto poznatky využít nejen při diagnostice onemocnění, ale i v jiných oblastech parazitologie.

Aktuální meziroční nárůst počtu lokalit s hlášeným výskytem dermatitidy způsobené ptačími motolicemi je bezpochyby výrazně ovlivněn právě zvýšeným zájmem vědců, ale i dalšími faktory, jako je osvěta (veřejnost už tuší, že „pupínky z vody“ nemusí mít na svědomí jen často uváděné sinice) nebo i tendence více si hlídat potíže způsobené kontaktem s vodou na koupalištích. Lepšímu podchycení těchto informací jednoznačně napomáhá i zřízení online webového dotazníku na stránkách Státního zdravotního ústavu (<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/dotaznik-zdravotni-problemy-vznikle-v-dusledku-koupani-nebo>) a webů s aktuálním hodnocením kvality koupacích vod ([www.koupacivody.cz](http://www.koupacivody.cz)) nebo šíření informací přes sociální sítě.

◀ **Akutní fáze cercáriové dermatitidy na zápěstí opakovaně napadeného člověka 3 dny po průniku cercárií.** Foto Jana Bulantová

### PARAZITOLOGOVÉ NA SCÉNĚ

Potvrzování původců cercáriové dermatitidy na lokalitě však není jednoduchá věc a většina laboratoří zdravotních ústavů nebo hygienických stanic se mu zatím rutinně nevěnuje. A to ani přesto, že v kritických případech není výjimkou, že koupaliště je z důvodu ochrany veřejného zdraví nutné zcela znepřístupnit a koupání omezit. Ke slovu se v tomto okamžiku dostávají právě parazitologové, kteří příslušným orgánům dokážou díky svým znalostem a zkušenostem pomoci rozpoznat původce potíží rekreatů a zároveň získat tolik potřebný materiál pro vědecké účely.

Setkali jste se s cercáriovou dermatitidou a chcete se stát součástí našeho projektu, který mapuje výskyt tohoto onemocnění v Česku? Údaje o lokalitě, datu výskytu dermatitidy, podobě projevů a době trvání příznaků můžete zasílat přes webový dotazník Státního zdravotního ústavu (viz odkaz výše) nebo na e-mail [bulantov@natur.cuni.cz](mailto:bulantov@natur.cuni.cz). Delší verzi článku naleznete na webu Prirodovedci.cz. ●

AUTOŘI PRACUJÍ NA KATEDŘE PARAZITOLOGIE



▲ **Upozornění na výskyt cercáriové dermatitidy vyvěšované na problémových lokalitách.** Foto Jana Bulantová



# Příživníci mezi rostlinami

Život na cizí účet není v rostlinné říši žádnou vzácností **TOMÁŠ URFUS**



S parazitismem jako životní strategií koketují nezřídka i cévnaté rostliny. Svě hostitele umí využívat nejrůznějšími způsoby, často i velmi komplikovaně a prostřednictvím cizích struktur. Podobně jako u živočichů jsou i vztahy mezi rostlinnými parazity a jejich hostiteli značně složité a vedou k vysoce specifické koevoluci. Pojďme tedy nahlédnout do světa rostlinných cizopasníků, který umí být skutečně bizarní.

## RŮZNÉ STRATEGIE

Parazitismus je u rostlin uskutečňován v principu dvěma základními způsoby: přímým připojením k vodivým pletivům rostlinného hostitele a parazitováním hub (mykoheterotrofie). V prvním případě saje parazit živiny a metabolity přímo z hostitelské rostliny prostřednictvím specializovaného orgánu, tzv. haustoria. Na parazitické rostliny lze dále nahlížet s ohledem na schopnost autotrofie: o druzích s funkčním chlorofylem tak hovoříme jako o poloparazitech (hemiparazitech), zatímco nezelené druhy jsou holoparazity. Nicméně hranice mezi oběma kategoriemi není příliš ostrá. Obecně platí, že poloparazitické druhy výrazně převažují nad holoparazity.

Další možný pohled reflektuje charakter připojení k hostiteli. Rostlinní příživníci se totiž soustředí buď na kořeny (kořenoví paraziti), nebo na stonky (stonkoví paraziti). Parazitické rostliny mohou být různou měrou specializovány na určitého hostitele. Můžeme mezi

◀ *Corynaea crassa* a všichni další zástupci parazitické čeledi Balanophoraceae (hlívecovité) vypadají skutečně podivně a leckdo by na první pohled takové „ufony“ ani nezařadil mezi rostliny (mlžný les, Cotapata, Bolívie). Foto Tomáš Urfus

nimi narazit na druhy se specifickou vazbou na jeden konkrétní druh i na generalisty, kteří dokážou využívat různé druhy (dokonce i z různých čeledí). Nemalá část poloparazitických rostlin je schopná obejít se bez hostitele (fakultativní parazitismus).

### PARAZIT PARAZITA

Parazitická rostlina může někdy cizopasit na jiném parazitovi (epiparazitismus). S takovým případem se lze setkat i v naší přírodě. Jmelí bílé (*Viscum album*) totiž dokáže růst na ochmetu evropském (*Loranthus europaeus*). Je to vlastně jediný a velmi vzácný případ, kdy můžeme jmelí zahlédnout na dubu. Spekuluje se dokonce o tom, že právě tuto anomálii vyhledávali v krajině keltští druidové, aby posléze jmelí odsekli zlatým srpem.

Přímý parazitismus je v rámci krytosemenných rostlin rozhodně nezanedbatelný, o čemž svědčí i téměř 4500 parazitických druhů (tedy více než 1 % všech krytosemenných rostlin) ze 13 čeledí. Jedná se o názorný příklad konvergentní evoluce, neboť vznikal opakovaně (alespoň 12 – až 13krát) a onen specializovaný orgán, haustorium, má tendenci vypadat u většiny parazitických rostlin velmi podobně.

### POMOC OD HOUBY

Nicméně asi 400 druhů nezelených rostlin (např. *Monotropa* [hnilák] nebo *Neottia* [hlísník]) haustoria ani jiný způsob přímého napojení na hostitelskou rostlinu nemá, a proto také byly dříve považovány za saprotrfní (hniložijné). V současné

► **Kokotice evropská (*Cuscuta europaea*) na kopřivě. Tato rostlina je parazitickému způsobu života dokonale přizpůsobena. Listy jsou silně redukovány a obsahují jen málo chlorofylu. Foto Jana Bulantová**

době je již známo, že tyto rostliny parazitují na mykorrhizních houbách, a jsou proto nazývány mykoheterotrofní. Kromě samotné parazitace na houbovém myceliu ale umí mykoheterotrofové využít síť ektomykorrhizních hub jako potrubí, kterým vysávají uhlíkaté asimiláty jiných autotrofních rostlin, zejm. dřevin.

Většina mykoheterotrofních rostlin parazitaci hub kombinuje s fotosyntézou, popřípadě se mykoheterotrofie týká jen určité fáze jejich života, a proto bývají někdy označovány jako mixotrofní. Jelikož se mykorrhiza jako základní symbiotický vztah vyskytuje u cévnatých rostlin již od samých počátků a hrála důležitou roli při jejich přechodu na souš, je i mykoheterotrofní typ parazitismu velmi rozšířený. Alespoň po část života se týká 10 % všech druhů cévnatých rostlin.

Na toto číslo má ovšem výrazný vliv fakt, že mezi mykoheterotrofní rostliny náleží vstavačovitě (Orchidaceae) s více než 20 000 druhy. Všechny orchideje totiž potřebují alespoň v časných fázích svého



vývoje parazitovat na houbách. Nicméně značné množství mykoheterotrofních rostlin se vyskytuje i mezi vřesovcovitými (Ericaceae) a dalšími čeleděmi dvouděložných i jednoděložných rostlin. Plně mykoheterotrofní je i jediná nezelená nahosemenná rostlina *Parasitaxus usta*, která prostřednictvím mycelia parazituje na svém příbuzném (*Falcatifolium taxoides*). Mykoheterotrofní strategii mají i některé gametofyty výtrusných rostlin (např. plavuňovité [Lycopodiaceae] a hadilkovité [Ophioglossaceae]).

### ŠKODY A PŘÍNOSY

Parazitické i mykoheterotrofní rostliny jsou pro člověka významné jak v pozitivním, tak negativním slova smyslu. Parazitismus může pochopitelně způsobovat ztráty v zemědělství či lesnictví. V tropech a subtropích Starého i Nového světa působí nezanedbatelné škody na úrodě obilovin a luštěnin např. rod *Striga* (zárazovité – Orobanchaceae). Naopak pozitivní roli mají ve farmacii (např. cytostatika izolovaná ze jmelí). Mykoheterotrofní rostliny zase mají pro svou enormní citlivost vůči narušení ekosystému a lokální ztrátě biodiverzity důležitou bioindikační hodnotu v ochraně přírody.

V posledních letech začíná převládat názor, že za parazitismus lze pokládat i využívání struktur či služeb. Příživníky jsou v takovém širokém pojetí i liány či epifyty, které vyžívají oporu cizích rostlin. Podobně si pomáhají i tzv. šálivé květy, které napodobují jiné květy s nektarem, produkují zapáchající substráty (cíleno na dvoukřídlé), či dokonce nabízejí partnera v rozmnožování (sexuálně deceptivní; např. tořiče). De facto tak využívají cizích služeb. Jízda „načerno“ může mít zkrátka mnoho podob a i v rostlinné říši je populární strategií. ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE BOTANIKY



# Paraziti a „smetí“ v lidské DNA

O funkci většiny lidského genomu se vědci stále jen dohadují

ALENA DRDA MORÁVKOVÁ

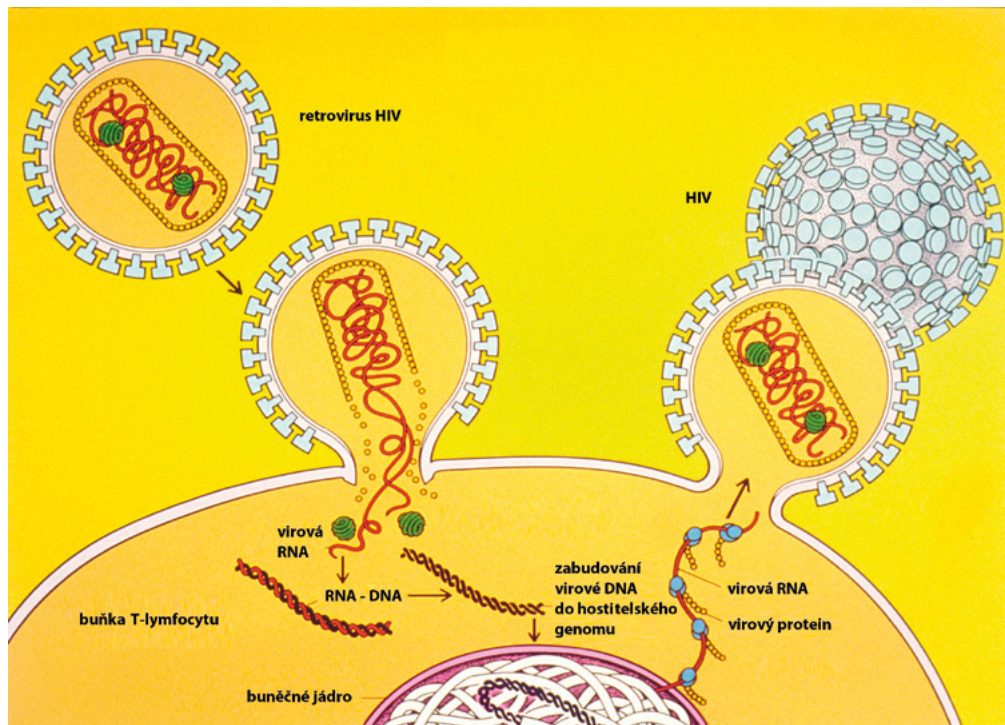
Lidský genom má délku asi 3,1–3,2 miliardy párů bází. Nicméně jen poměrně malá část této informace je buňkami využívána. V současnosti rozeznáváme asi 20 000 genů, které přepisovány do RNA a poté překládány do bílkovin, z nichž se skládají naše těla a které vykonávají v organismu různé funkce.

To ovšem představuje pouhých 1,5 % genomu. Kromě nich máme v DNA dalších 20 000 pseudogenů. Tyto sekvence jsou svou stavbou genům velmi podobné, nejsou však přepisovány do RNA a v tomto smyslu nejsou funkční. Dále se v genomu nachází mnoho genů pro různé malé RNA s regulačními funkcemi, kterým se teprve dostáváme na kloub. Zatím takových genů známe asi osm set a zcela jistě budou odhaleny další.

## TAJEMNÉ INTRONY

Velkou část DNA tvoří úseky, které nekódují zřejmě nic, naopak, jsou před použitím vyhazovány. Řeč je o intronech, které se vyskytují u všech eukaryot a tvoří velkou část jejich genů (u genu pro svalovou bílkovinu dystrofin až 99 %). Opakem intronů jsou exony, sekvence nesoucí informaci pro tvorbu bílkovin. Proces vzniku bílkoviny pak vypadá tak, že v buněčném jádře je přepsán celý gen – introny i exony – do sekvence mRNA. Vzápětí jsou ale introny vystřiženy a jednotlivé exony jsou pospojovány dohromady.

Takto upravená mRNA, skládající se ze samých exonů, slouží v cytoplazmě jako informační předloha pro výstavbu bílkovin. Introny naopak zůstávají v jádře, kde jsou degradovány. Jaké plýtvání! Nebo ne? Existuje pro introny nějaké využití? Vědci a vědkyně si stále nejsou zcela jisti, ale intenzivní výzkum na tomto poli



▲ Retroviry jsou skupinou virů, které mají schopnost vytvořit podle své RNA molekulu DNA a tu vložit do genomu hostitelské buňky. Patří mezi ně i virus HIV, který na rozdíl od mnoha jiných retrovirů představuje pro člověka závažnou hrozbu. Zdroj *Wikimedia Commons, autor Trudy Nicholson (Illustrator), the National Cancer Institute, volné dílo, počestěno.*

ukazuje, že introny by mohly například ovlivňovat frekvenci, s jakou je vytvářena „jejich“ mRNA, či stabilizovat genom a podílet se na jeho evoluci.

## LINE A SINE

Dalších asi 40 % genomu je tvořeno DNA virového původu. Jedná se tedy o parazitickou DNA, která se „přizívuje“ na našich genomech. Většinou (asi 34 %) jsou to retrotranspozony, od virů odvozené kousky DNA, které mají schopnost putovat po našich genomech. Z větší části se jedná o transpozony typu LINE, kterých jsou v našem genomu rozmístě-

ny miliony kopií. Tyto transpozony kódují samy sebe, včetně genů, které jsou nutné pro jejich rozmnožování.

Druhým typem jsou SINE elementy. Ty nekódují žádné geny. Ke svému rozmnožování využívají kromě součástí buněk i bílkoviny kódované retrotranspozony typu LINE. Jedná se tedy vlastně o jakési parazity na druhou – parazitují jak na lidské DNA, tak na LINE transpozomech.

## NEBEZPEČNÉ RETROVIRY?

Další parazitická DNA (5–8 %) patří tzv. endogenním retrovirům. Retroviry jsou



vzvláštní skupina virů, které v průběhu infekce integrují svoji genetickou informaci do genomu buňky. Hlavním cílem viru je přepisování integrované DNA do

z nich jsme zdělili od našich prapředků z rodu *Homo* a za celou tu dobu nám zjevně nijak neškodí. Naopak, gen pro syncitin, velmi užitečnou bílkovinu,

třeba zmíněné virové sekvence, se vžil anglický termín „junk DNA“ (tj. odpad, harampádí).

To samozřejmě nelze vyloučit, evoluce zřídka chodí přímou cestou. Ale proč je toho odpadu 90 %?! Na to vědci hledají odpověď už docela dlouho. Hlavní otázkou zůstává, zda je „junk DNA“ vůbec k něčemu dobrá, a pokud ano, tak k čemu. Na první část otázky se pokusili odpovědět v laboratoři E. Rubina v Kalifornii. Připravili myšky, kterým chyběly asi dva miliony párů bází „junk DNA“. A nestalo se nic. Narodily se jako normální, zdravé myši, které nejevily žádné abnormality.

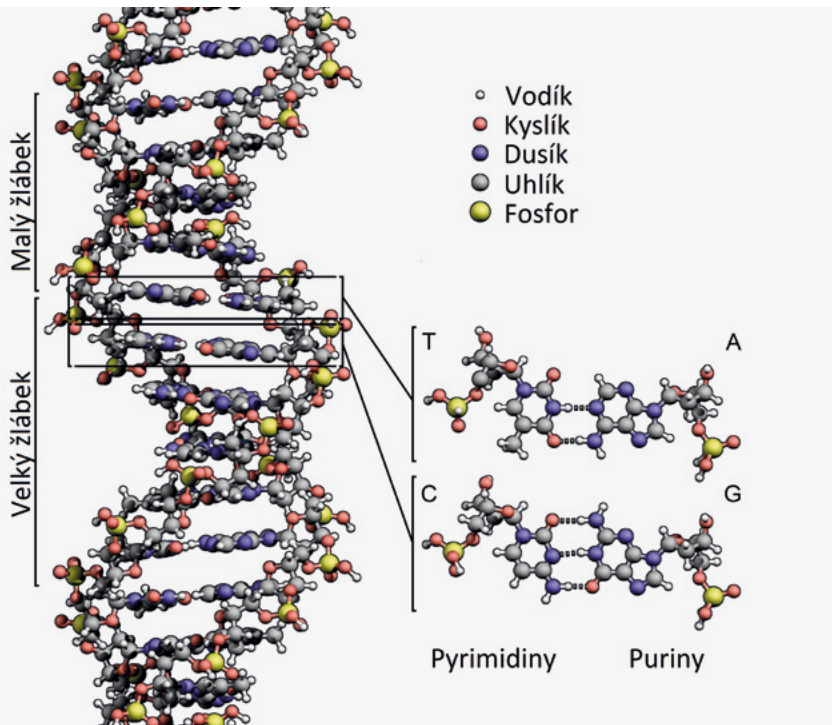
### POKLADY VE SMETI

Experiment byl nicméně přijat kriticky. Část kritiků namítala, že nepříznivý vliv se může projevit až v dalších generacích. Jiní zase, že vystřížená DNA byla relativně krátká, a mohlo se proto jednat o nějaký nedůležitý kousek, zatímco jiné části „junk DNA“ mohou skrývat pravé poklady. A aby svoji tezi dokázali, hned se jali daným směrem bádát.

A skutečně, brzy se ukázalo, že právě v „junk DNA“ se skrývají některé velmi zakonzervované úseky, které v průběhu evoluce podléhají jen malým změnám.

To by napovídalo, že jsou něčím velmi důležité – mohlo by se například jednat o regulační oblasti, které mají vliv na funkci celého genomu. Příkladem vlivu „junk DNA“ na genom může být oblast HACS1, která se u lidí značně liší od podobné oblasti u opic. Pokusy na myších ukázaly, že její funkce je „popohánět“ geny podílející se na vývoji končetin, čímž se v minulosti mohla podílet na vzniku vzpřímené chůze. Může se tedy ukázat, že „zbytečná“ DNA možná naopak nese jedny z nejzásadnějších informací. ●

AUTORKA PRACUJE NA KATEDŘE GENETIKY



▲ Dvoušroubovice DNA, která je tvořena z párů do sebe zapadajících bází. Základními dvojicemi těchto bází jsou thymin a adenin (T-A) a cytosin a guanin (C-G), mohou však být dále modifikovány. Takových úprav známe celou řadu a slouží například k regulaci tvorby bílkovin. Zdroj Wikimedia Commons, autor Zephyris – Vlastní dílo, CC BY-SA 3.0

RNA a rozmnožování viru. Ne vždy se to ale povede a z různých důvodů, například díky obranným mechanismům buňky, může být virová DNA umlčena – k přepisu do RNA nedojde. Virová DNA nicméně zůstává součástí buněčné DNA jako svědek infekční události. Pokud je infikována buňka zárodečné linie, přenáší se virová DNA i do dalších generací a stává se pevnou součástí genomu daného druhu.

Máme se takových virů bát? Spíše ne – mnoho z nich je součástí lidského genomu po desítky tisíc let, některé

která je důležitá při vývoji placenty, jsme získali právě od takového ochočeného retroviru.

### ODPADNÍ DNA

Z dosavadního výčtu vidíme, že jen velmi malá část genomu má pro nás rozpoznatelnou informační hodnotu – víme tedy, k čemu ten který úsek DNA slouží. Naopak, asi 90 % genomu nám v tomto směru zůstává záhadou. Známe sice sekvenci celé DNA, ale znalost sekvence nestačí pro poznání funkce. Pro DNA, jejíž funkci neznáme a která nám přijde v genomu „navíc“, jako



# Hálky a evoluční „války“

Parazitické vztahy jsou mimořádně zajímavé i z hlediska evoluce

PETR JANŠTA

Co je to vlastně hálka? Zjednodušeně řečeno se jedná o parazitický útvar, který vzniká na hostiteli, nejčastěji rostlině, působením hálkotvorného organismu. Původců hálek nalezneme v přírodě mnoho, a to z různých skupin. Tvoří je např. některé viry, bakterie či houby. Nejčastějšími a současně nejznámějšími původci jsou ovšem různé skupiny bezobratlých živočichů (hlísti, roztoči, hmyz). Jen mezi hmyzem vznikl tento způsob výživy několikrát nezávisle na sobě.

## ZAKÁZKA NA MÍRU

Mezi hálkotvorné patří např. mšice, brouci, motýli, dvoukřídlí a blanokřídlí hmyz. Hálka většinou vypadá jako nějaká zdurčenina („nádor“). Vzniká tak, že její původce chemicky ovlivňuje hostitele

natolik, že ten sám na sobě hálku vytvoří. Původce v ní pak žije po celé larvální stadium a konzumuje pletiva v hálce.

Po celou dobu larválního vývoje jsou vnitřní pletiva hálky živá, dužnatá a plná živin. Jakmile se původce zakuklí, hálka obvykle z dřevnatí, nebo alespoň ztvrdne a chrání svého obyvatele až do vylíhnutí. Když původce schránku opustí, mohou ji osídlit další organismy, tzv. inkvilini. Mnohé hálky se ovšem tvrdými neprostupnými pletivy, která kryjí ta dužnatá, obalují již od začátku.

## Z PARAZITA HOSTITELEM

O chemickém působení původců na hostitele se toho dosud mnoho neví. Původce každopádně podnítl hostitele

k produkci růstových hormonů. Nato dochází k bujení nových pletiv, kterými se původce živí. Vznikající hálky mají rozličné tvary a v rámci jednotlivých skupin původců se nápadně liší i u blízce příbuzných druhů. Mohou být různě zbarvené, velké, s lepivou vrstvou na povrchu či s různými výběžky. Výrazné je to třeba u bejlomorek (dvoukřídlí) a žlabatek (blanokřídlí).

Háltkotvorný původce není v hálce zdaleka neohrožený a různé povrchové struktury slouží k jeho obraně. V každé hálce je podle druhu původce buď jen jedna larva, nebo larev několik (většinou málo desítek larev). Ty jsou často vyhledávanou potravou pro larvy dalších hmyzích skupin, zejména pak blanokřídých parazitoidů.



◀ **Hálky žlabatky růžové (*Diplolepis rosae*) jsou velice běžné a můžete se s nimi setkat doslova na každém kroku.** Zdroj Shutterstock.com

Parazitoid je organismus, který svým počínáním hostitele nakonec zcela zkonzumuje a tím i zabije (na rozdíl od parazita). Samičky parazitoidů jsou často vyzbrojeny dlouhým a ostrým kladélkem, kterým jsou schopny proniknout až k hostitelské larvě uvnitř zdánlivě neprostupné hálky. Nejruznější struktury na povrchu hálek mají podle všeho těmto útokům zabránit, a přirozeným výběrem navíc dochází i k jejich vylepšování (tvrdší stěny, lepivé vrstvy, prodloužení výběžků atd.). Přirozenému výběru ovšem podléhají i parazitoidi a i oni se dokážou stále přizpůsobovat novým podmínkám (prodlužování kladélka či zvýšení jeho pevnosti).

### BEJLOMORKY A ŽLABATKY

V našich podmínkách se nejčastěji potkáte s hálkotvornými organismy ze skupiny bejломork, což jsou drobní dvoukřídlí (dospělci dosahují kolem 2–3 mm) tvořící hálky zejména na bylinách, a dále se žlabatkami, což je skupina blanokřídlých parazitoidů, která přešla k fytofágní (rostlinné) výživě larev druhotně.

Žlabatky tvoří hálky nejčastěji na dřevinách. Mezi nejznámější patří žlabatka růžová (*Diplolepis rosae*), která parazituje na divoce rostoucích růžích (*Rosa* spp.). Samičky těchto žlabatek kladou vajíčka do mladých pupenů (někdy žilek listů) růží. Kladoucí samice vpraví společně s vajíčky do rostliny chemické

▶ **Samička krásenky šípkové, jejíž larvy parazitují na larvách žlabatky růžové.** Zdroj Flickr.com, Natural History Museum: Hymenoptera Section, CC BY 2.0

látky, jež nastartují růst hálky, a larvy pak na pupen dál chemicky působí tak, že se z pupenu začne vytvářet hálka.

Tato hálka je nápadně střapatá a zprvu zelená, později zčervená a po ukončení růstu larev dřevnatí a hnědne. Přestože má tato hálka na sobě nápadné výběžky, hostí mnoho různých parazitoidů (opět patřících mezi blanokřídlé), kteří se vyživují na larvách původce nebo na larvách inkvilinních žlabatek (*Periclistus brandtii*). Inkvilinní druh sám hálku nevytváří, ale klade svá vajíčka do již vytvořených hálek a v těch se poté živí vznikajícími rostlinnými pletivy.

### EVOLUČNÍ LABORATOŘ

V larvách žlabatek růžových nalezneme larvy různých druhů parazitoidů zejména z nadčeledi chalcidek, jejichž dospělci jsou sice malé (často velikostně do 5 mm), ale přenádherně kovově zbarvené vosičky – např. krásenka šípková (*Torymus bedeguaris*) a kovověnka růžová (*Pteromalus bedeguaris*). Dále na ní mohou parazitovat larvy další krásenky (*Glyphomerus stigma*) či lumka (*Orthopelma mediator*). Všechny zmíněné druhy jsou tzv. monofágní, tj. vyvíjí se pouze na larvách žlabatek růžových. Žlabatku růžovou i žlabatku inkvilinní

může ohrožovat i chalcidka *Eupelmus urozonus*, což je naopak druh vysoce polyfágní, vyvíjející se i na jiných žlabatkách třeba na dubech.

I žlabatka inkvilinní má své parazitoidy, kteří ji napadají a vyvíjí se pouze na ní. Z mnoha lze jmenovat třeba tmavku (*Eurytoma rosae*) nebo další kovověnku (*Caenacis inflexa*). Při pohledu na všechny výše jmenované parazitoidy je patrné, že některé samičky mají dlouhé kladélko a kladou hlouběji do již vzrostlejších hálek a některé mají kladélko krátké, přizpůsobené na kladení do menších hálek nebo larev žijících v hálce blíže povrchu (většinou žlabatka inkvilinní).

Z výše uvedených důvodů jsou zrovna hálky žlabatek růžových velmi dobrou ukázkou toho, jak složitý mikroekosystém vlastně hálky představují a jaké boje na život a na smrt se v nich mohou odehrávat. Ve studiu těchto tzv. tritrofických vztahů (hostitelská rostlina – hálkotvorný parazit – jeho parazitoid) jsme teprve na začátku, ale již teď je jasné, že celý systém je výborná evoluční laboratoř, kde se neustále každý musí přizpůsobovat a bránit každému. ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE ZOOLOGIE





# Nechtěné suvenýry z cest

Exotické nemoci mohou být jak nepříjemné, tak nebezpečné

ANNA ALTOVÁ

Zahraniční turistika nabývá v posledních letech stále více na popularitě. Díky cenově dostupným letenkám a častým spojům vyráží řada z nás i do dalekých zemí. V roce 2018 podnikli Češi téměř 7 milionů kratších či delších cest do zahraničí a nejoblíbenějšími destinacemi byly Chorvatsko, Slovensko, Řecko, Rakousko a Itálie. Mnoho Čechů však vyráží i do Thajska, Indonésie, Vietnamu nebo třeba na Zanzibar. Kromě běžných suvenýrů z cest si však tito cestovatelé mohou přivést i ty nechtěné v podobě zdravotních problémů.

## RIZIKOVÉ ZÁŽITKY

Nejčastější zdravotní obtíží na dovolené bývají pochopitelně různé typy úrazů, spolu se vzrůstající oblibou „baťůžkářství“, zejména v exotických destinacích, však roste i riziko nákazy infekčními

a parazitárními onemocněními. Značná část turistů již tolik nevyhledává luxus a pohodlí hotelů a průvodců po nejznámějších památkách, ale spíše adrenalinové zážitky, setkání s místními obyvateli a lokální kuchyní. Pouliční strava, nedobré hygienické návyky a zejména nekontrolované zdroje vody mohou být příčinou různých onemocnění, která se často projeví až po návratu z dovolené. Přiložený graf zobrazuje nejčastější dovezená onemocnění a jejich konkrétní počty v letech 2001 až 2017.

Nejčastějším onemocněním, které postihuje cestovatele, jsou bezpochyby alimentární nákazy – onemocnění, která pocházejí z potravy – a také různé druhy cestovatelských průjmů. Nejvíce Čechů se mezi lety 2001 a 2017 vrátilo domů nakaženo právě kampilobakteriíou

(původcem je *Campylobacter jejuni*), salmonelózou (bakterie rodu *Salmonella*) či shigelózou (nebo také úplavicí; bakterie rodu *Shigella*) – onemocněními získanými ze špatně upraveného jídla, která se projevují zejména průjmy. Objevují se i případy různých typů žloutenky (hepatitida A či B). Nicméně cestovatelé si přiváží i parazity – například svrab, lamblie střevní nebo tenkohlavce lidského.

## Z DALEKA I Z BLÍZKA

Až 12 % cestovatelů si během dovolené „pořídí“ některé z horečnatých onemocnění. Asi nejzávažnějším onemocněním tohoto typu je malárie, kterou se člověk nakazí po bodnutí komárem rodu *Anopheles* infikovaným parazitem zimničkou (*Plasmodium*). Malárie se vyskytuje zejména v chudších tropických a subtropických oblastech.



◀ **Na domorodém tržišti můžete výhodně nakoupit, ale také si odtud můžete nevědomky odnést něco navíc.**  
*Zdroj Shutterstock.com*

Nejrizikovějšími oblastmi jsou subsaharská Afrika, západní Pacifik, jihovýchodní Asie, Amazonie a části indického subkontinentu. Dalšími horečnatými onemocněními mohou být břišní tyfus, legionelóza nebo například horečka dengue, přenášená komáry rodu *Aedes*.

Některá původně tropická onemocnění je v posledních letech možné si dovést i z mnohem bližších destinací. Stále teplejší klima a změny v krajině mají za důsledek šíření původců těchto nemocí mimo jejich původní areály výskytu. Jedním z příkladů může být třeba virus západonilské horečky, přenášený komáry rodu *Culex*. Tato nemoc se v posledních letech začíná častěji objevovat i v našich zeměpisných šířkách.

Infekce většinou proběhne bez příznaků, nicméně u části nakažených osob propukne horečka, bolesti hlavy a kloubů či vyrážka, může se však objevit i encefalitida (zánět mozku) či meningitida (zánět mozkových blan). Podle Evropského centra pro prevenci a kontrolu nemocí (ECDC) bylo v Evropě v roce 2018 zaznamenáno celkem 2 083 případů západonilské horečky. V zemích Evropské unie byly nejvíce zasaženy Itálie, Řecko, Rumunsko a Maďarsko, dohromady s 1 379 případy. V Česku v roce 2018 onemocnělo celkem 7 lidí, přičemž 2 případy byly importovány ze zahraničí – konkrétně z Řecka a Rakouska.

▶ **Případy západonilské horečky jsou ve Středomoří poměrně četné, Česku se toto onemocnění až na výjimky zatím vyhýbá.** *Zdroj <https://ecdc.europa.eu>*

## OPATŘENÍ PŘED CESTOU

Jaká opatření bychom měli dodržovat, abychom se ubránili infekčním onemocněním na cestách? Existuje mnoho rad, které je dobré při dovolené v zahraničí dodržovat. Často se liší v závislosti na zemi, do které člověk cestuje, a na charakteru a délce cesty. Před cestou je vhodné kontaktovat svého praktického lékaře, nebo ještě lépe vakcinační centrum a informovat se o aktuálních rizicích v dané destinaci a možnostech, jak jim předcházet.

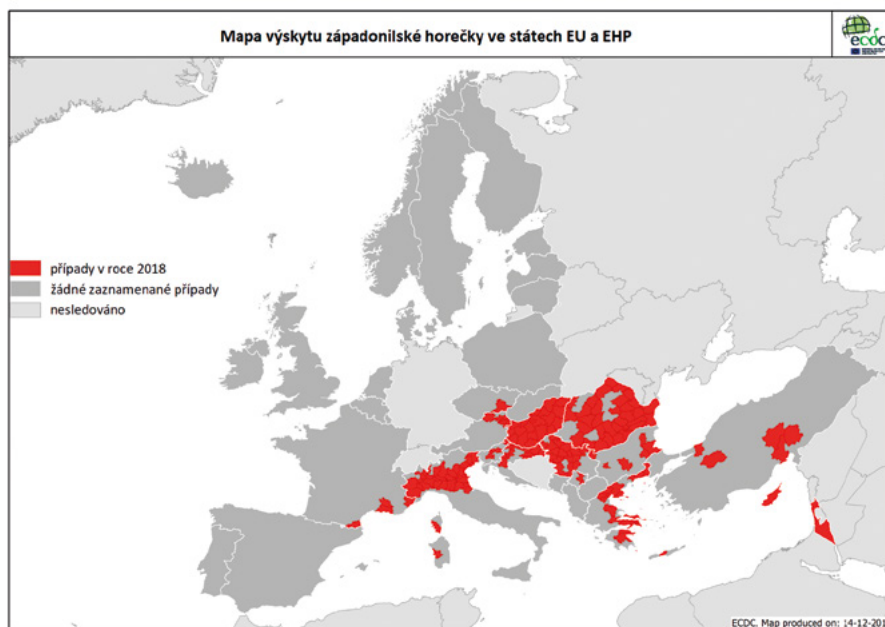
Jedná-li se například o oblast se zvýšeným výskytem malárie, je dobré zvážit užívání antimalarik. Při cestě například do Indie je vhodné nechat se naočkovat proti břišnímu tyfu. V tropických oblastech Jižní Ameriky a Afriky je povinné očkování proti viru žluté zimnice, který je přenášen komáry, a to minimálně 10 dní před vstupem do rizikové oblasti. Další pro cestovatele častá očkování bývají proti virovým hepatitidám A a B, vzteklině nebo japonské encefalitidě.

## S KONZUMACÍ OPATRNĚ

V zemích, kde nehrozí tak velké riziko onemocnění, proti kterým je nutné očkování, by měli cestovatelé dodržovat alespoň taková opatření, aby se vyhnuli již zmíněným cestovatelským průjmům. Měli by si dávat pozor na nekontrolované zdroje vody (včetně ledu), a pokud si nejsou jistí, pít raději vodu balenou. Stejně tak by se měli vyhýbat nedostatečně tepelně opracovanému masu, vejcím, ale i již oloupanému ovoci. Dodržování správných hygienických návyků je samozřejmostí. V případě nákazy je pak nutný dostatečný příjem tekutin a dietní strava.

Přestože u nás již prázdniny skončily, v mnoha zemích turistická sezóna teprve začíná. Až zas příště vyrazíte do ciziny, nezapomeňte ani na nástrahy a rizika, která tam mohou čekat. Kdo je připraven, není zaskočen, a pokud pojedete „jen“ na Moravu, nezapomeňte si s sebou přibalit účinný repelent. ●

AUTORKA STUDUJE NA KATEDŘE  
DEMOGRAFIE A GEODEMOGRAFIE



# Paraziti dávnověku

Fosilní nálezy ukazují, že cizopasení je evolučně velmi stará strategie

OLDŘICH FATKA

Způsob života označovaný jako parazitický není žádným moderním „vynálezem“ současných organismů. Jak dokládají četné paleontologické nálezy, vztah parazit–hostitel má za sebou dlouhý a velmi spletitý vývoj. Čtení paleontologického záznamu parazitismu má ovšem svá specifika, která si nejdříve trochu ozřejmíme.

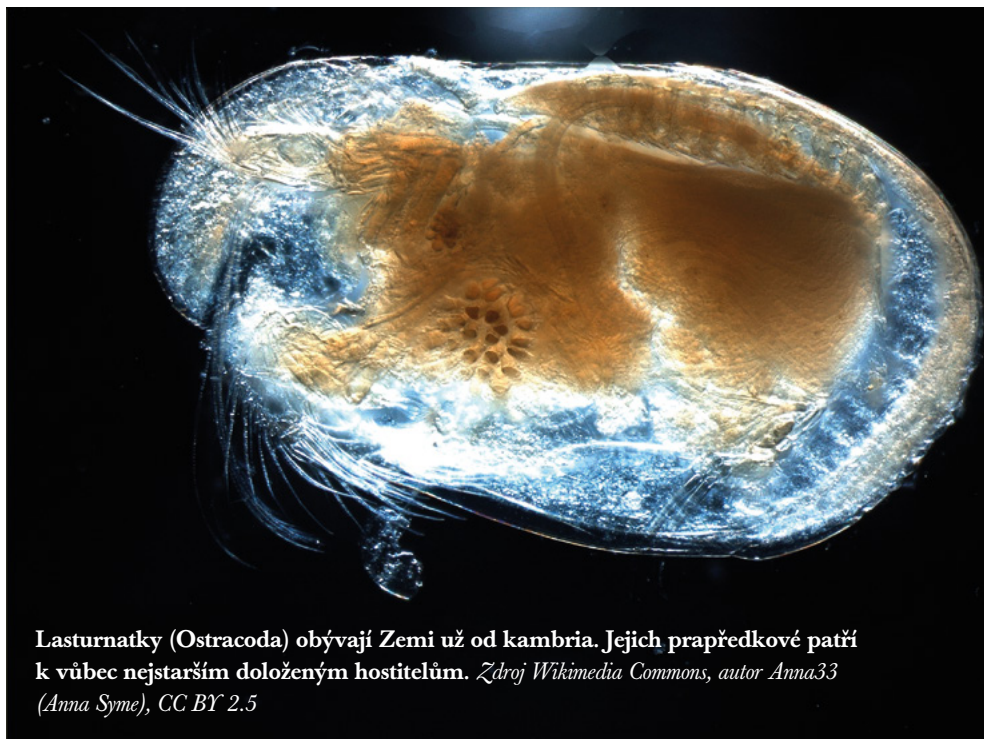
## INTERPRETAČNÍ POTÍŽE

Parazitismus je způsob soužití dvou organismů, kdy jeden organismus (parazit čili cizopasník) využívá druhý organismus (hostitele). Takový vztah však není snadné v paleontologickém záznamu rozeznat. Paleontologie má totiž v naprosté většině případů k dispozici pouze zbytky pevných částí těl – vnitřní či vnější kostry. Další komplikací bývá, jak spolehlivě odlišit parazitismus od změn, které nastávají posmrtně. Těmito skutečnostmi je paleontologický záznam významně limitován. To však neznamená, že studium parazitismu je v paleontologii zcela vyloučeno.

V mnoha případech se i na pevných částech těl daří určit změny, jejichž vznik bývá vysvětlován jako následek aktivity parazitujícího organismu. Občas se dokonce daří parazita nachytat in flagranti delicto, tedy nalézt zbytky parazita uvnitř těla či na těle hostitele. Nezastupitelnou roli zde hrají nálezy měkkých částí organismů, které jsou z podstaty paleontologického záznamu velmi vzácné. Zachování takových částí je označováno termínem Konservat-Lagerstätte.

## NEJSTARŠÍ, ALE NEJISTÉ

Za nejstarší potenciální doklad parazitismu mohou být pokládány nálezy na mikrofosiliích. Jedná se o velmi jemné



**Lasturnatky (Ostracoda) obývají Zemi už od kambria. Jejich prapředkové patří k vůbec nejstarším doloženým hostitelům.** *Zdroj Wikimedia Commons, autor Anna33 (Anna Syme), CC BY 2.5*

perforace na mechanicky i chemicky vysoce odolných obalech jednobuněčných řas (řasy mají podobu drobných kuliček organické hmoty). Byly získány díky komplikovanému laboratornímu zpracování (palynologická macerace – rozpouštění kyselinami) vzorků usazených hornin pocházejících z jednotky shaler v arktické Kanadě. Jejich stáří bylo stanoveno přibližně na jednu miliaru let.

Podobný, výrazně mladší doklad pravděpodobného parazitismu je dokumentován z horninových vzorků odebraných ze skupiny chuar ve Velkém kaňonu na jihozápadě USA. Stáří těchto hornin se pohybuje kolem 780 milionů let. I v tomto případě se jedná o velmi drobné otvory (průměr 0,1 až 3,4 μm) zjištěné

na obalech jednobuněčných řas. Navíc zde byly zjištěny mikrofosilie vázovitého tvaru klasifikované jako zbytky améb s otvory tvaru měsíčního srpku.

## JISTOTA Z KAMBRIA

Zatímco výše zmíněné výskyty nejsou paleontologickou obcí přijímány jako jednoznačný doklad parazitismu, od začátku kambria (přibližně před 540 miliony let) je parazitismus doložen již zcela nepochybně. Je to dáno především nástupem „kambrické exploze“, což je termín, kterým se označuje náhlé objevení se fosilii mnohobuněčných organismů, jejichž těla obsahují pevné kostry.

Za nejstarší neoddiskutovatelný doklad parazitismu je všeobecně přijímán nález trubicovitého výrůstku v plášťové



duťině ramenonožce *Linnarssonia constans*. K objevu došlo v oblasti Malého Karatau v Kazachstánu ve spodnokambriických vápencích skupiny shabakty a stáří nálezu se pohybuje kolem 520 milionů let.

### PATOLOGIE NA KRUNÝŘÍCH

Jako jsou pro druhohory charakterističtí dinosauri, jsou pro kambrium ikonickou skupinou trilobiti. A právě na vnějším povrchu jejich krunýřů se občas vyskytují oválné elevace o velikosti 1–3 mm. Větší z těchto elevací mají tvar sopečného kuželu a ve vrcholové části jsou proděravělé. Na základě porovnání s projevy současných parazitů bývají tyto elevace srovnávány s obranou organismu při napadení endoparazitickými hlísticemi (Nematoda). Tvarově i velikostně podobné úkazy byly dokumentovány na vnitřní straně schránek devonských hlavonožců (tzv. housean pits). Ty jsou srovnávány s obdobnými projevy u současných mlžů, kde jsou obrannou reakcí při napadení motolicemi (Trematoda).

Dalšími příklady napadení parazity jsou morfologicky pestré vypoukliny a boule na různých částech kostry ostnokožců, které jsou připisovány napadení lilijovci (= řehořky, Myzostomida) nebo některými členovci. Tyto doklady známe od vyšších úrovní ordoviku (458–444 milionů let). Celá situace je ovšem komplikována tím, že paleontologie zná velké množství vymřelých druhů organismů, na nichž mohly parazitovat dnes neznámé a do současnosti nepřeživší druhy parazitů.

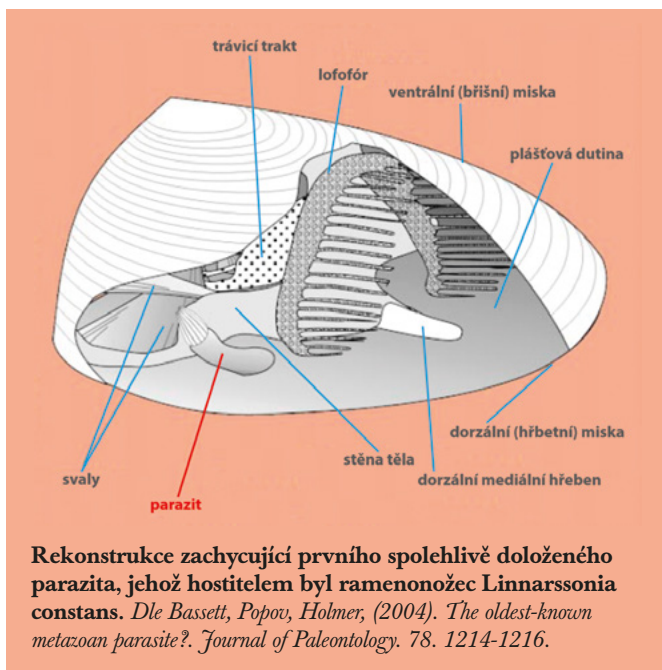
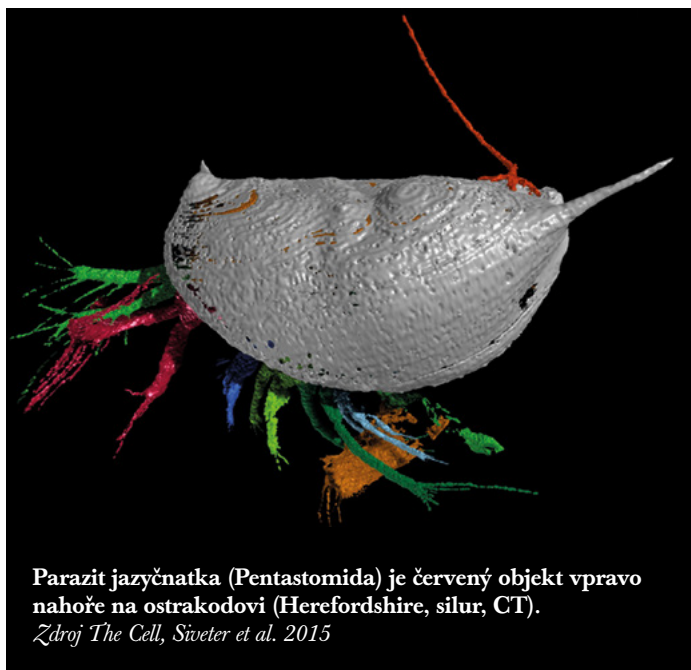
### SLIBNÉ NOVÉ METODY

Jak ukazují nálezy z hornin pozdního kambria Švédska (Orsten Lagerstätte), musí paleontologie překonávat závažné interpretační obtíže. V uvedené lokalitě byly objeveny izolované fosfatické fosilie, jejichž morfologie je zcela totožná se současnými zástupci skupiny jazyčnatek (Pentastomida). Další fosilní zástupce jazyčnatek byl zjištěn až na silurské lokalitě Herefordshire (Britské ostrovy, 440 mil. let), kde je doložen jako exoparazit mořských ostrakodů. Jiné fosilní zástupce v tuto chvíli neznáme. Zásadní

problém spočívá ve skutečnosti, že současní zástupci této skupiny vedou výhradně endoparazitický způsob života v dýchacích orgánech suchozemských čtyřnožců!

Několik málo zmíněných nálezů fosilních parazitů ukazuje, jak problematické je doložení parazitismu ve fosilním materiálu. Studium fosilních parazitů bylo po dlouhou dobu závislé na zcela zjevných projevech aktivity parazita. Obvykle je doplňovaly především destruktivními metody – řezy, výbrusy, nábrusy, rozpouštění atd. Nyní se stále častěji prosazují metody nedestruktivní, jako počítačová tomografie (CT) či synchrotron. Aplikace těchto metod zcela jistě přinese další doklady parazitismu v minulosti. To se již ostatně ukázalo v případech zmíněných silurských jazyčnatek, kteří byli objeveni metodou CT. V tuto chvíli se pouze můžeme těšit na to, co odhalí další metody, jako detekování biomolekul a podobně. ●

AUTOR PRACUJE V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE



# Hranice parazitismu nejsou ostré

Brát parazity jako čisté zlo je dnes již neudržitelné

MICHAL ANDRLE

Profesor Julius Lukeš je širší veřejnosti znám nejčastěji jako „ten, který si v sobě pěstoval tasemnici“. Stranou této spíše bulvární popularity však stojí úspěšný vědec s obrovským přehledem ve své milované disciplíně. Absolvent naší fakulty a česko-budějovický patriot je v současné době ředitelem Parazitologického ústavu Biologického centra AV právě v Český Budějovicích. Jeho vztah k naší fakultě je však stále vřelý: „*Jsem často spoluautorem článků s pražskými parazitology, jezdím na UK na obhajoby atd. Je to zkrátka moje alma mater opravdu do puntíku,*“ usmívá se vědec, jemuž přátelé neřeknou jinak než „Jula“.

**V jistém smyslu působíte na laickou, ale i odbornou veřejnost jako jistý „ambasador“ změn v parazitologickém myšlení – snažíte se neprezentovat parazity jako nepřátele. Kde se tento pohled bere?**

Když se podíváte dejme tomu 50 až 100 let zpátky, byli velkými hrdiny vědci a lékaři, kterým se nějak podařilo přerušit cyklus parazita a posléze jej eliminovat. Paraziti byli zkrátka vnímáni jako čisté zlo. V naší bohaté západní společnosti jsme ale opravdu již v podstatě zvítězili – parazity jako nepřátele si můžeme odškrtnout jako splněný úkol. Ještě před 10 lety byl tento pohled vnímán jako poněkud arogantní – snad znak blahobytné a spokojené západní civilizace, která nemá problémy, jež stále sužují třetí svět. Dnes se však pomalu stává mainstreamem. To ovšem neznamená, že se podařilo eliminovat parazity z oné chudší části světa. Zde je před námi ještě mnoho práce a každopádně je tímto směrem namířeno velké úsilí.



Foto Pavlína Jáchimová



## Jak se v tomto důsledku změnil pohled na vztah člověka a jeho parazitů?

V době, kdy jsem chodil do Viničné, jsme se učili jednoznačně rozlišovat ekologické strategie: parazit se jasně odlišoval od komenzála a ten zase od symbionta. Dnes však vidíme, že mezi těmito strategiemi existuje kontinuum a v různém kontextu může jeden organismus představovat parazita, v jiném komenzála. Každý organismus (člověka pochopitelně nevyjímaje) je v permanentním vztahu s řadou dalších organismů, které jsou buď v něm, na něm, nebo jej nějak bezprostředně ovlivňují. Součástí tohoto konceptu tzv. holobionta jsou eukaryoti, kteří nám v jednu chvíli mohou škodit, a patří tudíž do kategorie parazitů, avšak za jiných okolností nám mohou být prospěšnými, a stávají se tak symbionty.

## Můžete dát nějaký příklad?

Jedním z největších hitů biologie posledních let je lidský mikrobiom neboli soubor prokaryot žijících v nás či na nás. Ukazuje se, že tito bakteriální souputníci ovlivňují naše zdraví mnohem víc, než jsme si před pár lety vůbec dovedli představit. A to v pozitivním i negativním smyslu. Dosud také vládla představa, že cokoliv eukaryotického v nás jsou parazité. Před několika lety jsme publikovali studii, v níž jsme zavedli pojem eukaryom jako soubor všech eukaryotů v člověku, jež

je součástí holobionta. Jeho výzkum je však metodicky mnohem obtížnější než studium bakterií. Eukaryoti jsou totiž mnohem diverzifikovanější a zachytit všechny jedním metodickým přístupem se zatím moc nedaří.

## Může mít parazitologie využití nejen praktické, ale také v oblasti širší biologické teorie?

Biologický mainstream, v jehož rámci byly vypracovány představy o fungování eukaryotických buněk, je založen na několika modelech: kvasince, háďátku, myši, člověku a huseníčku. Vezmeme-li jakoukoliv učebnici biologie pro střední či vysoké školy, na jejím začátku se hned po bakteriích dočteme několik slov o „prvocích“, většinou parazitech, jako například o trypanosomách či malarickém plasmodiu.

Jejich jedinečné vlastnosti byly dlouho vysvětlovány tím, že se jedná o adaptace k parazitickému způsobu života. Ukazuje se však, že ať studujeme jakéhokoliv prvoka, parazitického, či volně žijícího, bude se tento velmi výrazně lišit od výše zmíněných „modelů“. V důsledku toho byly objeveny obrovské rozdíly nejen mezi prvoky a mnohobuněčnými organismy, ale také mezi jejich jednotlivými liniemi. Většina prvoků navíc pro biology představuje jakési „okno“ do doby před cca 1,5 miliardy let, kdy došlo ke vzniku eukaryotické buňky.

## Ze studia parazitů se navíc postupně přechází ke studiu volně žijících prvoků...

Studium volně žijících prvoků patří do domény zoologie, konkrétně její součásti protozoologie. Vědci, kteří je studují, se však téměř výhradně rekrutují z parazitologů, protože dosud byli podrobněji studováni jen parazitující prvoci, a až nyní zjišťujeme, že lepší porozumění volně žijícím prvokům bude nezbytné pro pochopení řady globálních ekologických procesů. Ukazuje se, že např. mošňáci prvoci a bakterie jsou odpovědní za produkci až poloviny atmosférického kyslíku a neobyčejně významnou ekologickou roli hrají i v půdě. Přitom laboratoři, které zkoumají volně žijící prvoky, je na světě velmi málo.

## Stojí podobně zajímavé výzvy i před tradičními parazitologickými disciplínami, např. helmintologií?

Jistě, parazitologie zůstává velmi živým oborem, řešícím důležité problémy. Nejnověji se např. ukazuje, že antihelmintika neboli látky namířené proti helmintům (červovití mnohobuněční parazité, jako jsou např. hlístice či tasemnice) jsou patrně spoluodpovědná za dramatický úbytek počtu hmyzu, který v současné době se smutkem pozorujeme. Byl by to další klasický příklad lidské činnosti – jeden problém byl vyřešen, jiný – a patrně závažnější – vytvořen. Nezbyvá nám nic jiného než s tím něco co nejrychleji dělat... ●

► Tasemnice patří k organismům, které v nás vzbuzují mimořádný odpor. Jejich škodlivost ovšem za špatnou reputaci hodně zaostává. *Zdroj Shutterstock.com*

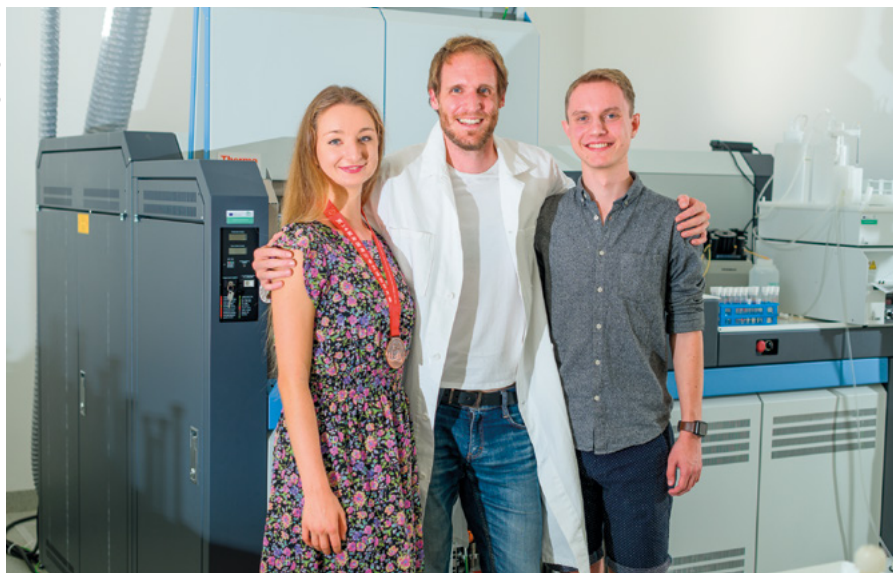


# Otevřené dveře ke skutečné vědě

Přírodovědecká fakulta UK podává pomocnou ruku mladým přírodovědcům

MICHAL ANDRLE

Foto Petr Jan Jaračka



Aby se zaujetí pro přírodu stalo mladému člověku vášní a později možná i povoláním, je třeba, aby se v jisté fázi spojil s učiteli, kteří jeho nadšení rozvinou a upevní. A pokud dostane mladý nadšenec možnost poměřit své síly s vrstevníky a uspěje, je cesta k vědeckému životu již prakticky umetena. Naše fakulta proto otevírá své dveře nadšeným středoškolkům, kteří by rádi přešli od flirtu s vědou k pevnějšímu vztahu s ní.

Pedagogů ochotných věnovat nastupující vědecké generaci svůj vzácný čas je na naší fakultě naštěstí celá řada, a díky jejich soustředěné péči poznají mladí studenti, jak se dělá skutečná věda. Pod odborným vedením si mohou například vypracovat vlastní projekt pro Středoškolskou odbornou činnost.

Pěkným příkladem takové úspěšné spolupráce je Eliška Rajmonová. „Soutěže SOČ jsem se zúčastnila celkem třikrát, vždy v oboru geologie a geografie. Poka-

ždé jsem se díky vítězství v krajském kole dostala do celostátního kola. Se svou první prací jsem v celostátním kole skončila na 14. místě, o rok později na 2. a letos na 4. místě. Své poslední dvě práce jsem vypracovala pod vedením doc. Kataríny Holcové z Ústavu geologie a paleontologie, která byla v komisi v celostátním kole SOČ, když jsem se této soutěže zúčastnila poprvé. Ona sama mě oslovila a nabídla mi spolupráci na další rok,“ říká Eliška, která v letošním roce nastupuje ke studiu geologie na naší fakultě. „Docentka Holcová mě zasvětila do studia mikropaleontologie, konkrétně do světa foraminifer. Poskytla mi literaturu, ke které bych se jinak nedostala, umožnila mi práci s přístroji a samozřejmě mě vedla při vlastním psaní práce. Díky ní jsem se naučila, jaké má mít taková práce náležitosti a jak pracovat se vzorky a konkrétními daty,“ popisuje svůj kontakt se školitelkou mladá absolventka pražského gymnázia ALTIS.

Podobný příběh má za sebou i absolvent gymnázia Dr. Josefa Pekaře v Mladé Boleslavi Vojtěch Hýbl, jehož letos čeká nástup na studium geologie na slavné univerzitě ve skotském Edinburghu. „S nápadem napsat SOČku přišla Dana Kuchařiková, moje profesorka na chemii, já jsem se pro něj nadchnul a spojil s dr. Jakubem Trubačem, vedoucím mé práce. Na teoretické části jsem spolupracoval s dr. Alžbětou Danielisovou z Archeologického ústavu AV ČR. S Kubou jsem měřil izotopické složení olova v keltských loukoťových kolečkách na hmotnostním spektrometru. Naučil jsem se základy práce se spektrometrem, analyzovat výsledná data a porovnat je s dostupnými informacemi o distribuci izotopů olova v Evropě,“ vzpomíná mladý geologický nadšenec.

Oba studenti byli za své úspěchy vysláni na mezinárodní klání mladých vědců. Zatímco Eliška Rajmontová se zúčastnila celosvětové soutěže CASTIC (China Adolescent Science Technology and Innovation Contest), která se letos konala v Macau, Vojtěch Hýbl byl vybrán na Intel ISEF (International Science and Engineering Fair), který se konal v americkém Phoenixu. Aby takových případů bylo v budoucnu co nejvíc, přišla vloni fakulta s novým projektem Začni (si) s Přírodovědou, ve kterém studenty aktivně láká na vědecká pracoviště. ●



Foto Petr Jan Jaračka



# Třicet let od sametové revoluce

## Oslavy kulatého výročí listopadových událostí s bohatým programem



▲ Viničná 7 během studentské stávky v roce 1989. Foto Jan Tachezy

Přípravy na oslavy třicátého výročí 17. listopadu jsou v plném proudu. Kromě institucí a občanských sdružení se letos výrazněji zapojí také studenti Univerzity Karlovy, kteří pro tuto příležitost přišli s iniciativou Svobodný listopad ([www.svobodnylistopad.cz](http://www.svobodnylistopad.cz)).

Na Albertově proběhne uctění památky 17. listopadu obdobně jako v letech předchozích, nicméně ve větším měřítku. Opět je plánováno propojení s pietními akty před Hlávkovou kolejí a v Žitné ulici.

V ulici Albertov budou jako vždy rozmístěny stánky pro prezentaci činnosti neziskových organizací. Již tradicí je účast studentských spolků, které během dne prezentují návštěvníkům své aktivity

a přispívají tak k uvolněné atmosféře. Předpokládána je účast přenosového vozu Českého rozhlasu a štábu České televize pro živé vstupy a rozhovory z místa.

Program, který studenti pro letošní oslavy připravili, je určen široké veřejnosti všech věkových kategorií. Cílem je si nejen připomenout události roku 1989, ale i roky následující, které naši zemi formovaly v její současnou podobu.

V budovách fakult UK na Albertově budou probíhat přednášky českých i zahraničních hostů včetně zástupců Visegradské čtyřky. Plánována je i venkovní výstava formou panelů s názvem 17. příběhů 17. listopadu ze 17 fakult Univerzity Karlovy, která přinese svědectví 17 osobností, které se v roce 1989 aktivně zapojili do událostí.

Součástí akce bude rovněž pietní akt s proslovy rektorů českých univerzit stejně jako zástupců Rady vysokých škol České i Slovenské republiky. Vystoupí i představitelé jednotlivých albertovských fakult – 1. lékařské fakulty UK, Přírodovědecké fakulty UK a Fakulty dopravní ČVUT. S ohledem na významné jubileum naplánována také rekonstrukce průvodu z roku 1989 z Albertova na Národní třídu, která celý program završí.

V předvečer tohoto významného svátku proběhne v amfiteátru na Albertovských stránkách neformální setkání a diskuze tehdejších aktérů s dnešními studenty. Zajímavé osobnosti, výjimečnou atmosféru a autentické venkovní prostředí doplní svažené víno. Můžete se těšit na řadu zajímavých hostů, jejichž jména budou postupně zveřejňována. ●



11.30 – 12.30 **Pietní akt na Albertově**

Výběr z programu v budově děkanátu:

13.00 – 14.30 (Velká geologická posluchárna)

**Co dál s Evropskou unií** – Panelová diskuse s europoslanci v budově PŘF

14.30 – 16.00 (Velká paleontologická posluchárna)

**Sociální bubliny, aneb proč tady dnes spolu všichni souhlasíme** – spolek Mladí občané

15.00 – 16.30 (Velká geologická posluchárna)

**Dělník evropské integrace** – Radek Špicar

17.00 – 18.30 (Velká geologická posluchárna)

**Umělci a jejich role roku 1989** – spolek Politologický klub FSV UK

Od 11.00 hod bude na ulici Albertov možné navštívit stánky studentských spolků a občanských iniciativ. Na pódiu bude probíhat vysílání rozhlasových dobových reportáží.

19.00 ukončení programu na Albertově



Svatá Helena byla založena českými přistěhovalci v roce 1824. Jejich zemědělské zvyky výrazně změnil vzhled zdejší krajiny. Zdroj Shutterstock.com

## Banát – přenesená krajina

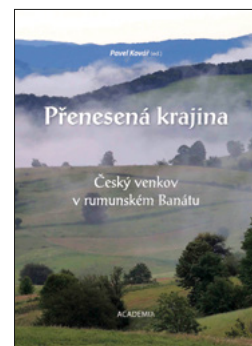
Čeští kolonisté si do Rumunska přinesli hlavně obraz svého domova

Území jižního Rumunska, kde tvoří hranici se Srbskem veletok Dunaje, se dostal do povědomí veřejnosti pod označením Banát. Má složitou historii opakovaného dosidlování různými etniky, která měla pomezí divočinu rakousko-uherské monarchie hospodářsky povznést a zároveň bránit hranici mocnárství proti tureckému ohrožení z východu. Významný podíl na utváření zdejší krajiny měli osadníci z Českých zemí, kteří sem přicházeli ve vlnách počínaje 20. lety 19. století. Změnili převážně krasovou hornatinu z lesní na obhospodařovanou tradičním malorolnickým a pastevním způsobem a přežili se svými zvyky, zděděným jazykem a způsobem života v izolované části pozdějšího Rumunska do doby pádu dosavadních politických hranic (1989).

Podmínky života promítající se do ekologie krajiny této oblasti se tak staly vzácnou příležitostí studovat různé aspekty přírody a kultury, zejména v době aktuálně probíhajících změn, odlivu obyvatel a průniku soudobých technologií do běžného sídelního provozu. Do dnešního dne v oblasti zbylo šest vesnic s převládajícím českým obyvatelstvem (Svatá Helena, Gerník, Rovensko, Eibentál, Bígr, Šumice).

Kniha, která vznikla pod taktovkou geobotanika profesora Pavla Kováře (bývalého děkana Přírodovědecké fakulty UK), přináší unikátní zachycení jak konzervovaných, tak měnících se vztahů lidí s českými kořeny a přírody, obsahuje podrobné kapitoly o obyčejích, místních názvech, lidovém umění, osudech vesnic, o lesích, loukách a úhorech s jejich boha-

stostí biologických druhů a podmíněností biodiverzity tím, jak se nakládá s půdou, o vpádu moderních prvků do tradiční zemědělské komunity. Hodnota komplexně pojatého odborného „průvodce“ spočívá nejen v prvním takto široce pojatém zpracování, ale současně i v řadě obecných nových poznatků pro ekologii jako obor. Kniha je bohatě ilustrována fotografiemi, mapami a diagramy. ●







Ladislav / Zdeněk  
Kováč / Neubauer

## LISTY O BIOLOGII

Korespondence 1975–1990  
a další texty



# Biologické myšlení v podzemí

Inspirativní biologická polemika z normalizačních časů

Kniha poskytuje pohled na život dvou mimořádných osobností české a slovenské biologie, filosofie a veřejného života. Zdeněk Neubauer (1942–2016) a Ladislav Kováč (\*1932) začali svou akademickou kariéru jako vynikající biologové, aby pak během československé normalizace byli nuceni přežívat v nezaviděných

polooficiálních strukturách, zbaveni možnosti pracovat a učit. Nevzdali se, působili dál, a v r. 1990 se do akademického i veřejného života s plným nasazením vracejí. Větší část tohoto svazku tvoří dochovaná korespondence z let 1975–1990, která plasticky ilustruje duchovní zápasy a polemiky obou prota-

gonistů. Dopisy jsou doplněny výběrem článků z let po r. 1990. Pro lepší pochopení dobových souvislostí editoři proložili text vzpomínkami, samizdatovými články, životopisy a literárními odkazy. ●

**Zdeněk Neubauer, Ladislav Kováč:**  
**Listy o biologii**, Malvern 2019, 514 stran

# Postavte si hmyzí hotel

Stavba domečku pro včely či čmeláky má svá přesná pravidla

Aby byl hmyzí domeček brzy plný života, potřebujete vědět, jaký materiál na jeho stavbu použít. Důležitá je nejenom vnější konstrukce, ale i výplň. Různé druhy hmyzu totiž potřebují ke svému hnízdění různé typy dutin a úkrytů. Musíte také vědět, kde domeček umístit a jak pečovat o něj a o jeho drobné obyvatele.

Poté se už můžete usadit někde poblíž a pozorovat a poznávat různé druhy, které se do něj postupně začnou stěhovat. Autor knihy absolvoval doktorské studium Přírodovědecké fakulty UK. ●

**Petr Bogusch: Domečky pro včely  
a užitečný hmyz**, Grada 2019, 96 stran





# O gorilách a lidech

AUTOŘI TEXTU: DAVID MODRÝ A JAN VOTÝPKA  
AUTOŘI FOTOGRAFIÍ: DAVID MODRÝ, JAN VOTÝPKA, ANDREI MIHALCA

**S našimi nejbližšími příbuznými sdílíme kromě evoluční historie také řadu infekcí**

Lidoopi, tedy gorily, šimpanzi a orangutani, jsou naši nejbližší příbuzní. Dalo by se proto předpokládat, že se k nim, my lidé, budeme chovat hezky. Tato krásná představa je však spíše utopií a lidoopi bohužel patří mezi nejvíce ohrožené velké savce. Nejen stále probíhající lov pro maso, ale především mizející biotopy v důsledku kácení tropických lesů přispívají k výraznému poklesu jejich početnosti. Již tak špatnou situaci pak ještě zhoršují četná onemocnění.

Nově se objevující infekční nemoci (tzv. emerging diseases) představují vážnou hrozbu pro lidoopy i další volně žijící zvířata. Vzrůstající četnost kontaktů mezi lidoopy a lidmi, ochránářské aktivity a ekoturismus nevyjímaje, vedou k zvýšenému riziku přenosu řady infekčních onemocnění. Mezi nejzávažnější lidské nemoci s devastujícím účinkem na populace lidoopů patří např. svrab, spalničky a především virová a bakteriální respirační onemocnění.

Nezanedbatelný je však i přenos různých patogenů v opačném směru, tedy z lidoopů na lidi. V případě lidských vší, které jsme kdysi dávno získali od goril a šimpanzů, je nutné uvažovat o evolučně velmi staré události, naopak v případě parazitických prvoků rodu *Plasmodium*, původců nebezpečné a život ohrožující malárie, se naopak jedná o relativně recentní výměnu parazitů. Ke vzájemným přenosům z lidoopů na lidi dochází i v současnosti – zejména v případě různých střevních prvoků a helmintů.





Vědecký tým z Laboratoře pro infekčních onemocnění sdílená mezi primáty a člověkem na Fakultě veterinárního lékařství VFU Brno spolu s Ústavem biologie obratlovců AVČR, Parazitologickým ústavem BC AVČR a katedrou parazitologie PŘF UK společně rozvíjejí dlouhodobý výzkum infekčních onemocnění, které jsou společná lidoopům a lidem. Vědci a studenti neformálně sdružení v tomto konsorciu, působí v řadě afrických zemí včetně celkem neznámé Středoafričké republiky, kde je možné setkat se s několika habituovanými skupinami nížinných goril, na kterých probíhá dlouholetý výzkum. ●



▲ Přeprava do rezervace Dzanga-Sangha, kde probíhá výzkum lidoopů, je sice možná po bahnité a jen sporadicky průjezdné silnici, ale mnohem rychlejší a bezpečnější je využít malé letadlo. To uveze překvapivě velké množství nákladu a navíc nabídne i nezapomenutelný pohled na zdánlivě nekonečné zelené moře načechraných korun pralesních velikanů tvořících kompaktní tropický deštný les, ve kterém jsou jako ostrovy ojedinelé osady místních obyvatel.





Život ve výzkumném táboře uprostřed pralesa, s sebou kromě výhod blízkého kontaktu se zkoumanými primáty a dalšími volně žijícími zvířaty, přináší i některé méně příjemné skutečnosti. Časté deště a vysoká vlhkost znemožňují cokoli usušit a plíseň se časem stane všudypřítomnou. Lesní kuchyně je neustále vystavená útokům mravenců a samotný kemp se občas stane předmětem nájezdu pralesních slonů.



▲ Zatímco získat krevní vzorky od volně žijících lidoopů je poměrně obtížné, v případě místních obyvatel je situace mnohem snazší. Více či méně dobrovolně odevzdají pár kapek krve a sami jsou pak zvědaví, co následně vyšetření odhalí. Díky rychlotestům a nově vybudované terénní laboratoři bylo možné v případě potřeby sdělit výsledky krevních testů už během několika desítek minut. U překvapivě vysokého počtu lidí bylo v krvi nalezeno *Plasmodium* a mikrofilarie vlasovce *Loa loa*.





▲ Lidem BaAka se u nás říká pygmejové. Tento výraz je však obecným označením pro různé etnické skupiny malého vzrůstu, a tak jsou pygmejové třeba i v Asii. BaAkové ze střední Afriky, s nimiž jsme se opakovaně setkali, však považují výraz pygmejové za pejorativní. Tito lidé jsou vynikající stopaři, a proto jsme byli na jejich pomoc při hledání goril a šimpanzů zcela odkázáni. Jako uznání jejich práce a pomoci jsme tak jmény několika místních stopařů pojmenovali i nově nalezené kmeny cizopasníků.

◀ Slon pralesní, který žije v tropických lesích západní Afriky, byl za samostatný druh uznán teprve nedávno. Jeho žlutavá až narůžovělá slonovina je tvrdší než u slonů afrických, a proto jsou títo sloni často terčem nelegálního lovu. V tropickém lese plní důležitou funkci, protože brání zarůstání mýtin a při hloubení jam umožňují i ostatním zvířatům přístup k vodě i k půdě bohaté na minerály.



Rezervace Dzanga-Sangha je světově proslulá několika skupinami habituovaných (tedy na lidi přivyklých) goril nížinných. Každá tlupa má svého vůdčího dominantního samce, který je díky šedě zbarvenému hřbetu obecně označován jako silverback. Samec Makumba, což v místním jazyce znamená „s rychlostí“ (prý dokáže během pár sekund překonat téměř 30 metrů), vede svou skupinu již více než deset let, během nichž úspěšně vyrostl tucet jeho potomků.







◀ Krevsající mouchy a komáři jsou nejen nepříjemní trapiči, ale při bodnutí a následném sání krve mohou do svých nedobrovolných hostitelů injikovat i nebezpečné původce různých infekčních onemocnění – od virů přes bakterie a prvoky až po vlasovce. V rámci našeho výzkumu jsme v mouchách tse-tse odhalili hned několik nových (pod)druhů trypanosom a komáři rodu *Anopheles* pak byli usvědčeni z přenosu původců malárie.

▲ Samci drobných žabek rodu *Hyperolius*, česky zvaných rákosníčky, naplňují svým pronikavým skřehotáním tmavé noci subsaharské Afriky. Právě zcela unikátní záznamy samčích hlasů spolu s analýzou DNA představují jeden z dalších vědeckých výstupů mnohaletého výzkumu v rezervaci Dzanga-Sangha.

# Superorganismus ve střevech termitů

Vědci poodhalili metabolickou kapacitu prvoka z termitích útrob

VLADIMÍR HAMPL

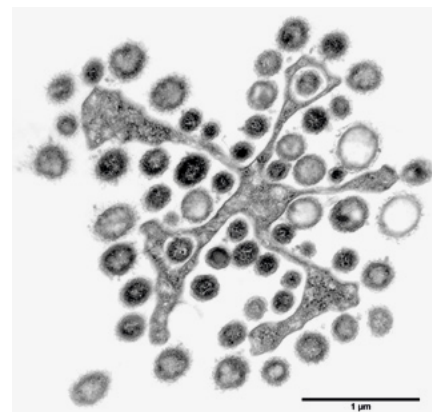


◀ Symbiotické vztahy ve střevech nižších termitů jsou pro vědce stále ještě záhadou. Je jisté, že část mikrobů se podílí na trávení dřeva a bez jejich pomoci by termit nepřežil. *Zdroj Wikimedia Commons, autor Bernard DUPONT – Northern Harvester Termité (Hodotermes mossambicus), CC BY-SA 2.0*

metabolismus a může dále získávat aminokyseliny, vitamíny a kofaktory pomocí občasně fagocytózy svých povrchových symbiontů.

Je zajímavé, že většina bakterií postrádá enolázu, což je enzym nezbytný pro jejich centrální metabolismus (glykolýzu). Autoři spekulují, že prvok jim enolázovou aktivitu poskytuje a tím si své bakteriální partnery udržuje pod kontrolou.

Sebastian C. Treitli, Martin Kolisko, Filip Husník, Patrick J. Keeling, Vladimír Hampl: Revealing the metabolic capacity of *Streblomastix strix* and its bacterial symbionts using single-cell metagenomics *Proceedings of the National Academy of Sciences* Sep 2019, 201910793; DOI: 10.1073/pnas.1910793116 ●



Nižší termiti vytvářejí složité symbiotické vztahy s prokaryoty a prvoky, kteří jim pomáhají trávit dřevo. Pro termity je to otázka života a smrti, protože bez střevních mikrobů nepřežijí. Prvoci žijících ve střevech termitů obvykle vstupují do těsných symbiotických vztahů s různými prokaryoty, kteří obývají jejich cytoplasmu nebo povrch.

Tvar buněk prvoků je v některých případech tomuto soužití přizpůsoben a vzniká tak prostorově strukturovaný superorganismus. Této komplexní symbióze mezi termity, prvoky a prokaryoty stále dostatečně nerozumíme, role jednotlivých členů je nejasná a pravděpodobně se liší případ od případu.

Českým vědcům se ve spolupráci s kolegy z University of British Columbia podařilo osekvenovat genom jedné izolované buňky prvoka *Streblomastix*

*strix*, jejíž povrch obývala populace nejméně osm různých blízce příbuzných druhů či kmenů bakterií ze skupiny Bacteroidetes. Na základě získaných dat zrekonstruovali metabolismus v tomto komplexním symbiotickém systému.

Genová výbava jednotlivých partnerů naznačuje, že enzymy sekretované bakteriemi do okolí zahajují štěpení celulózy na jednoduché cukry. Bakterie jsou také schopny fixovat plynný dusík a syntetizovat většinu aminokyselin a kofaktorů. Prvok pravděpodobně využívá jednoduché cukry vzniklé degradací celulózy v jeho okolí pro svůj energetický

▶ Příčný řez ukazující hvězdovitý tvar buňky prvoka, který vytváří hluboké zářezy obývané bakteriemi (elektronová mikroskopie). *Zdroj Treitli, Kolisko, Husník, Keeling, Hampl PNAS 2019*



# Za kutnohorskými fosiliemi

Okolí Kutné Hory je bohaté na křídové zkameněliny a teplomilné druhy

PETR SOUČEK



▲ Pozůstatky mořského pobřežního útesu z křídového období, stupně spodní turon. Jde o významné paleontologické naleziště. Zdroj Wikimedia Commons, autor Miaow Miaow – vlastní dílo.

Kutné Hoře patří bezpochyby čestné místo v české historii a její návštěvu nelze než doporučit. Pokud ale nejste korejští či japoňští turisté spěchající k chrámu sv. Barbory, zkuste svou příští cestu pojmut poněkud velkoryseji, budete za to dobře odměněni.

Cestujete-li od Prahy, přesedněte v Kolíně na osobní vlak a vystupte jednu zastávku před Kutnou Horou v obci Hlízov. Ze zastávky vede k jihu modrá značka, kterou zhruba po kilometru kříží naučná Stříbrná stezka. Ta se vine po úbočí nenápadného lesnatého kopce Kaňk, který však ukrývá mnohé pozoruhodnosti.

První zastavení si zaslouží nevelký lom v jeho jihovýchodní části. Ač to tak nevydává, jde o nejvýznamnější paleontolo-

gickou lokalitu svrchněkřídového období v Česku a ochranu státu získala již v roce 1933. Nyní má status Národní přírodní památky. V období křídý byl Kaňk součástí ostrova a lom byl mořským útesem. Nacházejí se zde četné zkameněliny mlžů, mechovek a dírkonošců (Foraminifera). Byly odtud popsány desítky fosilií, z nichž některé byly pro vědu zcela nové – například mechovka *Kankopora kankensis*. Návštěvníci se zde ovšem často chovají bezohledně, což lokalitu značně narušuje.

Na Kaňku není nouze ani o dosud žijící druhy. Obývají ho zejména teplomilné rostliny, na něž jsou vázány teplomilné druhy hmyzu. Narazit zde můžete na vzácnějšího nosatce (*Argoptochus quadrisignatus*), vyskytují se zde majky nebo samotářské včely zednice (*Hoplitis rufohirta*). Vzácnou flóru zastupuje čistec německý (*Stachys germanica*).

Dalším zastavením by měl být kamenný kříž (původně zřejmě menhir). Jen několik desítek metrů od něho se nachází rozměrný propad, který vznikl zřícením rozsáhlého systému středověkých štol. K propadu došlo až v roce 1969 a má průměr i hloubku okolo třiceti metrů. Při pohybu v jeho blízkosti je třeba dbát zvýšené opatrnosti.

Dále můžete pokračovat buď po trase naučné stezky, nebo se vydat po modré značce do Kutné Hory. Před cestou se můžete osvěžit v nedaleké restauraci Havířská bouda, případně vylézt na tamní rozhlednu vybudovanou v roce 2013. Ta je pozoruhodná tím, že jde o první rozhlednu od 30. let 20. století, která byla postavena metodou kamenného kyklopské zdiva.

K samotné návštěvě Kutné Hory poslouží nejlépe kvalitní průvodce. Jako správní přírodovědci byste však měli znát detaily, které se do bedekrů nedostanou – tak například v chrámu svaté Barbory můžete nalézt nejen mistrné ukázky pozdní gotiky, ale na různých místech také pěkně zachované zkameněliny mlžů. Staří stavitelé v nich údajně viděli předpotopní tvory a přisuzovali jim moc ochránit budovanou stavbu. Opak je naneštěstí pravdou – horniny uchováující fosilie zvětrávají rychleji než ostatní při stavbě použité a jejich rozklad může narušit statiku budovy, ve které se nacházejí. ●



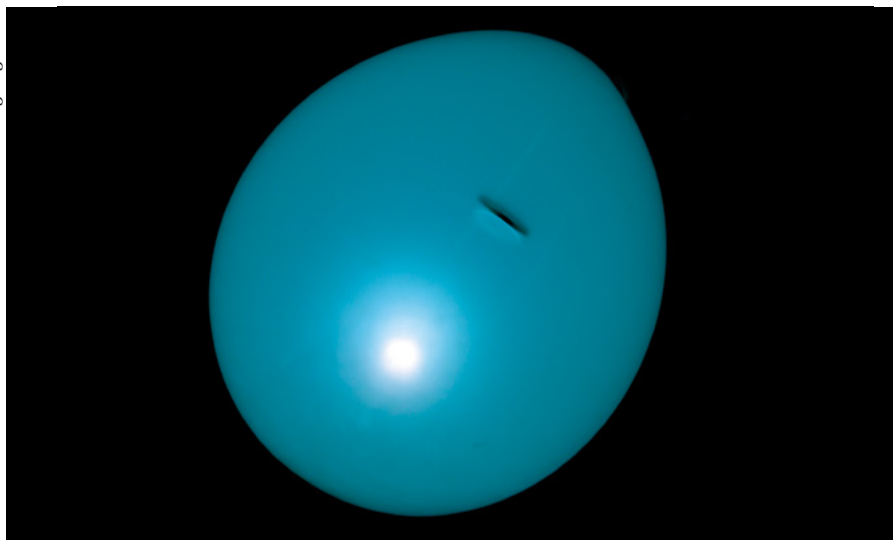
▲ Vzácný čistec německý (*Stachys germanica*) se na Kaňku vyskytuje na jediné mikrolokalitě, zato v desítkách exemplářů. Zdroj Wikimedia Commons, volné dílo

# Zpívající balonek

I na zcela běžných předmětech lze ukázat zajímavé přírodní jevy

JAKUB REŽŇÁK

Foto Petr Jan Juračka



Obyčejný gumový balonek není jen hračkou pro děti, ale také užitečným předmětem pro přírodovědné demonstrace (viz starší pokus s pomerančovou kůrou). Jednu z nich si dnes ukážeme.

## Co budete potřebovat

- nafukovací balonek, alespoň 3 kusy
- libovolnou vroubkovanou minci, ideálně 1 Kč

## Postup

Výroba našeho modelu bude velmi jednoduchá. Minci vložte do balonku, ten přiměřeně nafoukněte a zavažte. Pokud balonek nafouknete příliš, riskujete, že při pokusu rychle praskne. Nyní pomocí mírného třepání a kroužení balonkem rozpohybujte minci tak, aby jezdila dokola po vnitřním obvodu balonku.

## Proč mince jezdí a nespadne?

Při našem pokusu se snažíme, aby mince dopadla hranou na stěnu balonku. V okamžiku dopadu je mince vůči stěně balonku v pohybu a má jistou počáteční

rychlost (1; modrá šipka). Mince dopadá na stěnu balonku a následně se od ní odráží. Co se děje dále?

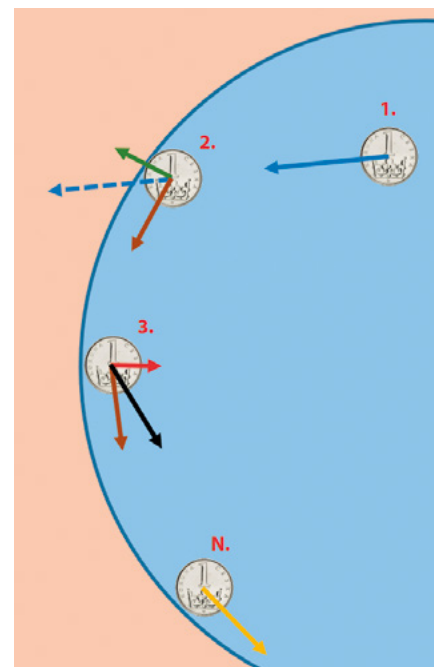
Počáteční rychlost mince se rozloží na dvě složky – složku kolmou na stěnu balonku (2; zelená šipka) a složku souběžnou se stěnou balonku (hnědá šipka). Hnědá složka rychlosti, tzv. obvodová rychlost, zůstává při odrazu nezměněna. Zelená složka rychlosti míří ven z balonku, ale mince se tímto směrem nemůže pohybovat, protože jí v cestě brání stěna balonku.

Dojde tedy k odrazu od stěny balonku, která je pružná a při odrazu „ukradne“ minci část její pohybové energie (v tomto případě ¼). Mince se odrazí od stěny a důsledkem odrazu dojde k obrácení směru a zmenšení velikosti zelené složky rychlosti (3; červená šipka). Po odrazu od stěny balonku má tedy mince dvě složky rychlosti – hnědou obvodovou a červenou kolmou na stěnu. Výsledný součet těchto rychlostí

(3; černá šipka) už nemíří ven, ale dovnitř balonku. Mince dále putuje balonkem, dokud nenarazí znovu na stěnu, od které se odrazí. Každý další odraz mince je menší a menší, až nakonec tyto odrazy jsou natolik drobné, že je už nedokážeme pozorovat, a mince vypadá, že jezdí po stěně balonku (N; žlutá šipka).

## Proč mince v balonku bzučí?

Při pokusu si můžete všimnout, že mince v balonku vydává zvuk. Při každém odrazu mince od stěny dochází k rozechvění stěny balonku. Pokud se stěna rozechvěje dostatečně, můžeme toto chvění (vibraci) stěny slyšet. Pokud použijete minci s hladkým okrajem, je toto chvění méně výrazné a zvuk je slabý. Mince s vroubkovaným okrajem (např. již zmíněná koruna) vydávají výraznější zvuk, protože vroubky po okraji pomáhají v rozechvívání stěny balonku. ●





# 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.



## 22. – 25. ŘÍJNA 2019 GAUDEAMUS BRNO 2019

Máte před sebou výběr vysoké školy a nevíte si rady? Chcete studovat přírodní vědy? Není nic jednoduššího, než vyrazit na největší veletrh pomaturitního vzdělávání Gaudeamus v Brně! Na stánku Přírodovědecké fakulty UK vám představíme naši širokou studijní nabídku, dozvíte se podstatná data a v neposlední řadě vám budou k dispozici naši studenti, kteří vám předají své vlastní zkušenosti. Více informací o oborech na naší fakultě najdete na stránkách [www.prirodovedcem.cz](http://www.prirodovedcem.cz).

**Čas a místo:** denně od 8:00 do 16:00 hodin (v pátek 25. pouze do 14:00), Výstaviště 405/1 – pavilon P, 603 00 Brno



## 8. – 9. LISTOPADU 2019 9. JUNIORSKÁ VĚDECKÁ KONFERENCE

Zajímají tě přírodní nebo technické vědy a baví tě poznávat a zkoumat? Je ti mezi

10 a 19 lety? Pak čekáme právě na tebe! Na v pořadí již devátou vědeckou konferenci pro mladé badatele se s projektem mohou přihlásit jednotlivci i dvoučlenné týmy. Nabízíme ti dva dny plné vědy, které strávíš ve společnosti dalších nadšenců a také vědců z naší fakulty. A třeba se právě ty staneš nejlepším mladým vědcem či vědkyní!

Pozor, během akce není žádoucí přítomnost rodičů a pedagogického doprovodu, kromě závěrečného ceremoniálu. Přihlašovací formulář a více informací najdeš na stránkách [www.prirodovedci.cz](http://www.prirodovedci.cz).

**Čas a místo:** v pátek 8. 11. od 10:00 do 22:00, v sobotu 9. 11. od 9:00 do 17:00, Albertov 6, Praha 2



## 11. – 15. LISTOPADU 2019 DNY GEOGRAFIE 2019

V půlce listopadu se na pražském Albertově opět uskuteční tradiční Dny geografie. Tato popularizačně vzdělávací akce si klade za cíl upozornit na obrovskou šíři geografických témat a problémů a současně zdůraznit význam geografie v moderní společnosti. V rámci letošních Dnů geografie můžete vyslechnout cestovatelské přednášky či workshopy zaměřené na migraci. Vyzkoušet si můžete práci ve specializovaných geografických informačních systémech (GIS) či navštívit nejrůznější výstavy. Dny geografie jsou vyhlášovány Českou geografickou společností a probíhají také

v dalších městech Česka. Více informací a přehled všech akcí naleznete na: [www.dnygeografie.cz](http://www.dnygeografie.cz).

**Čas a místo:** denně od 8:00 do 18:00 hodin, Albertov 6, Praha 2



## 23. LISTOPADU 2019 INFORMAČNÍ DEN UNIVERZITY KARLOVY

Jak studium na Univerzitě Karlově probíhá a co při něm můžete zažít? Pro všechny zájemce o studium na UK je připravena speciální akce, na které se budou prezentovat všechny její fakulty. Kromě informačních přednášek a stánků se studijní nabídkou se budete moci potkat také se studenty v tzv. studentské kavárně. Připraven je i doprovodný program, jehož součástí budou nejrůznější prezentace, výstavy, muzeum apod.

**Čas a místo:** 9:00–16:00, areál Albertov, Praha 2

Kompletní seznam aktuálních akcí Přírodovědců najdete na [www.prirodovedci.cz/kalendar-akci](http://www.prirodovedci.cz/kalendar-akci).



# 9. Juniorská vědecká konference

## 8.–9. 11. 2019



**Baví tě poznávat, zkoumat a bádát?  
Je ti 10-19 let a zajímají tě přírodní nebo technické vědy?**

**Tak se přihlas na konferenci, kde si vyzkoušíš roli vědce  
a podělíš se o své poznatky s dalšími nadšenci.**

**Přihlášky najdeš od začátku října na [www.prirodovedci.cz](http://www.prirodovedci.cz)**