

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ

TÉMA ČÍSLA

# MIGRACE

Nejrůznější migrace jsou v přírodě i ve společnosti zcela běžné. Pojďte s námi prozkoumat, jak a proč putují lidé, zvířata, rostliny, buňky nebo chemické látky.

Magazín Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy 02/2017

Migrace do Evropy: svědectví a fakta

8

Velký příběh jihoamerických savců

20

Za zlatohlávky do Jižní Afriky

32

# ROČNÍ PŘEDPLATNÉ MAGAZÍNU PŘÍRODOVĚDCI.CZ



## Komu je časopis určen?

- Zvědavým lidem, kteří mají zájem o přírodní vědy – studentům středních škol, dospělým a dětem přibližně od 12 let věku.
- Články jsou psány srozumitelným opulárně-vědeckým stylem. Čtenáři proto nemusí mít hlubší přírodovědné znalosti. Stačí touha dozvědět se nové věci.

## Kdo do něj píše?

- Odborníci od nás z Přírodovědecké fakulty UK.
- Studenti a absolventi fakulty.
- Popularizátoři vědy z fakultního oddělení vnějších vztahů.

## Jak vypadá a jak často vychází?

- Časopis má netradiční formát 210 × 230 mm a rozsah obvykle 40–44 stran.
- Vychází čtyřikrát ročně – v březnu, červnu, září a prosinci.

## Co v něm najdete?

- Informace o dění na Přírodovědecké fakultě UK (nové objevy a projekty, ocenění fakultních vědců či studentů, akce pro veřejnost).
- Každé číslo má své hlavní téma – například globální změny, kovy, světlo nebo proměny české krajiny. K tématu se vždy vztahuje několik článků, které píše odborníci z různých vědních oborů.
- Rozhovory se zajímavými vědci, studenty či popularizátory.
- Fotoreportáže z cest i terénních výzkumů.
- Pravidelnou rubriku pro pedagogy.
- Tipy na výlety a zajímavé knihy.
- Návodů na domácí experimenty.
- ...a další články.

## Líbí se vám náš čtvrtletník?

**Chtěli byste ho pravidelně dostávat do vašich poštovních schránek a mít tak jistotu, že vám už žádné nové číslo neuteče?**

V tom případě si objednejte **roční předplatné** za pouhých **159,- Kč**.  
Roční předplatné zahrnuje čtyři vytištěná čísla, která zašleme na vaši adresu.  
Předplatné si můžete objednat v našem eshopu:

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



## MILÍ ČTENÁŘI,

hlavním tématem tohoto čísla je migrace, jinými slovy stěhování či přesun. Termín migrace má mnoho specifických významů, dnes je nicméně velmi intenzivně vnímán zejména ve vztahu k jedné z forem mezinárodní migrace člověka – masivní uprchlické vlny směřující do Evropy. Jde o komplexně podmíněný fenomén ovlivněný přírodními faktory, politickou, socioekonomickou i demografickou situací daných zdrojových zemí a rovněž geopolitickými zájmy mocností.

Migrace představuje šanci. Symbolizuje přesun z mnoha rozličných důvodů, které jsou často existenční: přímé ohrožení života, materiální situace zabraňující splnit reprodukční úlohu a podobně. Nemožnost úniku pak často vede k panice, agresi či zhroucení.

Vydejte se s námi za poznáním migrace člověka, ale také fauny a flóry po planetě. Neméně fascinující svědectví přinášejí i články o migraci léčiv ekosystémem nebo o putování nádorových buněk mezibuněčnou hmotou či iontů v elektrickém poli. Po přečtení poznáte, že výzkum migrace a mnoha jejích podob je pro zlepšení kvality života člověka na Zemi skutečně klíčový.

Prof. RNDr. Dušan Drbohlav, CSc.

# Obsah



## CO NOVÉHO

- 4 | Kapka, která proslavila naši vědu
- 5 | Průmyslové skládky pod drobnohledem
- 6 | Gigantické larvy českých trilobitů
- 7 | Jak hmyz poprvé vzlétl?

## TÉMA – MIGRACE

- 8 | Migrace do Evropy: svědectví a fakta
- 12 | Zvířata ve fragmentované krajině
- 14 | Migrace v elektrickém poli
- 16 | Dlouhé putování léčiv
- 18 | Rostliny a doba ledová
- 20 | Velký příběh jihoamerických savců
- 22 | Invaze do vlastního těla
- 24 | Světlá a temná strana thallia

## ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | Co rostlo na ostrově zvaném Čechy?

## PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | Kurzy první pomoci přesně pro vás

## STUDENTI

- 29 | Mladí geografové se sjeli do Česka

## KULTURA

- 30 | Člověk, to je věda!

## NAŠE PUBLIKACE

- 31 | Poznejte rostliny zevnitř

## REPORTÁŽ

- 32 | Za zlatohlávky do Jižní Afriky

## HVĚZDNÝ POSEL

- 36 | Hvězdný posel červenec–září 2017

## TIP NA VÝLET

- 37 | Objevte krkonošské Hic sunt leones

## VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Mléčné překvapení

## KALENDAŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 39 | Kalendář Přírodovědců

## 2 | 2017 | ROČNÍK VI.

### NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín  
Přírodovědecké fakulty Univerzity  
Karlovy

### PERIODICITA

Čtvrtletník

### CENA

Zdarma

### DATUM VYDÁNÍ

7. června 2017

### NÁKLAD

12 000 ks

### EVIDENČNÍ ČÍSLO

MK ČR E 20877 | ISSN 1805-5591

### ŠÉFREDAKTOR

Mgr. Alexandra Hroncová  
alexandra.hroncova@natur.cuni.cz

### EDITOR

Mgr. Jan Kolář, Ph.D.  
jan.kolar.ovf@natur.cuni.cz

### REDAKČNÍ RADA

GEOLOGIE  
Mgr. Lukáš Laibl  
Mgr. Vít Peřestý

### GEOGRAFIE

RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.  
RNDr. Martin Hanus, Ph.D.

### BIOLOGIE

RNDr. Alena Morávková, Ph.D.  
Mgr. Petr Janšta  
Mgr. Martin Čertner  
Mgr. Petr Šípek, Ph.D.

### CHEMIE

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

### INZERCE

Mgr. Alexandra Hroncová  
alexandra.hroncova@natur.cuni.cz

### KOREKTURY

imprimis

### GRAFIKA

Štěpán Bartošek

### TISK

K&A Advertising

### ILUSTRACE NA OBÁLCE

Sytě červenou barvu získává losos nerka (*Oncorhynchus nerka*) během své pouti na trdliště. V moři má namodralý hřbet a stříbřité boky. Ilustrace: Karel Cettl.

### 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)

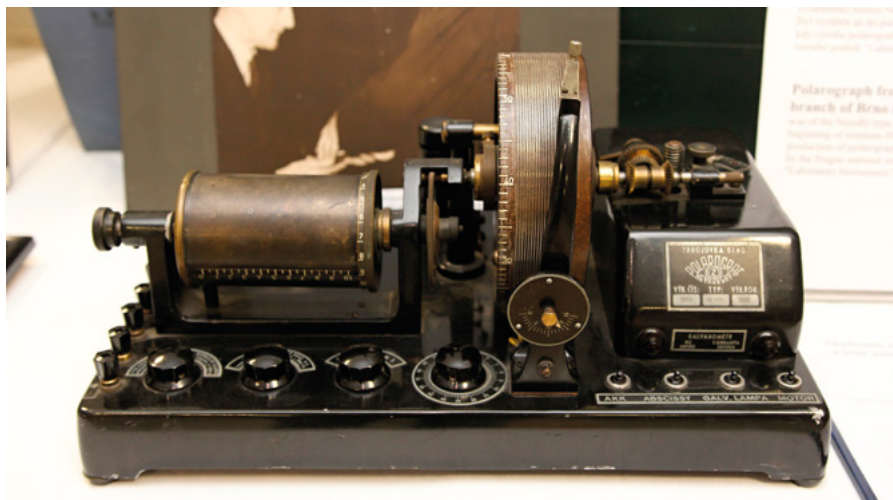
Přetisk článků je možný pouze se  
souhlasem redakce a s uvedením zdroje.

© Přírodovědecká fakulta  
Univerzity Karlovy 2017

# Kapka, která proslavila naši vědu

Nová budova Knihovny chemie hostí výstavu o životě profesora Heyrovského

ANDREA HÁJKOVÁ



▲ **Polarograf ze Zbrojovky Brno, vývojově třetí typ polarografu navržený Heyrovským (typ V 301).** Zdroj archiv výstavy *Příběh kapky* organizované Ústavem fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR.

Rádi bychom si připomněli jednoho z nejúspěšnějších českých chemiků Jaroslava Heyrovského, který zemřel před 50 lety. Narodil se do právnické rodiny, ale zájem o toto povolání nezdědil. Od mládí se zabýval různými přírodovědnými pokusy, jimiž komplikoval život všem nájemníkům domu, kde s celou rodinou bydlel. Heyrovského největším koníčkem byla věda, ale bavil ho také tenis, plavání nebo lyžování. Zajímala ho literatura, chodil na koncerty a hrál dobře na klavír.

Kariéru na Univerzitě Karlově začal jako asistent v Ústavu anorganické a analytické chemie. Už po třech letech se pak stal prvním profesorem fyzikální chemie u nás. Heyrovský byl zapáleným vědcem a totéž vyžadoval od svých spolupracovníků. Jeho mottem bylo, že během dne se má experimentovat, zatímco studovat se má v noci. Přál si, aby čas

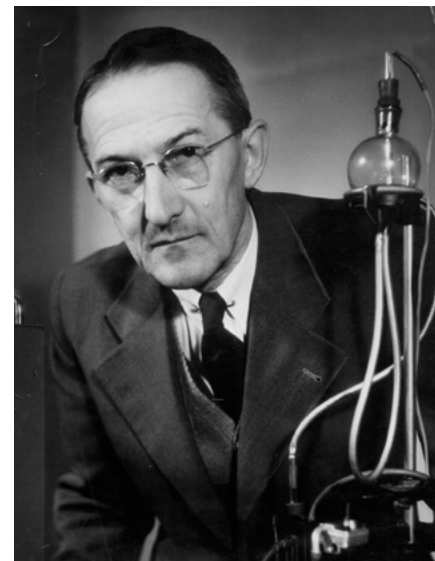
v laboratořích byl maximálně využit, aby všichni přišli brzy ráno a odcházeli po sedmé večer. Studenti si ho vážili kvůli jeho smyslu pro humor i neformálnímu přístupu k přednáškám a praktikům.

Před 95 lety – v roce 1922 – objevil novou metodu chemické analýzy, kterou nazval polarografie. Jde o metodu založenou na měření elektrického proudu procházejícího rtuťovou kapkou a roztokem, do něž rtuť odkapává. Tímto jednoduchým, levným, rychlým a přesným způsobem se dají získat cenné informace o druhu i množství látek, které obsahuje zkoumaný roztok.

Za objev polarografie a rozvoj polarografických metod byl Heyrovský osmnáctkrát nominován na Nobelovu cenu. Nakonec ji získal za chemii v roce 1959. Stal se tak prvním a dosud jediným Čechem, který do naší vlasti přivezl

zmíněné ocenění v jedné ze tří přírodovědných kategorií. Polarografie slavila úspěchy na celém světě; usnadnila práci v mnoha průmyslových odvětvích i v medicíně. O to, aby jeho metoda přinášela užitek, se Jaroslav Heyrovský staral celý život.

Od roku 2009 připomíná veřejnosti tuto velkou osobnost putovní výstava *Příběh kapky*, připravená Ústavem fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR. Po celý červen 2017 ji můžete vidět v nové budově Knihovny chemie Přírodovědecké fakulty UK na adrese Hlavova 8, Praha 2. Výstava bude i součástí Pražské muzejní noci. Odborníci z chemické sekce naší fakulty a Knihovna chemie k ní navíc vytvořili doprovodný program pro střední školy. ●



▲ **Jaroslav Heyrovský, fyzikální chemik, který byl za objev polarografie oceněn Nobelovou cenou za chemii.**

Zdroj archiv výstavy *Příběh kapky* organizované Ústavem fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR.

# Průmyslové skládky pod drobnohledem

Zdevastovaná místa naší země mají svou vědeckou hodnotu

PETR SOUČEK

V průběhu 20. století došlo na našem území vlivem průmyslové a těžební činnosti k dramatické proměně některých oblastí. Navzdory všem negativům nemá však toto dědictví pouze stinnou stránku. Postižená místa jsou totiž neocenitelným zdrojem informací pro odborníky, kteří se zabývají *ekologií obnovy (restoration ecology)*. Patří mezi ně i tým pod vedením profesora Pavla Kováře z katedry botaniky Přírodovědecké fakulty UK, jehož členové dlouhodobě studují ekologické procesy na poškozených stanovištích. Další část výsledků svého bádání svého bádání před nedávnem publikovali v časopise *Plant Ecology*.

Existuje celá řada míst, která člověk různým způsobem narušil. Vedle běžných skládek komunálního odpadu, které tvoří nepřehlédnutelnou část našeho životního prostoru, narazíme v krajině také na méně nápadné průmyslové skládky, které se často skrývají pod vrstvou vegetace. Patří mezi ně i tzv. odkaliště, na nichž se řadu let hromadil odpad z průmyslové výroby – struska, popílek a další materiály.

Odpadní materiál obvykle zaplňoval opuštěné povrchové doły nebo byl akumulován uvnitř vícestupňových obvodových hrází. Nahromaděná vrstva se vyznačuje absencí humusu, obsahem těžkých kovů, extrémně kolísajícím pH a nezdědkou toxicitou. Botaniky zajímalo, jak tyto faktory ovlivňují složení vegetace na takto zatížených územích, kde lze kromě toho pozorovat řadu dalších negativních jevů – větrnou erozi, teplotní extrémy nebo zasolování. Jsou vlastnosti půdního substrátu určující pro druhovou skladbu rostlin, nebo je podstatný spíše vliv porostů, které s narušenou lokalitou sousedí?



▲ Pionýrské dřeviny po 40 letech od skončení provozu odkaliště napomáhají uchycení dalších rostlin. *Zdroj archiv Pavla Kováře*

Mimořádně rozsáhlý výzkum, při kterém vědci prozkoumali deset struskopopílkových a sedm rudních nerekulťovaných odkališť, dal do vztahu přesná data o vlastnostech navršeného substrátu i skladbě vegetace v uvedených lokalitách a jejich bezprostředním okolí. Mezi analyzované veličiny patřila například elektrická vodivost, pH, koncentrace chloridů a sulfátů nebo poměr uhlíku a dusíku. Na rostlinách byly zkoumány zejména jejich funkční vlastnosti.

Vliv okolní vegetace se ukázal jako neoddiskutovatelný. Největší zastoupení měly rostlinné druhy vyskytující se do vzdálenosti 100 metrů od hranice lokality, a to zejména ty s lehčími semeny. Naopak problematický substrát se na složení rostlinných kolonizátorů projevil

statisticky neprůkazně. Znamená to, že ani značně nepříznivé půdní podmínky nejsou zásadní překážkou pro výskyt běžné místní flóry. Zkoumané plochy nicméně stále procházejí vývojem a jeho směr naznačí teprve vznik dalších rostlinných pater.

Přínos studie ovšem nespočívá jen v uvedených závěrech. Důležitá je zejména skutečnost, že se opírají o výjimečně velký soubor dat. Zároveň se jedná o určitou syntézu bádání, jehož kořeny sahají až do 90. let. Zatímco v minulosti se podobné studie realizovaly v režii jednotlivých oborů, nyní vznikají v rámci slibně se rozvíjející *ekologie obnovy*, která vědcům z různých oborů umožňuje úzkou spolupráci a dodává jejich výzkumu nový rozměr. ●

# Gigantické larvy českých trilobitů

Vědci odhalují souvislosti mezi vývojem trilobitů a podmínkami v prvohorních mořích

LUKÁŠ LAIBL



▲ První (vlevo) a druhé larvální stadium trilobita *Hydrocephalus carens*. Larvy tohoto druhu jsou typickým příkladem „gigantů“, kteří měli pravděpodobně velkou zásobu žlutku ve vajíčku. Fosilie ze sbírek Národního muzea. Foto Lukáš Laibl.

Mořští bezobratlí živočichové mají často pozoruhodné životní cykly. Jejich nejmenší larvální stadia mohou žít naprosto jinak než dospělci. Rozdíly mezi druhy najdeme například ve způsobu, jakým larvy získávají potravu. Některé se líhnou z malých vajíček, dosahují malých rozměrů a živí se většinou planktonem – jsou takzvané planktotrofní. Jiné se líhnou z velkých vajíček bohatých na žoutek, jsou větší a během raného vývoje čerpají živiny ze svých žlutkových zásob – o nich říkáme, že jsou lecitotrofní. Vědci mají poměrně dobrou představu, jakým způsobem žijí larvy dnešních živočichů. Zjistit ale, jak žily larvy organismů dávno vymřelých, může znít jako nadlidský úkol.

Týmu paleontologů z Přírodovědecké fakulty UK a Complutense University v Madridu, k němuž patří i autor tohoto článku, se podařilo objevit gigantické larvy trilobitů. Pocházejí z několika lokalit poblíž obcí Skryje a Týřovice na

Křivoklátsku a jsou uloženy ve sbírkách Národního muzea a České geologické služby. Larvy patří druhům, které vyhynuly v kambriu asi před 500 miliony lety. Ve srovnání s larvami ostatních trilobitů jsou tyto giganti dvakrát, nebo dokonce třikrát větší. Kromě neobvyklé velikosti mají některé z nich rovněž zkrácený vývoj a výrazně nafouklý krunýř. Právě tyto znaky bývají u drobných stadií dnešních koryšů spolehlivým dokladem lecitotrofního vývoje.

Co ale vedlo k tak odlišnému vývoji oproti většině ostatních trilobitů? V současných mořích jsou larvy živící se žlutkem hojnější tam, kde je málo potravy ve formě planktonu nebo se produkce planktonu výrazně mění během roku – například ve vysokých zeměpisných šířkách. Dnešním bezobratlým z podobných oblastí se vyplatí vybavit potomky velkým žlutkem, aby dokázali přežít i období s nedostatkem potravy.



▲ Dospělý jedinec trilobita *Hydrocephalus carens*. Exemplář ze sbírek Národního muzea. Foto Martin Valent.

Srovnání trilobitích larev z různých nalezišť ukázalo, že jejich velikost se řídí téměř totožnou logikou. Malé larvy, požírající nejspíš plankton, se vyskytují blízko tehdejšího rovníku. Naopak gigantické larvy, živící se žlutkem, pocházejí z míst, která před více než 500 miliony lety ležela ve vysokých zeměpisných šířkách jižní polokoule – což byl i případ dnešních Čech. Je tedy pravděpodobné, že za vznikem lecitotrofie u kambriických trilobitů stála proměnlivá produkce planktonu v této oblasti. ●

# Jak hmyz poprvé vzlétl?

Naši vědci hledali odpověď u pozoruhodných tvorů se třemi páry křídel

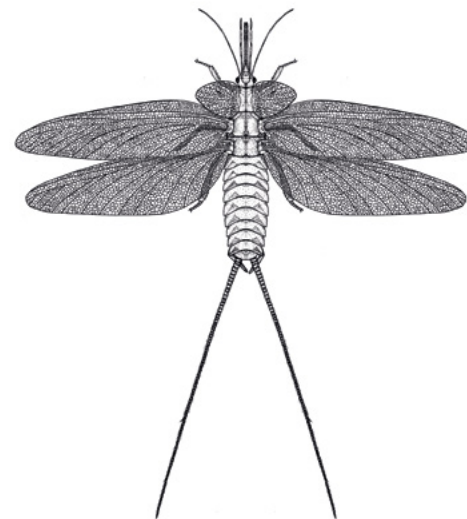
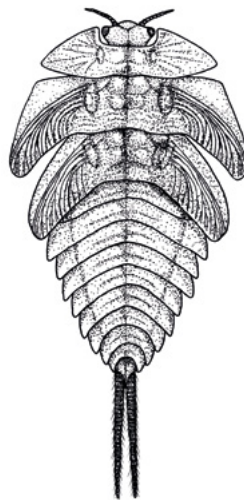
MICHAL ANDRLE

Na Zemi dnes neexistuje – s výjimkou některých jednobuněčných organismů – evolučně úspěšnější skupina, než je hmyz. Tito členovci obývají většinu suchozemských a sladkovodních ekosystémů v takovém počtu druhů, s jakým se ostatní živočišné skupiny vůbec nemohou srovnávat. Ke své nesmírné úspěšnosti byl hmyz jistě předurčen celou řadou klíčových inovací tělního plánu. Jednou z těch, které mu pomohly asi nejvíce, je schopnost pohybu pomocí křídel. Řešení otázky, jak hmyz poprvé vzlétl, má tedy pro evoluční biology až magickou přitažlivost.

Na velké otázky se však často nenabízejí snadné odpovědi. Během 19. a 20. století se objevilo hned několik hypotéz, ze které části těla hmyzí křídlo vlastně vzniklo. Hypotézy lze rozdělit do dvou kategorií. Několik velkých entomologů minulosti zastávalo názor, že křídla vznikla ze svrchní části hrudi. Druhý tábor, jehož zástupci byly takové autority jako Charles W. Woodworth či Vincent Wiglessworth, zase hledal původ křídla v boční části těla.

K oběma představám dospěli entomologové tak, že studovali vývoj křídel, žaber a bazálních přívěsků nohou u různých vývojových stadií současného i fosilního hmyzu. Nedávno ale do věci promluvil další vědní obor – výzkum mechanismů a genetické podmíněnosti vývoje, takzvaný evo-devo přístup. Ten přišel s „duální“ hypotézou, že na původu hmyzích křídel se podílela jak horní, tak boční část těla. Fosilní doklad zřetelně podporující tuto představu však dosud chyběl.

Na cestu k řešení zapeklité otázky se vydal doktor Jakub Prokop z katedry



▲ Zástupci podivuhodné skupiny Palaeodictyoptera měli oproti dnešním skupinám zvláštnost – pár křídel i na prvním hrudním článku. Podle současných představ nesloužil tento pár k aktivnímu letu, ale spíše k vyvažování pohybu.

*Kresby nymfy i dospělé: Martina Pecharová*

zoologie na Přírodovědecké fakultě UK. Studoval fosilie vyhynulé skupiny Palaeodictyoptera, která byla blíže příbuzná jepicím a vážkám. Její zástupci měli v porovnání se současným hmyzem několik zvláštností. Na první pohled nejvýraznější z nich se týkala počtu křídel. U dnešního křídlatého hmyzu najdeme po jednom páru na druhém a třetím hrudním článku. Některé druhy patřící mezi Palaeodictyoptera však měly kratší křídélka i na prvním hrudním segmentu, a byly tak vybaveny celkem třemi páry.

Spolu s doktorskou studentkou Martinou Pecharovou zkoumal Jakub Prokop řadu zkamenělin karbonského stáří z několika světových muzeí. „Vše začalo u fosilie samostatně křídelní pochvy z Yaleovy univerzity,“ vzpomíná. Postu-

pem času se pak přidávaly exempláře uložené ve sbírkách v Manchesteru, Londýně či Chicagu. Jejich velikost se pohybovala od 5 do 28 milimetrů. „Skupina Palaeodictyoptera je sice dobře popsána, dříve však nebyla zkoumána ve světle novějších, evo-devo studií o původu hmyzích křídel. Právě v tomto světle jsme přistoupili k nové analýze sbírkového materiálu,“ vysvětluje doktor Prokop.

Vědci zaměřili svou pozornost hlavně na vyvíjející se křídla u larev, odborně řečeno křídelní pochvy. Zjistili, že tyto pochvy byly pohyblivé – podobně jako nohy hmyzu – a zároveň široce spojené se svrchní částí těla. Naším odborníkům se tedy podle všeho podařilo přistihnout evoluci při činu a najít vymřelou skupinu, která potvrzuje „duální“ představu o původu hmyzích křídel. ●

# Migrace do Evropy: svědectví a fakta

Co nutí migranty opustit  
vlast a vydat se na nelehkou  
cestu do Evropy?

ROBERT STOJANOV, DANIEL NĚMEC, DAVID PROCHÁZKA





◀ **Syrský chlapec žijící společně s rodinou ve velmi skromných podmínkách pod mostem v tureckém Izmiru.** Foto: Robert Stojanov

V letech 2015–2016 přišlo do Evropy 2,5 milionu imigrantů především ze zemí ze Středního východu a subsaharské Afriky. Jen ze Sýrie to bylo přibližně 700 000 lidí. Média i politici mluví o uprchlické krizi. Ale poměrně málo se diskutuje o příčinách této migrace a o událostech, které předcházely válečným konfliktům v Sýrii, Iráku nebo Afghánistánu.

### SUCHO NÁSLEDOVANÉ VÁLKOU

Zahraniční média naznačují, že současná migrace – stejně jako konflikty na Blízkém východě či v Africe, které ji vyvolávají – může souviset se změnami klimatu. Tuto debatu zahájili Colin Kelley a další američtí vědci v roce 2015, když v prestižním časopise *PNAS* publikovali článek spojující klimatickou změnu se syrskými občanskými nepokoji. Hlavním argumentem autorů bylo, že mezi lety 2007 a 2010, tedy před začátkem protestů v Sýrii, postihlo zemi největší sucho v moderních dějinách. Podle jejich analýzy vedlo právě toto sucho k migraci 1,5 milionu lidí z venkova do měst. Šlo hlavně o rodiny farmářů, které ztratily zdroje obživy.

Problémy ještě zhoršila nedostatečná vládní pomoc. Syrská vláda třeba snížila dotace na pohonné hmoty a potraviny, na nichž záviselo mnoho zemědělců. Migrace vyvolaná suchem způsobila přeplnění a přetížení městských center, což přispělo ke vzniku nepokojů. Ty nakonec

▶ **Náklady na cestu kryjí migranti často z prodeje nemovitostí. Ani tak jim prostředky obvykle nestačí na to, aby vycestovala celá rodina.**

Autor grafu: David Procházka

vedly k masovým protestům a k vypuknutí občanské války na jaře 2011.

Tuto argumentaci amerických výzkumníků převzala řada médií. Objevily se četné články, které nynější migraci do Evropy spojují se změnami podnebí a naznačují, že sucho bylo ústředním faktorem konfliktu v Sýrii, a tudíž i následného odchodu lidí ze země.

Ačkoliv se přírodní zdroje, jako jsou pitná voda nebo půda, mohou zdát nevyčerpatelné, realita je mnohdy opačná. Dlouhodobá devastace, zásadní změna životního prostředí nebo přírodní katastrofa dokážou obyvatele citelně zasáhnout a připravit je o střechu nad hlavou či obživu.

Lidé z postižených oblastí jsou nuceni opustit své domovy a hledat živobytí jinde. Právě to může být jeden ze způsobů, jak vzniká takzvaná environmentální migrace. K jejím hlavním příčinám patří přírodní pohromy, kumulativní (pomalé) změny životního prostředí, průmyslové havárie nebo znečištění, rozvojové projekty a konflikty spojené s environmentální devastací či válkami o zdroje.

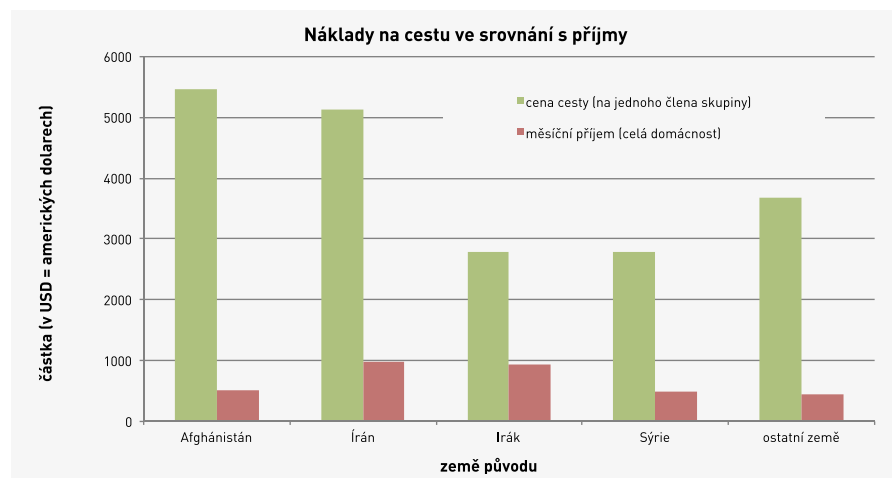
Můžeme tedy mezi migranty, kteří přicházejí do Evropy od roku 2015, najít skutečné „environmentální uprchlíky“?

### VÝZKUM PŘÍMO V TERÉNU

Abychom zodpověděli tuto otázku, uskutečnili jsme mezi novými imigranty šetření formou anonymních dotazníků a hloubkových rozhovorů. Data byla shromažďována od září 2015 do října 2016 v Řecku, Rakousku a Turecku. Snažili jsme se vybírat respondenty vyváženě podle pohlaví a národnosti. Dotazovaní odpovídali v angličtině nebo v rodném jazyce za pomoci překladatele.

Podařilo se nám získat zhruba 300 respondentů. Pocházeli většinou ze Sýrie, Afghánistánu, Iráku, Íránu, Eritreje, Nigérie a Pákistánu, ale i z dalších zemí Asie a Afriky. Mapa na straně 10 ukazuje čtyři zdrojové země, odkud přišel do Evropské unie v uplynulých dvou letech největší počet migrantů. Tři z nich – Sýrie, Afghánistán a Irák – jsou státy zasažené v poslední době válečnými konflikty.

Mapa na straně 11 pak zobrazuje šest zemí, v nichž požádalo o azyl nejvíce uprchlíků přicházejících do EU. Zde je dobře vidět obrovský odstup Německa od zbytku Unie. Pro zajímavost jsme na mapě uvedli také mediálně velmi zdůrazňované Řecko. Přestože i tato země zažila velký nápor migrantů, je patrné, že většina jich pokračovala dál do západní Evropy. ▶

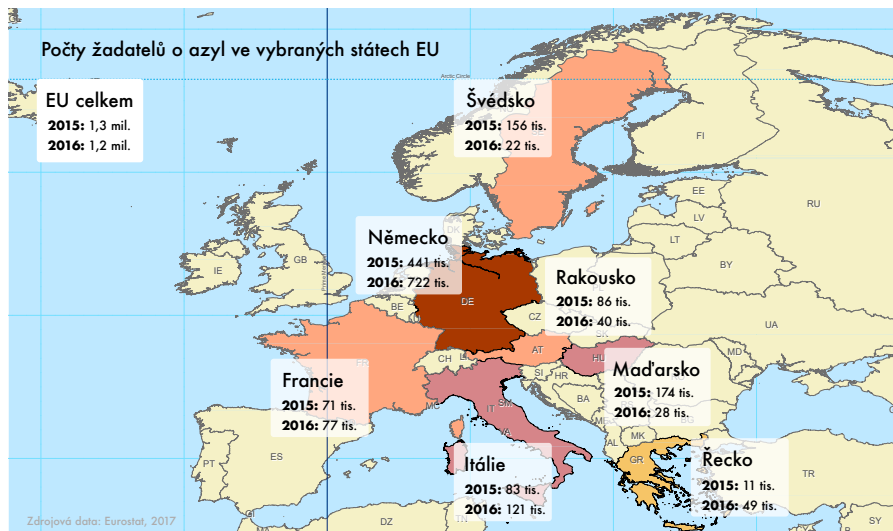


## CESTA NENÍ LEVNÁ

Podívejme se teď na výsledky výzkumu, který jsme provedli. Zjistili jsme, že respondenti z našeho vzorku jsou většinou kvalifikovaní pracovníci. Přibližně 54 % jich má vysokoškolské nebo středoškolské vzdělání. Více než polovina účastníků šetření odpovídala anglicky, což také svědčí o dobré úrovni vzdělání.

Průměrná cena, kterou lidé museli zaplatit za cestu do Evropy, se lišila podle období a délky trasy, ale i podle velikosti a složení migrující domácnosti. Nejvyšší průměrné náklady (5 452 USD, tedy amerických dolarů) měl člen skupiny pocházející z Afghánistánu. Nejméně zaplatil obyvatel Iráku nebo Sýrie (zhruba 2 800 USD). Zde cenu snižovala i skutečnost, že ve skupinách z těchto zemí bylo nejvíce malých dětí.

Respondenti nebo jejich rodiny museli většinou prodat nemovitosti, auta a jiný majetek, aby získali dost financí na cestu pro sebe, případně i pro své blízké. Kvůli nedostatku peněz mnohdy nemohli emigrovat všichni členové domácnosti. To je ostatně zřejmé z údajů o příjmech, které zobrazuje graf na předchozí stránce.



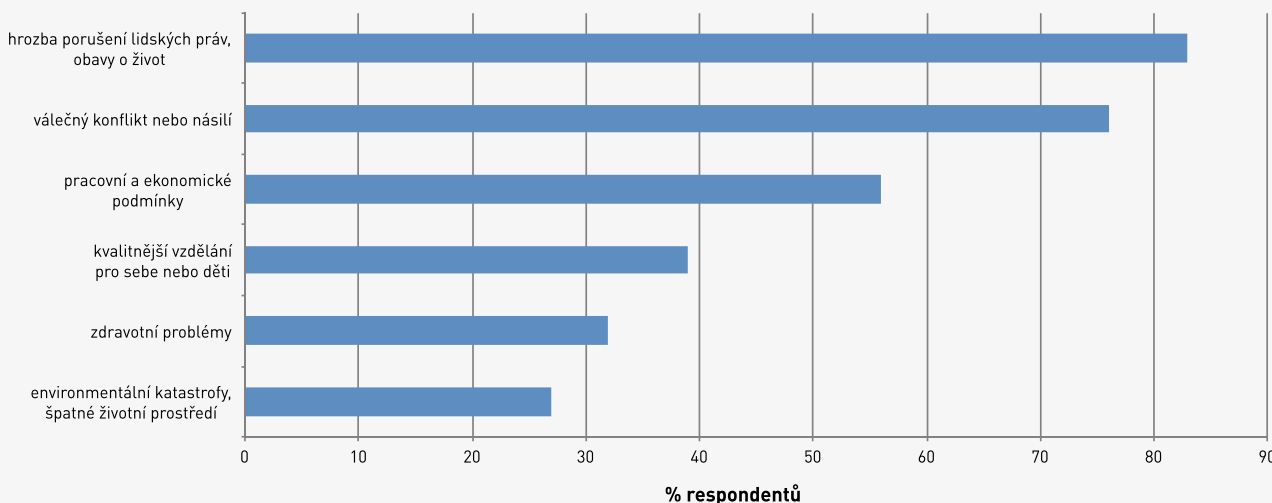
▲ **Téměř polovina všech migrantů do EU žádala ve sledovaném období o azyl v Německu.** *Autor mapy David Procházka*

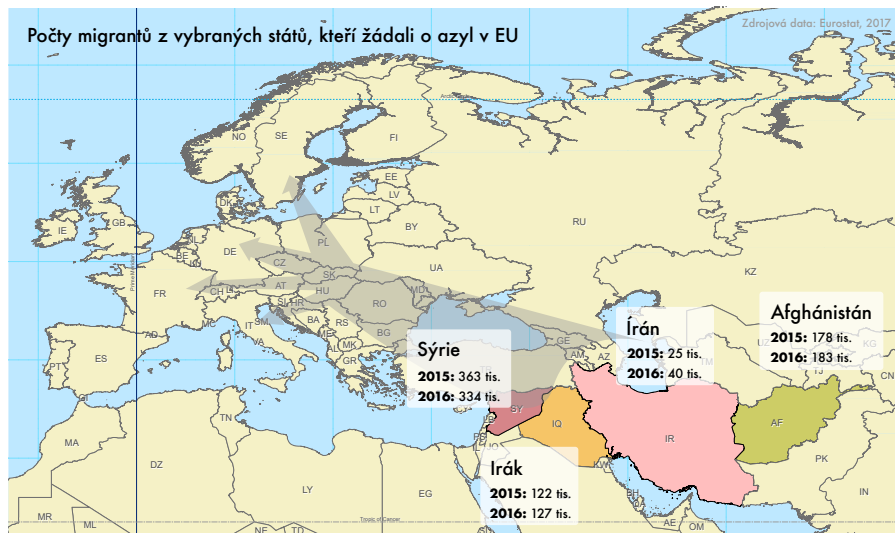
Data například ukazují, že emigraci z Afghánistánu si mohly dovolit jen majetnější domácnosti nebo ty, které se hodně zadlužily. Jejich měsíční příjem byl totiž v průměru 10× nižší než náklady na cestu jednoho jejich člena. Pokud chtěla do Evropy putovat celá čtyřčlenná domácnost ze Sýrie, zaplatila zhruba dvacetinásobek svého měsíčního příjmu.

## CHYTRÁ NEBOLI SMART MIGRACE

Náš výzkum odhalil nový fenomén masové migrace. Kvůli častému využívání různých „chytrých“ zařízení – především telefonů – během cesty, jsme ho nazvali *smart migrace*. Uprchlíci se prostřednictvím mobilních aplikací, programů pracujících s GPS daty a sociálních sítí dostávali k aktuálním

## Nejvýznamnější příčiny migrace





### ▲ Naprostá většina migrantů pochází z občanskou válkou zdecimované Sýrie.

*Autor mapy David Procházka*

informacím o tom, jak překročit státní hranice, jak se vyhnout policejním hlídkám, kolik bude stát daný úsek cesty, v kolik hodin jim jede určitý spoj a podobně. Díky tomu nemuseli využívat služeb převaděčů.

Informace vytvářeli a používali samotní imigranti – měli je tedy dostupné ve svém rodném jazyce. Takový způsob komunikace byl však možný pouze v Evropě a částečně asi v Turecku, kde existuje dostatečné pokrytí mobilním signálem. Chytré telefony používala zhruba polovina účastníků našeho šetření. Ostatní byli zpravidla součástí větší skupiny, ve které měl někdo chytrý telefon k dispozici.

### PŘÍČINY EXODU

Proč se respondenti rozhodli přestěhovat do Evropy? Motivy jsou různé. Jako hlavní důvody jsme identifikovali obavu o život

◀ **Bezpečnostní důvody jsou pro většinu migrantů klíčové, naopak špatné životní prostředí hraje spíše vedlejší roli.**

*Autor grafu: David Procházka*

a porušení jejich základních práv (uvedlo 83 % dotazovaných) a válečný konflikt či projevy násilí (76 %). Dalším významným faktorem je nedostatek pracovních příležitostí a špatná ekonomická situace.

Environmentální důvody patří mezi ty méně důležité. Více než polovina dotazovaných nicméně vnímala stav životního prostředí v zemi původu (znečištění, ekologické katastrofy, nedostatek vody a podobně) jako velmi špatný. Naznačuje to, že faktory související s životním prostředím mají v polovině případů určitý vliv na rozhodování o migraci.

### DO EVROPY MÍŘÍ BOHATŠÍ

Při hloubkových rozhovorech označili respondenti nedostatek vody a sucho v Sýrii za jednu ze zásadních příčin místních konfliktů i migrace uvnitř země. Například jeden muž se nejdříve odstěhoval ze své vesnice kvůli nedostatku vody a teprve později emigroval do zahraničí.

Podle lidí, kteří se zapojili do našeho šetření, migrovali Syřané kvůli suchu z venkova do měst ještě před vypuknu-

tím občanské války. Zůstávali přitom v Sýrii nebo v sousedních zemích – Turecku, Libanonu či Jordánsku. Tito migranti obvykle patřili k chudším vrstvám. Měli omezené příjmy, nedostatečné vyšší vzdělání i malé znalosti cizích jazyků a migračních sítí.

Naproti tomu přistěhovalci, kteří přišli do EU v letech 2015–2016, jsou většinou bohatší s vyššími příjmy, pocházejí z měst, často umí anglicky a většina z nich vystudovala střední nebo vysokou školu. Tito lidé zmiňovali environmentální faktory jako příčiny svojí emigrace velmi zřídka. Města zůstala nezasažena suchem, vládní režim se o jejich obyvatele postaral a zajistil jim dodávky vody na úkor venkova, eventuálně na úkor oblastí, kde žili Kurdové.

### ODEJÍT BLÍZKO, NEBO DALEKO?

Jak potvrzují také výsledky jiných výzkumů, většina lidí migrujících či vysídlených kvůli dopadům klimatických změn a jiným environmentálním problémům buď zůstává ve vlasti, nebo se stěhuje do sousedních zemí. Když se migrace stává nadnárodní, jsou pro ni často důležitější jiné, například bezpečnostní faktory.

Životní prostředí nehrálo významnou roli při rozhodování migrantů, kteří v minulých dvou letech zamířili do Evropské unie ze zemí Středního východu či subsaharské Afriky. Environmentální faktory jsou však podstatné pro migraci uvnitř Sýrie a do sousedních států, kam prchají lidé postižení nejdříve suchem a teď válkou. Na delší cestu nemají peníze, vzdělání ani potřebné znalosti. ●

AUTOŘI PRACUJÍ NA KATEDŘE SOCIÁLNÍ GEOGRAFIE A REGIONÁLNÍHO ROZVOJE PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTY UNIVERZITY KARLOVY (R. STOJANOV), NA KATEDŘE EKONOMIE EKONOMICKO-SPRÁVNÍ FAKULTY MASARYKOVY UNIVERZITY (D. NĚMCEK) A V ÚSTAVU INFORMATIKY PROVOZNĚ EKONOMICKÉ FAKULTY MENDELovy UNIVERZITY V BRNĚ (D. PROCHÁZKA).

# Zvířata ve fragmentované krajině

Člověk rozbil krajinu na tisíce izolovaných kousků. Jak je můžeme znovu spojit?

DUŠAN ROMPORTL



Když se řekne migrace, představíme si dnes většinou masivní přesuny lidí vyvolané válkami, přírodními katastrofami, hmotnou nouzí nebo tím vším dohromady. Tyto nešťastné příběhy ovšem přehlušují jinak vcelku poetický charakter procesu, který se odehrává v živočišné říši na nejrůznějších místech Země.

Cílené pohyby zvířecích druhů probíhají na mnoha úrovních – od drobných biotopů až po mezikontinentální rozměry. Ne vždy se jedná o tak spektakulární jevy, jako jsou migrace desetitisíců pakoňů a zeber savanami východní Afriky nebo tahy ptáků či motýlů v Evropě a v Americe. Často jde o skrytý či obtížně sledovatelný pozvolný proces, jehož skutečný rozsah dovedeme jen těžko vyhodnotit. Pohyby jedinců i celých populací se ode-

hrávají v rytmu ročních období a jiných cyklů už miliony let. Ale jaký vliv na ně má člověk?

## ČÍM DÁL VÍC BARIÉR

Pro posouzení dopadů lidské činnosti na migraci živočichů nemusíme chodit daleko. Využití krajiny a míra její přeměny člověkem jsou patrné na každém kousku naší země. Vedle změn ve způsobu využití krajiny (anglicky *land use*) ovlivňují pohyb organismů také změny v prostorové struktuře krajinného pokryvu – tedy ve vzájemném uspořádání jednotlivých prvků.

Během posledních desetiletí jsme přítomni v Evropě svědky protichůdných procesů. Na jedné straně můžeme pozorovat homogenizaci a unifikaci krajiny, což souvisí s rozvojem městské a předměstské

zástavby, s intenzifikací zemědělství či se zalesňováním. Jinde ale naopak dochází ke zvyšování rozmanitosti a různorodosti krajinného pokryvu.

K plošným změnám ve využití krajiny se přidává ještě další faktor. Značným tempem přibývají nové liniové struktury, třeba silnice a dálnice. Právě to nejvýrazněji přispívá k fragmentaci krajiny – tedy k jejímu rozčleňování do menších izolovaných plošek, vzájemně oddělených často zcela neprostupnými bariérami. Fragmentovaná krajina ztrácí řadu funkcí, které jsme dříve vnímali jako samozřejmé. Jednou z takových funkcí je schopnost poskytovat vhodná, dostatečně velká území rostlinám či zvířatům s velkými prostorovými nároky. S tím souvisí také prostupnost krajiny pro pohybující se živočichy.

◀ **Negativní dopady liniových bariér na pohyb živočichů lze částečně zmírnit speciálními konstrukcemi. Podobně jako v případě ekoduktu na Transkanadské dálnici.** *Zdroj Wikimedia Commons, autor WikiPedant, úpravy Jan Kolář, licence CC BY-SA 4.0*

### KRAJINA „ZVÍŘECÍMA OČIMA“

Z těchto důvodů patří fragmentace k nejvýznamnějším problémům současné ochrany přírody a krajiny. Míru fragmentace a rozsah bariér, třeba zastavěných ploch nebo dálnic, můžeme hodnotit moderními metodami s využitím geografických informačních systémů.

Nejdřív sestavujeme takzvanou fragmentační geometrii – stanovujeme, které krajinné prvky jsou pro zkoumané druhy nepřekonatelnými překážkami. Například vlk evropský, šířící se nyní střední Evropou, dokáže zdolat téměř jakékoliv bariéry a pohybovat se nepozorovaně v těsné blízkosti lidských sídel. Jiné druhy s užší vazbou na specifické prostředí však mají pohyb v krajině výrazně ztížen.

Do fragmentační geometrie typicky zahrnujeme zastavěné plochy, oplocené dálnice a další komunikace s hustým provozem. Pro mnoho suchozemských živočichů mohou být nepřekonatelné velké vodní plochy, ale třeba i velké rozlohy intenzivně obdělávaných polí. Odlišné parametry prostupnosti krajiny pak samozřejmě platí pro druhy vázané na vodní a mokřadní prostředí, pro ptáky či netopýry nebo pro zvířata z lesních ekosystémů.

▶ **Mapy konektivity krajiny vycházejí z teorie elektrického obvodu – největší pravděpodobnost pohybu zvířat je tam, kde krajina klade nejmenší odpor.**

*Zdroj Romportl a kol. 2016*

Rozdílné jsou i prostorové nároky jednotlivých organismů a jejich schopnosti překonávat překážky. Míru fragmentace tedy musíme vždy posuzovat s ohledem na vlastnosti konkrétních druhů. Poznání jejich stanovištních preferencí i zmíněných prostorových nároků je důležité pro tvorbu habitatových map. V nich vymezujeme, jaké prostředí sledovaným druhům vyhovuje, jakému se raději vyhýbají a jaké je pro ně zcela nepřekonatelné. Tyto mapy vlastně znázorňují „odpor“, který jednotlivé krajinné prvky kladou volnému pohybu organismů.

### JAK USNADNIT MIGRACI

S pomocí habitatových map už můžeme snadno zpracovat modely prostupnosti (konektivity) krajiny. Ty jsou založené na co nejsnadnějším propojení vhodných lokalit do spojitě sítě. Právě vymezování a ochrana takzvaných ekologických sítí – neboli zelené infrastruktury – představuje neúčinnější nástroj, jak chránit přírodu před postupující fragmentací.

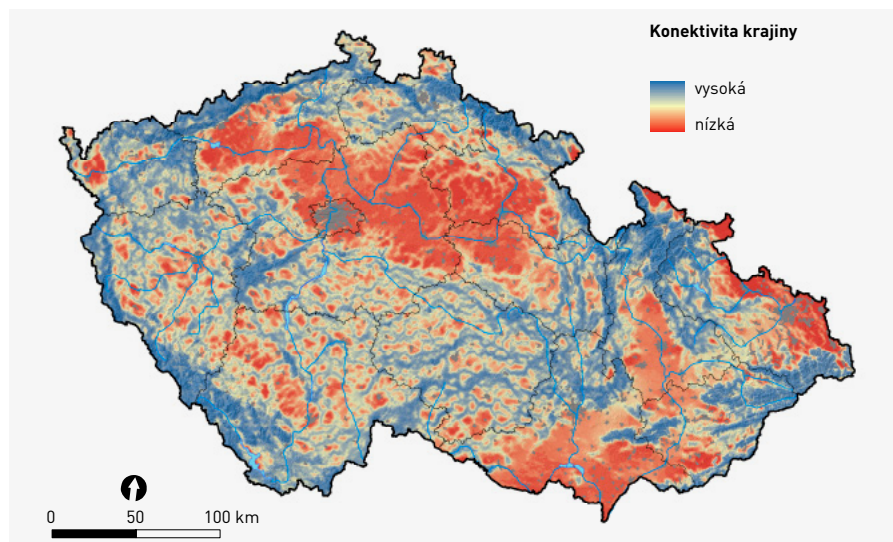
Zelená infrastruktura umožňuje propojit izolované lokality, v nichž se vyskytují dané druhy, soustavou migračních koridorů. Snížíme tím riziko zániku menších populací. Zároveň tak organismům dovo-

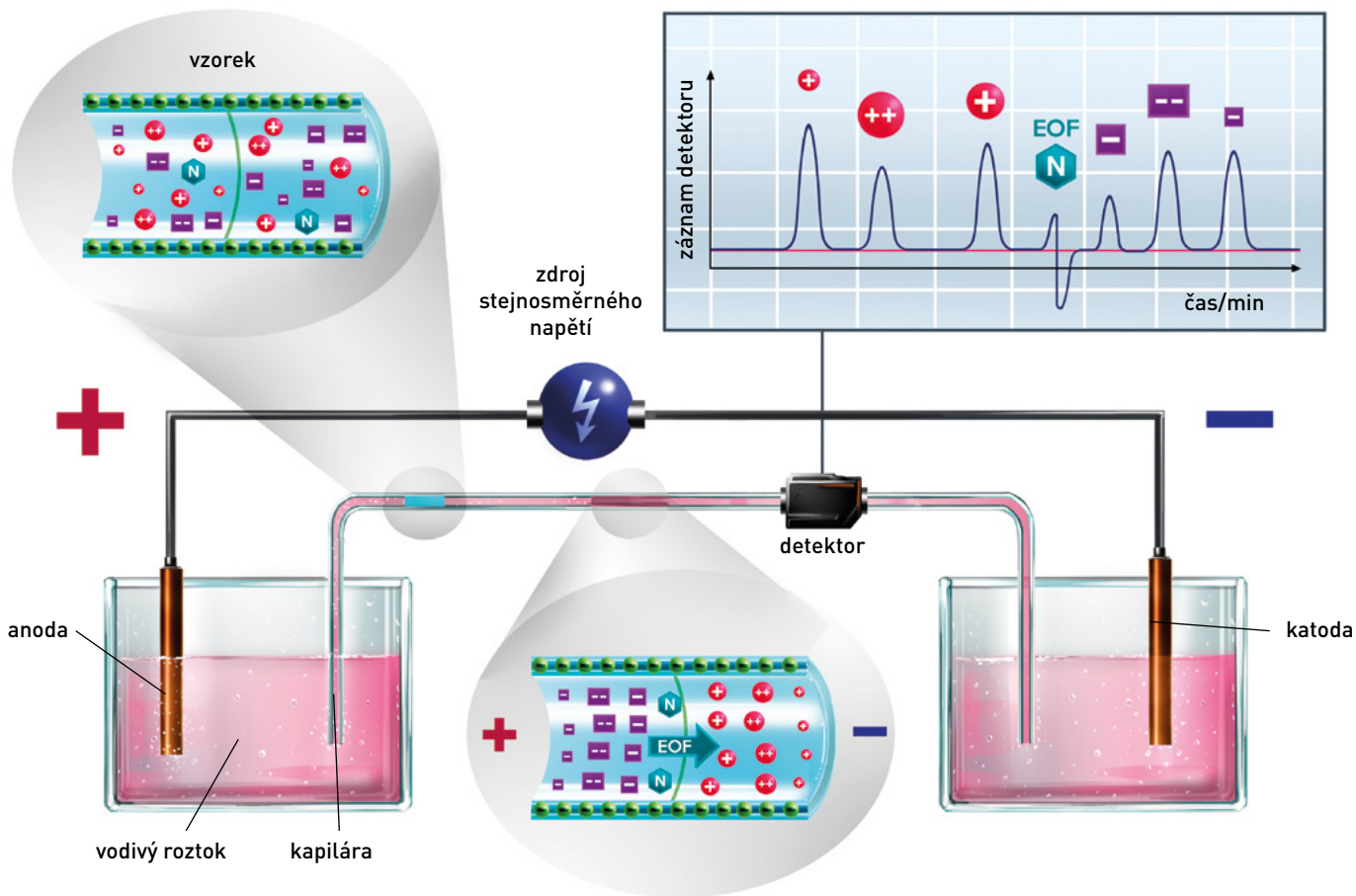
líme obsadit nové oblasti s vhodnými podmínkami. Modely konektivity rovněž ukazují kritická místa, kde se migrační trasy kříží s technickou infrastrukturou, tedy silnicemi, dálnicemi či železničními koridory. Přesně tam je vhodné budovat stavby, které zvířatům pomohou bezpečně překonávat uvedené bariéry.

Z těchto staveb jsou bezesporu nejviditelnější zelené mosty, takzvané ekodukty. Už je máme i na českých dálnicích, ale zatím tu bohužel byly umísťovány spíše s ohledem na technickou proveditelnost než podle reálných migračních nároků. Podobnými pravidly jako ekodukty by se měla řídit také výstavba jiných prvků, například podchodů, mostů a propustků.

Množství bariér, které omezují nebo znemožňují volný pohyb živočichů v krajině, bude do budoucna dále růst. Pro zachování prostupnosti krajiny je nutné uvědomovat si dopady postupující fragmentace a usilovat o ochranu spojitě sítě migračních koridorů. ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE FYZICKÉ GEOGRAFIE  
A GEOEKOLOGIE PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTY  
UNIVERZITY KARLOVY.





# Migrace v elektrickém poli

Důmyslným využitím elektřiny můžeme dělit vzorky a zkoumat jejich složení

KATEŘINA UŠELOVÁ

Elektromigrace je pohyb nabitých částic v roztoku vyvolaný působením vnějšího stejnosměrného elektrického napětí. Pohybem nabitých částic vzniká elektrický proud. Ten je v kovech způsoben pohybem elektronů, zatímco v roztocích obstarávají jeho vedení ionty.

## PUTOVÁNÍ IONTŮ

Ion je elektricky nabitá částice, která se vytvoří z původně neutrální (nenabité) částice přijetím či odevzdáním jednoho nebo více elektronů. Částice s kladným nábojem nazýváme kationty, se záporným pak anionty. Různé ionty

se v elektrickém poli pohybují (migrují) různými rychlostmi, čehož lze využít k jejich oddělení neboli separaci. Metody založené na tomto principu se označují jako elektromigrační separační metody.

Ústřední veličinou všech takových metod je elektroforetická pohyblivost. Ta udává rychlost migrace iontů při jednotkovém rozdílu napětí na vzdálenosti jednoho metru. Elektroforetická pohyblivost závisí hlavně na velikosti a náboji iontu. Zjednodušeně lze říci, že v roztoku nejpomaleji migrují velké ionty s malým

nábojem, zatímco malé ionty s velkým nábojem putují nejrychleji. Nenabitě částice v elektrickém poli nemigrují.

## DVOJÍ POHYB V KAPILÁŘE

Nejznámější separační metodou využívající elektromigraci je elektroforéza, především pak její varianta zvaná kapilární zónová elektroforéza. Její princip můžeme popsat takto: Vložíme-li do vodivého roztoku dvě elektrody připojené k vnějšímu zdroji elektrického napětí, začnou se kationty (kladně nabitě ionty) přítomné v roztoku pohybovat k záporně nabitě elektrodě

◀ **Schéma kapilární zónové elektroforézy. Kapilára i nádoby jsou naplněny vodivým roztokem. Ke vstupnímu konci kapiláry se nadávkuje vzorek obsahující kationty, anionty a neutrální částice. Po připojení ke zdroji stejnosměrného elektrického napětí probíhá v kapiláře elektromigrace a zároveň i elektroosmóza (EOF). Jednotlivé částice ze vzorku se podle své pohyblivosti shromáždí v zónách, kterým na záznamu detektoru odpovídají příslušné píky. Ilustrace: Karel Cettl.**

neboli katodě. Naopak anionty (záporně nabitě ionty) migrují ke kladně nabitě elektrodě čili anodě.

Když takový pokus provedeme v tenké křemenné trubičce – kapiláře –, dochází ještě k dalšímu pohybu. Celý roztok teče kapilárou směrem ke katodě. Tento pohyb se označuje jako elektroosmotický tok (EOF) a vyvolává migraci všech částic, včetně molekul vody, stejnou rychlostí a stejným směrem. S pomocí dostatečně rychlého elektroosmotického toku můžeme zajistit, aby se ke katodě pohybovala i většina aniontů, které by jinak díky svému náboji zamířily k anodě.

Na začátku experimentu je malá část kapiláry naplněna roztokem vzorku. Po vložení stejnosměrného napětí se částice se stejnou pohyblivostí shromáždí v krátkém úseku kapiláry – zóně. Jednotlivé zóny postupují ke katodovému konci kapiláry, kde je můžeme zaznamenat vhodným detektorem. Nejprve budou detekovány nejrychlejší kationty a po nich další druhy kationtů s klesající pohyblivostí. Pak detektor zachytí zónu neutrálních látek, následovanou zónami aniontů.

Vzniklý záznam detektoru se nazývá elektroferogram. Průchod zón detek-

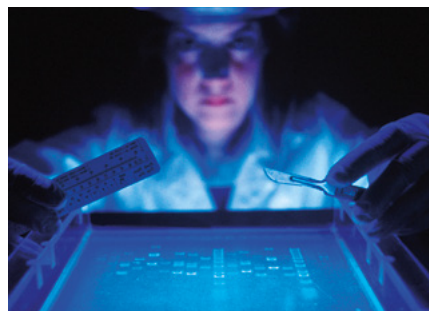
toem je na něm znázorněn nejčastěji „vrcholky“, jimž chemici říkají píky. Z umístění píků na časové ose a z jejich ploch lze vyčíst, jaké látky a v jakém množství vzorek obsahuje.

### **PŘEDPOVĚDI MÍSTO POKUSŮ**

Kapilární zónová elektroforéza se často využívá v laboratorní praxi. Důvodem je hlavně nízká spotřeba chemikálií, protože kapiláry jsou nesmírně tenké – jejich průměr se pohybuje řádově v mikrometrech. Další výhodou metody je možnost předpovědět, jak bude elektroforéza probíhat.

Teoretická předpověď umožňuje najít vhodné podmínky pro separaci konkrétních vzorků jen s pomocí počítače. Není tedy nutné provádět řadu experimentů metodou pokus-omyl, což výrazně šetří čas i peníze. Software, s nímž lze navrhovat nejrychlejší a nejefektivnější postupy separací, je dnes už běžně dostupný. Shoda počítačové předpovědi s výsledkem reálného experimentu přitom bývá velice dobrá.

Kapilární zónová elektroforéza nachází uplatnění třeba při kontrole čistoty léčiv. Výroba léku je obvykle sledem mnoha chemických reakcí. Výsledný produkt těchto reakcí často obsahuje nejen



▲ **Rozdělení různě dlouhých řetězců DNA pomocí gelové elektroforézy. Každý světlý proužek obsahuje řetězce s určitou molekulovou hmotností, a tedy i délkou.**

Foto: National Cancer Institute.

vlastní účinnou látku, ale také různé příměsi, jejichž výskyt a případně množství v léčivém přípravku je nutné sledovat. Elektroforeticky lze zkoumat dokonce i viry a bakterie. Kapilární elektroforéza DNA rovněž významně urychlila rozluštění lidského genomu, tedy kompletní genetické informace člověka.

### **KOMBINOVÁNÍ A MINIATURIZACE**

Elektroforetický princip dělení látek na základě rozdílných pohyblivostí v elektrickém poli může být kombinován s dalšími principy – například s dělením podle molekulové hmotnosti. Jednou z takových metod je gelová elektroforéza, při které separace probíhá v gelu podobném želatině. Menší částice, tedy ty s nižší molekulovou hmotností, procházejí póry v gelu snadněji než větší částice.

Po určité době se tedy různě velké částice rozdělí – větší budou blíž k místu, kde byly na gel vloženy, malé doputují dál. Gelová elektroforéza patří k nejpoužívanějším separačním technikám při analýze nukleových kyselin a bílkovin. Rozdělené nukleové kyseliny je nutné po skončení elektroforézy zviditelnit. K tomu se obvykle používá značení fluorescenčním barvivem, které při vystavení ultrafialovému záření vydává viditelné světlo.

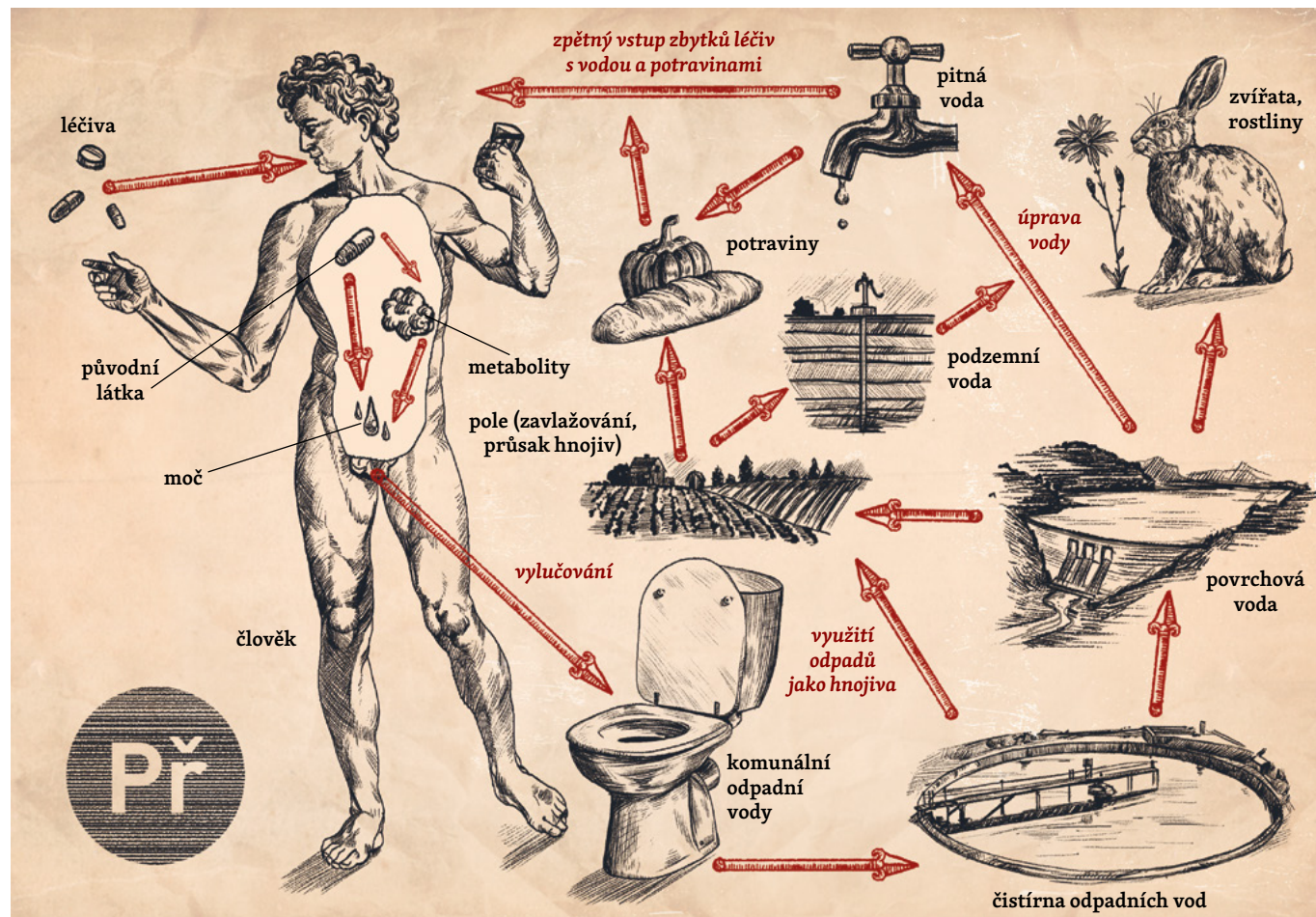
Podobně jako v jiných vědeckých odvětvích existuje i u přístrojů pro elektromigrační metody snaha o jejich miniaturizaci. V případě zónové elektroforézy se nyní separace přesouvají na kapilární mikročipy. Miniaturizace přístrojů, široké možnosti využití a spolehlivost – díky tomu všemu patří elektromigrační metody k nejrozšířenějším hlavně v biochemickém a farmaceutickém výzkumu. ●

AUTORKA PRACUJE NA KATEDŘE FYZIKÁLNÍ A MAKROMOLEKULÁRNÍ CHEMIE PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTY UNIVERZITY KARLOVY.

# Dlouhé putování léčiv

Pro lidi jsou léky požitím, ale v přírodě mohou škodit

STANISLAV SMRČEK



Migrace znamená přemístování, přecházení, přesun v prostoru a čase. Tento pojem není omezen pouze na stěhování obyvatel či každoroční tahy ptáků. Za migraci můžeme označit rovněž mnoho dějů, které probíhají uvnitř organismů nebo v životním prostředí.

## HROZBA PRO EKOSYSTÉMY

V makrosvětě lze na migraci pohlížet negativně i pozitivně. Stejně tak ve světě molekul nacházíme její příznivé i nepříznivé důsledky. Přesun molekul

přes membrány a mezi buňkami je zásadní pro existenci života. Na druhé straně pronikání některých nepřirozených látek do životního prostředí může znamenat, že se dostanou do potravních řetězců a budou negativně působit na organismy.

Denně používáme mýdla, sprchové gely, šampóny, parfémy a často i léky, které obsahují sloučeniny s vysokou biologickou aktivitou. Takové látky jsou v odborné literatuře nazývány „farmaka

a produkty osobní péče“ a označovány zkratkou PPCPs [z anglického *Pharmaceuticals and personal care products*]. Důvodem zvýšeného zájmu vědců o tuto skupinu sloučenin je právě riziko jejich migrace v ekosystému a možný nepříznivý vliv na živé organismy.

## CESTA Z TĚLA DO ŘEKY

Látky obsažené v lécích mají výrazné biologické účinky, ať už se jedná o přípravky humánní, či veterinární. Co se ale s lécivy děje po vstupu do



◀ **Koloběh léčiv v životním prostředí od použití léčiva přes jeho zpracování v čistírnách odpadních vod a následná kontaminace pitné vody, potravin i rostlin a zvířat.** *Ilustrace: Karel Cettl*

organismu? Medikamenty fungují proto, že molekuly jejich účinných složek migrují v těle ke svému cílovému místu, takzvanému receptoru. Ten odpovídá za požadovaný efekt. Účinná látka však nadále zůstává v organismu, který neumí rozlišit, zda je pro něj prospěšná, či nikoliv. Pokládá léčivo za cizorodou sloučeninu a snaží se jí zbavit.

Hlavním způsobem likvidace je vyloučení do moči pacienta. Některá léčiva ovšem nejsou dostatečně rozpustná ve vodě. Tělo je proto enzymatickými reakcemi přeměňuje na rozpustnější molekuly – metabolity. Většina léčivých látek je takto ve větší či menší míře metabolizována. Třeba antiepileptikum karbamazepin se vylučuje z 97 % jako metabolit a pouhá 3 % odchází z organismu v původní formě. Vyloučené látky putují s močí do kanalizace a z ní do čistíren odpadních vod.

Tato zařízení jsou velmi účinná – dokážou odstranit až 99 % znečištění organickými látkami. Bohužel právě léčiva odstraňují pouze částečně. Z výpustí čistíren teče voda většinou do řek, které jsou tak kontaminovány zbytky léčiv a jejich metabolitů. Koncentrace těchto sloučenin naměřené v povrchových vodách se nezdají moc vysoké, pohybují

▶ **Kvalita pitné vody se kromě chemických a mikrobiologických rozborů testuje i na živých organismech. Snímek zachycuje mladé pstruhy duhové, kteří velmi rychle odhalí případnou kontaminaci.**

*Foto: Petr Jan Juračka*

se obvykle v nanogramech na litr. Při obrovských průtocích však jde o značné celkové množství kontaminantů.

### KRUH SE UZAVÍRÁ

Léčiva a metabolity působí na plankton, ryby, rostliny i jiné vodní organismy. Nejenže ovlivňují jejich životní pochody, ale rovněž se ukládají v jejich tělech. Vodní organismy se potom stávají potravou pro další živočichy. Kontaminanty tak postupně putují potravními řetězci a dostávají se i do suchozemských organismů.

Druhým faktorem, který souvisí s migrací těchto látek, je průsak z řek do okolní krajiny a do podzemních vod. Organické sloučeniny jsou pak sice částečně zachyceny v půdě, rostliny je ovšem dokážou přijímat kořenovým systémem a ukládat je ve svých pletivech. To představuje další cestu kontaminace potravních řetězců.

Migrace, po jejichž stopách jsme se vydali, ještě nekončí. Pro přípravu pitné vody se dnes využívá značné množství vody povrchové. Vodárenské technologie nejsou schopné kontaminanty beze zbytku odstranit, takže i v pitné vodě lze prokázat nepatrná množství léčiv nebo jejich metabolitů. Totéž bohužel platí o některých podzemních vodách. Vytváří se tak koloběh kontaminantů pocházejících z léků. Je pravda, že se tyto sloučeniny v přírodě částečně rozkládají. Úbytek je však nahrazován neustálým přísunem látek z nově užitých medikamentů.



### PROBLÉMY A ŘEŠENÍ

Jaké důsledky má přítomnost zbytků léčiv v ekosystému? Americká agentura pro životní prostředí EPA definovala některá rizika pro vyšší organismy. Patří k nim poruchy chování u zvířat, vliv na rozmnožování, předčasná puberta a řada dalších. Musíme si uvědomit, že při dlouhodobém působení v nízkých koncentracích mohou léčiva vyvolávat jiné efekty, než kvůli kterým je my lidé užíváme. Posouzení takového typu toxicity je ovšem velmi obtížné i časově náročné.

Přímo prokázané jsou třeba úhyny supů v Indii vlivem analgetika diklofenaku nebo změny pohlaví ryb vyvolané složkami antikoncepčních pilulek. Běžně dostupný ibuprofen zřejmě u ryb narušuje činnost žláz s vnitřní sekrecí, paracetamol způsobuje i poruchy metabolismu u rostlin. Obecně známý je vliv antibiotik na vzrůstající rezistenci mikroorganismů.

Není divu, že odborníci intenzivně studují metody pro dočišťování vod z čistíren a úpravu odpadních vod z nemocnic nebo veterinárních klinik. Tím by se částečně přerušil koloběh kontaminantů a snížil jejich celkový obsah v ekosystémech. Jednou možností jsou třeba kořenové čistírny, v nichž se problematické látky odstraňují s pomocí kořenových systémů rostlin.

Fakta o migraci kontaminantů i o jejich vlivu na životní prostředí vypadají velmi vážně. Situace ovšem není až tak kritická. Mnohá léčiva se používají už desítky let, aniž by v přírodě nastaly dramatické změny. Je však nutné s těmito efekty počítat a snažit se je minimalizovat vývojem nových technologií. ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE ORGANICKÉ CHEMIE  
PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTY UNIVERZITY KARLOVY.



# Rostliny a doba ledová

## Přežívání a migrace rostlin z pohledu sekvencí DNA

FILIP KOLÁŘ

Ačkoliv jsou rostliny přisedlé, dokážou se přesouvat – a někdy i na velmi dlouhé vzdálenosti. Využívají k tomu semena či plody, jakési ideální cestovní balíčky, kam uschovají své potomky, a na cestu je ještě vybaví zásobami. Jako kdyby maminka zabalila hloupého Honzu do pevného, odolného skafandru, který by celý vycpala buchtami.

### JAK STOPOVAT MIGRACE

V horizontu řádově tisíců let, tedy stovek až tisíců generací semen, tak mohou rostlinné druhy urazit úctyhodné vzdálenosti a obsadit celé nové krajiny. K tomu

došlo například po ústupu kontinentálního ledovce. Když pojedete třeba do Norska nebo na Island, téměř veškerá biologická rozmanitost, kterou tam uvidíte, je nová. Přimigrovala sem během posledních tisíciletí z jižněji a východněji položených oblastí – takzvaných útočišť neboli refugií –, kde dané druhy přežily období největšího zalednění. Samotný Island nebo Norsko totiž za poslední doby ledové pokrývala až několik kilometrů tlustá masa ledu. Z ní nanejvýš tu a tam trčely nehostinné skalní ostrůvky, na kterých vytrvaly pouze nejodolnější druhy.

Jenže jak zjistit, odkud se současné rostliny vzaly, kde přežily a kudy kolonizovaly nová území uvolněná odtávajícím ledovcem? Velmi cenné informace poskytují rostlinné zbytky – nejen pyl, ale také semena, úlomky dřeva nebo i drobné krystalky kyselin z listů. Pokud je najdeme v dobře datované vrstvě a podaří se nám je určit, víme, že se příslušný druh v danou dobu vyskytoval na daném místě. Jenže podobných nálezů je relativně málo. Zejména ty větší a jistěji lokalizovatelné (takzvané makrozbytky) jsou opravdu vzácné a nezachovávají se zdaleka od všech druhů.

◀ **Svízel Normanův nyní roste pouze na Islandu a ve středním Norsku. Podobná místa v předpolích ledovců mohl zřejmě osídlit i na dnes zaplaveném dně Severního moře, odkud se po ústupu ledovce rozšířil do oblastí současného výskytu.** Foto: Filip Kolář.

Druhou možností je sekvenovat dávnou DNA ze sedimentů. Jde o novou a velmi nadějnou metodu, stále však spojenou se značnými úskalími. Tím hlavním zůstává nejasně velké riziko kontaminace: jak víme, že tato sekvence opravdu pochází z této vrstvy a nejedná se o DNA, která se sem „proplavila“ z vyšších, tedy mladších vrstev usazenin?

### SVĚDECTVÍ DNA

U mnoha druhů, z nichž se nám nic nedochovalo, připadá v úvahu třetí cesta. Můžeme se podívat, co nám o jejich historii poví genetická struktura současných populací. Stručně řečeno, jaké informace o minulosti skrývá DNA druhů, které na daném místě žijí dnes?

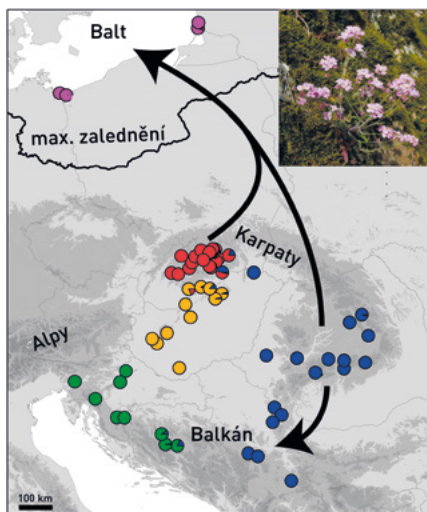
Právě tímto způsobem postupují vědci od nejranějších dob, kdy začalo být dostupné sekvenování nebo jiné genetické „otiskování prstů“. Nejdříve se studovaly úseky DNA z vnitrobuněčných organel – mitochondrií a chloroplastů. Posléze se přidaly úseky jaderné DNA, která často uchovává jiný příběh než organely. Nyní už používáme metody

▶ **Evoluce diploidních populací řeřišničníku písečného. Zatímco na Balkáně přetrvávali místní „usedlíci“, odledněné oblasti Baltu kolonizoval kříženec dvou populací, které přežily doby ledové v Karpatech. Různé barvy označují geneticky odlišné skupiny, kruhové výšece udávají jejich zastoupení ve zkoumaných lokalitách.** Autor mapy: Filip Kolář.

popisující kousky sekvencí napříč celým genomem, tedy kompletní genetickou informací organismu.

První molekulární studie přišly s teorií, že současné druhy mírného pásu (říkáme jim temperátní) přežily doby ledové daleko na jihu, až v oblasti velkých středomořských poloostrovů Iberského, Apeninského a Balkánského. Teprve v souvislosti s výrazným oteplením a zvlhčením klimatu po konci doby ledové se tyto druhy rychle vydaly na sever, přičemž urazily úctyhodné vzdálenosti.

Především někteří zoologové však začali ve zmíněné teorii brzy nacházet trhliny. S bohatšími sběry hlavně ze střední a východní Evropy začalo být jasné, že i tyto severnější oblasti mohly během posledního zalednění poskytovat útočiště řadě temperátních druhů. Naopak jižní poloostrovy často představují jen jakási muzea vlastní unikátní rozmanitosti, která však nepřispěla k osídlení severněji položených území. Například zmije obecné na Balkáně a v Itálii jsou sice geneticky bohatými, ale hodně odlišnými skupinami. Byly to zmije přežívající ve střední Evropě, které poskytly kolonisty pro oblasti uvolněné odtávajícím ledovcem.



### CESTOVATELÉ, NEBO STAROUSEDLÍCI?

Co začalo být zřejmé u živočichů, je teď odhalováno i u rostlin. Výzkum našeho týmu na katedře botaniky Přírodovědecké fakulty UK se zaměřil právě na otázku přežívání a poledových migrací rostlin mírného pásu. U skupiny drobných svízelů jsme zjistili, že druhy, které dnes obývají výhradně odledněné části severní Evropy, jsou geneticky odlišné linie. Doby ledové zřejmě strávily v oblastech na předpolí ledovců. Zde se geneticky obohacovaly křížením s druhy, jež nyní nacházíme jižněji.

Naopak u diploidního typu řeřišničníku písečného (*Arabidopsis arenosa*) jsme přinesli jeden z prvních dokladů, že temperátní rostliny přečkávaly dobu ledovou ve střední Evropě. Na Balkáně, v místech tradičně pokládaných za refugia, totiž zčásti dlouhodobě přežívá svébytná izolovaná skupina a zčásti zde rostou noví kolonisté z Karpat. Značně odlišné skupiny pak obývají severnější Panonskou nížinu a slovenské Západní Karpaty.

Panonské i západokarpatské populace jsou navíc geneticky velmi bohaté, což svědčí o jejich dlouhodobém setrvání na místě. Těto představy odpovídají také nálezy fosilních rostlin a měkkýšů, které vykreslují slovenské Karpaty během posledního zalednění jako celkem slušně lesnatou oblast. Třešničkou na dortu je zjištění, že právě karpatské populace řeřišničníku poskytly nové kolonisty pro odledněnou severní Evropu. Zřejmě po zkřížení dvou odlišných karpatských skupin vznikla nová linie, která dokázala kolonizovat velmi odlišná stanoviště písečných dun na pobřeží Baltského moře. ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE BOTANIKY PŘÍRODĚVEDECKÉ FAKULTY UNIVERZITY KARLOVY.

# Velký příběh jihoamerických savců

Faunu Jižní Ameriky výrazně ovlivnilo několik migračních vln

LUKÁŠ LAIBL

Jižní Amerika má v dnešní době specifickou savčí faunu, pro niž jsou typičtí třeba mravenečníci, lenochodi nebo ploskonosí primáti. Zvláštní druhová skladba je výsledkem několika migrací, které se odehrály v dávné geologické minulosti. Na počátku kenozoika – tak se nazývá období zahrnující třetihory a čtvrtohory – byla Jižní Amerika velkým ostrovem, na jihu částečně komunikujícím s Antarktidou. Zdejší fauna tehdy vypadala podstatně jinak než dnes a místní savci patřili ke skupinám, které se nevyskytovaly nikde jinde na světě.

## BOD NULA

V paleocénu a eocénu obývali Jižní Ameriku vačnatci, chudozubí a několik zvláštních skupin typicky jihoamerických kopytníků. Předpokládá se, že alespoň někteří z těchto savců se na kontinent dostali koncem druhohor nebo začátkem kenozoika ze Severní Ameriky. V Jižní Americe pak obsadili různá prostředí. Vačnatci zároveň dál migrovali přes ještě nezaledněnou Antarktidu až do Austrálie.

Jihoameričtí vačnatci vytvořili především masožravé formy, jako byla například *Borhyaena*, která vzhledem i velikostí připomínala menšího psa. *Thylacosmilus*, velký asi jako dnešní puma, dokonale napodobil šavlozubé šelmy známé z jiných koutů světa. Chudozubí savci zahrnovali velké pozemní lenochody s dlouhými zahnutými drápy, mravenečníky, pásovcy a pásovcům příbuzné „obrněné“ glyptodonty. Mezi jihoamerické kopytníky patřila tapířům podobná astrapotheria a pyrotheria, zástupci skupiny Lioterna připomínající velbloudy nebo koně a Notoungulata – zvířata podobná hlodavcům, prasatům, hrochům či nosorožcům.



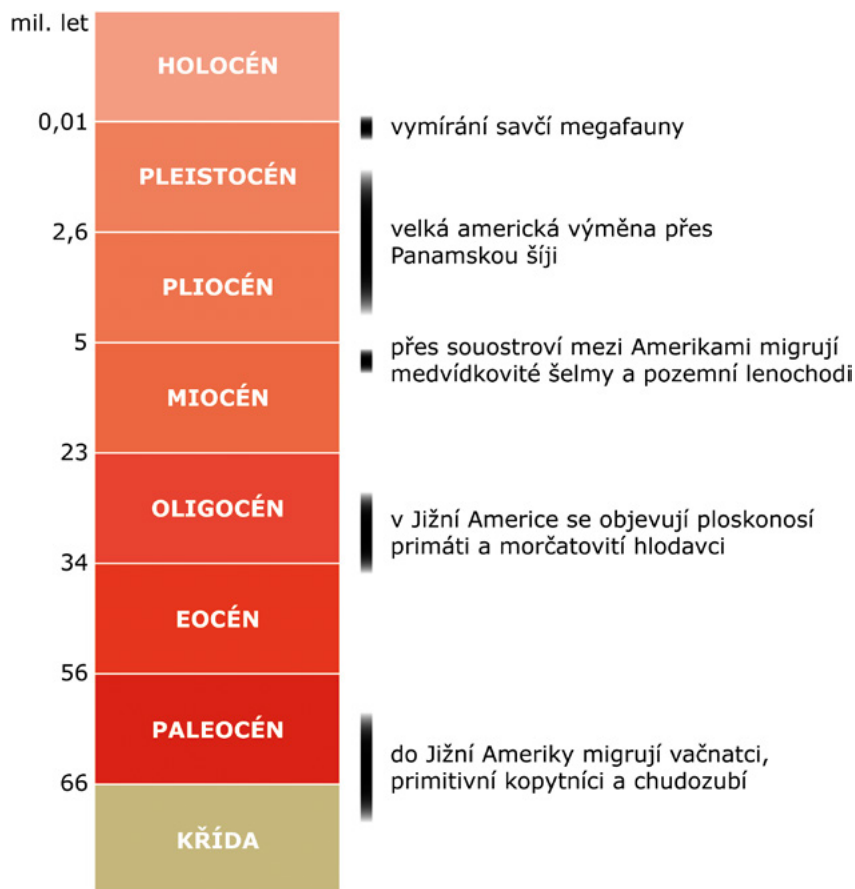
▲ Lebka velkého pozemního lenochoda rodu *Megatherium* ze sbírek Chlupáčova muzea historie Země. Foto: Lukáš Laibl.

## PRVNÍ IMIGRANTI NA ČLUNECH

V usazených horninách nejmladšího eocénu až oligocénu se z ničeho nic objevují další dvě skupiny savců, které se předtím na kontinentu nevyskytovaly – morčatovití hlodavci a ploskonosí primáti. Nejstarší jihoameričtí hlodavci byli nalezeni v Argentině ve vrstvách starých přibližně 34 milionů let. První fosilní primáti jsou o něco mladší. Pocházejí z Bolívie, z doby asi před 26 miliony lety.

Původ obou skupin zůstával dlouho obestřen tajemstvím, neboť v eocénu

už byla Jižní Amerika samostatný kontinent obklopený ze všech stran oceány. Dnes se předpokládá, že tito savci přicestovali na plovoucích kusech vegetace. Odkud? Ač to může znít neuvěřitelně, nejpravděpodobnějším kandidátem je Afrika, kde tehdy žilo mnoho příbuzných druhů jak primátů, tak hlodavců. Musíme si uvědomit, že Atlantský oceán byl v té době mnohem užší než dnes. To výrazně zjednodušovalo migraci na miniaturních „Noemových archách“ tvořených plovoucími částmi rostlin.



▲ Schéma savčí migrace do Jižní Ameriky v průběhu kenozoika (třetihor a čtvrtohor). Autor: Lukáš Laibl.

## VELKÁ AMERICKÁ VÝMĚNA

Na konci miocénu se Severní a Jižní Amerika natolik přiblížily, že někteří savci mezi nimi dokázali podél ostrovů nebo souostroví v místech dnešních Antil a Panamské šíje migrovat. Tímto způsobem se asi před sedmi miliony lety dostaly do Jižní Ameriky medvídkovité šelmy, k nimž patří třeba dnešní nosál. Z Jižní Ameriky na sever se naopak vydali někteří zástupci gigantických pozemních lenochodů.

Když zhruba před třemi miliony lety došlo ke vzniku Panamské šíje a tím

k propojení obou Amerik, nebránilo už oboustranné migraci prakticky nic. A skutečně – z pliocénu, pleistocénu i současnosti známe velké množství původně severoamerických savců, kteří osídlili Jižní Ameriku. Patří mezi ně koně, tapíři, pekariovití, velbloudovití, jelenovití, chobotnatci, psovité šelmy, kočkovité šelmy, skunci, medvědi a další. Opačným směrem, z Jižní Ameriky na sever, migrovali vačice, pásovci, glyptodonti, pozemní lenochodi, mravenečníci, kapybary, urzoni a rod *Mixotoxodon* ze skupiny Notoungulata.

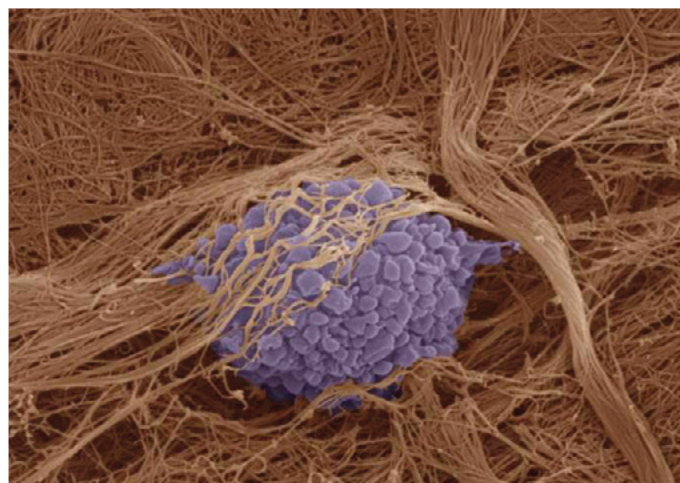
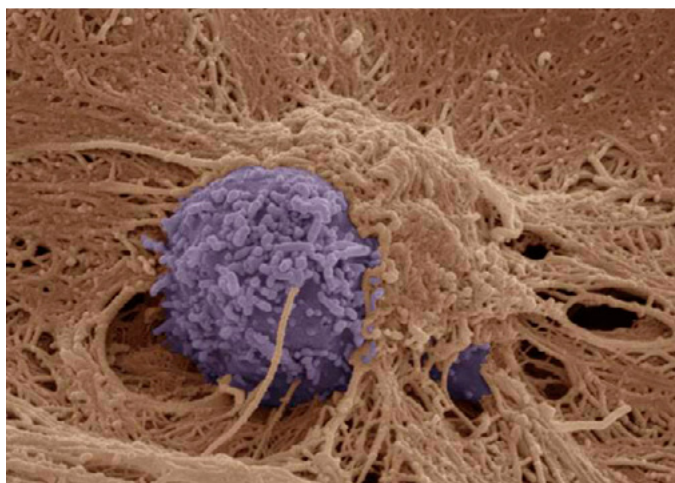
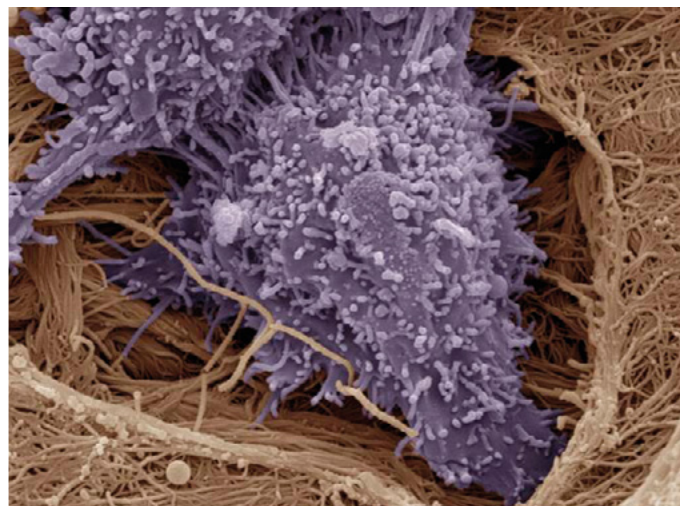
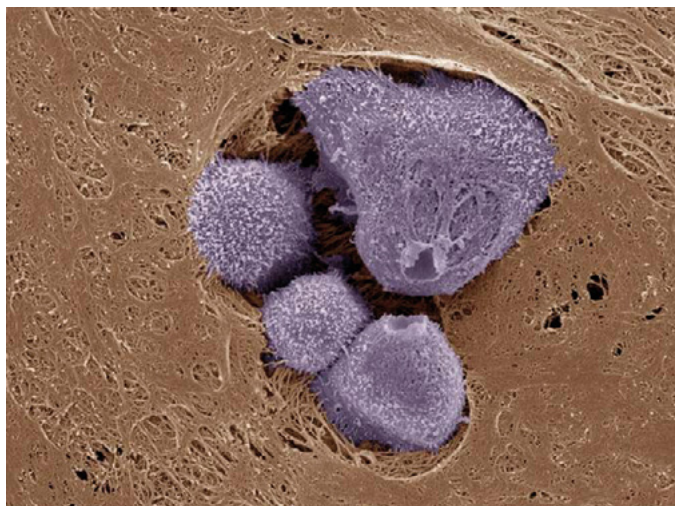
Migrace severoamerických savců na jih byla poměrně úspěšná. Placentální šelmy rychle obsadily ekologické niky jihoamerických predátorů. Nahradily tak velké nelétavé ptáky rodu *Phorusrhacos* a specializované vačnatce, jako byl šavlozubý *Thylacosmilus*. Přítomnost nových predátorů v kombinaci s konkurenčními býložravými formami ze severu může stát i za vyhnutím typicky jihoamerických kopytníků skupin Litopterna a Notoungulata. Je však nutné zmínit, že vymírání těchto kopytníků začalo už dříve. Jihoameričtí savci naopak v Severní Americe obecně moc neprosperovali – snad kromě urzona, vačic a pásovců.

## PODNEBÍ, MIGRAČNÍ TRASY A VYMÍRÁNÍ

Velká americká výměna fauny neprobíhala najednou, ale v několika etapách. Protože putující savci byli hlavně obyvatelé savan, musely existovat trasy, které by umožňovaly jejich přesun. Vznik takových cest patrně souvisel s klimatickými výkyvy během posledních několika milionů let. Zatímco v dobách meziledových byly migrační trasy zarostlé hustými tropickými lesy, v ledových dobách se na úkor tropického lesa rozšiřovala savana a vytvářelo se tak „savanové“ propojení obou Amerik. Ledové doby navíc provázely pokles mořské hladiny, který způsoboval rozšíření Panamské šíje. To mohlo být pro migrující druhy rovněž výhodné.

Osudem jihoamerické savčí fauny nakonec zamíchalo také vymírání v závěru pleistocénu a v holocénu. Podlehlí mu chobotnatci, koně, velcí pozemní lenochodi, šavlozubé šelmy i další zvířata. Přes to všechno si fauna Jižní Ameriky dodnes zachovala svůj specifický ráz a kouzlo. ●

AUTOR STUDUJE V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTY UNIVERZITY KARLOVY.



## Invaze do vlastního těla

**Mocnou zbraní nádorových buněk je schopnost migrovat v organismu**

JAN BRÁBEK

Na nádorová onemocnění, nepřesně označovaná jako rakovina, umírá na světě každý rok téměř devět milionů lidí. Za devadesát procent všech úmrtí přitom nejsou zodpovědné primární nádory, ale druhotná ložiska – metastáze. Aby mohly nádorové buňky vytvořit tato ložiska, musí absolvovat složitý proces zvaný metastatická kaskáda.

Nádorové buňky se musí nejprve oddělit od primárního nádoru a následně

pronikat mezibuněčnou hmotou. Jejich přesunu skrze mezibuněčnou hmotu říkáme invaze, samotnou schopnost se takto přesouvat pak nazýváme invazivita. Pro tvorbu metastáz má invazivita zásadní význam.

### STĚHOVÁNÍ Z NÁDORU

Buňky se zpravidla přesouvají k nejbližším cévám, do nichž následně pronikají. Při průniku jim často pomáhají buňky imunitního systému, zejména makro-

fágy. Nádorové buňky následně putují lymfatickým nebo krevním řečištěm. Musí být přitom schopné přežít v tekutém prostředí řečiště a unikat imunitnímu systému. Pak se musí dokázat zachytit na jiném místě v těle a opustit cévu. Nakonec opět putují mezibuněčnou hmotou na cílové místo. Zde mohou buď v klidu vyčkávat na nějaký aktivní podnět – říkáme, že jsou ve stadiu „spánku“ čili dormance –, nebo se tu mohou šířit a množit. Jejich

◀ **Invaze nádorových buněk do bezbuněčné dermis. Nahoře: buňky mezenchymální nádorové linie, které invadují pomocí sekrece proteáz štěpících vlákna mezibuněčné hmoty. Dole: améboidní nádorové buňky se mezi vlákna mezibuněčné hmoty dostávají mechanickým protlačováním.**

Foto: Ondřej Tolda

šíření a množení v cílovém místě je posledním krokem metastatické kaskády.

Invaze nádorových buněk, tedy migrace skrze mezibuněčnou hmotu, se uplatňuje na začátku i na konci této kaskády a je považována za velice důležitý krok v procesu tvorby metastáz. Nádorové buňky mohou z nádoru vycestovávat pohromadě se zachováním části kontaktů mezi sebou – potom hovoříme o kolektivní invazivitě. Kolektivně migrující buňky zaujímají různá seskupení. Putují například v podobě širokých vrstev, nebo naopak úzkých řetízků. Často se ale setkáváme s individuální invazivitou, kdy z nádorů migrují jednotlivé buňky.

## ENZYMY RAZÍ CESTU

Pronikání nádorových buněk mezi-buněčnou hmotou je komplikovaný děj, protože tuto hmotu tvoří hustá síť proteinů a komplexních sacharidů. Zejména síť silných proteinových vláken představuje pro invadující buňky obtížnou překážku. K jejímu překonání využívají dvě základní strategie. Mnoho jejich typů se spoléhá na takzvaný mezenchymální způsob invazivity. Při něm nádorové buňky štěpí proteinová vlákna pomocí enzymů proteáz, které buď vylučují do okolí, nebo je mají na své plazmatické membráně.

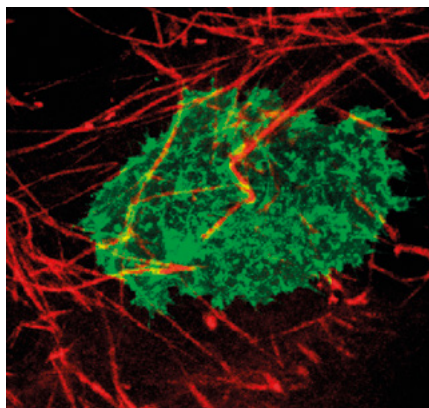
Proteázy jsou směřovány hlavně do specializovaných buněčných struktur nazývaných invadopodia – v českém

překladu něco jako invazivní panožky. S využitím invadopodií nádorové buňky zkoumají mechanické vlastnosti okolní hmoty a na vhodných místech ji narušují zmíněnými proteázami. Strukturu invadopodií v komplexním trojrozměrném prostředí mezibuněčné hmoty popsala první na světě naše Laboratoř invazivity nádorových buněk.

## KDO SE NEPROSTŘÍHÁ, TEN SE PROTlačÍ

Některé typy nádorových buněk ale dokážou efektivně migrovat mezibuněčnou hmotou i bez invadopodií a proteáz. Používají způsob invazivity označovaný jako améboidní. Jednotlivé buňky se při něm protlačují skrze drobné otvory v síti proteinových vláken, které mají průměr alespoň tři mikrometry. Využívají k tomu jakési „buněčné svaly“ – stahování a uvolňování propojených vláken bílkovin aktinu a myosinu, jež se nacházejí pod plazmatickou membránou.

V naší laboratoři jsme objevili améboidní invazivitu u nádorových buněk takzvaně mezenchymálního původu a prokázali jsme, že tyto buňky jsou schopné působit na své okolí větší mechanickou



▲ **Vizualizace buňky uvnitř kolagenové sítě pomocí konfokální mikroskopie. Červeně jsou značena vlákna kolagenu, zeleně lokalizace proteázy MT1-MMP.**

Foto: Ondřej Tolda

silou. Přispěli jsme rovněž k pochopení hlavních molekulárních mechanismů améboidní invazivity a byli jsme první, komu se podařilo dokázat, že takto invadující buňky účinně metastazují v živém organismu.

## SPOLUPRÁCE S NEPŘÍTELEM

Během celého procesu metastazování spolupracují s nádorovými buňkami mnohé buňky hostitele. Samotný nádor se skládá z vlastních nádorových buněk – takzvaného nádorového parenchymu – a z nádorového stromatu. Stroma obsahuje pojivové buňky (stromální fibroblasty), různé druhy bílých krvinek, buňky schopné vytvářet cévy a mnoho dalších buněčných typů. Tyto buňky se přímo nebo produkcí různých faktorů podílejí na růstu a prokrvení nádoru.

Stroma hraje velice významnou roli také v invazivitě a metastazování. Fibroblasty i některé další typy stromálních buněk umí samy štěpit mezibuněčnou hmotu pomocí proteáz a tak v ní vytvářet „tunely“ pro průchod nádorových buněk. Prostřednictvím faktorů, které vylučují do svého okolí dokážou rovněž stimulovat jejich invazivitu. Tyto látky se vážou na receptory na nádorových buňkách a spouštějí signální podporující schopnost invaze. Náš tým ve spolupráci s laboratoří profesora Karla Smetany Jr. prokázal, že inhibováním určitých faktorů produkovaných stromálními buňkami lze výrazně snížit invazivní potenciál melanomů, velmi nebezpečných nádorů kůže.

Nyní se naše laboratoř zásadním způsobem podílí na zařazení protimigrační a protinvasivní terapie do standardní onkologické léčby. Bude to nejvýraznější rozšíření spektra protinádorových léků od nástupu imunoterapie. ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE BUNĚČNÉ BIOLOGIE  
PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTY UNIVERZITY KARLOVY.

# Světlá a temná strana thallia

Analýza izotopů pomáhá zjistit, jak tento jedovatý kov putuje životním prostředím

JAKUB TRUBAČ



Silně zkorodovaný kus kovového thallia, délka asi 5 cm. Zdroj: Wikimedia Commons, autor Dschwen, licence CC BY 2.5.

Mnozí z vás už jistě slyšeli o koloběhu uhlíku nebo dusíku v přírodě. Obdobným způsobem ale migruje také řada dalších prvků. Když se podíváme do pravé dolní části periodické tabulky, uvidíme prvek nesoucí název thallium. Má chemickou značku Tl, protonové číslo 81 a relativní atomovou hmotnost přibližně 204.

## EXTRÉMNĚ VZÁCNÝ KOV

Tento prvek se vyskytuje kolem nás, přestože o jeho přítomnosti mnohdy nemáme ani potuchy. Je to měkký, lesklý kov, který často tvoří příměs sulfidických minerálů, například sfaleritu nebo pyritu. V přírodě ho najdeme pouze jako součást sloučenin, konkrétně v mocnoství Tl(I) a Tl(III). Prvek objevil roku 1861

William Crookes při spektroskopickém zkoumání odpadů po zpracování sulfidických rud. Přestože od samotného objevu uplynula už dlouhá doba, je chování thallia v přírodě paradoxně dost málo popsané.

Zemská kůra obsahuje thallia velice málo – průměrně pouhých 0,5–2 ppm, tedy miligramů na kilogram. Jeho koncentrace v mořské vodě je ještě nižší, méně než 0,01 mikrogramu na litr. Ve vesmíru připadá na jeden atom tohoto prvku stěží uvěřitelných 300 miliard atomů vodíku.

V horninách se thallium vyskytuje vždy jen jako příměs, a to hlavně v sulfidic-

kých rudách zinku, olova či mědi. Odpad ze zpracování rud pak slouží jako surovina pro přípravu čistého thallia, zpravidla pomocí elektrolýzy. V některých lokalitách mají zvýšený obsah tohoto prvku rovněž jílové minerály, slídy nebo živce, respektive horniny bohaté na draslík, jako jsou žula nebo syenit. V takových horninách totiž dochází k nahrazování části atomů draslíku atomy thallia.

## THALLIUM JAKO DOBRÝ SLUHA

Samotný prvek se v našem životě objevuje častěji, než si umíme představit. Většina jeho produkce nachází využití v elektronice. Je důležitý při výrobě některých polovodičových součástek (například tranzistorů), fotočlánků cit-



livých na infračervenou oblast spektra nebo supravodičů. Uplatňuje se také při výrobě speciálních skel a přidává se do lehkotavitelných slitin. Výbojky plněné parami thallia vydávají zelené světlo. Slabými roztoky jeho sloučenin se impregnuje dřevo a moří obilí před výsevem. Najdeme ho v detektorech pro měření úrovně gama-záření v atomových elektrárnách či jaderném výzkumu. Radioizotop  $^{201}\text{Tl}$  se používá třeba při radionuklidovém vyšetření průtoku krve.

### THALLIUM JAKO ZLÝ PÁN

Ale pozor – thallium má i svou odvrácenou tvář! Do životního prostředí vstupuje třeba jako odpad ze zpracování rud (ve formě prachových částic z metalurgie zinku a olova, důlního prachu, rudou bohaté hlušiny a podobně) nebo jako emise ze spalování uhlí či výroby cementu. V hutním průmyslu hrozí vystavení pracovníků poléťavému prachu s obsahem thallia.

Tento prvek je považován za extrémně toxický. Degeneruje prakticky všechny organické tkáně a jeho toxicita se běžně srovnává s účinky rtuti nebo kadmia. Řada zemí jej už proto zakázala používat v nástrahách na krysy a mravence. Thallné soli jsou dobře rozpustné a zároveň prudce jedovaté pro většinu organismů. Akutní otrava thalliem nastává u člověka při dávkách 0,1–0,5 gramu; smrtelnou dávkou je pak 1–5 gramů. Jeho soli jsou pokládány za karcinogeny a mutageny, tedy látky vyvolávající rakovinu, respektive změny genetické informace. Pro tyto vlastnosti – a také pro obtížnou detekovatelnost –

► **Pohled do útroby hmotnostního spektrometru se statickým magnetickým polem a ionizací pomocí plazmatu, Centrum výzkumu stabilních a radiogenních izotopů, PĚF UK. Foto: Petr Jan Juračka**

si thallium oblíbili traviči. Jako jed bylo dokonce „použito“ i ve filmu *Spectre* o agentu Jamesi Bondovi.

Thallium se snadno váže na nervovou tkáň a tkáně vylučovacích orgánů. K příznakům otravy patří vypadávání vlasů, bolest nebo znečítlivění nervů v končetinách a bolesti břicha, prsou či kloubů. Pokud dávka thallia nebyla příliš velká a příčinu zdravotních problémů se podařilo včas odhalit, je naděje na vyléčení celkem vysoká. Trvalá poškození centrální nervové soustavy zůstávají pacientům pouze zřídka.

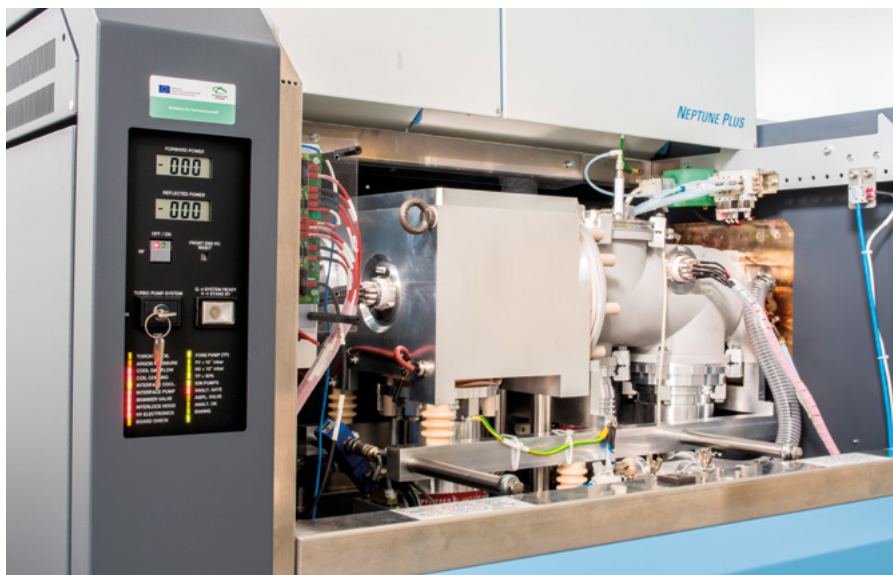
### CO PROZRADÍ IZOTOPY

Thallium má dva stabilní izotopy –  $^{203}\text{Tl}$  a  $^{205}\text{Tl}$ . Existuje také 35 dalších jeho izotopů, které jsou však radioaktivní s velmi krátkým poločasem rozpadu, takže je nelze nijak využít ve vědeckých aplikacích. U nás na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy vzniklo v roce 2015 Centrum výzkumu stabilních a radiogenních izotopů. Pracoviště je vybavené moderními analytickými přístroji pro stanovení izotopových poměrů různých prvků. Mimo jiné zde zkoumáme složení thallia v kontaminovaných vzorcích.

Obsah dvou stabilních izotopů thallia měříme pomocí hmotnostního spektrometru, což je přístroj, který zjednodušeně řečeno umí stanovit množství různé těžkých atomů ve vzorku. Loni se naše centrum zabývalo výzkumem znečištění lesních a lučních půd, které byly zasaženy emisemi z uhelných elektráren. Izotopová analýza odhalila migraci thallia v půdním profilu a mimo jiné ukázala, že izotopový „záznam“ lze efektivně využít ke stopování zdroje kontaminace nebo k pochopení mobility tohoto kovu v životním prostředí.

Je tedy thallium spíš dobrý sluha, nebo zlý pán? Záleží na okolnostech. Za jakých podmínek je ještě bezpečné, a kdy už naopak představuje vážný environmentální problém, nyní zjišťuje výzkumný tým Aleše Vaňka z katedry pedologie a ochrany půd na České zemědělské univerzitě ve spolupráci s Centrem výzkumu stabilních a radiogenních izotopů na naší fakultě za podpory doktora Jakuba Trubače a profesora Martina Mihaljeviče. ●

AUTOR PRACUJE V ÚSTAVU GEOCHEMIE, MINERALOGIE  
A NEROSTNÝCH ZDROJŮ PŘÍRODOVĚDECKÉ FAKULTY  
UNIVERZITY KARLOVY.





# Co rostlo na ostrově zvaném Čechy?

S Jiřím Kvačkem o moderním výzkumu dávné květeny

JOSEF MATYÁŠ

Česká kotlina je světově unikátní území. Alespoň z pohledu paleobotaniků – vědců zkoumajících zkameněliny rostlin. Co zde odborníci nacházejí, přibližuje absolvent Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy doktor Jiří Kvaček, vedoucí paleontologického oddělení Národního muzea.

**Zabýváte se flórou, která u nás rostla před 80 miliony lety. Jak tehdy Čechy vypadaly?**

Byly ostrovem v mělkém a teplém moři. Subtropické klima poskytovalo rostlinám ideální podmínky. Díky tomu dnes z velké části nacházíme fosilizovanou flóru ze svrchní křídy v takovém stavu, že naše nálezy mohou soutěžit s nejlepšími zahraničními objevy.

**Klima příhodné pro rostlinstvo ale tehdy panovalo skoro na celém světě. Proč se právě v Čechách křídová flóra tak dobře zachovala?**

Může za to vzestup mořské hladiny. Moře postupně zalévalo naše území od severu a východu, až zůstal nad hladinou jen malý ostrov. Uloženiny řek a příbřežních bažin jsou v české křídové pánvi uchovány jako v archivu. Protože na ostrově často docházelo k požárům, máme kromě obvyklých listových otisků k dispozici i trojrozměrně zachované části rostlin – mnohdy včetně květů s pylem v prašnicích.

Světově unikátní fosilie flóry zde existují také proto, že na bázi české křídové

pánve převažují kyselé horniny. Toto prostředí přeje uchování rostlin, ale neprospívá kostem živočichů. Proto jsou u nás tak vzácné třeba nálezy dinosaurů.

**Zkoumáte zkameněliny listů, květů a dalších částí rostlin. Jaký typ fosilií poskytuje nejvíce informací?**

Záleží na hloubce, z jaké nálezy pochází. Blízko u povrchu objevujeme většinou otisky listů, z nichž můžeme určit „jen“ jejich velikost a tvar. Ale na listech uložených v hloubce 30 až 50 metrů je zachována listová pokožka. Tato odolná voskovitá vrstva chrání list před vysycháním, deštěm a dalšími povětrnostními vlivy. Na fosilizované pokožce

◀ Zjistili jsme, že řada fosilií považovaných doposud za plody a semena, jsou ve skutečnosti hmyzí vajíčka, říká doktor Jiří Kvaček.

Foto: Petr Jan Juračka

Lze pod mikroskopem pozorovat stavbu buněk, jejich uspořádání, tvar a velikost i strukturu průduchů. Mnohem více informací než listy poskytují fosilizované reprodukční orgány – šištice, květy a plodenství. Jejich studium přispívá k porozumění stavby celé rostliny.

### Co všechno dokážete ze zkamenělin vyčíst?

Listy prozrazují, v jakém prostředí strom nebo keř rostl. Velké s hladkými okraji jsou typické pro flóru z tropů, kde je dostatek tepla i vlhkosti. Druhy z chladnějších oblastí jsou charakteristické zubatými okraji. Drobné listy zase prozrazují, že rostlina měla nedostatek vláhy. Prostřednictvím listů reagovaly stromy na změny klimatu, takže ho z nich můžeme zpětně odvodit. Podle počtu a velikosti průduchů na pokožce poznáme, kolik oxidu uhličitého dokázaly listy přijmout a můžeme tak určit jeho koncentraci v ovzduší. Tato veličina nám rovněž nepřímo pomáhá stanovit, jaké klima v oblasti převládalo. Na fosilních

kmenech nás zajímají především letokruhy. Jejich šířka a průběh ukazují, jaké bylo počasí během konkrétního roku.

### Při výzkumu používáte nedestruktivní metodu. Můžete ji popsat?

Společně s kolegy z Ústavu technické a experimentální fyziky ČVUT, kteří se zabývají zobrazovacími metodami, používáme počítačový tomograf zvaný micro-CT. Díky tomu nemusíme fosilie – třeba šištice – rozřezávat, a přesto v nich uvidíme například uspořádání semen. Mnohem lépe tak chápeme strukturu reprodukčních orgánů. Navíc jsme zjistili, že řada fosilií považovaných dosud za plody či semena jsou ve skutečnosti hmyzí vajíčka. Další výhodou této nové metody je, že poskytuje digitální data. Ta lze na rozdíl od reálného exponátu snadno poslat kolegům i do zahraničí a konzultovat s nimi získané informace.

### Vraťme se v čase o 80 milionů let. Jaká vegetace tehdy v české kotlině rostla?

Analýzou klimatických dat jsme určili, že na českém ostrově panovala uprostřed křídly průměrná teplota kolem 17 °C. Srážky odhadujeme na 1 200 mm během vegetačního období, což zhruba odpovídá současné jižní Číně.

V okolí řek či bažin, kde měly stromy dostatek vláhy, se nacházely mohutné, bujné lesy. Na mírných svazích rostly jehličnany – například borovice, které se od našich dnešních lišily počtem a tvarem jehlic. Břehy řek porůstaly platany a jehličnany podobné sekvojím. V říčních korytech nebo na šterkových lavicích, kde byl silný vodní proud, se dokázaly udržet jen vavřínovité rostliny rodů *Mauldinia* a *Pragocladus*. Kopcovitou krajinu pokrývala lesostep s převládajícími kapradinami. Travniny tehdy ještě neexistovaly. Mořské břehy při ústí řek lemovalo společenstvo slanomilných rostlin, jemuž dominovaly dužnaté keřovité jehličnany *Frenelopsis*, jinan *Nehvizdyella* a dva druhy patrně bylinných krytosemenných rostlin.

### V roce 2019 se má v opravené historické budově Národního muzea otevřít přírodovědecká expozice. Co do ní chystáte?

V expozici budou především autentické zkameněliny. Připravujeme také novinky včetně počítačových 3D modelů a animací života v pravěku. Ukážeme proměny života na našem území od prvohorního moře až po třetihorní močály. A přes poslední dobu ledovou se dostaneme k dnešní české přírodě. Návštěvníci budou moci díky modelům pořízeným počítačovou tomografií nahlédnout i pod povrch exponátů. Připomeneme rovněž paleontologickou lokalitu Ovčín, nazývanou karbonské Pompeje. Před 310 miliony lety tam vybuchla sopka a celé údolí zasypla metrová vrstva popela, která pohřbila veškeré rostliny, hmyz i živočichy. ●

AUTOR PRACUJE JAKO VOLNÝ NOVINÁŘ.

◀ Drobné fosilie připravené k výzkumu. Zlomky větviček, listů a šištice konifer o velikosti 0,5 – 10 mm. Foto: Petr Jan Juračka



# Kurzy první pomoci přesně pro vás

Fakultní lektori učí první pomoc teoreticky i prakticky

RADIM KUBA



Skupina lektorů sdružená pod katedrou učitelství a didaktiky biologie se na Přírodovědecké fakultě UK věnuje výuce první pomoci. Od roku 2008 tento tým proškolil stovky studentů, žáků, zdravotníků zotavovacích akcí, pedagogů i vědců. Základem jeho aktivit je výuka volitelných předmětů, určených hlavně fakultním studentům. Tým však pořádá i školení první pomoci pro učitele a jejich žáky. Přinášíme proto přehled kurzů, které byste mohli využít ve své školní praxi.

## PRVNÍ POMOC PRO PEDAGOGY – ANEB JAK JI POSKYTOVAT A JAK JI UČIT

Dvoudenní kurz zaměřený na vzdělávání pedagogů, lektorů či vychovatelů, případně dalších zájemců. Naučíte se základy první pomoci a zároveň si během cvičných situací všechno prakticky vyzkoušíte. Probírané okruhy zahrnují nejen bezvědomí, mdloby, resuscitaci,

masivní krvácení, ale třeba i popáleniny nebo celotělové křeče. Kurz navíc obsahuje metodické pasáže, v nichž se dozvíte, která témata je vhodné vyučovat. Získáte rovněž základní znalosti maskování a mnoho tipů pro výuku první pomoci.

Díky své metodické složce je tento kurz velmi unikátní. Stojí 800 Kč a proběhne v budově naší fakulty na adrese Viničná 7, Praha 2 o víkendu 21.–22. 10. 2017. Je zařazen mezi kurzy celoživotního vzdělávání na Přírodovědecké fakultě UK, takže úspěšní účastníci dostanou osvědčení o jeho absolvování.

## ZDRAVOTNÍK ZOTAVOVACÍCH AKCÍ

Tento kurz, patří do programu celoživotního vzdělávání, má rozsah 45 hodin a je akreditovaný MŠMT. Po jeho absolvování a složení závěrečných zkoušek obdrží každý účastník osvědčení, které jej opravňuje vykonávat činnost zdra-

◀ **Důležitou součástí všech kurzů jsou praktické nácviky a simulace. Účastníci pokročilejších kurzů si vyzkouší například řešení dopravní nehody.**

*Zdroj: První pomoc na PĚF UK*

votníka na zotavovacích akcích, školách v přírodě, výletech, táborech či podobně.

Během kurzu si připomenete základy stavby lidského těla, naučíte se poskytovat přednemocniční první pomoc, seznámíte se s právy a povinnostmi zdravotníků, ale také zamíříte do bazény, kde budete trénovat první pomoc tonoucím. Můžete si vybrat ze dvou termínů: buď 22.–28. 7. 2017 v Říčanech u Prahy, nebo blokově během tří víkendů v Praze (únor–březen 2018).

\*\*\*

Přihlášky a bližší informace o všech kurzech najdete na [www.prvniplomocprfuk.eu](http://www.prvniplomocprfuk.eu). Novinky můžete sledovat i na Facebooku ([www.facebook.com/prvniplomocprfuk](https://www.facebook.com/prvniplomocprfuk)). ●



▲ **Pokud si člověk vyzkouší poskytování první pomoci nanečisto, bude si v reálné situaci více věřit a lépe ji zvládne.**

*Zdroj: První pomoc na PĚF UK*

# Mladí geografové se sjeli do Česka

Hlavním tématem kongresu Evropské geografické asociace byly vojenské prostory

VOJTĚCH HORNÍK



◀ Při jedné z exkurzí do CHKO Brdy, se studenti podívali i na bývalou dopadovou plochu Tok, kde ještě nedávno probíhaly dělostřelecké zkoušky. Foto: Jakub Růžička

na dopadové plochy Jordán a Tok nebo obdivovat krásné okolí Padtrských rybníků. Někteří rovněž absolvovali prohlídku posádkového cvičiště v Jincích s ukázkami vojenské infrastruktury.

Právě proběhlý kongres je pouze jednou z mnoha akcí, které v kruzích EGEA probíhají. Organizace nabízí nejrůznější možnosti, jak při studiu geografie dělat „něco navíc“. Je tu spousta příležitostí naučit se věci, které nás samotná škola nenaučí. Zároveň platí, že EGEA dá každému pouze tolik, kolik do ní sám vloží. Jak se ale přesvědčili všichni, kdo pomáhali organizovat letošní kongres, pozitivní reakce na celou akci jednoznačně stojí za trošku námahy. ●

V pátek 31. března 2017 bylo v prostorách Přírodovědecké fakulty UK na pražském Albertově neobvykle rušno. Zněly tu všemožné cizí jazyky, mezi nimiž převládala angličtina. Studenti z pražské pobočky Evropské geografické asociace – zkráceně EGEA – totiž pro více než stovku svých kolegů z mnoha evropských států organizovali šestidenní Východoevropský regionální kongres, jehož slavnostní zahájení probíhalo právě na Albertově.

EGEA je organizace sdružující aktivní studenty geografie z celé Evropy. V současnosti jsou jejími členy studenti 92 univerzit ve 30 zemích. Mezi aktivity, které jsou v rámci EGEA pořádány, patří každoroční regionální kongresy, studentské výměny, semináře nebo exkurze. Cílem organizace je vytvářet a udržovat evropskou síť studentů geografie a dát tak prostor ke sdílení

poznatků a zkušeností, k poznávání odlišných kultur a k vytváření mezinárodních kontaktů. Více informací o EGEA najdete na webu [www.egea.eu](http://www.egea.eu).

Samotný kongres se konal v Hrachově u Příbrami, kam se studenti přesunuli z Prahy po slavnostním zahájení. Během šesti dnů zde účastníci pracovali na specifických tématech v rámci šesti workshopů, vyslechli si několik přednášek od odborníků z Přírodovědecké fakulty UK, ale také si užili doprovodné sportovní aktivity. Celý program kongresu byl tematicky navázán na problematiku zpřístupňování vojenských újezdů, přičemž bezprostředním příkladem bylo otevření vojenského újezdu v Brdech.

Nově vytvořenou chráněnou krajinnou oblast Brdy, která vznikla na jeho bývalém území, navštívili mladí geografové při několika exkurzích. Mohli se podívat



▲ Cílem EGEA je vytvářet přátelství mezi studenty geografie napříč celou Evropou. Každé jejich setkání doprovází přátelská atmosféra. Bylo tomu tak i na pražském kongresu. Foto: Aneta Seidlová

# Člověk, to je věda!

Televizní cyklus zve diváky na výpravu za příčinami lidského chování

ROBIN KOPECKÝ



▲ Fotografie z natáčení dílu „Toxoplasma: řídí nás parazit?“ v prostorách naší fakulty. Studentka v roli pokusné osoby čeká na výkonostní testy. Kredit Česká televize

Chcete na vlastní oči vidět, jak se dělá výzkum u nás na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy? Ve vysílání České televize, konkrétně na programu ČT2, teď můžete každou červnovou středu sledovat exkurze do vědeckého zkoumání člověka. Půjde o epizody ze zatím pětidílného populárně-naučného dokumentárního cyklu *Člověk, to je věda*. Jeho autoři hledají za pomoci evoluční biologie, teorie her, neurobiologie a dalších přírodních i humanitních oborů příčiny lidského chování.

Dokumentární série mimo jiné vysvětlí, jak nás naše „sobecké“ geny vedou k žárlivosti nebo jak náš čich a užívání hormonální antikoncepce ovlivňují výběr partnera. Dozvíte se také, kdy se

lidé chovají mírně jako hrdličky, a kdy se z nich naopak stávají draví ještěři. Téměř jako sci-fi bude působit popis mechanismů, kterými může s člověkem manipulovat parazit toxoplasma sedící v jeho hlavě.

Hlavní kladem cyklu je, že nevidíte přemíru „mluvících hlav“ – statických záběrů na hlavu vědce, který v lepším případě hovoří o historkách a zajímavostech a v horším podává jakýsi výčet faktů. Dokumenty z této série naopak ukazují skutečné jádro dnešní vědy, tedy formování hypotéz a jejich testování pomocí experimentů či pozorování.

V každém díle najdete hned několik příkladů toho, jak se dělají pokusy nebo

jak se testuje lidské chování. Velmi časté jsou rovněž animované grafiky, které shrnují a systematizují základní teze výzkumu. Díky těmto živým prvkům i absenci monotónních výřtů je určitě namíste srovnání se slavným britským dokumentárním cyklem *Horizon* od BBC. Kvalitu dokládá také ocenění pro pilotní díl, nazvaný *Čí je moje dítě?*, který v roce 2014 získal cenu za nejlepší český dokumentární film na festivalu Academia Film Olomouc.

Autory cyklu jsou Česká televize, Produkce Radim Procházka a Vernes. Tvůrci začali natáčet v roce 2013 a zachycovali vědecké týmy hlavně na Univerzitě Karlově a v Národním ústavu duševního zdraví. V prvním díle, *Pod vlivem hormonální antikoncepce*, můžete vidět mladé vědce z týmu etologie člověka, který na naší katedře zoologie vede docent Jan Havlíček. Ve druhém díle, *Toxoplasma: řídí nás parazit?*, se pak představí tým profesora Jaroslava Flegra z laboratoře evoluční biologie. ●

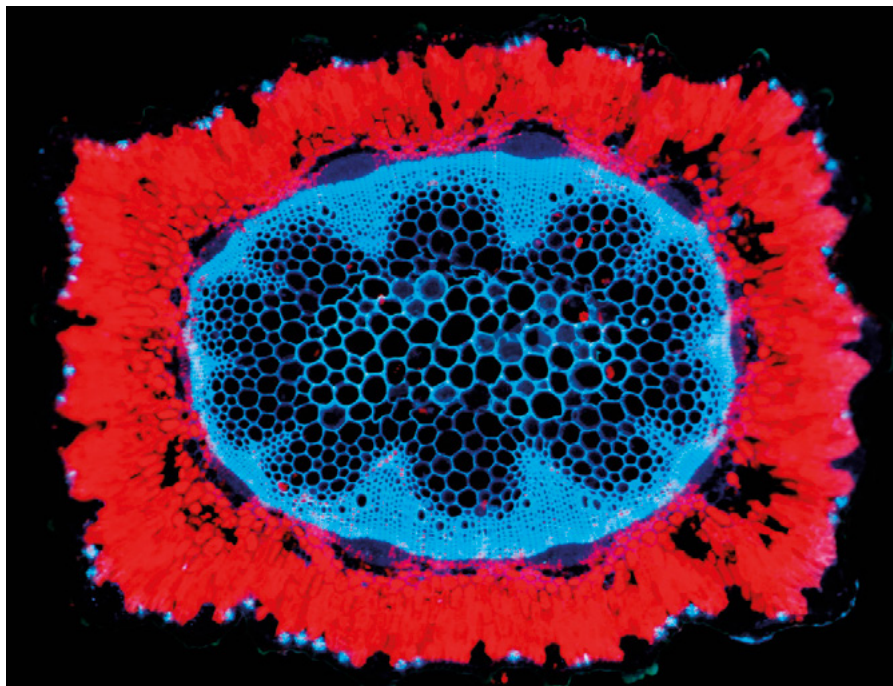


▲ Měření pomocí EEG užívaného při výzkumu působení psilocybinu na lidský mozek, mozková centra a funkce. Kredit Česká televize

# Poznejte rostliny zevnitř

Nová kniha vás naučí rostlinnou anatomii a zároveň vás okouzlí její krásou

JAN KOLÁŘ



▲ Příčný řez větvičkou chvojníku (*Ephedra* sp.). Tento snímek a mnoho jiných působivých fotografií najdete na CD, které je součástí knihy. Foto: Aleš Soukup.

Představte si, že byste se zmenšili řekněme na setinu milimetru a vlezli průduchem do listu fíkus, který máte v obýváku. Co byste asi viděli při své cestě rostlinou z listu do stonku, do kořenů a zase zpátky? Celkem slušnou představu vám poskytne knižní novinka, která kombinuje vědecké informace s krásou mikroskopických fotografií. A ještě si při jejím čtení procvičíte angličtinu.

Na publikaci nazvané *Obrazový průvodce anatomii rostlin* pracoval několik let mezinárodní tým vědců. Autorský kolektiv vedl Alexander Lux, profesor Univerzity Komenského v Bratislavě – a žijící legenda oboru, jak by potvrdili jeho slovenští i čeští kolegové. Dalšími autory

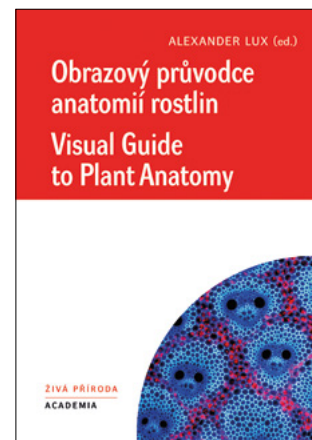
jsou odborníci z Česka, Japonska a USA. Najdete mezi nimi také dva zástupce naší fakulty, doktorku Olgu Votrubovou a doktora Aleše Soukupa z katedry experimentální biologie rostlin.

Kniha se věnuje hlavně semenným rostlinám, přičemž největší důraz klade na krytosemenné. Jednotlivé oddíly vás seznámí s anatomii vegetativních orgánů, tedy kořene, stonku a listu. Každý oddíl začíná přehledem základních typů daného orgánu. Následuje důkladný popis jeho stavby – včetně rozdílů mezi jednoděložnými a dvouděložnými rostlinami, které jsou mnohdy dost zásadní. Nakonec se dozvíte, jak anatomii orgánu ovlivňuje specializace na určitou funkci

nebo přizpůsobení zvláštním podmínkám. To je třeba případ zásobních kořenů, listových úponků či stonků mokřadních rostlin.

Autoři do publikace zařadili přes 150 velice kvalitních a názorných obrázků, většinou mikrofotografií z optického mikroskopu. Další snímky najdete na přiloženém cédéčku. Kniha je napsána dvojjazyčně – na každé stránce stojí proti sobě český a anglický text. Můžete tedy procvičovat cizí jazyk a zároveň se naučíte anglickou odbornou terminologií.

Publikace je vhodná pro vysokoškolské studenty biologie, pedagogy středních škol i všechny vážné zájemce o svět rostlin. Záleží jenom na vás, jestli se z ní chcete učit, nebo spíš obdivovat krásu anatomických struktur. Nejlepší možná bude, když obojí spojíte. ●



## OBRAZOVÝ PRŮVODCE ANATOMIÍ ROSTLIN / VISUAL GUIDE TO PLANT ANATOMY

Alexander Lux a kolektiv  
326 stran, vydalo Nakladatelství Academia  
v roce 2017



# Za zlatohlávky do Jižní Afriky

Jihoafrická příroda je pro entomologa učiněným rájem. Zvlášť když začne přšet

TEXT A FOTO: PETR ŠÍPEK

Území Jihoafrické republiky se vyznačuje obrovskou pestrostí přírodních společenstev a ekosystémů, která je způsobena geologickou stavbou, proměnlivostí klimatických podmínek i historickým vývojem oblasti. Leží zde také rozhraní mezi dvěma zcela odlišnými floristickými říšemi – částmi zemského povrchu s typickou květenou. Jen v jedné z nich, kapské floristické říši, přitom roste úctyhodných 9 000 druhů rostlin!

Díky její geologické minulosti nacházíme v Jižní Africe řadu gondwanských elementů, tedy pozůstatků fauny a flóry jižního prakontinentu, který se rozpadl během druhohor. Žije tu však i pověstná a evolučně podstatně mladší africká „megafauna“ (velká zvířata). Všechny

tyto okolnosti v kombinaci s fungující infrastrukturou dělají z Jihoafrické republiky jakousi povinnou zastávku terénního přírodovědce.

Velice zajímavý je rovněž zdejší hmyz. Vždyť v Jižní Africe byly roku 2002 objeveni zástupci zcela nového hmyzího řádu strašilkovců (Mantophasmatodea). Nás sem ale táhla jiná skupina – listozoi brouci, k nimž patří hovníválové, chrousti nebo zlatohlávci. Během tří expedic do kapské oblasti a do provincie KwaZulu-Natal jsme ve spolupráci s jihoafrickými kolegy zkoumali biologickou rozmanitost i ekologii hlavně místních zlatohlávků.

Naším cílem bylo poznat a detailně prostudovat životní strategie mnoha

endemických rodů, které nikde jinde nežijí. Tito zlatohlávci jsou tradičně považováni za evolučně nejstarší linie své podčeledi. Jejich výzkum je tedy nezbytný pro správné pochopení evoluce jak samotných zlatohlávků, tak celé čeledi vrubounovitých brouků.

Úkol to byl náročný, protože o způsobu života některých druhů neexistují vůbec žádné informace. Navíc se tyto brouci vyskytují na rozlehlých územích, přičemž řada z nich létá v závislosti na lokálních srážkách pouze necelý týden v roce! V praxi to znamená odjet na místo a doufat, že se vám ve vybrané lokalitě podaří zastihnout první silný déšť. My jsme byli úspěšní na třetí pokus. Brzy tak budeme moci vyplnit další bílé místo v našem poznání přírody. ●



◀ *Dischista cincta*, hojný a zároveň velmi krásný zlatohlávek. Zde odpočívá na rozkvetlé akácii. Larvy tohoto druhu se vyvíjejí v půdě pod suchým trusem býložravců.

▶ Vlhké stálezelené subtropické lesy na návětrné straně Amatholského pohoří působí jako zjevení, když vystupují z polopouštních plání Východního Kapska. Přejechy mezi polopouští a lesem jsou zde velmi ostré. Z původního neopadavého horského lesa, který v minulosti porůstal rozsáhlý pás území mezi Mosambikem a Východním Kapskem, dnes zbyly jen drobné fragmenty.



◀ Při jízdě autem jsme občas museli odnášet z cesty velké exempláře želvy pardáli (*Stigmochelys pardalis*).



▲ Jihoafrický zlatohlávek *Trichostetha fascicularis* na květu dřeviny *Protea caffra*. Pozice tohoto druhu v systému zlatohlávkovitých je zatím zahalena tajemstvím.



▲ Zlatohlávek *Tephrea dichroa* na květenstvích starčku.

► Larvy druhu *Porphyronota variegata* se vyvíjejí ve starém trusu kopytníků včetně domácího skotu. Tato potravní strategie je u savanových zlatohlávků poměrně častá. Patrně jde také o jeden z důvodů jejich velké druhové rozmanitosti na africkém kontinentě.

▼ První déšť, který přišel po roce čekání do polopouštní oblasti *karoo*, rozveselil nás i místní farmáře. Nám ale způsobil také menší problémy v podobě neprůjezdných komunikací.





▲ Drápkovci (Onychophora) patří mezi gondwanské relikty. Jde o prastarou skupinu živočichů, nejvíce příbuznou želvuškám a členocům. Tělo mají pokryté kutikulou, kterou musí čas od času svlékat. Nečláňkované končetiny nesou párové drápky, podle nichž dostali drápkovci své jméno. Jsou to dravci a kořist loví pomocí lepkavého sekretu. Ten dokážou vystříkovat na vzdálenost několika centimetrů.

► Velká pestrobarevná sarančata patřící do čeledi Pyrgomorphidae žijí v Jižní Africe snad na všech typech stanovišť. Jejich nápadné zbarvení slouží jako varování pro případné predátory. Tato sarančata jsou totiž jedovatá – řada druhů se živí toxickými rostlinami, například z čeledi lilkovitých či klejchovitých.



# Hvězdný posel červenec–září 2017

Nohama na zemi, hlavou ve vesmíru!

JAN PÍŠALA

Až vám bude začátkem prázdnin horko, zkuste se ochladit pomyšlením na jeden astronomický paradox. Naše planeta se totiž 3. července ocitne z celého letošního roku nejdál od Slunce – více než 152,1 milionu kilometrů. V tomto období jsou noci ještě světlé a krátké, což astronomickým pozorováním příliš neprospívá. Na druhou stranu však bývají příjemně teplé.

Z pohodlí lehátka či karimatky se tak můžete vydat na průzkum vesmíru. Začněte třeba v pásu Mléčné dráhy. K základní orientaci na obloze vám dopomohou tři nápadné hvězdy: Vega ze souhvězdí Lyr, Deneb z Labutě a Altair z Orla. Na nebi vytyčují obrazec takzvaného Velkého letního trojúhelníku.

Chybět ale nebudou ani jasné planety. Na začátku července a srpna lze po setmění spatřit nízko nad jihozápadem Jupiter. Většinu noci bude v souhvězdí Hadonoše pozorovatelný i prstenci opásaný Saturn, jehož viditelnost se však bude v průběhu léta posouvat do večerních hodin. Naopak ráno můžete od července do září obdivovat Venuši. Hledejte ji nad východním obzorem.

V létě také nastávají ideální podmínky pro sledování umělých družic. Mezi nejvýznamnější patří Mezinárodní kosmická stanice (ISS – International Space Station) nebo satelity Iridium, proslulé svými krátkodobými zjasněními, respektive záblesky. Průlety těchto družic nad vaším pozorovatelským stanovištěm si přitom můžete nechat snadno předpovědět, třeba na webu [www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com).

V červenci zpestří noční oblohu setkání Venuše, ubývajícího Měsíce a nápadné



▲ **Poloha plného zemského stínu na měsíčním disku během částečného zatmění Měsíce 7. srpna 2017 ve 20:30 SELČ. V této době již bude zemský stín z Měsíce zvolna ustupovat směrem k jeho pravému dolnímu okraji.** Autor ilustrace: Jan Pišala.

hvězdy Aldebaran ze souhvězdí Býka, k němuž dojde v ranních hodinách 20. července nad jihovýchodem. Nebo si počíhejte na podvečerní seskupení uzoučkého měsíčního srpku, Jupiteru a jasné hvězdy Spica ze souhvězdí Panny, které bude k vidění 29. července na jihozápadě.

Vpravdě nevšední nebeské úkazy ale přinese až srpen. K tomu prvnímu dojde 7. srpna – současně s úplňkem se dočkáme částečného zatmění Měsíce. Naneštěstí bude Měsíc během úkazu teprve vycházet nad jihovýchodní obzor (zhruba ve 20:20 SELČ). Ze zatmění tak uvidíme až druhou polovinu, přičemž jeho konec nastane ve 21:18 SELČ.

V polovině srpna pak hvězdné nebe ve zvýšené míře ozdobí rovněž „padající hvězdy“ neboli meteory z meteorického

roje Perseid. Maximum jeho aktivity letos připadá na noc z 12. na 13. srpna, řadu Perseid však zahlédneme i pár dní před tímto datem a po něm. A jak je pozorovat? Jednoduše očima – stačí si najít místo s co nejlepším výhledem na celé nebe. Čím tmavší přitom bude obloha, tím lépe.

V září se vrátí na scénu planeta Mars. Spatříme ji na ranní obloze nízko nad východem. Pozornost na ni upřete zejména 17. či 18. září, kdy se na nebi ocitne v těsném sousedství Merkuru a jen o něco výš budou zářit úzký srpek Měsíce a planeta Venuše.

Lepší představu o pozicích zmiňovaných nebeských objektů si můžete udělat třeba s pomocí počítačového planetária Stellarium. To je zdarma ke stažení na [www.stellarium.org](http://www.stellarium.org). ●

# Objevte krkonošské Hic sunt leones

Správa národního parku vás zve na exkluzivní výpravy do horské přírody

MICHAL SKALKA

Představte si, že se dostanete na místo, kde před vámi skoro nikdo nebyl. Není tam civilizace, signál operátora mizivý, místo pohodlných asfaletek pouze stezky zvíře. Na malé skalce byste čekali číhajícího rysa a rostliny, které tady rostou, jinde nevidíte. Divočina. Tato místa už v mapách dávno neoznačuje nápis *Hic sunt leones*, tedy *Zde jsou lvi*. Turistické značky však na ně nevedou a nikdy nepovedou. Jen málokdo z běžných návštěvníků se tam vydá a jen strážci nebo lesníci národního parku vědí, co je tam čeká.

Nejlepší průvodci ze Správy Krkonošského národního parku připravili pro milovníky divočiny a horské přírody několik dvoudenních výprav přesně na taková místa. Zájemcům představí nejvzácnější fenomény Krkonoš – tundru, horské lesy a rašeliniště.

Pokud chcete vidět opravdovou tundru, moc příležitostí ve střední Evropě nemáte. Najdete ji pouze na hřebenech Krkonoš, když nepočítáme maličký kousek v Jeseníkách. Další leží 1 000 kilometrů



▲ **Pohraniční hvozdy se v minulosti nekácely. Dokázaly totiž velmi účinně bránit vpádu nepřítelů do země. Nevítaný návštěvník se v nich snadno ztratí.** *Zdroj archiv Správy KRNAP*



▲ **Zkušení průvodci znají tento les dobře. Spíše než na lva tady narazíte na rysa. Mapy východních Krkonoš by v těchto místech klidně snesly popisek *Hic sunt lynxes*.** *Archiv Správy KRNAP*

daleko na sever – ve velšské Snowdonii, skotském Cairngorms či norském Jötunheimu. Je s podivem, že tak nehostinná krajina, jako je tundra, vznikla právě v Krkonoších. Průvodci vědí proč.

Za posledních 700 let vymýtili lidé ve střední Evropě všechny lesy. Evropa proto úplně postrádá skutečné pralesy. To, co se jim podobá, jsou například porosty v odlehlých koutech Krkonoš. Průvodci opět vědí proč.

Jedinečnost krkonošských rašelinišť nespočívá v tom, že by byla extrémně hluboká nebo se v nich našly lidské mumie. Nemáme ale žádné zprávy, že by obyvatelé našich nejvyšších hor někdy těžili rašelinu a využívali ji k topení či k výrobě nějaké whisky.

Proto jsou zdejší rašeliniště skutečnou, nedotčenou divočinou, kterou uvidíte jen málokde. Průvodci vědí, proč má jejich voda tmavě hnědou barvu a kdy rašeliniště prozradí, jaké klima panovalo v jejich okolí během posledních 10 000 let.

Pokud byste se chtěli připojit k jedné z těchto objevitelských výprav do krkonošské přírody, ptejte se Radka Drahného ze Správy Krkonošského národního parku [e-mail [rdrachny@krnap.cz](mailto:rdrachny@krnap.cz), telefon 737 209 900].

Poznámka pod čarou: Slovním spojením „Hic sunt leones“ označovali staří kartografové místa, kam dosud nevkročila noha objevitelů ani dobyvatelů a kde vládla opravdová divočina. Tam „žili pouze lvi“. ●

# Mléčné překvapení

Vyzkoušejte si v kuchyni reakci, bez které bychom neměli tvaroh ani sýry

JAKUB REŽŇÁK



Nalevo vidíte mléko, jak ho znáte, napravo je výsledek pokusu. Foto: Petr Jan Juračka

Již od pradávna jsou mléko a mléčné výrobky důležitou součástí našeho jídelníčku. Pojďme se tedy zblízka podívat na jednu složku mléka.

## Co budete potřebovat:

- kravské mléko (obsah tuku nehraje roli), ocet (stačí kvasný lihový),
- vařič, hrnec, průhlednou nádobu, vařečku, lžici a kus tkaniny.

## Postup:

Do hrnce nalijte asi 250 ml mléka a za stálého míchání ho zahřejte až téměř k varu. Pokud mléko začne vřít, bude hodně pěnit. Dávejte proto pozor, aby nepřeteklo. Vařečka položená přes hrnec by měla přetečení zabránit.

Mléko odstavte z vařiče a nechte několik minut stát. Na jeho hladině se vytvoří bílá blána – škráloup. Sundejte ho lžicí a odložte stranou. Mléko pak přelijte do dostatečně velké průhledné nádoby, například plastové mísy k mixéru. Pozor

na skleněné nádoby, protože prudkým zahřátím by sklo mohlo prasknout.

K mléku přidejte asi 50 ml octa (zhruba tři polévkové lžičce) a zamíchejte. Do pěti minut by se měla směs rozdělit na bílou sraženinu a průsvitnou kapalinu zabarvenou octem. Vzniklou sraženinu můžete odfiltrovat přes kus látky. Srovnajte získaný škráloup s odfiltrovanou sraženinou.

## Vysvětlení:

Mléko obsahuje mnoho různých bílkovin neboli proteinů. Některé z nich, především  $\beta$ -laktoglobulin, jsou citlivé na vysoké teploty a při zahřátí nad 70 °C se vylučují ve formě škráloupu. Škráloup tedy není nebezpečný, jak se občas říká. Jde pouze o vysrážené proteiny. Vysrážení je způsobeno změnou struktury bílkovin. Tento děj se nazývá denaturace. Stejně se chovají například albuminy z vaječného bílku při vaření vajec. Denaturace vyvolaná teplem je

nevratná – po zchlazení už bílkoviny nezískají svou původní podobu.

Dalším proteinem hojně zastoupeným v mléce je kasein. Tvoří velkou část sraženiny, kterou jsme získali po přidání octa. Zde se jedná o denaturaci změnou pH. Okyselením mléka dojde ke změně struktury kaseinu, jehož částice přestanou být rozpustné ve vodě a vysrážejí se. Tato denaturace je vratná, po zvýšení pH se kasein může opět rozpustit a sraženina zmizí.

## Využití v mlékárenství

Při pohledu na vzniklou sraženinu vás možná napadlo, že vypadá jako tvaroh. Není to podobnost náhodná – srážení kaseinu má rozsáhlé uplatnění v potravinářství. Při výrobě tvarohu z mléka se pH snižuje pomocí kyseliny mléčné, kterou produkují laktobacily odbouráváním mléčného cukru laktózy. Po odfiltrování tvarohové sraženiny zůstává čirá kapalina, takzvaná syrovátka.

Tomuto srážení říkáme kyselé (snižuje se pH). Výrobci sýrů používají naopak sladké srážení (beze změny pH). Dosahuje se ho přidáním syřidel – třeba chymosinu, trávicího enzymu telat. Působením syřidla se kasein štěpí, což má opět za následek ztrátu rozpustnosti jeho částic ve vodě.

Denaturované bílkoviny jsou lépe stravitelné. Denaturace totiž mimo jiné usnadňuje přístup našich trávicích enzymů k molekulám proteinů. U lidí alergických na  $\beta$ -laktoglobulin může jeho denaturace převařením mléka zmírnit alergickou reakci, ale většinou ji úplně neodstraní. Obdobně mohou mít snížený alergenní potenciál i jiné mléčné výrobky, například sýry. ●

# 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.



## 24. ČERVNA 2017 MÍSTO ČINU: PRAHA 2017

Celodenní kriminalistická akce v Muzeu policie ČR bude mít až nelegálně skvělý program – od ukázky práce zásahové jednotky po tři přednášky na hraně zákona, včetně rekonstrukce vraždy v podání špiček české kriminalistiky. Zapojí se také naše fakulta, která nabídne izolaci DNA, náhled do řemesla antropologů neboli „sběratelů kostí“ a mapování zločinnosti ve městech. Více na [www.megaevent.cz](http://www.megaevent.cz).

**Čas a místo:** 9:00–16:00 hodin, Muzeum policie ČR (Ke Karlovu 1, Praha 2), 12:30–18:00 hodin, Přírodovědecká fakulta UK (Albertov 6, Praha 2).



## 22. ZÁŘÍ 2017 O VZNIKU PŘÍRODOVĚDNÝCH FOTOGRAFIÍ A FILMŮ

Jižní Afrika, Alpy, Krkonoše, České Švýcarsko, ... Všude tam se biolog

a fotograf Petr Jan Juračka připravoval na uskutečnění svého životního snu. Chtěl se vydat na druhou nejvyšší horu světa K2 – a loni si tento sen opravdu splnil. Jak je pro něj typické, nechyběl v jeho zavazadlech dron, s nímž pořizuje cenné záběry přírody. Petrovo povídání o zážitcích a zkušenostech z cest, u kterého se pobavíte i poučíte, bude velká multimediální show. Obohatí ji také ukázka letu s nejnovějším dronem DJI Mavic.

**Čas a místo:** 18:00 hodin, Kulturní dům města Holic, Holubova 768, Holice.



## ŘÍJEN–PROSINEC 2017 CHEMICKÉ ÚTERKY

O pravidelné dávky chemie nepřijdete ani v příštím akademickém roce! Chemické úterky startují 10. října a budou probíhat až do Vánoc. Přednášky doplněné praktickými ukázkami jsou určené studentům vysokých a středních škol, pedagogům i laikům se zájmem o chemii. Přednášejí odborníci z akademické i soukromé sféry. Aktuální program sledujte na [www.natur.cuni.cz/chemie/chemicke-uterky](http://www.natur.cuni.cz/chemie/chemicke-uterky).

**Čas a místo:** Vždy v úterý od 17:00 hod., místnost CH2, Chemický ústav Přírodovědecké fakulty UK, Hlavova 8, Praha 2.



## 31. ŘÍJNA – 3. LISTOPADU 2017 VELETRH VZDĚLÁVÁNÍ GAUDEAMUS BRNO 2017

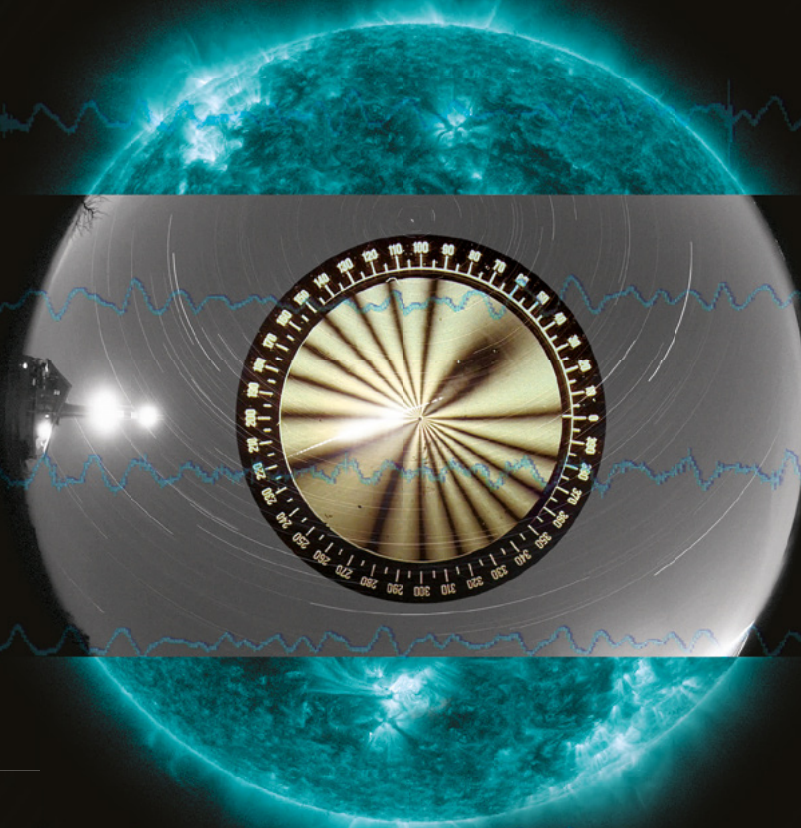
Čeká vás maturita a výběr vysoké školy? Uvažujete o studiu přírodních věd? Tak to se rozhodně zastavte u stánku naší fakulty na veletrhu Gaudeamus. Představíme vám širokou nabídku studijních oborů a dozvíte se všechno podstatné o přijímacím řízení. Budou vám k dispozici také naši studenti, kteří zájemcům rádi předají své zkušenosti. Pro více informací o studiu na Přírodovědecké fakultě UK navštivte web [www.prirodovedcem.cz](http://www.prirodovedcem.cz).

**Čas a místo:** Výstaviště Brno, pavilony G1 a G2. Otevírací dobu zveřejní pořadatelé na [www.gaudeamus.cz](http://www.gaudeamus.cz).

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



CYKLUS POPULÁRNĚ-VĚDECKÝCH FILMŮ AKADEMIE VĚD ČR



# TICHÉ HROZBY

SÍLA PŘÍRODY POHLEDEM ČESKÝCH VĚDCŮ

V PŘÍPADĚ ZÁJMU O FILMOVÉ PROJEKCE DOPLNĚNÉ O DISKUZE S VĚDECKÝMI PRACOVNÍKY  
NAVŠTIVTE NAŠE WEBOVÉ STRÁNKY, KDE NALEZNETE POPTÁVKOVÝ FORMULÁŘ.

[WWW.TICHEHROZBY.CZ](http://WWW.TICHEHROZBY.CZ)



Akademie věd  
České republiky



Akademie věd  
České republiky

Strategie AV21  
Špičkový výzkum ve veřejném zájmu

