A VĚDA A VÝZKUM

Akademie věd České republiky
magazín AV ČR | 2/2019

Mikrobiom

Biliony bakterií nejen v našich střevech

Obojživelníci v době změn klimatu

Římské nálezy na jižní Moravě

Jak se Evropa vyrovnává s migrací

BOŽSKÁ MOUDROST BOŽÍ PŘÍRODA

Rosekruciánské manifesty, Evropa a české země v 17. století

14. 5. – 29. 6. 2019

Galerie Věda a umění
Akademie věd ČR, Národní 3, Praha 1

Vstup zdarma
Po–So 10.00–18.00

Akademie věd České republiky · Institute of Philosophy, Filosofický ústav AV ČR · Embassy of the Free Mind · Rosekruciánský nadační fond · Národní muzeum · Národní knihovna České republiky / National Library of the Czech Republic · Královská kanonie premonstrátů na Strahově

Foto: Pavlína Jáchimová

EDITORIAL

Vážení čtenáři,

čím dál více výzkumů potvrzuje, že neustálé mytí rukou a dezinfekce domácností lidskému zdraví spíše škodí, než že by mu prospívaly. Přibývá různých alergií, atopických ekzémů, nesnášenlivosti lepku nebo laktózy… Přespřílišná hygiena totiž negativně ovlivňuje náš mikrobiom. O co jde? Každý z nás má ve svém těle – na rukou, v ústech, na kůži a zejména pak ve střevech biliony různých bakterií, virů a prvoků, které se podílejí na tom, jak se cítíme, jestli jsme zdraví, nemocní, hubení, obézní a podobně. Výzkumu mikrobiomu se dlouhá léta věnují kolegové z Mikrobiologického ústavu AV ČR a podařilo se jim už objasnit mnohé, dosud neznámé podrobnosti. Některé jsou skutečně velmi překvapivé.

Pozoruhodné jsou také experimenty s bezmikrobními zvířecími modely na pracovišti Akademie věd ČR v Novém Hrádku v Orlických horách. Představte si živočicha, který je uvnitř sterilně čistý, neobsahuje ani jedinou bakterii. Může vůbec přežít? Nabízí se, že lze takovému organismu nasadit některou specifickou bakterii a pak sledovat, co to s ním udělá. V důsledku mohou právě takové pokusy velmi pomoci při pochopení a následně i léčbě mnoha závažných onemocnění.

Jsem moc ráda, že vám práci našich mikrobiologů můžeme na následujících stránkách představit. To je ostatně hlavním cílem časopisu *A / Věda a výzkum*, který právě držíte v rukou – tedy vyhledávat a poutavě zpracovávat zajímavá témata z pracovišť Akademie věd ČR. Že se to daří, ocenila nedávno i porota soutěže firemních médií Zlatý středník, ve které se periodika a sociální sítě AV ČR umístily na předních příčkách v několika různých kategoriích.

Přeji vám krásné léto a klidnou dovolenou, nechť vám ji zpříjemní i čtení následujících stránek.

Eva Zažímalová
předsedkyně Akademie věd ČR

42 PŘEŽIJÍ
obojživelníci klimatické změny?

Z české krajiny se ztrácejí obojživelníci. Na vině je zhoršující se stav životního prostředí. Dokážou se živočichové změnám přizpůsobit?

Foto na titulní straně: Profimedia
Foto: Shutterstock (2), Jana Plavec (3)

OBSAH

V OBRAZE
6 Jak se žije na orbitě

ZE SVĚTA
8 Komentáře expertů Akademie věd ČR

TÉMA
14 Život pod taktovkou mikroorganismů
22 Bezmikrobní zvířata pomáhají vědě

HUMANITNÍ A SPOLEČENSKÉ VĚDY
26 Živá paměť katedrály

GEOLOGIE A CHEMIE
32 Jen to trochu štípne...

ROZHOVOR
36 Římané na jižní Moravě (Balázs Komoróczy)

EKOLOGIE, BIOLOGIE A MEDICÍNA
42 Přežijí obojživelníci klimatické změny?

ASTRONOMIE, FYZIKA A MATEMATIKA
48 České přístroje pomohou měřit gravitační vlny

EKOLOGIE, BIOLOGIE A MEDICÍNA
52 Rostliny s němými geny

ASTRONOMIE, FYZIKA A MATEMATIKA
58 Jak vidět neviditelné (záření)

EKOLOGIE, BIOLOGIE A MEDICÍNA
62 Čtení z knihy myších genů

STRATEGIE AV21
66 Svět v pohybu

TÉMA PRO...
72 Seismologické observatoře

KRÁTCE Z AKADEMIE
76 Zprávy z dění v Akademii věd ČR

26 Živá paměť katedrály

Sedm let práce, dvacet odborníků, pět kilogramů a téměř tisíc stran aneb chrám sv. Víta, Václava a Vojtěcha na Pražském hradě, jak jej neznáte.

32 Jen to trochu štípne...

Očkování, především u dětí, je velmi aktuální a živé téma. Je bezpečné? Neztrácí se jeho účinnost? Novou cestu představují takzvané polymerní vakcíny.

52 Rostliny s němými geny

Co se stane, když v rostlinné buňce umlčíme funkci určitého genu? Odpovědi nabízí epigenetika, které se v Biologickém centru AV ČR věnuje tým molekulární bioložky Ivy Mozgové.

66 Svět v pohybu

Globální konflikty představují neoddělitelnou součást moderní éry. Je Evropa připravena vyrovnat se s příchodem migrantů a uprchlíků?

V OBRAZE

JAK SE ŽIJE NA ORBITĚ

Astronaut Andrew Feustel nadchl Českou republiku

Nácvik ve vodním prostředí na Zemi sice nenapodobí výstup do volného kosmického prostoru dokonale, ale naučí astronauty, jak se pohybovat pomalu. Což jim přijde vhod při opravách nebo montážních pracích na oběžné dráze, kdy manipulují i s velice hmotnými předměty. Kdyby do nich strčili příliš prudce, mohly by se snadno dát do pohybu. V prostředí mikrogravitace by je zastavil až náraz do jiného objektu, třeba kosmické stanice. Beztížné prostředí klade specifické nároky i na vědecké experimenty. Nejen o tom vyprávěli americký astronaut Andrew Feustel a jeho manželka Indira při své dubnové návštěvě České republiky. V zaplněných sálech v Praze, Olomouci, Ostravě a Brně se jich sešlo přes dva tisíce – od školáků a studentů až po hodně dříve narozené. Americký astronaut se setkal i se senátory, představiteli Akademie věd ČR, několika měst a univerzit. Měl o čem vyprávět – vždyť ve vesmíru strávil 226 dní a několikrát vystoupil do otevřeného kosmu, kde pobyl bezmála 62 hodin. Další informace o cestách A. Feustela po ČR naleznete na webu Akademie věd ČR (www.avcr.cz).

Text: Jana Olivová | **Foto:** Jana Plavec

ZE SVĚTA

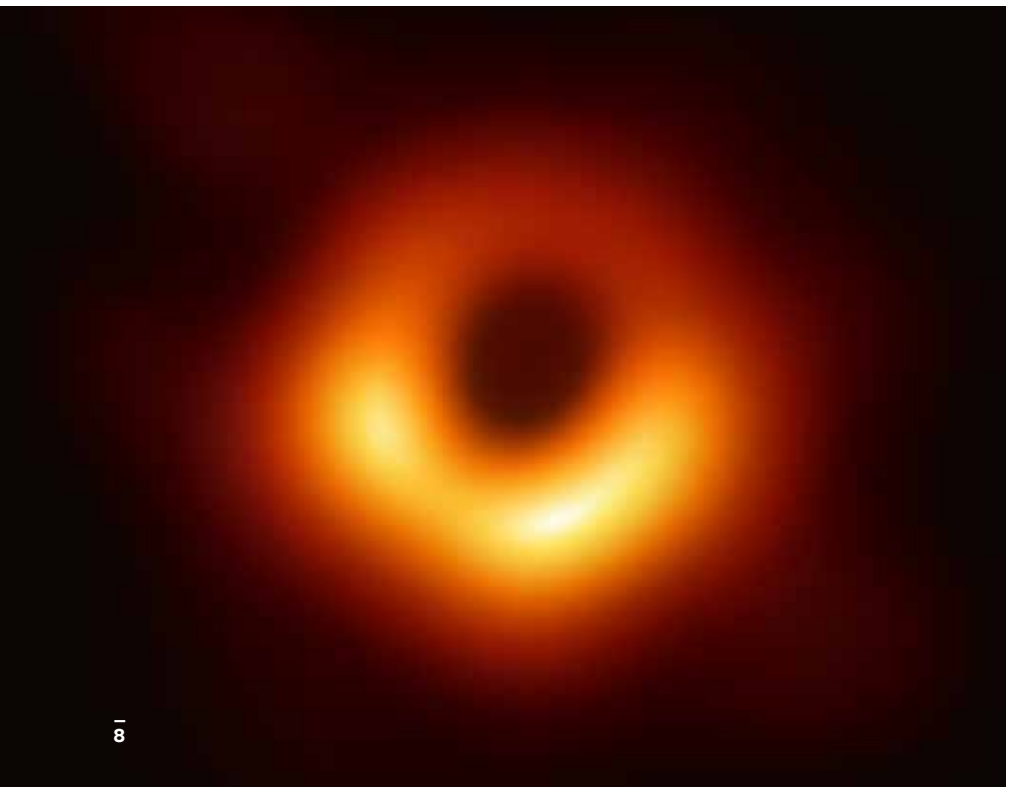
TELESKOP HORIZONTU UDÁLOSTÍ POŘÍDIL PRVNÍ SNÍMEK ČERNÉ DÍRY

Ve středu 10. dubna 2019 se přepisovala historie astronomie. Mezinárodní tým vědců spolupracující na projektu Event Horizon Telescope oznámil, že se podařilo pořídit první vizuální důkaz existence supermasivní černé díry a její siluety (stínu). Snímek zachycuje černou díru v galaxii Messier 87, která se nachází v souhvězdí Panny. Je od nás vzdálena 54 milionů světelných let a je větší než naše sluneční soustava. Globální projekt propojil osm radioteleskopů rozmístěných po celé planetě. Vznikl tak virtuální teleskop, který umožnil zachycení jednoho z nejvíce fascinujících objektů ve vesmíru. Co to pro astronomii znamená?

KOMENTUJE MICHAL BURSA

Astronomický ústav AV ČR

Díky historicky prvnímu snímku černé díry a dalším, které budou následovat, se nyní těmto objektům můžeme věnovat s mnohem větším důrazem na detaily toho, jak se hmota chová v blízkosti horizontu událostí a jak vznikají například výtrysky v galaxiích a další jevy, které jsme dosud nebyli schopni uspokojivě popsat. Pozorování pochází již z roku 2017. Další dva roky trvalo, než tým Event Horizon Telescope získané množství dat zpracoval a ujistil se, že to, co pomocí komplikovaných algoritmů superpočítač vrátil jako rekonstrukci pozorování, je opravdu tím, co se v galaxii M87 nachází. A nikoli jen nějaký umělý přelud. Tmavá oblast uprostřed snímku je tzv. silueta neboli stín černé díry, samotná díra je menší, asi dvoutřetinová, a má velmi silnou gravitaci. Nejenže nutí plyn obíhat okolo ní obrovskými rychlostmi, ale nutí i světelné paprsky obíhat dokola nebo nějakým způsobem měnit směr dráhy. Plyn, který je za černou dírou, vidíme na snímku po stranách. Světelné paprsky, které by normálně černou dírou neprošly (pokud by šlo o běžný objekt), se zatočí, putují po stranách díry a promítají nám v podobě prstence to, co je za ní. Jasně žlutooranžovou oblast na snímku vytvořily právě takto zatočené částice světla vyzářené okolo se pohybujícím plynem.



JAK ZEMŘEL ALEXANDR VELIKÝ?

Ohledně předčasné smrti makedonského krále Alexandra Velikého v červnu roku 323 př. n. l. panují mezi odborníky dlouholeté neshody. Prameny sice líčí průběh a okolnosti jeho smrti, samotná příčina však zůstává záhadou. Údajně byl zachvácen horečkou a silnými bolestmi břicha poté, co intenzivně zapíjel žal za zesnulého přítele Héfaistióna. Po 12 dnech utrpení a postupné paralýzy celého těla zemřel. Někteří se kloní k názoru, že smrt způsobila infekční choroba – malárie, tyfus či západonilská horečka. Jiní věří antickým pramenům, podle nichž byl Alexandr otráven. Za příčinu otravy se dříve považoval hlavně arzenik. Podle teorie publikované roku 2014 byl jed namíchán z kýchavice bílé. Nejnovějším příspěvkem k tématu je článek, který v časopise *The Ancient History Bulletin* publikovala novozélandská lékařka Katherine

Hallová z University of Otago. Argumentuje ve prospěch toho, že k Alexandrově smrti vedla vzácná neurologická porucha známá jako Gullianův-Barrého syndrom (GBS), který mohla způsobit bakterie *Camphylobacter jejuni*. Autorka vychází z nejnovějších výzkumů tohoto autoimunitního onemocnění a snaží se vysvětlit nejen konkrétní symptomy a postupnou paralýzu Alexandrova těla, ale také tvrzení některých pramenů, že tělo starověkého panovníka zůstávalo i po smrti svěží a nijak nezahnívalo. Jelikož tehdy neexistovaly adekvátní diagnostické metody (význam pulzu objevil teprve Galénos ve 2. století n. l.), mohla být Alexandrova smrt diagnostikována předčasně. Paralyzované tělo sice nejevilo známky života, mohlo však s minimálním množstvím pasivně přijímaného kyslíku přežívat i několik dní.

KOMENTUJE MATĚJ NOVOTNÝ

Filosofický ústav AV ČR

Výklad působí koherentně a přesvědčivě, takže ho lze za jistých předpokladů považovat za jednu z pravděpodobných možností, i když z pohledu historika-filologa je obtížné hodnotit korektnost čistě lékařské argumentace, která tvoří jádro publikovaného článku. Hlavní historickou otázkou, kterou autorka s ohledem na své zaměření pochopitelně neřeší, je autenticita tzv. Královského deníku, z něhož ve svých popisech Alexandrových posledních dní čerpali Plútarchos a Arriános, naše hlavní dva prameny k této události. Pokud nešlo o autentické oficiální záznamy, ale později publikovaný podvrh, jak soudí někteří badatelé, je bezpředmětné činit na jeho základě jakékoli retrospektivní diagnózy. Další otázkou je věrohodnost tvrzení o neporušenosti Alexandrovy mrtvoly, které nacházíme u Plútarcha a Curtia Rufa. Možnost, že jde o pouhou legendu, jež souvisela s představou o Alexandrově božském původu, totiž nelze z principu vyloučit.

VIRY Z HLUBIN OCEÁNŮ

Viry ovlivňují v živé přírodě mnohé procesy a organismy. Přesněji definovat dopad jejich společenstev na úrovni celých ekosystémů je ale obtížné, protože viry nejsou dostatečně klasifikovány a není k dispozici uspokojivý počet referenčních genomů. Mezinárodní tým se proto zaměřil na viry v oceánech, aby získal nová data. Vědci odebrali vzorky vody na různých místech světa jak z hladiny nebo těsně pod ní, tak z hlubin až do 4000 metrů. Jak uvedly renomované vědecké časopisy *Cell* a *Nature*, z analýzy vznikl nový soubor genetické informace téměř 200 tisíc druhů virů z oceánů celého světa. Podle očekávání byla jejich největší rozmanitost u hladiny v tropickém a mírném pásmu. Nečekaně vysokou virovou diverzitu ale zjistili badatelé i v Severním ledovém oceánu. S využitím nových dat mohou nyní lépe popsat působení virů na mořské ekosystémy – včetně toho, jak ovlivňují vzájemnou interakci mořských organismů i způsobu, jakým se v oceánu odráží klimatická změna.

KOMENTUJE ONDŘEJ LENZ

Biologické centrum AV ČR

Zatímco třeba cévnatých rostlin známe 391 tisíc druhů, u virů bylo toto číslo donedávna podstatně menší: 12–13 tisíc druhů, kdybychom počítali i ty, u nichž zatím známe jen část genomu. Přitom je docela dobře možné, že počet virových druhů na Zemi podstatně převyšuje počet všech organismů – vždyť jen asi 400 virů napadá výhradně člověka. S příchodem nových sekvenovacích metod, které umožňují v jednom kroku získat prakticky všechny sekvence ze vzorku, se tato představa začala potvrzovat. Už v letech 2016–2017 provedli David Paez-Espino a kolegové počítačové analýzy všech sekvencí, které byly získány při různých studiích na více než 3000 místech na Zemi, a objevili genomy nebo kousky genomů z minimálně 162 tisíc různých virových druhů. Výše zmiňovaná studie jiného týmu vědců už nespoléhala pouze na počítačové analýzy existujících sekvencí, ale aktivně sbírala vzorky ze světových oceánů při expedici Tara Oceans. A jejich namáhavá pětiletá práce přinesla další dechberoucí číslo – více než 200 tisíc virových druhů z pouhých 80 míst! Už jen ze srovnání obou studií je zřejmé, že počet druhů virů na Zemi se na tomto čísle určitě nezastaví. Oba typy studií navíc hledaly pouze DNA viry a jejich RNA kolegy – hojné zejména na zemské souši – opomíjely. I přes raketový, téměř dvacetinásobný nárůst původního počtu virových druhů tak velká část virů nepochybně zůstává našemu oku stále utajena a čeká na své objevitele…

MOZEK A ZAPOMÍNÁNÍ

Cíleně zapomenout na určité události nebo zážitky vyžaduje, aby jim mozek věnoval více úsilí a energie, než když si je chce zapamatovat. Alespoň takový je závěr studie vědců z Texaské univerzity v Austinu v USA, kterou publikoval časopis *Journal of Neuroscience*. Dřívější výzkumy záměrného zapomínání se věnovaly potlačení opakovaného vyvolávání si nežádoucích vzpomínek. Do tohoto procesu se zapojuje jak prefrontální kůra, kde se nachází kontrolní a řídicí centrum a pracovní a krátkodobá paměť, tak oblast hipokampu důležitá pro dlouhodobou paměť. Tentokrát se však neurovědci soustředili na jiné části mozku – konkrétně na oblasti pro vnímání a senzorické procesy včetně spánkového laloku mozkové kůry, kde se nacházejí i asociační oblasti. Skupině zdravých dobrovolníků předkládali různé snímky tváří a scén a žádali je, aby si je buď zapamatovali, nebo ne. Zobrazovacími metodami přitom sledovali aktivitu jejich mozku. Ukázalo se, že se po instrukci „zapomeň“ mozková aktivita zvýšila více než po instrukci „zapamatuj si“.

KOMENTUJE ALEŠ STUCHLÍK

Fyziologický ústav AV ČR

Práce je přelomová v novém pohledu na uchovávání a zapomínání vzpomínek a do určité míry nabourává mýtus, že pokud se chceme zbavit starého vzorce chování, musíme si místo něj vytvořit nový a neposilovat starý úmyslným potlačením. Vědci vyšetřovali studované osoby technikou funkční magnetické rezonance s následnou pokročilou analýzou mozkové aktivace. Překvapivě instrukce typu „zapomeňte“ do určité míry fungovala a statisticky došlo k zapomenutí více těchto podnětů, než u instrukce typu „pamatujte si“. Analýza ve funkční magnetické rezonanci pak ukázala, že zapomenutí vzpomínky bylo provázeno středně vysokou aktivací v oblastech mozkové kůry. Výsledky studie podporují hypotézu nemonotónní plasticity, která říká, že závislost mozkové aktivace na typu instrukce má tvar obráceného písmene U, tedy že příliš vysoká a nízká aktivita vedou k uchování vzpomínky, zatímco optimálně středně vyladěná aktivita k jejímu zapomenutí.

OD UMĚLÉ DNA K ŽIVOTU?

Biolog a paleogenetik Steven Benner z Floridské univerzity jako první na světě syntetizoval rozšířený genetický kód, čímž založil nový obor syntetické biologie. Jde o rozšíření pozemského genetického systému, který běžně označujeme řadou čtyř písmen (označujících báze DNA). Mezinárodní vědecký tým pod vedením Stevena Bennera publikoval v únorovém čísle časopisu *Science* studii, ve které představil práci na vytvoření dalších čtyř písmen DNA – nositelky genetické informace. Úpravou struktury již existujících čtyř bází DNA – adeninu (A), cytosinu (C), guaninu (G) a thyminu (T) – vědci zdvojnásobili genetickou „abecedu“ ze čtyř na osm písmen. Další dva páry obsahují písmena S, B, P a Z. Výsledná osmimístná abeceda nese jméno „Hachimoji“, což je japonský výraz pro „osm“ a „písmeno“. Syntetické rozšíření abecedy DNA podle autorů dokládá, že na již existujících nukleobázích není vlastně nic magického a že uměle upravený jazyk života o osmi písmenech by mohl být i nositelem genetické informace a kódovat geny.

KOMENTUJE MICHAL HOCEK

Ústav organické chemie a biochemie AV ČR

Studie směřující k rozšíření genetické abecedy v posledních dvou dekádách zaznamenaly velký pokrok. První rozšíření o páté a šesté písmeno, publikované týmem Stevena Bennera, které fungovalo jen *in vitro* (ve zkumavce), bylo později vylepšeno dalšími alternativními umělými páry bází z dílny Floyda E. Romesberga a Ichira Hiraa, které dokonce ani nevyužívaly k párování princip vodíkových vazeb. Tým Floyda Romesberga nadto publikoval práci o vytvoření umělé živé bakterie, jejíž genetický kód obsahoval šest písmen a která zabudovávala do proteinů umělou 22. aminokyselinu. Nedávná práce Stevena Bennera znamenala další krok – rozšířila genetickou abecedu na dvojnásobek (osm písmen), byť zatím opět jen *in vitro*. Bude třeba další výzkum, aby tato genetická abeceda fungovala i v živém organismu. Aplikace rozšířené genetické abecedy budou nedozírné – půjde kódovat nikoli jen současných 21 aminokyselin, ale v principu i několik stovek různých umělých aminokyselin. V důsledku toho bude možné konstruovat bílkoviny s vlastnostmi, které současné proteiny mít nemohou. V principu se také nabízí konstrukce organismů s alternativním genetickým kódováním, popř. i organismu s dvojím kódováním, které by šlo nezávisle na sobě regulovat a přepínat.

OCHRANA KULTURNÍHO DĚDICTVÍ ŽIVOČICHŮ

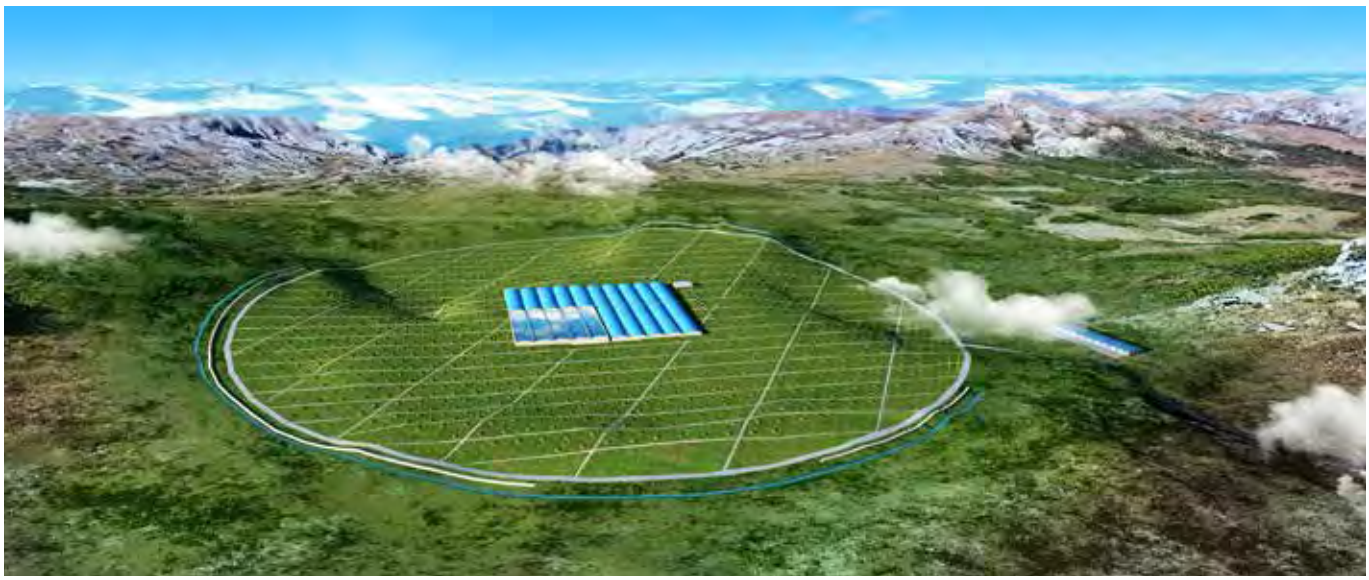
Při ochraně ohrožených živočichů by se příslušné programy a strategie měly zaměřovat nejen na ochranu životního prostředí a jednotlivců daného druhu, ale výrazněji zohledňovat i bohatý sociální život zvířat. Měly by se snažit zachovat celý soubor znalostí, dovedností a chování typický pro každou komunitu v rámci daného živočišného druhu. Shrnout by se dal slovem „kultura". Jak totiž upozornil mezinárodní tým vědců v týdeníku *Science*, tyto informace se předávají z generace na generaci učením a mohou být zásadní pro přežití a reprodukci jednotlivců i společenských skupin a potenciálně celých populací daného druhu. Některé by proto bylo lepší pro ochranářské účely definovat na základě jejich kulturního chování spíše než tradičním způsobem, kdy hrála hlavní roli genetická rozmanitost a geografické aspekty. Z tohoto hlediska je potřeba uchovat ohrožené životní prostředí daného druhu. Neméně důležité je ale ochraňovat také jedince, kteří jsou významnými nositeli sociálních znalostí a dovedností v konkrétní skupině – například zkušené sloní samice.

KOMENTUJE NATÁLIA MARTÍNKOVÁ

Ústav biologie obratlovců AV ČR

Otázka přežití je pro mnoho vyšších obratlovců spjata se schopností orientovat se v prostředí, ve kterém žijí. Ptáci a savci potřebují znát místa, kde naleznou potravu, úkryty před predátory nebo způsoby, jak a kam se přesunout na zimoviště. Jednotlivci získávají sadu znalostí o prostředí a rozmístění zdrojů v něm během celého života učením se od jiných zvířat nebo vlastním průzkumem. Naučené schopnosti tvoří kulturu zvířat. Je zjevné, že učení je pro zvířata rychlejší, efektivnější, a hlavně bezpečnější způsob získání klíčových kulturních znalostí. Kultura zvířat se ale mezi generacemi snadno ztrácí, pokud nevyužívají znalosti dostatečně často, aby je mladší jedinci převzali. Novou generaci mohou ohrožovat jevy přímo snižující počty jedinců v populaci, ale i ztráta schopnosti využívat specializované zdroje, kterou se mladí jedinci nestihli nebo nemohli naučit. Je proto potěšitelné, že se do povědomí nejen vědců, ale i ochranářů a zákonodárců začíná dostávat potřeba zohledňovat při hledání způsobů koexistence lidí s přírodou i ochranu kulturního dědictví divokých zvířat.

NOVÉ ČÍNSKÉ TELESKOPY HLEDAJÍ PŮVOD VYSOKOENERGETICKÉHO ZÁŘENÍ

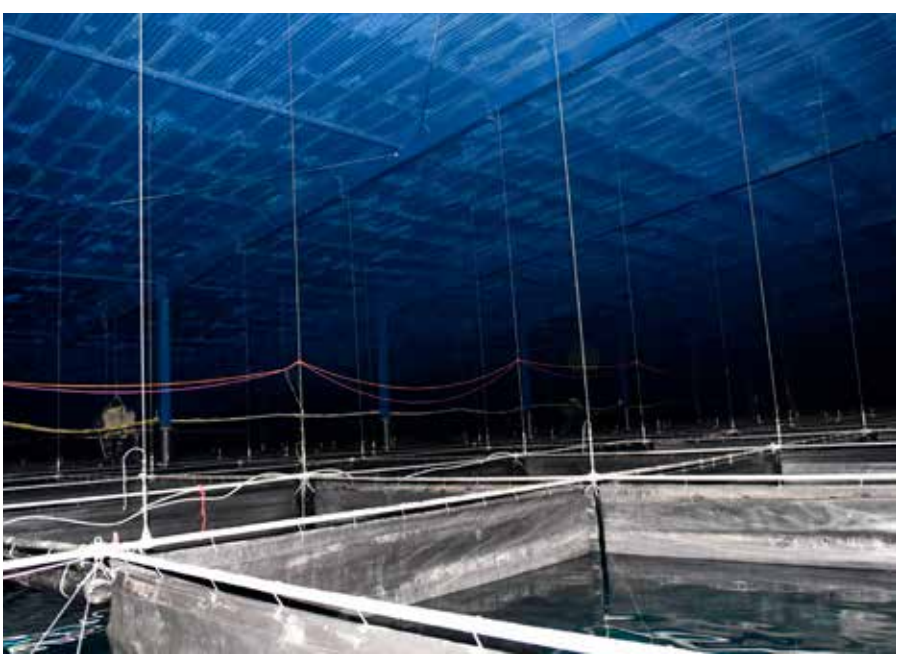


Na východním okraji Tibetské náhorní plošiny ve výšce zhruba 4400 metrů nad mořem zahájila pozorování nová čínská observatoř. Přispět má k odhalení původu kosmického záření, přesněji protonů a jader těžkých prvků s ultravysokými energiemi. Astrofyzikové zatím neznají přesně jejich zdroj a mechanismy, jimiž jsou urychlovány na své obrovské energie, zdaleka nedosažitelné v pozemských urychlovačích částic. Předpokládají ale, že pocházejí ze supernov a aktivních jader galaxií. Potvrdit to pozorováním není snadné – čínští odborníci proto k problému přistoupili z jiného úhlu. Jak informoval vědecký týdeník *Nature*, budou sledovat záření gama o obrovských energiích v řádu 10^{15} elektronvoltů. Mají totiž za to, že jeho zdrojem jsou stejné astrofyzikální procesy jako u ultraenergetického kosmického záření, určení jejich původu je však snazší.

KOMENTUJE JIŘÍ GRYGAR

Fyzikální ústav AV ČR

V posledních dvou letech přibývají s využitím mnohopásmové astronomie (elektromagnetické záření, kosmické záření, neutrina, gravitační vlny) argumenty, že zdrojem ultraenergetického kosmického záření jsou fyzikální procesy v nejbližším okolí černých veleděr. Pro potvrzení domněnky se vkládají naděje do důkladného sledování záření gama s energiemi řádu petaelektronvoltů. K Zemi přichází zejména od tzv. blazarů, které se vyznačují úzkými protilehlými výtrysky tvrdých fotonů záření gama, z nichž jeden míří přímo k nám. Výhodou těchto paprsků je, že se šíří prostorem víceméně přímočaře. Můžeme tak snadněji identifikovat směr, odkud k nám záření přišlo. Fyzikální důvody naznačují, že paprsky gama tak vysokých energií nepřímo svědčí o tom, že v týchž objektech může vznikat ještě energetičtější kosmické záření, tj. protony a jádra těžších prvků s energiemi až stovky exaelektronvoltů čili ještě stotisíckrát vyššími. Kosmické paprsky však kvůli svému elektrickému náboji podléhají na dlouhé cestě k nám změnám směrů, protože je odklánějí magnetická pole. Z toho důvodu jejich zdroje neumíme přímo určit. Proto je tak cenné mít co nejlepší data o ultraenergetických paprscích gama – mohou pomoci tento zdroj identifikovat. Spuštění aparatury LHAASO je tedy významný krok správným směrem. Půjde o unikátní vědeckou aparaturu špičkových parametrů. Co nového se tak dozvíme o vesmíru, zatím nikdo neví.



AMBASSADOR

Program Prague Convention Bureau

vám nabízí podporu již od roku 2010

Ambassador Program organizace Prague Convention Bureau, oficiálního reprezentanta Prahy v oboru kongresového průmyslu, je strategickým programem probíhajícím pod záštitou Akademie věd České republiky a Univerzity Karlovy. Program je zaměřen na podporu vás, kongresových ambasadorů, tedy místních zástupců mezinárodních oborových asociací v Praze i České republice, kteří se zapojujete do práce vědeckých, programových nebo organizačních výborů mezinárodních asociačních kongresů.

V Ambassador Programu jsou zapojeni vědci se zkušenostmi s organizací velkých kongresů i menších konferencí. Ti mohou cíleně vybírat zajímavá témata a oslovovat vhodné, zejména mladší kolegy s návrhem na uspořádání kongresu a ukázat jim, že organizování kongresu bývá přínosem pro navázání významných kontaktů," doplňuje dlouholetý patron Ambassador Programu prof. RNDr. Václav Pačes, DRSc., dr. h. c., z Ústavu molekulární genetiky Akademie věd České republiky.

Prague Convention Bureau vám navíc zcela bezplatně může pomoci s tvorbou takzvaného bidbooku, propojí vás s lokálními dodavateli služeb, zorganizuje inspekční cesty pro zástupce asociací a poskytne vám další marketingovou a destinační podporu, včetně možností žádat o granty, o jízdné MHD zdarma pro účastníky mezinárodních kongresů či o zlevněné letenky. Ambassador Program taktéž nabízí vzdělávací a společenské akce s cílem podpořit a ocenit vaše úsilí a snahu přivést mezinárodní konference do destinace. Jednou z nich je i výroční udílení ocenění Ambassador Awards Evening, které pod záštitou primátora hlavního města Prahy proběhlo již podesáté.

Svoji zkušenost s kandidaturou na mezinárodní kongres popisuje i jeden z letos oceněných ambasadorů MUDr. Pavel Jindra, Ph.D., primář Hematologicko-onkologického oddělení Fakultní nemocnice v Plzni: „Prague Convention Bureau mě oslovilo ve chvíli, kdy jsem se trochu odvážně rozhodl kandidovat na kongres EBMT v Praze. Zprvu jsem byl skeptický, protože jsem nepředpokládal, že by toto mohlo zásadně pomoci. O to více mě pozitivně překvapila profesionalita při přípravě podkladů jak po stránce obsahové, tak formální. Podobně profesionální byla i vlastní prezentace kandidatury, kde zástupce Prague Convention Bureau výstižně a přehledně doplnil moji vědeckou část. Troufám si říci, že spolupráce s Prague Convention Bureau byla pro úspěch této kandidatury klíčová."

Díky uspořádání oborového kongresu v Praze můžete povzbudit zájem o vaše odvětví, zviditelníte českou vědu a výzkum nejen lokálně, ale i mezinárodně a načerpáte nové zkušenosti s přípravou kandidatur a pořádáním kongresů. V případě zájmu o spolupráci či pokud uvažujete o pořádání konkrétního kongresu či konference v Praze, neváhejte nás kontaktovat, rádi vám poskytneme bližší informace.

Wow Prague Convention Bureau

Lucie Čapková
Ambassador Program
Prague Convention Bureau
+420 720 996 182
lucie.capkova@prague convention.cz
www.ambassador.prague convention.cz

Text: Jana Olivová | **Foto:** Shutterstock (3), Profimedia (4)

Život pod taktovkou MIKRO-ORGANISMŮ

Žijí na povrchu nebo uvnitř našeho těla, jsou pouhým okem neviditelní, ale přitom doslova řídí náš život. **Ovlivňují naše zdraví, chování i psychiku. Odborníci jim dali společný název mikrobiota a souhrnu jejich genů mikrobiom.** V Mikrobiologickém ústavu Akademie věd ČR studují jejich složení, působení i možnosti jejich případného ovlivnění v náš prospěch už desítky let – přesto, jak sami přiznávají, cesta bude ještě dlouhá. Z toho, co se už dozvěděli, ale občas zatrne.

Dívka kost a kůže – stále nespokojená se svou postavou, věčně se bojí, že je příliš tlustá, odmítá jíst. Lékaři v nemocnici se přitom usilovně snaží zachránit jí život a pomoci překonat mentální anorexii. Její kamarád by si naopak moc rád vzal koláč nebo kousek bábovky – ale nemůže, je alergický na lepek. Co se v jejich těle přihodilo? Stalo se něco se zažíváním? Porušila se psychika? Snad. Ale možná v podtextu všech jejich potíží stojí mikrobiota. Co to vlastně je a proč je tak mocná? A dá se nějak upravit, pokud je třeba?

MIKROORGANISMY V NÁS

Naši nosní sliznici, ústní dutinu, pokožku, dýchací cesty, močový a pohlavní systém a především střeva osídlili bakterie, viry, kvasinky a jiné mikroskopické houby, jednobuněční prvoci a další mikroorganismy. Může jich být celkem až sto miliard a zhruba tisíc druhů! Tvoří mikrobiotu žijící s námi v symbióze. Na jedné straně je velice robustní, na druhé straně velmi citlivě reaguje na různé vlivy životního prostředí, na naši stravu a léky. Jakmile se naruší její rovnováha, ihned pocítíme následky – imunitní, zažívací, kožní a dokonce neuropsychiatrické problémy.

Proto je zásadní zjistit, jak mikrobiota funguje a jak by bylo možné obnovit její rovnováhu. „S naším vlastním genomem, s celou naší dědičnou informací, se nedá moc dělat. Měnit geny u lidí prozatím nelze. Kdežto svůj mikrobiom ovlivnit můžeme – tím, jak žijeme, jak se chováme a podobně. Proto je tak důležitý pro medicínu," objasňuje Helena Tlaskalová z Mikrobiologického ústavu AV ČR.

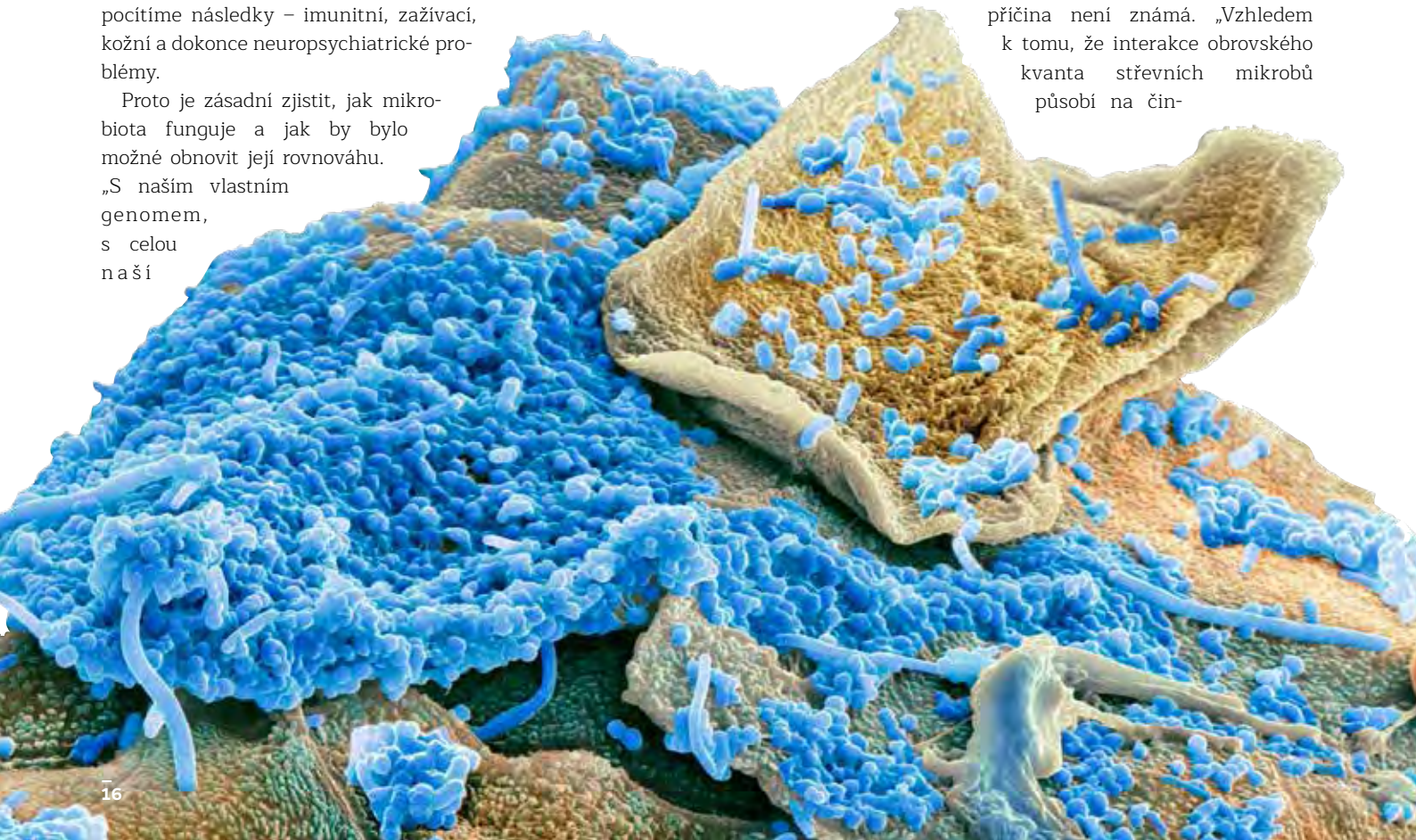
Srovnání lidí z rozvinutých společností s přírodními kmeny v odlehlých částech světa ukázala, že mikrobiota původních etnik je mnohem různorodější a často obsahuje i patogenní mikroorganismy, které by lidem v moderní civilizaci škodily. Obyvatelé rozvinutých zemí sice ztratili například schopnosti určitého typu kvašení některých potravin, ale dokážou si lépe poradit s metabolismem cizích látek.

STŘEVO JAKO SOUČÁST IMUNITNÍHO SYSTÉMU

Biologicky aktivní látky, které mikroorganismy v našem těle uvolňují, mají také své antigenní či adjuvantní vlastnosti – to znamená, že nutí imunitní systém k odpovědi (např. k vytváření specifických protilátek), čímž přímo ovlivňují jeho činnost. „Střevo je významná součást imunitního systému a molekuly mikroorganismů, kterými jsme kolonizováni, ovlivňují jeho vývoj a funkci. V některých případech je právě chybná interakce mezi imunitním systémem a mikrobiotou příčinou vzniku závažných onemocnění (např. nespecifických střevních zánětů)," říká další z vědců, Daniel Sánchez. Poškození střevní mikrobioty se podílí rovněž na rozvoji celiakie, ale může souviset i s nádorovými onemocněními.

Jedním z cílů badatelů je proto hlouběji objasnit, jakými mechanismy zásahy do mikrobioty ovlivňují imunitní systém.

V poslední době se v Mikrobiologickém ústavu AV ČR intenzivně věnují způsobu, jakým některé hlavní živiny (bílkoviny, sacharidy a tuky) ovlivňují citlivost k zánětu. Zajímají je především nespecifické střevní záněty, jejichž přesná příčina není známá. „Vzhledem k tomu, že interakce obrovského kvanta střevních mikrobů působí na čin-



nost celého imunitního systému, může mít podle všeho dění ve střevě významný dopad i na záněty v jiných částech těla," podotýká Miloslav Kverka. S kolegy dále studují kožní záněty psoriatického typu, autoimunitní chorobu oka, tzv. uveitidu, nebo spolupracují na myším modelu roztroušené sklerózy.

Jde o celou sérii projektů, jejichž společným jmenovatelem je snaha objasnit, jak určitá změna ve střevě (vyvolaná dietou, antibiotiky či přenosem mikrobů) ovlivní reakci imunitního systému a následně vnímavost organismu k zánětu.

U myší už například prokázali, že strava s vysokým obsahem bílkovin živočišného původu (jmenovitě kasein) podstatně zvyšuje jejich citlivost ke střevnímu zánětu, pokud jsou ve střevě současně přítomny určité mikroby. Jakmile však hlodavcům podají bílkovinu rostlinného původu (zatím zkoušeli gliadin), k ničemu podobnému nedochází.

Vědci by se teď rádi zaměřili též na vznik nádorů ve střevě rovněž související se zánětem. Zároveň hledají cesty, jak využít reakcí vlastního mikrobiomu pacienta k jeho prospěchu při léčení – například jako ukazatel (prediktivní biomarker), který by napověděl, jestli se choroba zhorší nebo zda bude léčba účinná, či nikoli.

DIALOG STŘEVA S MOZKEM

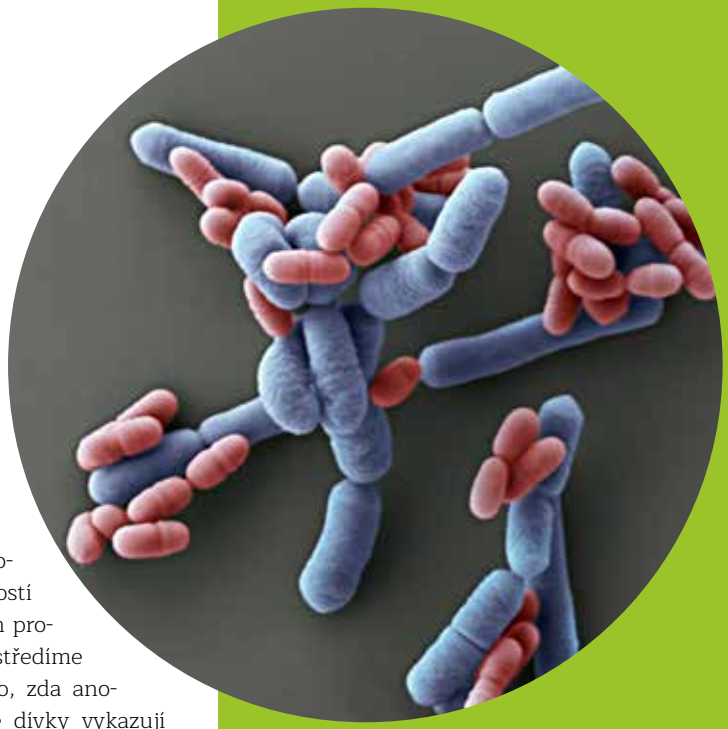
Vliv mikroorganismů osidlujících naše tělo se nevyhýbá ani mozku a psychice. Petra Procházková a její kolegové z Mikrobiologického ústavu AV ČR spolu s Hanou Papežovou z Psychiatrické kliniky 1. lékařské fakulty UK se proto pustili do výzkumu, jestli existuje souvislost mezi narušením mikrobioty a mentální anorexií. „Ptáme se, jestli je u anorektiček nějak změněná ve srovnání se zdravými lidmi a jestli po dvouměsíční nemocniční léčbě, kdy tyto dívky podstupují jak nutriční terapii, tak psychoterapii, dojde k příznivějším změnám v jejich mikrobiotě."

Obecně se porušení bakteriální rovnováhy vyznačuje třemi typickými znaky: nízkou různorodostí bakterií, přítomností patogenů a nedostatkem prospěšných bakterií. „Soustředíme se na to, zda anorektické dívky vykazují některý z těchto znaků a jestli během hospitalizace dojde ke zlepšení." Největším přáním mikrobiologů je najít skupiny bakterií, jejichž podáním by se lidem s anorexií zlepšilo nejen složení mikrobioty, ale i psychický stav, protože často trpí depresemi až sebevražednými sklony.

> „Pozorujeme, že mikrobiota nemocného člověka je změněná. Jenže nám to neříká, co byla příslovečná slepice a co vejce. Došlo nejdříve k narušení rovnováhy v mikrobiotě, které spustilo nemoc? Nebo se naopak vyvinula nemoc a mikrobiota se jen sekundárně přizpůsobila situaci?
>
> Martin Schwarzer

Koho by překvapovalo, jak intenzivně dokážou naše střeva komunikovat s mozkem, ať si uvědomí, že lidské střevo je silně inervované, je v něm spousta neuronů, které se různými cestami s mozkem „dorozumívají". Střevní bakterie navíc produkují rozmanité neurotransmitery včetně velkého množství serotoninu. Vědci proto přirozeně předpokládají, že narušení střevní mikrobioty může ovlivnit procesy v mozku, a tím i myšlení anorektiček. „S tím souvisí hypotéza, že by mohly mít rovněž změněnou propustnost střeva a metabolity bakterií by se mohly dostávat skrze střevní bariéru do krve – čímž by zase mohlo dojít k ovlivnění komunikace s mozkem," konstatuje Petra Procházková.

Její projekty ještě neskončily, takže je předčasné vyvozovat obecnější platné závěry. Zmiňuje tedy alespoň studii ▷



SOUŽITÍ S BAKTERIEMI

S mikroorganismy vstupujeme do různých vzájemných vztahů: „Pokud v sobě máme nějaký patogen, může to vyústit až ve smrtelnou infekci. Ale s většinou bakterií máme komenzální vztah či pro obě strany výhodný vztah, tzv. mutualismus," vysvětluje Martin Schwarzer. To znamená, že my, lidé, máme prospěch z bakterií a ty zase profitují z toho, že jim poskytujeme teplotně stabilní prostředí k životu a neustálý přísun potravy. Vědci už přesvědčivě prokázali, že narušení pestrého mikrobiálního společenství souvisí s řadou chorob. Nejvíc ho ovlivňuje strava, ale též některé léky, zejména antibiotika: „Nasazují se u nemocí způsobených nějakým patogenním mikrobem, jenže současně s ním většinou zabíjejí i další bakterie, které s námi žijí v symbióze a jsou pro nás důležité," upozorňuje Helena Tlaskalová.

ČÍM SI NÁS MIKROORGANISMY PODMAŇUJÍ?

Produkují různé biologicky aktivní látky včetně enzymů, hormonů nebo neuropřenašečů, které hrají zásadní úlohu v řadě fyziologických i neurofyziologických procesů v našem těle. Zdaleka nejvíc jich najdeme ve střevech. Není divu – vždyť střevní sliznice má u dospělého člověka povrch až neuvěřitelných 40 m², kdežto kůže jen necelé 2 m². Proto se také střevní mikrobiota stala hlavním předmětem zájmu vědců z Mikrobiologického ústavu AV ČR.

1,5 kg

Převážnou část střevních mikroorganismů tvoří bakterie. Každý dospělý člověk jich má asi 1,5 kg. Vytvářejí celý ekosystém. Ovlivňují skoro všechny pochody a procesy v našem těle. Přesto veškeré jejich působení – ať příznivé, nebo škodlivé – vědci ještě zdaleka neprozkoumali.

1000

Jen v našich střevech žije obvykle 300 až 1000 různých druhů mikroorganismů, naprostá většina jich přitom obývá tlusté střevo.

1 : 1

Uvnitř lidského těla i na jeho povrchu žijí biliony mikroorganismů – od prospěšných přes neškodné až po patogenní. Podle dřívějších odhadů by jich mohlo být až desetkrát víc než lidských buněk, novější výzkumy však tento poměr snížily na třetinu, nebo dokonce mezi počet mikroorganismů a lidských buněk kladou rovnítko.

MOŽNÉ PŘÍČINY POŠKOZENÍ STŘEVNÍ MIKROBIOTY

NEVYROVNANÁ STRAVA

Konzumace velkého množství potravin obsahujících jednoduché cukry, umělá barviva, konzervanty, dusičnany či pesticidy

PŘÍTOMNOST STŘEVNÍCH CIZOPASNÝCH ČERVŮ

ZÁNĚTLIVÉ PROCESY VE STŘEVĚ

NEKONTROLOVANÉ ČIŠTĚNÍ STŘEV POMOCÍ KLYSTÝRŮ

CHRONICKÉ AKUTNÍ INFEKCE

HIV, hepatitida B a C, opary atd.

CHEMOTERAPIE

Užívání antivirových léků, radioizotopy, hormonální terapie

DIABETES MELLITUS

Úplavice cukrová (cukrovka), rakovina, choroby jater a slinivky břišní

LÉČBA ANTIBIOTIKY

dlouholeté pacientky s mentální anorexií, která podstoupila fekální bakterioterapii (transplantaci), což je přenos stolice od zdravého dárce do střeva nemocné. „Sledovali jsme ji jeden rok v měsíčních intervalech a výsledkem zásahu bylo výrazné zlepšení všech parametrů mikrobioty, které se nakonec přiblížily zdravému jedinci – to znamená, že se zvýšila bakteriální diverzita a naopak snížila přítomnost hub a podobně." Přesto má pacientka stále problémy jak trávicí, tak psychické. Ovšem fakt, že v tomto ohledu nedošlo ke zlepšení, může být způsoben i nedostatečnou kvalitou dárcovské stolice.

TRANSPLANTACE MIKROBŮ

Fekální bakterioterapie je poměrně nový léčebný postup, odborníci však do ní vkládají mnoho nadějí. Nicméně jsou si dobře vědomi, že je třeba velké opatrnosti při výběru dárce: v začátcích se totiž odebíraly vzorky mikrobioty k transplantaci i od lidí obézních – jenže někteří příjemci pak také začali přibývat na váze, což není vždy žádoucí efekt.

Opět se tím ale posunuly vědecké výzkumy kupředu. „Dnes je dokonce podle složení mikrobiomu možné říct, aniž bychom daného člověka viděli, jestli je obézní, nebo ne," podotýká Miloslav Kverka.

„Zatím se přesně neví, které bakterie v tom hrají roli. Samozřejmě jsou žádané ty, které rozhodují o spotřebování energie z potravy. Nahrává to možnostem ovlivnit mikrobiom příznivým směrem," dodává Helena Tlaskalová.

V současnosti podle jejích slov silně hýbe vědeckým světem právě úloha mikrobioty ve vztahu k mozku, zejména ve světle psychiatrických problémů: „Z některých pokusů z různých pracovišť se zdá, že přenos mikrobioty z lidí trpících depresivní poruchu do bezmikrobních myší způsobí změnu chování i těch myší, což se dá měřit pomocí testů chování."

JDE O TO, KDO CO UMÍ

„Je zde ještě jedna věc. I když se jednotlivé druhy bakterií, které v sobě člověk má, u každého velice liší, mezi jednotlivci je obrovská variabilita, podařilo se pokročilejšími metodami zjistit, jaké geny (potažmo schopnosti) tyto jednotlivé bakterie mají. A ukázalo se, že speciálně ve střevě jsou relativně podobné," upozorňuje Miloslav Kverka. Je to patrně proto, že specifické prostředí střeva přitahuje mikroby, které něco konkrétního umějí. „Není tolik důležité, kdo tam je, ale co dělá. Z tohoto hlediska není rozdíl mezi jednotlivými lidmi zdaleka tak výrazný."

> „Zabývám se tímto tématem celý život a mám pocit, že se nezodpovězené otázky bohužel jenom rozšířily. Zůstává i ta základní, o které jsem předpokládala, že už bude pomocí nových metod zodpovězená: co je příčina a co následek, jestli narušení mikrobioty vede ke vzniku nemoci, nebo jestli prvotní je choroba, která následně změní mikrobiotu.
>
> Martin Schwarzer

Vědci proto teď usilovně pátrají po genech, které jsou nějak výjimečné a vysvětlily by odlišnosti v aktivitě mikroorganismů za změněných okolností. „Nedávno vyšlo několik článků, podle nichž lidé třeba jenom tím, že pracují na směny a nestravují se úplně pravidelně, obměňují svůj mikrobiom. Ten začíná interagovat se střevem daného jedince a nutí ho rychleji, intenzivněji a efektivněji vstřebávat tuky." Čili pouhé nepravidelné hladovění a nepravidelné jídlo podle Miloslava Kverky zjevně zvyšují zatížení organismu tuky. Více pak hrozí obezita a diabetes II. stupně. Podobné výsledky přinesly i studie na lidech ▷

JSME TAK ZDRAVÍ JAKO NÁŠ MIKROBIOM

Sotva co jiného ukazuje odlišnost každého člověka tak přesvědčivě jako jeho mikrobiota: Část je jí sice společná všem, ale kolem poloviny toho, co v nás žije, je individuální. Což je na celé věci zajímavé, ale současně i nebezpečné, protože definovat a charakterizovat zdravou mikrobiotu nelze jednoznačně. Zkoušet ji ovlivnit v zájmu léčby nebo potlačení některých chorob je tudíž trochu sázka do loterie.

CO JE PŘÍČINA A CO DŮSLEDEK?

Klíčový otazník zatím stále visí nad tím, jestli nejprve dochází k narušení mikrobioty a to vede ke vzniku choroby, nebo je tomu naopak: zda je prvotní choroba, která následně poškodí mikrobiotu. Sem se proto přirozeně upíná největší pozornost vědců. Zjistit odpověď pomáhají bezmikrobní zvířata (podrobněji o nich bude řeč na straně 22). U mnoha typů nemocí bylo zjištěno, že v bezmikrobním prostředí vůbec nevzniknou. Někdy zase – ale to je spíš výjimka – má mikrobiota dokonce ochranné účinky. Potvrdit podobnou příčinnou souvislost u lidí je však extrémně obtížné, neboť přicházejí k lékaři až s příznaky nemoci. Při analýze jejich mikrobioty se pak sice najdou změny – jenže zda a jak příčinně souvisejí s chorobou, se už těžko dokazuje.

létajících přes několik časových pásem, u nichž se změnou časové zóny mění i doba jídla.

A CO ALERGIE?

Další sféra, do které zasahují změny ve složení mikroorganismů v našem těle, se pojí s nárůstem výskytu alergických onemocnění. Mikrobiologové z pracoviště v Novém Hrádku se pomocí svých unikátních bezmikrobních myší snaží odhalit, jestli a nakolik specifické bakterie dokážou zmírnit přecitlivělost (odborně řečeno alergickou senzibilizaci) nebo úplně zabránit vývoji alergické reakce.

Vybrali si konkrétní bakterii podle způsobu její komunikace s imunitním systémem. Pak ji podali bezmikrobní myši, čímž se z ní stalo zvíře takzvaně gnotobiotické: „Taková myš měla tedy pouze onu jednu bakterii – a my jsme tak získali model, na němž jsme mohli sledovat, jestli daná bakterie dokáže zabránit vzniku přecitlivělosti na určitou látku nebo následně i alergické reakci," objasňuje Martin Schwarzer.

V dalších pokusech použili bakterie upravené tak, aby produkovaly určitý alergen. „Testovali jsme hypotézu, jestli by se daly využít jako živé slizniční vakcíny schopné navodit toleranci k tomuto alergenu." Vědci přitom sáhli po bakteriích ze skupiny probiotik. Pracují převážně s rody *Lactobacillus* nebo *Bifidobacterium*, ale zkoušejí i bakterie označované jako probiotika příští generace. Vyskytují se ve větším množství u zdravých jedinců a byly izolovány z jejich stolice. „Ukázali jsme například, že specifický izolát bakterie *Faecalibacterium prausnitzii* dokázal zabránit vzniku střevního zánětu." Komplikaci představuje fakt, že bakterie mají – odborně řečeno – izolát-specifické vlastnosti. „Máme například bakterii *Lactobacillus plantarum*. Můžeme ji získat kupříkladu z lidských slin, ze siláže, z kysaného zelí apod. Přestože se taxonomicky stále jedná o bakterii *Lactobacillus plantarum*, tyto různé izoláty interagují s imunitním systémem odlišně." Nedá se proto použít jakýkoli kmen; vždy musí být přesně definovaný a co nejlépe charakterizovaný. „V jednom případě jsme pracovali s modelem střevního zánětu a měli jsme sadu bifidobakterií izolovaných ze zdravých kojenců. Charakterizovali jsme je a vybrali dvě. Obě byly *Bifidobacterium longum*, poddruh longum, ale měly naprosto jiné vlastnosti: jedna byla schopná zabránit vývoji střevního zánětu, druhá nikoli," líčí Martin Schwarzer. Cíl

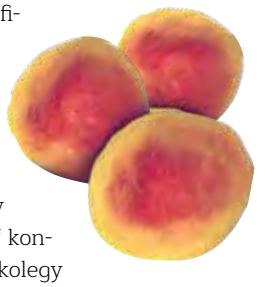
CIVILIZAČNÍ ROZDÍLY

Zajímavé skutečnosti o vývoji mikrobioty přinesly průřezové studie zahrnující jak pralesní kmeny, které málokdy přišly do kontaktu s nějakou civilizací, tak civilizace ve stejném zeměpisném pásmu, které se sice už zabývají zemědělstvím, ale postrádají přístup k technologiím, a nakonec i technologické civilizace. „Bylo přesně vidět, jak diverzita mikrobiomu na každém stupni o něco klesla. U člověka ve vyspělém světě je mnohem nižší než u kohokoli v primitivních podmínkách," připomíná Miloslav Kverka.

vytvořit něco jako univerzální, všeobecně prospěšné probiotikum pro člověka je tedy asi (zatím) nedosažitelný.

O bezmikrobních myších, které chovají v Novém Hrádku, se ví, že jsou všeobecně citlivější na alergeny a protilátková odpověď je u nich výraznější. Výzkumy však přinesly nečekaný poznatek: „Přestože mají sterilní potravu, pití i podestýlku, mohou se i ve sterilní potravě vyskytovat zbytky mrtvých bakterií. A my jsme zjistili, že čím ‚špinavější' je potrava, čím více reziduí mrtvých bakterií obsahuje, tím nižší senzibilizaci potom myšky prokazují." A naopak – čím ‚čistší' strava se jim podává, takže do styku s mrtvými bakteriemi nepřijdou vůbec nebo jen minimálně, tím vyšší alergickou reakci vyvíjejí. Zdá se tedy, že opět přibývá další argument odborníkům, kteří varují starostlivé rodiče před snahou udělat pro děti domov téměř sterilně čistý a zlikvidovat co nejvíc bakterií, aby s nimi náhodou nepřišly do styku. Zjevně by pro ně byl přínosnější opak...

Mikrobiota může hrát roli i v plicních zánětech: studie prokázaly, že když se myškám nosem podají určité kmeny probiotických bakterií, dokážou zabránit vývoji zánětu. Nicméně podávat živé bakterie do nosu lidem by mohlo být podle badatelů riskantní i proto, že nos je velice blízko mozku. Dalo by se toto nebezpečí obejít tím, že by se nepodávaly bakterie celé, ale jen jejich části? „Kdybychom přišli na to, že nějaká přesně definovaná bakteriální složka má stejné – nebo alespoň do určité míry stejné – účinky jako celá bakterie, mohli bychom tuto komponentu bez obav podávat do nosu, aby omezila rozvoj plicního zánětu," konstatuje Martin Schwarzer. S kolegy doufá, že by se podobně mohly zmírňovat též příznaky sezonních pylových alergií – existoval by sprej s potřebnou částí bakterie, která by tlumila alergické reakce a umožnila pacientovi přežít kritické období s mnohem slabšími projevy.



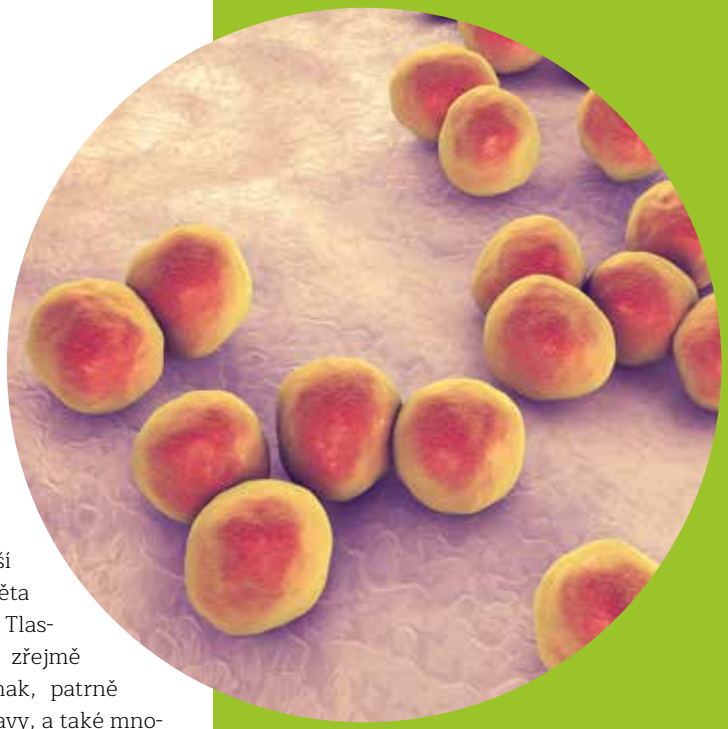
MIKROBY A CIVILIZACE

Není pochyb, že na složení mikrobioty má zásadní vliv životní prostředí. Dokazují to třeba srovnání lidí z rozvinutých společností s přírodními kmeny v Africe nebo Jižní Americe. „Ukázal se ohromný rozdíl – mikrobiota původních etnik je mnohem různorodější a diverzifikovanější. A kupodivu často obsahuje i patogeny, které by nám v naší civilizovanější části světa škodily," popisuje Helena Tlaskalová. Mikrobiota byla zřejmě původně uspořádaná jinak, patrně i vzhledem ke složení stravy, a také mnohem účinněji bojovala s nemocemi.

Analýzy ukázaly, že v důsledku změn mikrobioty lidé v rozvinutých zemích ztratili některé schopnosti, například určitý typ kvašení potravin, ale naopak získali jiné. Kupříkladu si – trochu paradoxně – dokážou lépe poradit s metabolismem cizích látek. Zjistila se u nich i zvýšená aktivita bakterií zapojených do štěpení a využití jednoduchých cukrů, což odpovídá i tomu, čemu jsou lidé vystaveni.

Dá se tedy říct, že mikrobiota – nebo souhrn všech jejích genů označovaný jako mikrobiom – je v podstatě velmi šikovný a účinný prostředek, který nám poskytla příroda, abychom se lépe adaptovali na měnící se podmínky kolem nás. A vše nasvědčuje tomu, že pokud ho vědci dokážou dostatečně detailně poznat a cíleně ovlivňovat, dají nám do rukou velmi účinný nástroj k boji s celou řadou chorob – fyzických i psychických. Možná porazí i mentální anorexii a pomohou lidem citlivým na lepek k jejich kousku bábovky.

Ještě však musíme být trpěliví. Stále chybí řada důležitých základních poznatků o vzájemném působení mezi mikroby a jejich hostitelem, o tom, co je příčina, co následek, za jakých podmínek je vzájemné soužití bezproblémové. Teprve od vyřešení této klíčové otázky se bude odvíjet, jestli vůbec a jak bude možné mikrobiomu široce využívat k léčebným účelům.



VÝVOJ MIKROFLÓRY V NAŠEM TĚLE

Před narozením je střevo bez bakterií. Pokud se dítě narodí přirozeným způsobem, nikoli císařským řezem, dostávají se do jeho těla mikroorganismy už z porodních cest matky. Další pak získává z jejího mateřského mléka – především laktobacily a bifidobakterie. Postupně se mikrobiota stále víc diverzifikuje, nicméně ze značné části dozrává již v prvních třech letech života.

PROBIOTIKA A PREBIOTIKA

Probiotika jsou živé mikroorganismy, které se přidávají do potravin, např. do jogurtů a dalších kysaných mléčných výrobků, najdeme je ale i v kysané zelenině nebo se nabízejí v podobě potravinových doplňků. Obsahují bakterie mléčného kvašení (laktobacily a bifidobakterie, především *Laktobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus plantarum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium breve*), ale i jiné druhy bakterií (enterokoky, některé kmeny *E. Coli*) a kvasinky. Názory na to, nakolik výrazně a dlouhodobě potraviny s probiotiky ovlivní střevní mikroflóru, však nejsou zcela jednotné, proto pokračují vědecké výzkumy. Prebiotika nejsou živé organismy, ale pro člověka těžko stravitelné, případně nestravitelné látky (nejdůležitější je vláknina), jimiž se však probiotické bakterie živí. Prebiotika podporují aktivitu a množení střevní mikroflóry, zlepšují tedy zároveň zdravotní stav.

BEZMIKROBNÍ ZVÍŘATA pomáhají vědě

V lidském těle žijí biliony mikroorganismů, které zásadním způsobem působí na naše zdraví. **Zejména střevní bakterie se mohou podílet na tom, jestli budeme v kondici, obézní, zdraví, nebo nemocní, dokonce jestli budeme trpět depresí.** Ideálním modelem pro výzkum vlivu bakterií na organismus jsou bezmikrobní laboratorní zvířata. Na jejich chov a výzkum se specializují vědci na detašovaném pracovišti Mikrobiologického ústavu AV ČR v Novém Hrádku v Orlických horách.

Máme dvě myši – stejně staré, dostávají tutéž potravu, žijí ve shodných podmínkách, a přesto je jedna drobná a štíhlá, druhá větší a silnější. Čím to může být? Jediné, co je odlišuje, je složení mikroorganismů neboli mikrobiota ve střevě. Může být právě ona příčinou rozdílů? A pokud ano, jaké mechanismy za ně mohou?

Stojíme ve velké místnosti plné hermeticky uzavřených průhledných plastových boxů, v každém se ve spánku navzájem zahřívá několik myších tělíček. Náš průvodce, mikrobiolog Martin Schwarzer, k nim vsune ruku otvorem opatřeným dlouhou pevnou gumovou rukavicí, aby se dovnitř nedostala ani troška vzduchu zvenku, šetrně bere chlupaté zvířátko a ukazuje nám ho. Opatrnost a pečlivé izolování myší od okolí jsou nezbytné: jsou totiž bezmikrobní – narodily se, aniž by je obývaly mikroorganismy, také jejich box je sterilní a dostávají sterilní potravu i pití.

Jsme v gnotobiologické laboratoři Mikrobiologického ústavu AV ČR v Novém Hrádku nedaleko polských hranic. Založil ji v šedesátých letech 20. století imunolog Jaroslav Šterzl, původně zejména pro bezmikrobní selata. Prasata mají mnohovrstevnou placentu, kterou neprostu-

pují mateřské protilátky, takže se rodí bez nich. V přirozených podmínkách je po narození získávají od matky, když se napijí prvního mléka – kolostra. Pokud se tomu však zabrání a mláďata se udrží ve sterilním prostředí, stávají se ideálním modelem pro studium nástupu imunitní odpovědi. Vedoucí laboratoře Marek Šinkora na nich například zkoumá vývoj adaptivní imunity, jeho kolegové se zabývají infekcemi, třeba salmonelou.

Ve sterilních podmínkách laboratoře se selata odchovávají kvůli jejich rychlému růstu jen asi pět týdnů, vždy nárazově pro konkrétní projekt. Aktuálně žádný takový neběží, při naší návštěvě jsme se tedy museli spokojit alespoň s bezmikrobními myšmi, které jsou také výborným výzkumným modelem. Nové myší kmeny se převádějí do bezmikrobního prostředí za velmi přísně hlídaných podmínek: z březí myši se vyjme placenta s plody, sterilizuje se a přenese do odchovného boxu, tzv. izolátoru, malá myšata se následně přesunou k náhradní, rovněž bezmikrobní matce.

> „Ukázali jsme, že střevní bakterie hrají zásadní roli při růstu po narození, jak při normální výživě, tak za podmínek podvýživy. A že můžeme využít kmenově specifickou bakterii napomáhající růstu. I když ještě přesně nevíme, jakým způsobem, víme, že tu schopnost má. A to nás motivuje.
>
> Martin Schwarzer

Vědci na nich zkoumají především střevní mikrobiotu, protože úzce souvisí se správným fungováním imunitního systému – a zdaleka nejen jeho. „Ukazuje se, že střevní bakterie zcela zásadním způsobem ovlivňují, kým jsme, na všech možných úrovních – v rovině celkového fungování organismu, jeho fyziologie; změny v bakteriálním složení jsou spojeny s rozvojem nejrůznějších nemocí, ať už je to obezita, diabetes, alergická onemocnění nebo u člověka i psychické choroby, zejména deprese," vysvětluje nám Martin Schwarzer.

Poznatky zjištěné na bezmikrobních zvířatech by mohly být prakticky využitelné v mnoha oblastech lidské medicíny. V Novém Hrádku například výzkum alergií vyústil ve vytipování, otestování a patentování jednoho kmene bifidobakterií, který by se mohl dostat na trh jako probiotický přípravek.

DOKONALE PROVÁZANÝ SYSTÉM ZPĚTNÝCH VAZEB

„Strava je jedním z hlavních faktorů, které určují fungování organismu, ale kromě jejího složení jsou to právě bakterie, které ovlivňují, co jsme schopni si z diety vzít. Naopak dieta má zase vliv na složení bakterií. Ty dále podmiňují způsob fungování celého hostitelského organismu – ten zase zpětně působí na bakterie určitým selekčním tlakem, jaké v něm budou a jaké ne," vysvětluje Martin Schwarzer. V této souvislosti se tak začíná hovořit o tzv. integrativní fyziologii, která se snaží brát v potaz všechny zmíněné aspekty: hostitele, stravu (dietu) i bakterie.

U lidí je situace hodně komplikovaná, proto se pracuje s modely, které sice vždy znamenají určité zjednodušení, nicméně umožňují vědcům podívat se, jak zkoumaný systém funguje. Na bezmikrobních zvířatech tak vědci mimo jiné ukázali, že některé z nemocí se dají předat hostiteli už jen tím, že se do něj přenese mikrobiota z nemocného jedince. „Asi nejznámější případ se týká obezity. Když se vezmou bakterie z obézních myšek a dají se bezmikrobním, začnou rovněž tloustnout." Což jasně naznačuje příčinnou souvislost mezi obezitou a mikrobiotou.

URČUJÍ STŘEVNÍ BAKTERIE, NAKOLIK VYROSTEME?

Nevyhnutelně se pak objevila otázka: Pokud může být mikrobiota důležitá při obezitě, může být významná i při druhém extrému – podvýživě? Při hledání odpovědi se Martin Schwarzer rozhodl, že se zaměří na význam střevních bakterií pro správný růst jedince od narození ▷

K bezmikrobním myším v pevně uzavřených boxech nesmí proniknout vzduch zvenčí. Mikrobiologové s nimi proto pracují jen v hermeticky připojených gumových rukavicích.

po dospělost. Vedla ho k tomu především snaha vysvětlit, jak se chronická podvýživa mláďat (či dětí) podepisuje na jejich velikosti a zda se dá proti jejím celoživotním nepříznivým následkům účinně bojovat.

Ukazuje nám obrázky a grafy dokumentující, jak se jemu a týmu francouzských kolegů podařilo pomocí unikátních bezmikrobních myších modelů poprvé prokázat, jak zásadní význam při kontrole růstu mají právě střevní bakterie. „Vidíme, že pokud podáváme vybraný kmen bakterie, konkrétně jeden kmen druhu *Lactobacillus plantarum*, docílíme zlepšení růstu, i když myšky trpí chronickou podvýživou."

Stručné konstatování, ale cesta k němu nebyla jednoduchá – začala vlastně u mušky octomilky. Byla prvním organismem, u něhož mikrobiologové takovéto působení bakterie *Lactobacillus plantarum* prokázali. Jak? Nejprve snížili jejím (také bezmikrobním) larvám množství bílkovin v potravě, čímž je vystavili chronické podvýživě. Důsledkem toho se larvy vyvíjely mnohem déle: zakuklit se jim najednou netrvalo šest, ale až deset dnů. „Když jsme však vzali vytipovanou bakterii a vpravili ji do bezmikrobní octomilky, vývoj její larvy se zrychlil. Známe už i možný důvod: díky naší bakterii larva octomilky lépe produkuje proteázy," líčí Martin Schwarzer.

Proteázy jsou enzymy, které štěpí bílkoviny, takže když použitá bakterie podpořila jejich tvorbu, pomohla vlastně larvě lépe využít i to málo bílkovin, které v potravě našla. Takto mikrobiologové prokázali, nejprve u octomilky a pak v myším modelu, že konkrétní kmen bakterie *Lactobacillus plantarum* dokáže podporovat růst. Jakými přesně mechanismy se to děje, ovšem zatím do detailu nevědí. Zaměřili se proto na střevo a zjišťují, nakolik a jakým způsobem daná bakterie ovlivňuje vstřebávání živin, stavbu střeva či další faktory.

Už se podařilo dokázat, že ústřední roli hraje růstový hormon vznikající v podvěsku mozkovém, který vysílá příslušným orgánům pokyn k tvorbě faktoru IGF-1 (tzv. inzulinu podobný růstový faktor-1). Asi už ani nepřekvapí, že jeho produkci a aktivitu částečně řídí střevní bakterie. „Prokázali jsme, že funguje výborně v gnotobiotickém modelu, tedy když je ve střevě sama. Otázkou pak samozřejmě bylo, jak by to vypadalo ve skutečných podmínkách, při kompletní střevní mikrobiotě."

V laboratoři gnotobiologie jako jediní v České republice a jedni z mála v Evropě dokážou vědci dlouhodobě odchovávat bezmikrobní zvířata – myši či prasata, ale bývali to i potkani a králíci.

V přirozených podmínkách není žádný organismus, ani člověk, osídlen jen jedním kmenem bakterií, ale má jich v těle obrovské množství. „Proto teď podáváme naši bakterii myškám s úplnou střevní mikrobiotou a sledujeme, jestli jim pomáhá." Předběžné výsledky naznačují, že ano.

„Nyní potřebujeme dopodrobna charakterizovat, co se děje s regulací růstu a jak se do celého procesu zapojuje inzulinu podobný růstový faktor-1," vysvětluje dál Martin Schwarzer. Sledovali hladiny faktoru u konvenčních i bezmikrobních myší a zjistili, že po narození mezi nimi není rozdíl – nicméně od čtrnáctého dne je růstového faktoru významně víc u konvenčních myší než u bezmikrobních. Pomiňme složité signalizační dráhy a další reakce sledovaného růstového hormonu, které vědci popsali, a řekněme si jen výsledek. Nakonec, po osmi týdnech, byla bezmikrobní zvířata menší, měla nižší váhu, kratší a slabší kosti.

Práce tím však neskončila: bylo potřeba ještě potvrdit, že IGF-1 je pro správný růst skutečně nezbytný. Proto badatelé jeho působení u konvenčních myší zablokovali – a hle, rychlost jejich růstu klesla! Když naopak růstový faktor přidali těm bezmikrobním, jejich růst se zrychlil. Přesvědčivý důkaz.

Připomeňme, že produkci a působení klíčového růstového faktoru částečně řídí střevní bakterie, není proto divu, že by jich vědci rádi využili k boji proti následkům chronické podvýživy, které se projevují především zpomalením růstu. V této souvislosti se snaží mimo jiné definovat, jestli *Lactobacillus plantarum* funguje tak, že působí na bakteriální společenstvo ve střevech, nebo zda hlavní úlohu hraje nějaká vlastní signalizace bakterie přímo hostiteli, aby mohl optimálně využít živiny z potravy.

Tým amerických mikrobiologů z laboratoře Jeffa Gordona demonstroval, že

Střevní bakterie zásadním způsobem ovlivňují celkové fungování organismu. Změny v bakteriálním složení souvisejí s rozvojem nejrůznějších nemocí, včetně obezity, diabetu, alergií, případně psychických chorob, zejména deprese.

u dětí trpících podvýživou nedocházelo k normálnímu dozrávání střevní mikrobioty – u tříletého dítěte vypadala jako u devítiměsíčního kojence. O zásadní roli střevních mikroorganismů se podle Martina Schwarzera přesvědčili i odborníci, kteří pomáhali podvyživeným dětem v Africe. Měsíc jim podávali speciální energeticky bohatou stravu a dostali je z nejhoršího. Ovšem když intenzivní terapie skončila, tak i v případě, že potravinová nouze pominula a děti dostávaly normální stravu, se často vrátily na trajektorii zpomaleného růstu. Přišlo se na to, že vinu nese právě špatně nastavená střevní mikrobiota. Takže pro dlouhodobé příznivé výsledky terapie nestačí jen nutričně bohatá strava, ale je třeba pracovat i se střevními bakteriemi.

Jeden poznatek za druhým potvrzuje, že mikroskopické organismy, které žijí v našich střevech, mají tak dalekosáhlý vliv na tolik procesů v celém našem těle, že jsme si to ještě úplně nedávno nedovedli ani představit – a asi ještě dlouho potrvá, než jim úplně porozumíme. Na tom, aby se tak stalo, usilovně pracují mikrobiologové v Novém Hrádku.

Mgr. MARTIN SCHWARZER, Ph.D.

Mikrobiologický ústav AV ČR

—

Vystudoval molekulární biologii a genetiku na Masarykově univerzitě v Brně, titul Ph.D. obhájil při práci v laboratoři gnotobiologie Mikrobiologického ústavu AV ČR. Do roku 2017 strávil tři roky jako postdoktorand v Institutu funkční genomiky ve francouzském Lyonu. Nyní se věnuje především zkoumání vlivu bakterií na vývoj a růst hostitelských organismů. Cílem výzkumu je využít poznatky ke zmírnění škodlivých účinků chronické podvýživy na růst dětí. Je nositelem grantu Neuron Impuls 2017, v roce 2018 získal grant organizace EMBO na založení vlastní výzkumné skupiny.

ŽIVÁ paměť katedrály

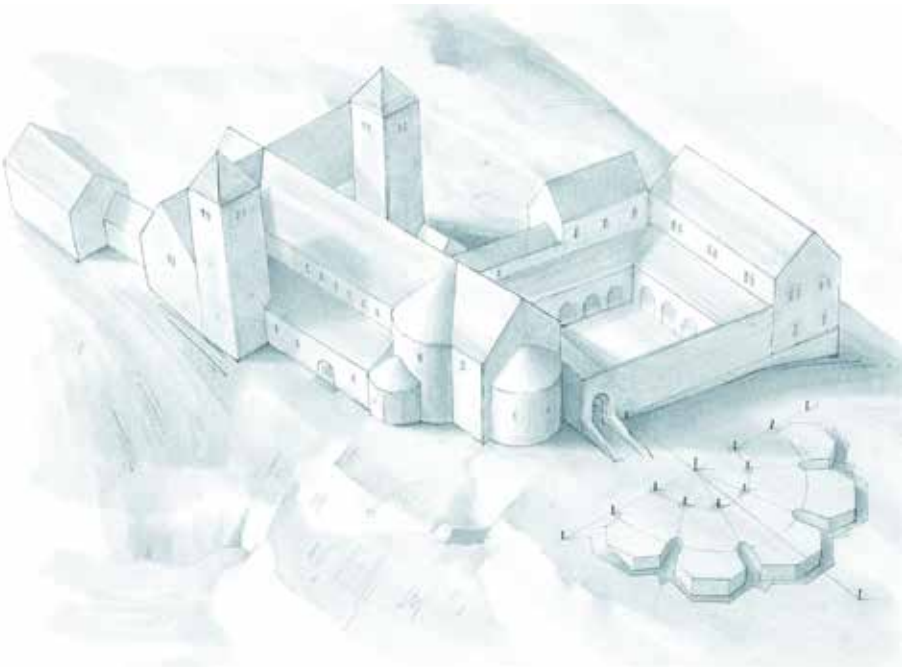
Obsahuje bezmála tisícovku stran, váží asi pět kilogramů a pracovaly na ní dvě desítky odborníků po dobu sedmi let. **Dvoudílná kniha *Katedrála viditelná a neviditelná* přináší nejnovější poznatky o chrámu sv. Víta – o architektuře a umělecké výzdobě, o jeho nejranějších dějinách, o osobnostech, které v místě působily, i o hudbě a liturgii, které stovky let rozeznívají chrámové zdi.** Působivou knihu editovala Jana Maříková-Kubková z pražského Archeologického ústavu AV ČR.

Text: Leona Matušková | **Foto:** Muzeum hl. m. Prahy, Martin Velíšek (2), Jan Gloc / Správa Pražského hradu (2), Jana Plavec (6), Martin Frouz (2)

Pětasedmdesát metrů nad hladinou Vltavy se tyčí pevný skalní ostroh tvořený odolnými křemenci a pískovci s vrstvami břidlic. Hradčanský hřbet se zformoval ve třetihorách a čtvrtohorách zvětráváním hornin mezi Vltavou a jejími dvěma levostrannými přítoky – říčkou Brusnice a dnes již zaniklým Malostranským potokem. Odpradávna tento kopec přitahoval svou energií první lidské osadníky a lákal je k zakládání kultovních center, velmi pravděpodobně dávno před příchodem křesťanství, zcela jistě ale od christianizace českého území.

První historicky doložitelná výstavba na hradčanském ostrohu se velmi těsně pojí s počátkem české státnosti v 9. a 10. století, a stává se tak skutečným „místem paměti“ naší krajiny. V díle *Les lieux de mémoire* (*Místa paměti*) tento termín před čtyřiceti lety použil francouzský historik Pierre Nora, podobnou teorii „kulturní paměti“ rozvíjí i německá literární vědkyně Aleida Assmannová. Oba teoretické přístupy inspirovaly Janu Maříkovou-Kubkovou při editování výpravné dvousvazkové knihy *Katedrála viditelná a neviditelná*. V hlavní roli je místo – v tomto případě katedrála – a podstatou jeho popisu je propojování bádání v rozličných oblastech.

Na rozdíl od starších publikací na stejné téma se autoři neomezují na stavební historii a uměleckou výzdobu, ale přidávají kapitoly o hudbě a liturgických obřadech, které se v průběhu staletí v chrámu odehrávaly, o důležitých společenských událostech, ale i o příbězích stavebníků, kameníků, kanovníků či varhaníků.



Výstavba gotické katedrály ve 14. století probíhala za plného provozu sousední románské baziliky. Na obrázku vpravo vyměření a výkop základů pro chórové pilíře a kaple (1344).

Osa vyprávění zůstává chronologická a začíná se od základů, a to doslova. „Velmi si cením kapitoly Ivy Herichové o geologických poměrech katedrály. Díváme se v ní na ten kopec, ještě než na něj vstoupil člověk. Je velmi důležité vědět, co předcházelo výstavbě, protože geologické základy ovlivňují její současnou podobu a stabilitu konstrukce,“ říká Jana Maříková-Kubková.

Současná představa odborníků o interiéru chóru v druhé polovině 14. století.

PŘEDCHŮDKYNĚ KATEDRÁLY

Na přelomu 9. a 10. století vypadal prostor dnešního Pražského hradu zcela jinak než dnes. Kopec, na kterém stojí katedrála a Hrad, vidíme jako jednolitou plošinu, kdysi dávno byl ale členitější. Dominantu tvořily dva vršky oddělené roklinkou. Nejstarší pohřebiště bychom našli na západní vyvýšenině (dnes zhruba místo třetího hradního nádvoří). Právě tam archeologové odkryli hrob bojovníka, podle všeho významného člověka, protože u sebe měl meč, nůž, sekyrku, pazourek a vědro. Východní část zastavěli naši předci až o něco později, protože tamní terén komplikovaly výchozy skalního podloží.

První křesťanskou stavbu, kostel Panny Marie, bychom ale nenašli ani na jedné z vyvýšenin, nýbrž v západním svahu sklánějícím se k Jelenímu příkopu. Podle tradice jej nechal vystavět kníže Bořivoj na konci 9. století. O něco později a o kousek dál pak přibyly bazilika sv. Jiří a rotunda sv. Víta. Poloha těchto církevních staveb tvoří budoucí jádro přemyslovského hradu. U rotundy se nacházel pramen, ▷

tzv. svatováclavská studánka. Zformovala se tak poměrně uzavřená sídelní jednotka s kostely a zdrojem pitné vody.

Fragmenty předchůdců katedrály se do dnešních dnů zachovaly jen částečně. Například z rotundy sv. Víta bychom našli kousek zdiva a podlahy z mramoru. Jak asi vypadala v dobách největší slávy, nevíme. Něco málo napovídá snad jen dobová Gumpoldova legenda: „Chutě do díla, zaskví se práce nedočkavá, kostel zvenčí krásně až do konce vyveden, uvnitř pak podivným leskem kovů okrášlen a ozdoben."

> „V knize vidíte dnešní stav katedrály, ale i to, jak vypadala dříve a jak vypadat mohla, pokud by se prosadily barokní návrhy. Proto název *Katedrála viditelná a neviditelná*.
>
> Jana Maříková-Kubková

KATEDRÁLA VIDITELNÁ I SLYŠITELNÁ

Při studiu katedrály se běžně dbá zejména na popis stavebně-historický, případně politicko-historický. V jejich stínu zůstává oblast duchovní, která je přitom pro kostel naprosto stěžejní. Po tisíc let zní v chrámu hudba, zpěv a modlitby, konají se obřady a ceremonie. Publikace *Katedrála viditelná a neviditelná* tento dluh splácí a katedrála se díky ní stává i slyšitelnou. „Zajímalo nás, jak mohly vypadat obřady v době, kdy stála rotunda sv. Víta, tedy ještě předtím, než byla vystavěna gotická katedrála. Prameny k tomu nám ale chyběly," říká autor muzikologických kapitol David Eben z Filosofické fakulty UK.

Průběh liturgie byl pravděpodobně po celé Evropě srovnatelný, v Praze to tak zřejmě znělo velmi podobně jako v Řezně, pod které jsme tehdy duchovně spadali. Přesto se dá očekávat, že každé místo mělo něco osobitého, spjatého s místními svátky a světci. „Jednou před Vánoci, když jsem na knize pracoval, jsem dostal e-mail od vídeňského kolegy. Psal, že pro mě má malý vánoční dárek, a v příloze mi poslal kopii fragmentu nejstarší části oficia sv. Vojtěcha, který právě nalezl," vzpomíná David Eben. Jde o jedinečný zápis zpěvů k oslavě převezení světcových ostatků z Polska v 11. století.

KAMENY, LOMY A KAMENÍCI

Když se píše o katedrále, věnuje se pochopitelně vždy velká pozornost stavitelskému umu Matyáše z Arrasu a Petra Parléře. Cílem Jany Maříkové-Kubkové bylo podívat se na „místo paměti" chrámu sv. Víta i z jiné optiky. Přesto kapitoly o výstavbě gotické katedrály od roku 1344 a o její podobě až do velkého požáru v roce 1541 nechybějí. Zajímavostí jsou stati o kamenických pracích včetně vyobrazení středověkých nástrojů – paliček, dlát, dvojšpiců a dalších, jejichž jména nám dnes již nic neřeknou. Kámen dovezený z lomů se opracovával přímo ve ▷

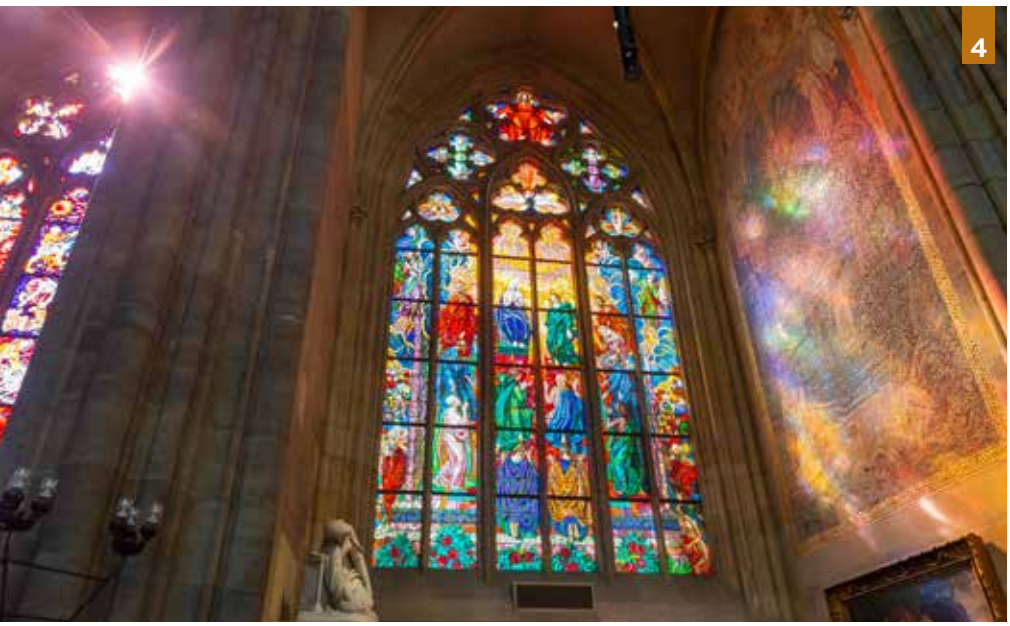
1

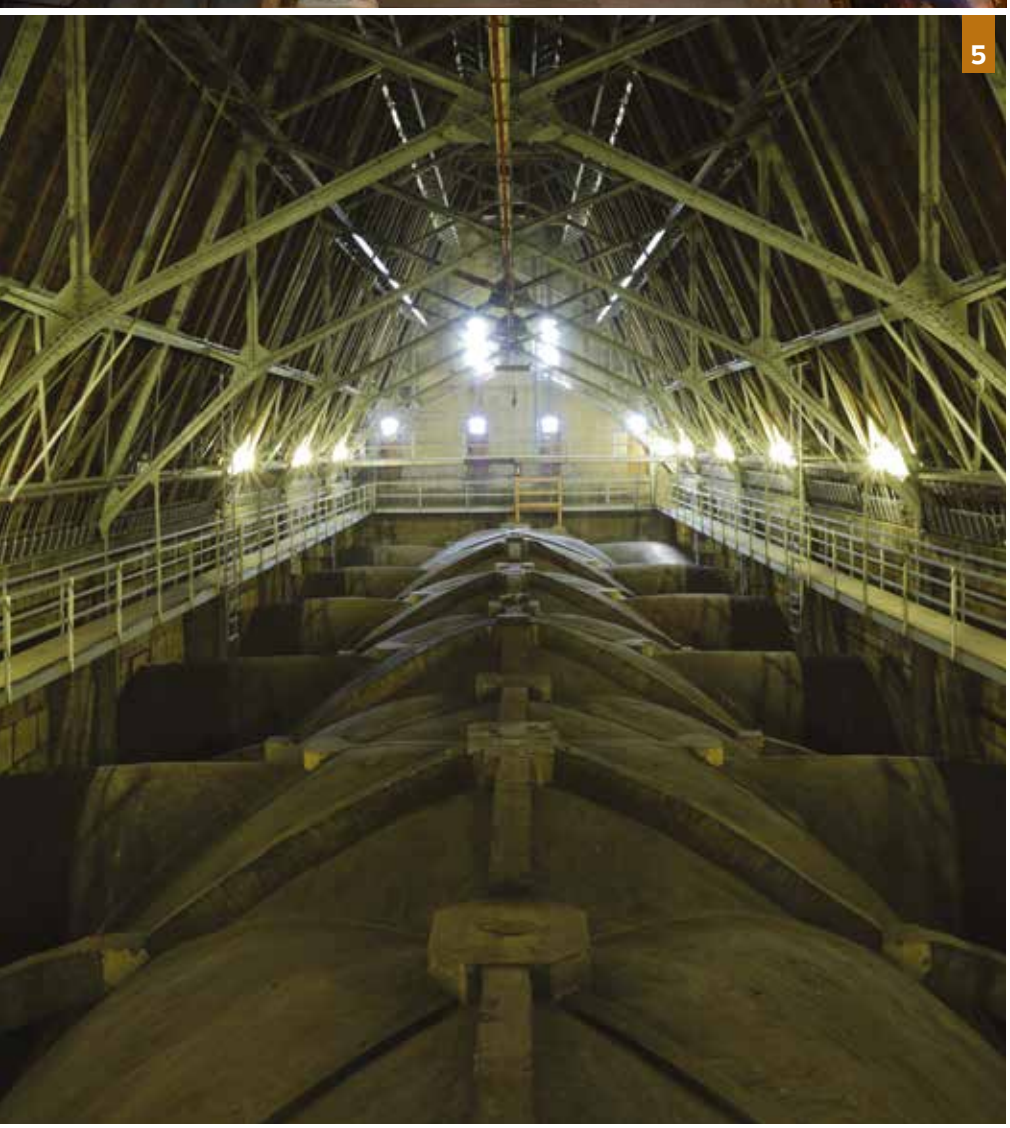
2

3

POŽÁR KATEDRÁLY SV. VÍTA

Symbolickou událostí, která představuje předěl mezi dvěma díly knihy *Katedrála viditelná a neviditelná*, je požár chrámu v roce 1541. Vypukl v červnu na Malé Straně a v krátké době zachvátil Hrad i Hradčany. Výčet škod a obětí podává kronika Václava Hájka z Libočan. Podle něj začala jako první hořet jižní věž, pokrytá tehdy šindelovou střechou. Oheň zničil všechny dřevěné podlahy a stolice ve věži a roztavil zvony. Od věže přešly plameny na střechu západní části a pronikly dovnitř, hořící kusy dřeva propadly na varhany, oltáře, obrazy a textilie. Pohromou bylo zničení vyřezávaných lavic, jejichž autorem byl pravděpodobně sám Petr Parléř. Ve své době musela tato událost obyvatele českých zemí velmi zasáhnout, podobně jako nedávno Francouze požár katedrály Notre Dame. Podle současných odborníků by se už něco podobného v katedrále sv. Víta nemělo opakovat. Chrání ji důmyslný samohasicí systém a podrobné bezpečnostní plány.





Klenby křížení lodí se konečné stavební úpravy dočkaly až počátkem 20. století (1).

Současný stav interiéru hlavní a příčné lodi je výsledkem novodobých neogotických úprav (2).

Fragment stavby z přelomu 12. a 13. století se nachází v podzemí katedrály v prostoru mezi kryptou sv. Kosmy a Damiána a jižním křídlem ambitu (3).

Vitráž seslání Ducha svatého v kapli sv. Ludmily vytvořil v letech 1934–1935 Max Švabinský (4).

Ocelový krov nad hlavní lodí z válcovaných profilů s nýtovanými spoji pochází z roku 1898 (5).

Královská hrobka v úpravě z let 1928–1935, uprostřed je sarkofág císaře Karla IV., vlevo jeho manželek a vpravo Václava IV. (6).

Středověcí kameníci podepisovali dokončené kusy vlastními značkami. Značka kameníka z Arrasovy i Parléřovy huti v kapli sv. Václava (7).

Publikace nezačíná až u idejí Karla IV. a stavitelství Matyáše z Arrasu, jak se někdy u obdobně zaměřených textů stává, ale už v dobách předcházejících osídlení ostrohu nad Vltavou.

svatovítské stavební huti. Hlavní činnost tamních kameníků spočívala ve zhotovování stavebních dílů. Buď šlo o kvádry (někdy značných rozměrů) na hrubou stavbu, nebo profilované kusy pro pilíře či římsy, případně menší části určené na drobnou umělecky opracovanou výzdobu. „Když kameník dokončil kus, označil jej značkou, která byla důležitá především pro výpočet jeho odměny," píše v knize historik architektury Petr Chotěbor a na fotografiích a kresbách ukazuje příklad desítek takových značek, které se dochovaly.

Pozoruhodné podrobnosti k výstavbě katedrály do knihy přidal Marek Suchý z Fakulty humanitních studií UK, který detailně prostudoval dobové účetnictví. Vyplynulo z něj například, že koncem února 1372 se na několik týdnů zcela pozastavila stavební činnost – k možným finančním problémům se tehdy přidaly nepříjemnosti s vytěžením nejbližšího lomu (asi 15 km od stavby). „Koncem dubna odtud sice ještě povozník Tomáš z Letňan dovezl 16 fůr kamene, ale do lomů se téhož týdne vypravil i účetní Ondřej Kotlík, zřejmě aby prověřil zprávy, že lom je vyčerpán," píše Marek Suchý.

Nechybí ani mapa lomů a povoznických vesnic v okolí Prahy. Čtenář se tak dozví, že nejdále se od staveniště nacházel lom v Kamenných Žehrovicích, o něco málo blíže pak lomy v Brandýse nad Labem a Kostelci nad Labem.

ZBOŽNOST I POLITIKA

Katedrála byla od počátku především duchovním centrem českého státu a také cílem mnoha poutníků. Kniha v textu i obrazovém doprovodu dokládá, jak se to odrazilo na vnitřní výzdobě, zejména v období zdobného baroka, které se časově kryje s rekatolizací po Bílé hoře. Příkladem barokních objektů v interiéru je skříňový oltář, určený k uložení relikvií dovezených z Karlštejna v roce 1645, nebo stříbrné mauzoleum sv. Jana Nepomuckého.

Přestože už v té době vznikaly návrhy na vnější přestavbu chrámu, větší rekonstrukce se dočkal až o mnoho později. Proč k ní nedošlo dříve? A jak mohla katedrála sv. Víta vypadat, kdyby se uskutečnily plány barokních stavitelů? Podrobné informace přináší druhý svazek knihy.

Možná ještě zajímavější než stati o stavebních úpravách jsou příběhy lidí, kteří v místě působili, kněží, varhaníků nebo svatovítských kapelníků, ale i stavebníků a mecenášů, kteří se v 19. století snažili o obnovu chrámu. Novátorské jsou pak části odhalující „místo paměti" katedrály v minulém století. „Zpočátku jsem si vůbec nemyslela, že zrovna toto období zabere v knize tolik prostoru. Ačkoli se celý profesní život zabývám středověkem, předsta-

Mgr. JANA MAŘÍKOVÁ-KUBKOVÁ, Ph.D.
Archeologický ústav AV ČR, Praha

—

Hlavní editorka knihy *Katedrála viditelná a neviditelná* se specializuje na pozdně antickou a raně středověkou sakrální architekturu, středověké stavební technologie a dějiny archeologie. Podílela se na přípravě archeologické části expozice Příběh Pražského hradu a mnoha dalších výstav. Stojí za projektem Virtuální průvodce památkami Pražského hradu (www.prazsky-hrad.cz). Letos v únoru obdržela Čestnou medaili Vojtěcha Náprstka za zásluhy o popularizaci vědy.

vují pro mě právě tyto kapitoly obrovský zážitek," říká Jana Maříková-Kubková.

Nově vzniklá republika v roce 1918 nebyla zpočátku příliš nakloněná katolické církvi, zatížené dosavadním propojením „trůnu a oltáře". Záhy se navíc ustavuje Československá církev husitská, k níž se přihlásilo více než půl milionu věřících. Katolická církev se tak snaží obhájit své postavení v rámci nového státního útvaru. Určitým mezníkem byly oslavy svatováclavského milénia v roce 1929 – událost v sobě nesla hlubokou symboliku jak pro politickou reprezentaci, tak pro církevní kruhy.

Jaroslav Šebek z Historického ústavu AV ČR, odborník na vztah mezi církví a státem, ve své kapitole zmiňuje i další klíčové okamžiky, například jak prezident Emil Hácha předával klíče od Korunní komory říšskému protektorovi Reinhardu Heydrichovi. Dobový agenturní snímek pak ilustruje další kuriózní událost – Klement Gottwald s chotí sedí v kostelní lavici a účastní se bohoslužby, která oslavuje zvolení prvního komunistického prezidenta. Byla to zároveň první i poslední mše v katedrále, které se jakýkoli prezident minulého režimu oficiálně účastnil.

Grafické zpracování Roberta V. Nováka objemnou knihu odlehčuje a zpřehledňuje. Rozšířené popisky a rámečky přidávají zajímavosti o osobnostech či architektonické výzdobě, které by jinak v hlavním textu mohly zaniknout.

LIDSKÉ OSUDY

„Ráda bych upozornila také na kapitolu Tomáše Slavického, kterému se podařilo vyzpovídat dosud žijící pamětníky, a přinést tak svědectví o různých osobnostech, které v katedrále působily, jsou to často velmi silné osudy," dodává Jana Maříková-Kubková. Pamětníci vzpomínají třeba na kapelníka Jaromíra Hrušku, který v katedrále vedl pěvecký sbor na přelomu šedesátých a sedmdesátých let. Hudbě se věnoval už od mládí, povoláním byl ale vojenský právník. Svatovítský kůr prý pod jeho „přísným", takřka vojenským velením dosáhl skvělé úrovně. Kapelník se své funkce nevzdal ani po politických prověrkách po roce 1969. Jako zaměstnanec ministerstva obrany ale nějakou dobu vedl zkoušky inkognito a prokázal přitom nemalou vynalézavost, například procházel přes hlídané Hradčany v paruce.

Hluboké lidské příběhy, energie modliteb a síla hudby společně vytvářejí unikátní charakter tisícileté paměti chrámu sv. Víta. Každé období z desítky staletí v ní zanechalo nesmazatelnou stopu. Nabízí se otázka, jak paměť tisícileté dámy ovlivní nekonečné proudy zahraničních turistů, které ji dnes a denně navštěvují. Je katedrála pořád ještě duchovním centrem českého státu, nebo se stává vyprázdněným prostorem bez duše? Nově vydaná kniha nám nabízí příležitost zamyslet se nejen nad bohatou minulostí katedrály, ale i nad jejím smyslem a budoucností. Je jen historickou stavbou na kopci nad Vltavou, nebo je pro nás něčím víc? ▯

VZNIK KNIHY PODPOŘILI MECENÁŠI

Je výjimečná obsahovým, obrazovým i grafickým zpracováním. Přestože se na jejím vzniku podílelo 17 autorů, celkové vyznění textu je jednotné. Dvoudílná, obsáhlá, pečlivě graficky upravená publikace vznikla především díky štědré finanční podpoře mecenášů umění Petra a Radky Turkových. „Když jsem viděl hotovou knihu, vyrazilo mi to dech, je to zajímavé i pro člověka, který nemusí mít rád zrovna historii. Určitě popřemýšlíme o dotisku a uvidíme, jestli se nám podaří realizovat anglickou verzi," říká Petr Turek.

Text: Viktor Černoch | **Foto:** Shutterstock, Jana Plavec (2)

Jen to trochu ŠTÍPNE...

Polymery jako cesta k bezpečným a účinným vakcínám

Spalničky. Tetanus. Žloutenka. Na jedné straně zákonná povinnost nechat děti očkovat, na straně druhé kontroverze, nesouhlas. **Očkování je v poslední době hodně živé téma. Zatímco veřejnost, pacienti, lékaři, politici či novináři o tématu diskutují, vědci pracují.** Mimo jiné na vývoji nového druhu účinných, a přesto velmi bezpečných vakcín. Takzvané polymerní vakcíny vyvíjejí vědci v Ústavu makromolekulární chemie AV ČR spolu s kolegy z amerického Národního ústavu zdraví. Projekt vypadá velmi slibně.

Kůží jakoby nic projíždí injekce a ordinací se ozývá pronikavý dětský křik. Spousta malých částeček se rozbíhá po organismu a buňky jeho imunitního systému se je učí rozpoznat. Má jim to pomoci připravit se na případné setkání se skutečnou infekcí. Princip očkování zná lidstvo nejspíše tisíce let, první doložené pokusy se ale odehrály až v 17. století a vědečtější experimenty pocházejí z 19. a 20. století. Například první vakcína proti spalničkám vznikla teprve v roce 1963.

Ne vždy očkování vyvolá imunitní odpověď a ne pokaždé chrání jedince po celý život. Důkazem jsou právě zvyšující se počty lidí nakažených spalničkami nejen v Česku. Není divu, že se vědci ptají, jak účinnost vakcín zvýšit, prodloužit dobu jejich působení a přitom snížit rizika.

VAKCÍNA Z MAKROMOLEKUL

Ústav makromolekulární chemie AV ČR má v moderní budově ve Vestci u Prahy několik laboratoří, které jsou součástí vědeckého centra BIOCEV. Právě zde se v současné době syntetizuje unikátní komplexní vakcína. Je účinnější, vydrží déle stimulovat imunitní systém a méně zatěžuje organismus. Ještě ale není čas na jásot, k uvedení do praxe má pořád daleko. V dnešním světě hrají roli i jiné skutečnosti než jen vyšší efektivita a snížení rizik. Ale vraťme se na začátek.

V sedmdesátých letech 20. století v Ústavu makromolekulární chemie AV ČR připravili nový polymer (organická sloučenina složená z mnohokrát se opakujících totožných stavebních jednotek) se složitým názvem, nám postačí zkratka PHPMA. Byl rozpustný ve vodě a velmi dobře tolerovaný lidským organismem. Dnes se PHPMA hojně využívá ve výzkumu jako nosič protinádorových chemoterapeutik nebo k přípravě zdravotnických materiálů, jako jsou hydrogely.

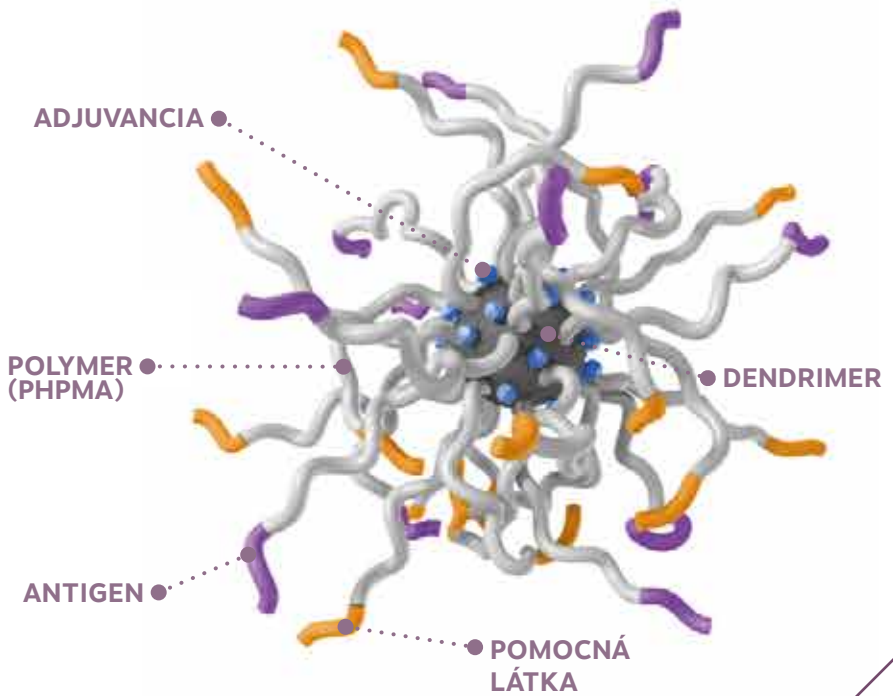
Mezinárodní tým vědců z Akademie věd ČR, britské Oxfordské univerzity a amerického Národního ústavu zdraví (National Institutes of Health – NIH) dospěl k myšlence, že by se polymery na bázi PHPMA daly využít také k výrobě očkovacích látek. „Polymery mají spoustu jedinečných vlastností, kterých lze s výhodou využít v biomedicinálních aplikacích. Například umožňují na svůj dlouhý řetězec navázat několik molekul antigenů najednou, čímž zajistí jejich účinnější interakci s buňkami imunitního systému," říká Richard Laga z Ústavu makromolekulární chemie AV ČR, jenž se na vývoji polymerních vakcín podílí.

JAK TO FUNGUJE?

Proč nás očkování dokáže chránit třeba před viry? Virus je v podstatě nukleová kyselina (DNA nebo RNA) uzavřená v proteinovém obalu. Uvnitř nese genetickou informaci, která je mimo jiné zodpovědná za jeho pozdější replikaci v napadené buňce, potažmo celém organismu. Virus ale organismu nijak neškodí, dokud není uvnitř buňky. Jak se tam dostane? Využívá k tomu určitá zakončení – výstupky, které má na svém obalu. Většinou jde o proteiny či lipoproteiny – molekuly, jimiž se mikrob váže na lidskou buňku, podobně jako když klíč zapadá do zámku. Jsou to právě ▹

ARCHITEKTURA POLYMERNÍ VAKCÍNY

Střed obrovské molekuly (makromolekuly neboli polymeru) tvoří takzvaný dendrimer. Jde o organickou trojrozměrnou molekulu s pravidelně větvenou strukturou kulovitého tvaru, připomínající korunu stromu. Pro přípravu polymerních vakcín v Ústavu makromolekulární chemie AV ČR nejčastěji používají PAMAM dendrimery, na jejichž zakončení připojují další molekuly. Část z nich v laboratoři použijí pro navázání „českého polymeru“ PHPMA, čímž vytvoří molekulu hvězdicovitého tvaru. Zbylá zakončení dendrimeru obsadí syntetickými pomocnými látkami (adjuvancii) na bázi imidazochinolinu. Na konce PHPMA řetězců pak chemici napojí samotný proteinový nebo peptidový antigen (a také další pomocné imunostimulační látky).



tyto výstupky či „klíče“, které se očkováním učí náš imunitní systém rozpoznat, aby na ně mohl v budoucnu zareagovat a ubránit se infekci.

Tradiční vakcíny obsahují oslabené či usmrcené viry nebo bakterie. Tyto mikrobiální vakcíny jsou poměrně účinné, ale zároveň představují jisté bezpečnostní riziko. Fakticky vzato celé bakterie či viry ve vakcíně nepotřebujeme, ke stimulaci imunitních buněk by nám měly stačit jen jejich malé fragmenty – ovšem ty správné – „klíče“. Modernějším přístupem je tak použití takzvaných subjednotkových vakcín, které obsahují pouze izolované části patogenů – právě ona molekulární zakončení povrchu viru či bakterie, která v buňkách vyvolávají imunitní reakce.

Vakcíny, které jako antigeny používají pouze tyto fragmenty mikrobů, jsou sice bezpečnější, ale – naneštěstí – jsou zároveň méně účinné. Aby se totiž imunitní buňky naučily efektivně rozpoznat konkrétní antigen, je potřeba, aby k „zámkům“ na jejich površích „dopadlo více klíčů najednou“. To je velmi dobře zajištěno v případě mikrobiálních vakcín, kde každá jedna bakterie nebo částice viru nese na své stěně či obalu vždy mnoho kopií týchž „klíčů“. U subjednotkových vakcín ale relativně malé molekuly antigenů doputují k cílovým buňkám jen v omezeném množství a jako izolované entity nemusí v organismu vyvolat dostatečně silnou imunitní odpověď.

Další důležitou složkou vakcín jsou pomocné imunostimulační látky, takzvaná adjuvancia. Jde o sloučeniny, které pomáhají zvýšit imunitní odezvu. Zjednodušeně řečeno, pokud bychom si antigeny představili jako gramofonovou desku… moment, máme 21. století. Tak si tedy antigeny představme jako mp3 přehrávač (třeba v chytrém telefonu), zatímco adjuvancia poslouží jako bluetooth zesilovač, díky kterému je hudba pořádně slyšet. Adjuvancia jsou většinou jednoduché anorganické či organické molekuly, ovšem často poměrně hydrofobní (špatně rozpustné ve vodě), a navíc relativně toxické. Někdy bývá také potíž s jejich rychlým vyloučením z těla. I tyto problémy řeší polymerní vakcína. Ale popořádku.

VAKCÍNA PROTI RAKOVINĚ

Richard Laga a jeho kolegové si uvědomili, že princip polymerní vakcíny by se dal využít nejen pro profylaxní léčbu infekčních onemocnění, ale také pro léčbu nádorů. Jeden z přístupů, používaný v imunoterapii nádorových onemocnění, je vakcinaci totiž nápadně podobný. Stejně jako se u očkování učí imunitní buňky zabíjet viry či bakterie, onkologové pomocí specifické látky v podstatě učí pacientovy imunitní buňky rozpoznat a zaútočit na vlastní nádor. A právě zde vstupují do hry polymerní vakcíny se všemi svými přednostmi. V současné době se testují na myších modelech.

NOVÉ, LEPŠÍ OČKOVÁNÍ

Vakcína, na které pracuje tým Richarda Lagy společně s kolegy z NIH, dokáže skloubit výhody obou existujících typů – účinnost mikrobiálních a bezpečnost subjednotkových očkovacích látek. Na jednu obří syntetickou makromolekulu (polymer) chemici navážou několik kopií izolovaných částí mikrobiálních antigenů (tedy oněch „klíčů“). Uměle vytvořená makromolekula dokáže svou strukturou velmi věrohodně napodobit skutečný virus či bakterii (je velká, obsahuje více antigenů, které se

Ing. RICHARD LAGA, Ph.D.

Ústav makromolekulární chemie AV ČR

—

Zabývá se výzkumem polymerních terapeutik pro léčbu infekčních a onkologických onemocnění. Specializuje se na vývoj a syntézu pokročilých makromolekulárních systémů umožňujících dopravu a řízené uvolnění antigenů nebo kancerostatických látek v organismu. Působí v oddělení bioaktivních polymerů Ústavu makromolekulární chemie AV ČR, laboratoř má v moderní budově centra BIOCEV ve Vestci u Prahy.

vážou na jednu imunitní buňku naráz), což jí zajistí silnou interakci s buňkami imunitního systému. Další výhodou je, že vědci mohou kromě antigenů navázat na stejnou makromolekulu také malé molekuly adjuvancia, takže se vytvoří velký účinný komplex, přesněji konjugát, který pomocným látkám zajistí vyšší rozpustnost v tělních tekutinách a nižší toxicitu.

Tím, že pomocná látka neplave samostatně v roztoku vakcíny (a pak v tělním oběhu), jak je tomu u tradičních vakcín, ale je chemicky navázaná přímo na molekulu polymeru, se cíleně dostane dovnitř imunitní buňky – na místo, kde je potřeba, aby zvýšila účinnost očkování. „Jelikož jsou pomocné látky součástí konjugátu, odpadá problém s jejich rychlým odbouráváním z organismu. Rozměrná polymerní vakcína vydrží totiž déle cirkulovat v krevním oběhu," upřesňuje Richard Laga. Takové očkování je tedy nejen účinnější, ale i šetrnější a dokáže déle působit na imunitní systém.

PŘIDÁME UŽ JEN PENÍZE

Chytrou myšlenku a provedení bychom tedy už měli. Kdy se ale dostanou první polymerní vakcíny do ordinací? „K tomu vede ještě dlouhá cesta. Zatím se testují na myších například vakcíny proti respiračním onemocněním. Nejdále jsme pokročili s vývojem vakcíny proti HIV, kterou kolegové z NIH právě testují na makacích," dodává Richard Laga. Nicméně jestli polymerní vakcíny vůbec kdy proniknou na trh, není vůbec jisté. „V současném světě hrají roli i jiné faktory než jen vyšší účinnost a bezpečnost," poznamenává Richard Laga. Které? Peníze.

Aby se vakcína dostala do běžné praxe, musí jí předcházet dlouhé několikafázové klinické testování na lidech. To je časově, a především finančně náročná cesta, kterou prakticky nelze provést bez průmyslového subjektu, tedy farmaceutické firmy. A ta si musí být velmi jistá, že se jí investované peníze vrátí. Polymerní vakcína je totiž náročnější na výrobu. Je to logické, místo pouhé směsi antigenů a pomocných látek v roztoku je potřeba nejprve vše poskládat do vhodné makromolekuly. Technologii mají v Ústavu makromolekulární chemie AV ČR dobře zvládnutou (a také patentovanou), se zahraničními kolegy už prokázali, že na zvířecích modelech polymerní vakcína funguje. Bude ale zajímat nějakou soukromou firmu? To se teprve uvidí.

Zbývá tedy už jen držet palce, aby vše postupovalo dál dobrým směrem a podařilo se polymerní vakcíny dostat až do fáze klinických testů a jednou i k pacientům. Aby očkování bylo ještě účinnější a co možná nejvíce chránilo proti nemocem. Jinými slovy, aby dětský pláč kvůli štípnutí injekcí s vakcínou nebyl nikdy zbytečný. ▯

Text: Markéta Wernerová | **Foto:** Jana Plavec (2), Pavla Růžičková / Archeologický ústav AV ČR, Brno / Věda fotogenická (4), Filip Fojtík / Moravské zemské muzeum

ŘÍMANÉ na jižní Moravě

O své práci vypráví se zanícením a entuziasmem. Zkoumá, jaké stopy po sobě zanechali Římané na našem území, konkrétně na jižní Moravě. **Balázs Komoróczy z brněnského Archeologického ústavu AV ČR naplňuje klasickou roli archeologa se štětečkem v ruce, ale zároveň se nebojí používat moderní metody a technologie.** Nezatracuje ani amatérské hledače pokladů, takzvané detektoráře.

Mgr. BALÁZS KOMORÓCZY, Ph.D.

Archeologický ústav AV ČR, Brno

—

Je vedoucím základny v Dolních Dunajovicích a zároveň vedoucím Střediska pro výzkum doby římské a doby stěhování národů. Specializuje se na archeologii doby římské a na sídlištní archeologii obecně. Vystudoval klasickou archeologii a historii na Univerzitě Karlově, od roku 1994 působí v Archeologickém ústavu AV ČR v Brně. Z výzkumné základny v Dolních Dunajovicích se svým týmem realizuje systematické i záchranné výzkumy zejména v okolí římské pevnosti na Hradisku u Mušova.

Věnujete se především době římské, kdy se naše území na čas ocitlo u hranic římského impéria. Hodně sil soustředíte na Hradisko Mušov, významné archeologické naleziště nedaleko nádrže Nové Mlýny, kde se našlo mnoho římských artefaktů. Čím je tato lokalita významná?

V roce 1919 vyšla práce významného starověkého historika Josefa Dobiáše. Radoval se, že československá archeologie získala připojením Slovenska přístup k římským památkám. Dříve se v české kotlině římské památky nepředpokládaly a nebyly k dispozici. Vzápětí musel Josef Dobiáš reagovat na různé vlastivědné práce učitelů a archivářů z Mušova, kteří tvrdili, že tam Římané také byli. Dobiáš odsoudil fantazii založenou nikoli na vědeckém přístupu, a konstatoval, že ač by se nám to velmi líbilo, Římané na Moravě bohužel nikdy nebyli. O čtyři roky později jistý sedlák umožnil provést místnímu učiteli výkop na svém poli na mušovském kopci, kde byly nalezeny cihly s výrobními razidly desáté římské legie.

Jak na tak významný nález odborníci reagovali?

Josef Dobiáš obratem publikoval několik článků, ve kterých odvolal předchozí tvrzení a konstatoval, že konečně nastala doba, kdy i česká archeologie může na svém území zkoumat přítomnost Římanů. Státní archeologický ústav poté nominoval Antona Gnirse, aby provedl archeologický výzkum na Mušově. Neměl k dispozici dostatek finančních prostředků, ale podařilo se mu přesvědčit prezidenta Masaryka, aby přispěl podstatnou částkou na první dvě sezony archeologických výzkumů. Odhady říkají, že v přepočtu by to dnes bylo něco okolo dvou milionů korun.

> Moderní historická témata, chtěl-li je člověk studovat poctivě a upřímně, za komunistického režimu lákavá nebyla. Má volba ohlížet se hlouběji do minulosti byla ovlivněna i tím.

Co Anton Gnirs zjistil?

Gnirs byl první, kdo terén otevřel a našel půdorysy, které odpovídaly pozůstatkům římské architektury a přesvědčivě doložily, že zde Římané opravdu stavěli. Vykopávky navštívil i prezident Masaryk. K realitě archeologické vědy za první republiky ale patřila skutečnost, že Gnirs po dvou sezonách nedostal k dispozici další prostředky a výzkumy nepokračovaly. Archeologie je však specifická tím, že nemá konce. Je možné „prokopat“ nějakou lokalitu kompletně, ale je vysoce pravděpodobné, že čím detailněji budete bádat, tím více nových výzkumných otázek vyvstane. Lokalita na Mušově je plošně rozsáhlá a dodnes je prozkoumána jen v jednotkách procent. Neznamená to ale, že by nešly formulovat nějaké teze a závěry. Gnirs závěry vyslovil a následujících asi čtyřicet let se odehrávalo ve znamení debaty, k čemu se dopracoval. Objevovaly se různé názory. Měl pravdu? Vyložil to správně? Tento kvas umožnil Jaroslavu Tejralovi přesvědčit tehdejší vedení Archeologického ústavu, aby se v osmdesátých letech výzkumy obnovily.

Dnes už víme, že se na Mušově nacházela římská vojenská pevnost, která pocházela z doby vlády císaře Marka Aurelia, tedy z druhé poloviny 2. století. Jaká nová zjištění obnovené výzkumy přinesly?

Nejprve nastala fáze ověřování toho, co Gnirs zjistil, tedy že se římské stavby rozkládají na ploše 80 × 80 metrů a že jsou obehnány nízkou zídkou. Během několika let sondáží se zjistilo, že plocha byla několikanásobně větší, že opevnění je mnohem mohutnější, není to žádná zídka kolem budov, ale vojenská hradba. Následovala fáze, kterou bych nazval „počítáme s tím, že je tu vojenský tábor a nyní hledáme jeho přesnou vnitřní zástavbu“. Do této etapy jsem vplul v devadesátých letech a společně jsme prováděli další výzkumy.

Do jaké fáze se výzkumy přesunuly dnes?

Není to tak, že bychom každý rok prováděli velké výzkumy. Spíše musíme postupovat „salámovou metodou“, kdy otevíráme kus po kusu. Limitují nás finanční prostředky, ale i úcta a víra, že když budeme něco zkoumat na menší ploše, ale velmi pečlivě, lépe uchováme výpovědní potenciál míst, než kdybychom všechno rychle vykopali. Jsme ve fázi, kdy dokážeme lépe interpretovat to, co jsme poznali již dříve. Mezitím nám přibyla spousta movitých archeologických nálezů, předmětů po Římanech. Máme také možnost využít nedestruktivní výzkumné metody. Díky geofyzikálním mapám například vidíme, že jde o lokalitu, kde se římská stavební aktivita odehrála na 30 hektarech. Budovy sice nemáme „vyndané“ ze země, ale umíme je prostorově zakreslit.

Co konkrétního se na Mušově nalezlo?

Lokalitu interpretujeme jako velkou opevněnou bázi, která neměla charakter výhradně vojenského tábora. Zároveň ale byla i zázemím pro civilní, řemeslný, obchodnický a další doprovod vojska – především v dobách markomanských válek v letech 172–180 našeho letopočtu. Dvě budovy, které vykopal už Anton Gnirs, chápeme jako poměrně luxusní ubytovací komplex, obytnou budovu a menší lázně, které mohly sloužit tehdejším „papalášům“ římského vojska. V blízkosti se našly pozůstatky nenáročné dřevohlinité architektury. Byly tam drobné domky a mezi nimi ohniště a pece.

K čemu domky sloužily?

Prostor byl plný předmětů římského původu, úlomků výstroje a výzbroje, odlomených kusů pancíře, přileb. Na základě souhry nalezených předmětů a architektury tedy můžeme předpokládat, že tam pracovali řemeslníci. Zřejmě zásobovali vojsko a doplňovali potřeby pro celé jihomoravské území.

Jakou funkci v době svého vzniku Mušov zastával? Proč jej Římané vybudovali?

V kontextu České republiky jde o nejautentičtější římskou archeologickou lokalitu vůbec. Římané byli i v dalších oblastech jižní a střední Moravy – v polních táborech, ale z hlediska množství nálezů a komplexity je Mušov unikátní. Proto jej vysvětlu-

Mušovské nálezy: cihla označená zkratkou desáté římské legie (1), detail šupinového pancíře římského jezdce (2), železný prsten s vyobrazením bohyně Minervy (3), fragment římsko-provinciální keramické nádoby (4).

jeme jinak než zmiňované polní tábory. Není to součást řetězce, ale centrum, kam Římané přišli, kde zřejmě opakovaně budovali ústřední ležení a odkud koordinovali a vysílali vojenské jednotky na celé jihomoravské území. Fungovala zde například péče o raněné a topografie nasvědčuje tomu, že zde byl i přístav.

Proč jste se začal věnovat zrovna archeologii? Co vás lákalo?

Jednoznačně to definovat neumím, ale roli sehrála určitá rodinná tradice. Po otcovské linii byli v mé rodině po několik generací historici, předovýchodní archeologové. V těch kulisách jsem vyrůstal. Aniž by mi témata někdo vnucoval, byla přítomna. Člověk se během středoškolských studií přirozeně utváří, v jednom momentě se podíváte, co všechno čtete, a zjistíte, že se většinou zajímáte o historická a společenskovědní témata. Zároveň jsem školu končil pár měsíců předtím, než padl komunistický režim. A tenkrát moderní historická témata, chtěl-li je člověk dělat poctivě a upřímně, lákavá nebyla. Volba ohlížet se hlouběji do minulosti mohla být ovlivněna i tím.

Našla by se mezi archeology nějaká osobnost, která vás inspirovala?

V oboru už pracuji dlouho, vidím, že každý, kdo dělá práci poctivě, je přínosný. Společenské vědy musejí mít živé propojení se společností. Vždycky se mi proto líbili archeologové, historici starověku, jejichž práce měla širší dopad, než je vyloženě odborná vědecká práce pro úzký okruh čtenářů. Tedy tací, kteří to uměli poutavě sdělit a vědění s velkým zapálením předávat jiným.

Co vědec vyzkoumá, je třeba předat lidem. Doba, kdy se nález takříkajíc „šoupl“ do vitríny, vystavil v muzeu a čekal, až si k němu lidé najdou cestu, je pryč. Sám jste úspěšným popularizátorem… Jak se k popularizaci vědy stavíte?

Netroufl bych si tvrdit, že jsem lepším popularizátorem než jiní. Základní předpoklad je, že člověk musí mít rád to, čemu se věnuje. Pak stačí i trocha talentu, aby mluvil o své práci srozumitelně. V hledání jazyka, jak promlouvat k veřejnosti, mi hodně pomohla fáze archeologie, kdy pracujete na stavbách, na polích a musíte komunikovat s bagristou, stavbyvedoucím, projektantem… Přirozeně se vás ptají, co budeme dělat, proč, co jsme našli. Přiměje vás to vysvětlovat jazykem, jemuž lidé porozumějí. Prvotní rozhodnutí – chci o tom, co dělám, hovořit ke všem – je přítomno v každém vědci. Neznamená to, že nerespektuji vědce, který touto cestou nejde, který kariéru věnuje úzce pojatému základnímu výzkumu. I jejich význam je pro obor neoddiskutovatelný.

Rozhodnutí je tedy na každém z vědců?

Ano, ale je tu ještě jeden důležitý aspekt, který často opomíjíme. Teprve v posledních asi 15 letech jsme se etablovali jako přiměřeně kvalitní občanská společnost, totiž že začínáme vnímat na všech úrovních její provázanost. Starší generace se nad tím, proč by měly veřejnosti sdělovat, co zkoumají, tolik nezamýšlely. Nebylo v nich tak silné povědomí, že věda vykonávaná za veřejné peníze naplňuje své poslání teprve tehdy, když je proces dokončený od základního kladení otázek až po sdělení výsledků všem zájemcům a vrstvám společnosti. Dnes to vnímáme tak, že veřejnost má právo po nás informace chtít. Když pracujete jako archeolog, jste výrazně častěji vystaven otázkám lidí, co vlastně děláte, aniž byste o to stál.

Proč se to děje?

Na rozdíl od fyzika nebo chemika v laboratoři kolem archeologa ▹

Doma se cítím v České republice

Maďarské kořeny Balázse Komoróczyho prozrazuje už jeho jméno – narodil se v Budapešti. Do Maďarska jezdí rád, ale doma se cítí tady, v české vědě a kultuře: „Na jižní Moravu jsem se dostal oklikou přes Prahu. Maminka kdysi pracovala v Praze a já jsem tam začal studovat gymnázium. Když jsem dokončoval studium na Univerzitě Karlově, nabídli mi místo výzkumného asistenta u Jaroslava Tejrala, odborníka na dobu římskou, který byl tenkrát ředitelem Archeologického ústavu v Brně. Na téma římsko-provinciální a římské archeologie jsem psal bakalářskou i magisterskou práci, a míst, kde se tématu v České republice můžete věnovat, moc není. Nabídku jsem proto s radostí přijal.“

projdou za den desítky i stovky lidí, z nichž každý pátý se zeptá, co děláte. Navíc do archeologie musí prostředky vkládat i třetí strany, například investoři stavebních aktivit. Zákon jim třeba předepisuje financovat záchranu archeologických památek před zahájením stavební činnosti, a tudíž se zcela legitimně ptají, za co platí. A chtějí třeba poster nebo vitrínku s nálezy, kterou si vystaví v obci nebo na recepci společnosti. To jsou drobné krůčky, jimiž si člověk vypěstuje návyk, že je přirozené průběžně prezentovat nejen svou práci, ale i samotné technické nástroje, jakými se dělá.

O jakých nástrojích hovoříte? Žijeme v 21. století, doba pokročila a máme mnohem více možností, jak vědu popularizovat. Existují sociální sítě, virtuální realita, 3D modely…

To všechno lze v archeologii dobře využít. Na jedné straně je obrovské plus, že se paleta nástrojů tak rozšířila. Na druhé straně to však neznamená, že jiné jsme už dávno odložili. Různé nástroje se využívají paralelně. Zatím nic nenahradilo kvalitní, atraktivní, moderně pojatou muzejní prezentaci. Stejně tak nic nenahradilo a ani nenahradí kvalitní popularizační publikaci. Neznamená to ale, že o publikaci nemusíte udržovat povědomí na sociálních sítích. Zároveň by obrazový doprovod a další materiály měly být k dispozici v digitálním prostředí. Dnes už umíme vytvořit trojrozměrné modely budov, rozpohybovat je a umožnit návštěvníkům, aby vešli do budovy pomocí virtuální reality.

> Terénní archeologický výzkum je nákladná záležitost. Ne vždy obor disponuje tolika prostředky, aby se dalo věnovat jen jemu.

Změnil se v akademickém prostředí přístup k popularizaci?

V posledních asi pěti letech je cítit výrazná změna postoje vědců i Akademie. Dříve se občas někdo ptal, proč popularizaci děláme, že od toho nejsme hodnoceni. Dnes už všichni chápeme, že je součástí našeho hodnocení, a navíc máme k dispozici více nástrojů i prostředků, které můžeme využít. Vychováváme také lidi, kteří nám pomáhají sdělovat výsledky vědeckých výzkumů profesionálně.

Pokud si laik představí práci archeologa, první, co ho napadne, je známé klišé – hledání na vykopávkách se štětečkem v ruce. Vaše práce ale určitě není charakteristická jen tím, přidává se spousta kancelářské dřiny, byrokracie, studium v archivech, knihovnách… Jak máte svou práci rozdělenou?

Možná to zní jako klišé, ale není, je to realita. Práci vám strukturuje i vaše životní dráha. Dříve jsem poměrně o dost delší dobu trávil čas se štětečkem a špachtlemi. Postupně se začaly nabalovat příležitosti, jak o bádání i psát, přednášet… Samotnou práci v terénu přibývající povinnosti trochu vytlačují na periferii. Sama o sobě je také hodně závislá na proměnlivých možnostech ar-

cheologie. Terénní archeologický výzkum je výrazně nákladná záležitost, ne vždy obor disponuje prostředky, aby se dalo věnovat jen jemu.

A jak to tedy zvládáte?

Asi bych řekl, že to zvládám organizovat špatně, protože mám pocit, že neustále před sebou hrnu obrovské množství restů a plánů, které jsem nestihl a musel odložit. Na jedné straně je to dáno osobnostně, ale na druhé straně témata, jimž se v našem týmu věnujeme, jsou podnětná a generují stále nové příležitosti a výzkumné směry.

Nové příležitosti a témata musejí být pro vědce, který vlastně odkrývá záhady minulosti, velmi lákavé.

Archeologie je v tomto směru poněkud specifická. Nejde o exaktní vědu, ale společenskou. Neustále se snaží formulovat otázky v závislosti na proměnách doby. Když jsem v polovině devadesátých let začínal, rozhodně se ve společenskovědním diskurzu řešilo výrazně méně otázek souvisejících například s vodou, suchem či klimatickou změnou. Když je téma dobře „rozdebatované a rozzkoumané“, umí generovat nové směry, kterými se vydat. Takovým výzvám se neumím dobře bránit, nechám se jimi vtáhnout. Jakožto společenská věda se archeologie pohybuje ve společenském kontextu. Například prudký rozvoj stavebních aktivit v oblasti archeologických lokalit, který nastal na přelomu tisíciletí, nás přinutil k tomu, že jsme museli na Mušově provádět plošně velké záchranné archeologické výzkumy. Je tu také otázka zapojení veřejnosti do poznání minulosti, což dnes nejzřetelněji odráží detektoring.

Detektoráři, někdy označovaní jako hledači pokladů, jsou u nás hojně zastoupeni. Jaká je legislativa týkající se hledání s detektory kovů?

Cílené vyhledávání archeologických předmětů a jejich vyzvedávání ze země je možné jen v rámci k tomu oprávněných struktur, ať už jsou to archeologické ústavy AV ČR nebo instituce s licencí pro archeologickou činnost. Nálezy jsou majetkem státu, respektive kraje. Neexistuje tedy velký prostor pro to hledat poklady archeologické povahy jinak než v součinnosti s některou ze zmíněných institucí. Neznamená to, že člověk musí být archeolog, ani nemusí být v oboru zaměstnán. Existuje statut dobrovolníků, pomocníků či brigádníků. Jsou různé cesty, jak se jako zástupce veřejnosti na hledání legálně podílet. Rozhodně to ale nejde dělat bez metodického vedení, konzultací a komunikace s archeologickou institucí.

Možnosti, jak se jako detektorář legálně podílet na hledání, tedy existují...

Ano, ale musíme přiznat, že legislativa je nastavena špatně, nemá prakticky žádné nástroje, jak prosadit dodržování zákonů. Koupě detektoru je legální, bezcílné chození s detektorem – třeba hledání šroubováku – také. Z toho plyne, že kdybychom potkali někoho na archeologické lokalitě s detektorem, asi bychom mu nevěřili, že hledá ztracený šroubovák, na druhé straně, on tam šroubovák teoreticky opravdu ztratit mohl. Vtip je v tom, že jestli jste našel archeologický nález, nebo šroubovák, lze rozhodnout až v momentě, kdy ho vyndáte ze země. Když vykopete šroubovák, nedopustil jste se ničeho, pokud římskou minci, porušil jste památkový zákon.

Jak tedy k problematice detektoringu přistupovat?

V naší zemi je asi 500 archeologů a na 30 tisíc hledačů s detektory. Dobu Římanů občanský detektoring výrazně zasahuje. Je logické, že období, kdy se kov nepoužíval, jsou postižena méně. Sice jde o nálezy, které nebyly získány úplně legálně, pokud je však budeme ignorovat, přicházíme o odborná data, bez nichž se neobejdeme. Je tedy lepší přistoupit na nabídku určité formy spolupráce. Je to součást společenských kontextů společenské vědy. Tlak zapojit do výzkumů veřejnost (Civic Science) je velký a je nesmysl se mu bránit.

ZLATÝ MAMUT

Loni vznikla v Brně soutěž Zlatý mamut, která oceňuje popularizační projekty z oboru archeologie. Brněnský Archeologický ústav AV ČR je jedním ze zakladatelů a u zrodu a utváření konceptu stál i Balázs Komoróczy. Do soutěže bylo přihlášeno 35 projektů. „Moc se mi líbilo, že se některé projekty snaží popularizovat archeologii v sociálně komplikovaných oblastech. Tematicky nabité lokality, jako jsou třeba Dolní Věstonice nebo Pražský hrad, se popularizují snáze. Když ale jdete do oblastí v severních nebo severozápadních Čechách a vidíte, že i tam děti ve školách dostávají smysluplné impulzy a prostřednictvím archeologie se učí poznávat samy sebe nebo třeba něco manuálně vytvářet, tak to je zásluha pravých „dělníků popularizace“, kteří si zaslouží, aby byli připomenuti a oceněni,“ říká Balázs Komoróczy.

PŘEŽIJÍ obojživelníci klimatické změny?

Kdy jste naposledy v přírodě viděli ropuchu, čolka nebo mloka? Ještě před dvěma desítkami let nebyl problém obojživelníky zahlédnout jak v lesích a kolem řek a tůní, tak v okolí měst. **Dnes z krajiny mizí dříve naprosto běžné druhy. Škodí jim především nešetrný způsob zacházení s krajinou a klimatická změna.** Možnosti přizpůsobení se novým podmínkám u obojživelníků zkoumá Lumír Gvoždík z Ústavu biologie obratlovců AV ČR.

Cestu směrem k Třebíči lemují hnědé pahýly jehličnanů zničených kůrovcem a ostře žlutá řepková pole. Letošní jaro je nezvykle suché a teplé, v některých oblastech pořádně nezapršelo už několik měsíců. I když poslední dubnový den, kdy míříme na pracoviště Lumíra Gvoždíka ve Studenci na Třebíčsku, teploty o něco poklesly, nebe zakrývají mraky a ve vzduchu voní déšť, k optimismu příliš důvodů nemáme. Tíseň z okolní nezdravé krajiny přetrvává.

„Zdá se, že současná klimatická změna působí daleko rychleji, než si kdo myslel. Mimo jiné se projevuje vyšším výskytem extrémních událostí, jako je například sucho. Předchozí dva roky byly opravdu velmi suché a kůrovec napáchal velké škody. Odlesnění odkryje i vodní plochy dosud chráněné před přímým slunečním svitem, což bude mít další negativní dopad na celé lesní společenstvo včetně obojživelníků," uvádí Lumír Gvoždík, jeden z našich největších odborníků na studenokrevné obratlovce.

O obojživelníky a plazy se Lumír Gvoždík začal zajímat už v dětství. Vždycky toužil mít doma nějaké zvíře, ale rodiče mu nechtěli žádné dovolit. Jediné, ke kterému se nechali přemluvit, byla želva, ale s podmínkou, že si o ní zjistí maximum informací. Zašel tedy do knihovny a půjčil si knížku o plazech, pak druhou a další, až ho téma naprosto pohltilo. Následovala léta v teraristickém kroužku a poté už víceméně přímá cesta k odbornému studiu na přírodovědecké fakultě. ▹

Text: Leona Matušková | **Foto:** Jana Plavec (3), Shutterstock (3), Lumír Gvoždík (5)

„V rámci vycházek teraristického kroužku jsme podnikali také výpravy do přírody. Tehdy bylo i na okrajích měst plno míst, kde jste mohli zahlédnout užovky, ještěrky, žáby i čolky. To už je dnes bohužel dávno minulostí," vzpomíná Lumír Gvoždík na dobu téměř před čtyřiceti lety a dodává, že mnohé děti z okolních škol, které přijdou na jeho pracoviště v rámci exkurzí, vidí poprvé v životě čolky právě tam.

ČOLCI, KAM SE PODÍVÁŠ

V nevelké místnosti jsou na stolech podél stěn umístěné průhledné plastové nádrže. Dozvídáme se, že je obývají nejen zástupci častějších druhů, jako jsou čolek obecný a čolek horský, ale i vzácnější čolci podunajští a draví. Jedna řada nádob je naplněna vodou s akvarijními rostlinkami, nádrže ve druhé řadě připomínají spíše terária. Ve vodě žijí čolci v době páření, jinak se pohybují na souši. V akváriích tak vidíme samice a samce a náš průvodce nás upozorňuje na drobná tmavá vajíčka ukrytá pod lístky vodních rostlinek. V teráriích naproti si prohlížíme mladé jedince před dosažením pohlavní zralosti, tedy zhruba do tří let věku.

Lumír Gvoždík nám jednoho z nich vytáhne, abychom jej mohli vyfotografovat. Položí malé zvířátko podobné miniaturní ještěrce na polystyrenovou bílou podložku a my se snažíme zachytit jej pohledem a objektivem fotoaparátu. Musíme být obezřetní, mladý čolek je totiž neuvěřitelně rychlý, vmžiku je na druhé straně podložky. Rychlost je důležitá, protože zatímco ve stadiích embrya a larvy zůstává ve vodě (v kaluži či tůni), na konci léta se mění v hbitého malého živočicha, jehož prvním úkolem je co nejsvižněji zmizet na souši v úkrytu.

Celkově je ale čolek spíše klidný živočich, na rozdíl od jiných druhů obojživelníků není tolik náchylný ke stresu, a proto je ideálním modelovým organismem pro experimentální výzkum. Když například vědci navrátí čolka po různých měřeních a testech zpět do terária, začne za pár minut normálně přijímat potravu a chovat se, jako by se nic nestalo. Lumír Gvoždík podotýká, že výzkum, kterým se zabývá, je šetrný: „Čolky neusmrcujeme ani nezasahujeme do jejich integrity, což je důležitá podmínka výzkumu na zákonem chráněných druzích."

PŘIZPŮSOBÍ SE, NEBO VYHYNOU

Vůči klimatickým změnám mají obojživelníci v zásadě tři možnosti: přizpůsobit se, přemístit se jinam nebo vyhynout. Migrace se ale stává stále obtížnější, protože v krajině přibývá překážek ve formě silnic a dálnic, průmyslových zón nebo monokultur ošetřovaných pesticidy.

Tým Lumíra Gvoždíka zjišťuje možnosti a kapacitu přizpůsobení se obojživelníků klimatickým změnám prostřednictvím rozličných pokusů v laboratorních i polopřirozených venkovních podmínkách. Jedním z experimentálních nástrojů je rozměrná mělká vana rozdělená na několik menších, vzájemně prostupných komůrek. V každé z nich se při pokusu udržuje trochu jiná teplota a sleduje se, jaký ideál zvířata vyhledávají, za jak rychlou dobu se přemístí a kolik času ve které komůrce stráví. „Ideální teploty vody se pro čolky pohybují v rozpětí mezi 15 až 22 °C. Pokud by se nacházeli dlouhodobě v teplotních podmínkách mimo toto rozpětí, přestali by se rozmnožovat, pak přijímat potravu, a nakonec by zahynuli," osvětluje Lumír Gvoždík. Dodává, že zjištění teplotních nároků představuje u studenokrevných živočichů klíčovou informaci nejen pro pochopení jejich ekologie a rozšíření, ale také pro plánování ekologicky realistických experimentů v budoucnosti.

Česká kotlina je poměrně bohatá na diverzitu čolků. Mezi malé druhy, které se u nás vyskytují, patří čolek obecný, karpatský a hranatý, mezi střední čolek horský a k velkým se řadí čolek podunajský, dravý a velký. Nicméně početnost všech druhů se v průběhu let významně snižuje.

ENERGIE K ŽIVOTU

Jedním z klíčových znaků, které vědci u čolků zkoumají, je tzv. standardní metabolismus. Ten totiž zásadně ovlivňuje schopnost obojživelníků přežít za určitých podmínek a úspěšně se rozmnožovat. Standardním metabolismem se rozumí „minimální energetické nároky

JE ČOLEK OBECNÝ JEŠTĚ OBECNÝ, NEBO UŽ VZÁCNÝ?

Poměrně znepokojivé výsledky přinesl podrobný monitoring obojživelníků, který před pár lety provedla Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Snížení početnosti výskytu zjistila zejména u dvou druhů dosud považovaných za běžné – čolka obecného a ropuchy obecné. „Ze zkoumaných vodních ploch byl čolek obecný zaznamenán v méně než čtvrtině, ropucha obecná pak využívala jen o něco málo více než půlku lokalit," píše se v časopise *Ochrana přírody* z roku 2015. Za alarmující ovšem autoři považují zejména nízký počet jedinců ve zjišťovaných lokalitách. V případě čolka obecného bylo více než 80 procent sledovaných lokalit „zabydleno" maximálně vyššími desítkami dospělých jedinců. Ještě horší byla situace u ropuchy obecné, známé masovou jarní migrací a hromadným kladením snůšek. Většinu lokalit využívají k rozmnožování vyšší desítky jedinců, jen u jednoho procenta lokalit se uvádí odhad řádově tisícovky dospělých ropuch.

doc. Mgr. LUMÍR GVOŽDÍK, Ph.D.

Ústav biologie obratlovců AV ČR

Výzkumem studenokrevných obratlovců, zejména čolků, se zabývá už od roku 1998. Působí na detašovaném pracovišti Ústavu biologie obratlovců AV ČR ve Studenci u Třebíče a vyučuje ekologii obojživelníků a plazů na brněnské Masarykově univerzitě. Odborné práce publikoval například v časopisech *Journal of Experimental Biology*, *PeerJ*, *Oikos* nebo *Evolution*. V současné době je hlavním řešitelem projektu Studenokrevní sladkovodní živočichové a klimatická změna (2017–2019). Doktorské a magisterské studium absolvoval na Univerzitě Palackého v Olomouci.

pro život" – tedy kolik energie který živočich spotřebuje na to, aby udržel chod základních životních funkcí. K určení metabolismu se používá metoda zvaná respirometrie, při níž se sleduje spotřeba kyslíku jak u živočichů dýchajících vzdušný kyslík (dospělí čolci), tak u organismů ve stadiích, ve kterých přijímají kyslík rozpuštěný ve vodě (larvy).

„Ukazuje se, že mezi jedinci v rámci populace čolků někteří spalují přijaté živiny rychleji a naopak. Je to jako u lidí, někdo může jíst, co chce, říká se, že dobře spaluje, jiný naopak přibírá na váze. Lidé jsou v dnešní společnosti vystaveni nadbytku energie a ve výhodě jsou ti, kteří mají vysoký bazální metabolismus, tedy dobře spalují, ale pokud by se podmínky změnily, může dojít na to, co říkaly naše babičky, že až přijde válka, tak tlustí budou hubení a hubení budou studení," říká v nadsázce Lumír Gvoždík.

Podobně jako u lidí jsou i mezi čolky různě vybavení jedinci – rychlost jejich metabolismu se v rámci populace liší až trojnásobně, což by mohlo být v prostředí s nepředvídatelnými podmínkami výhodné. Klimatická změna nepředvídatelnost podmínek dále zhoršuje a metabolická rozmanitost populace může ve výsledku představovat důležitý předpoklad pro její přežití.

Jednotlivé živočišné druhy ovšem nežijí izolovaně, mnohdy si konkurují i blízcí příbuzní. Týká se to konkrétně čolků obecných a čolků horských. Vypadá to, že se spolu vzájemně příliš nesnesou. „Když jsme dali mláďata obou druhů k sobě do jedné nádrže, tak se dominantnímu druhu, což je v tomto případě čolek horský, zvýšil standardní metabolismus. Jeho zvýšení má pravděpodobně na svědomí stres," vysvětluje Lumír Gvoždík. Učebnice ekologie dosud uváděly, že jedinci různých druhů si mohou konkurovat v zásadě dvěma způsoby: přímo tím že se vzájemně fyzicky napadají, nebo nepřímo tím, že si ujídají potravu. „Mezidruhová konkurence ale zvyšuje také mandatorní energetické náklady, jak jsme zjistili z experimentů. To je důležitý poznatek zejména v kontextu klimatických změn, kdy je možné očekávat výraznější změny v mezidruhových interakcích a v druhovém složení ekologických společenstev," dodává zoolog.

MISTŘI PROMĚNY

Studenokrevní živočichové se můžou se změnami teplot vypořádat několika způsoby. Jedním z nich je termoregulační chování. Kvůli vysokým ztrátám vody vypařováním se na rozdíl od ještěrek a hadů nevyhřívá čolek na sluníčku. Tělesnou ▷

Respirometrické komůrky slouží k měření rychlosti energetického metabolismu čolků. Zvíře se vloží dovnitř skleněné nádobky, v níž pomalu proudí voda. Optická čidla měří postupně se měnící koncentraci kyslíku ve vodě a z toho se pak vypočítá rychlost metabolismu.

teplotu reguluje většinou pohybem ve vodním sloupci s teplotně rozrůzněnými vrstvami. Účinnost behaviorální termoregulace čolků přitom závisí i na tom, zda jsou, nebo nejsou v kontaktu s jinými živočichy. Například v přítomnosti predátora (larvy šídla) snižují larvy čolků svou tělesnou teplotu, v přítomnosti konkurenta (larvy jiného druhu čolka) naopak svou tělesnou teplotu zvyšují.

„Klimatická změna může ovlivnit jejich tělesnou teplotu nejenom v důsledku změny teploty prostředí, ale i nepřímo změnou druhového složení ve společenstvu. Ukazuje se, že předpověď dopadů klimatické změny na populace studenokrevných živočichů je mimořádně obtížným úkolem," doplňuje Lumír Gvoždík.

Nejvíce ohrožená (nejen) změnami teplot jsou embrya čolků, která pochopitelně nemají možnost přemístit se do úkrytu. Samice kladou vajíčka pár centimetrů pod hladinu, kde se voda během dne nejvíce ohřeje, aby tím nastartovaly jejich vývoj. V hlubší vodě je totiž teplota příliš nízká na to, aby se larvy včas vylíhly. Ovšem když nastanou nadměrně velká horka a k tomu ještě nádrž přijde o zastínění korunami stromů, jak se nyní děje při kůrovcové kalamitě, může u embryí dojít k závažným vývojovým poruchám a velké úmrtnosti.

Úspěšnost čolků vyrovnat se se změnou klimatu bude do značné míry záviset na jejich schopnosti nalézt vhodné podmínky pro zdárný vývoj embryí. Také proto se vědci v laboratoři zaměřují i na experimenty s vajíčky čolků, a to v tzv. klimatických komorách. Sesbírají vajíčka čolků zpod listů akvarijních rostlinek a umístí je do misek položených do vodních lázní, z nichž každá má trochu jiný teplotní režim. Experimentální teploty simulují přirozené prostředí s teplejšími denními a chladnějšími nočními hodnotami. U embryí se za různých teplotních podmínek sleduje například rychlost jejich vývoje, přežívání a velikost při vylíhnutí. Jakmile se z vajíček vylíhnou larvy, následuje série měření jejich pohybové aktivity a metabolismu opět v různých teplotních podmínkách.

> Dokud jsou čolci alespoň místy relativně početní, je důležité je studovat, protože nikdy nevíte, která informace se jednou bude hodit pro jejich záchranu.
>
> Lumír Gvoždík

Díváme se na drobné skleněné nádobky napojené na množství hadiček a dozvídáme se, že jde o zmenšené verze respirometrických komůrek k měření rychlosti energetického metabolismu larev čolků. Čerstvě vylíhlá larva čolka horského měří zhruba jeden centimetr, larva čolka obecného je asi o dva milimetry menší. „Vložíme ji dovnitř komůrky, v níž pomalu proudí voda. Postupně se měnící koncentraci kyslíku ve vodě měří takzvané optody neboli optická čidla a na základě těchto měření pak vypočítáme rychlost metabolismu larev," popisuje Lumír Gvoždík. Těchto komůrek má v jedné místnosti osm a měření probíhají vždy nepřetržitě po dobu několika hodin.

Mezi studenokrevnými obratlovci jsou čolci jedineční úžasnou schopností přizpůsobit svůj fenotyp (tedy jak vypadají a jak se projevují) měnícím se podmínkám prostředí. Proto bývají označováni za „mistry proměny". Úspěšnost této tzv. fenotypové plasticity (schopnosti měnit se) ovšem závisí na předvídatelnosti podmínek prostředí – a ta se v důsledku klimatické změny zhoršuje. Tudíž adaptace čolků i jiných obojživelníků bude do značné míry záviset na mnoha dalších faktorech, a zůstává tak velkou neznámou.

JAKÝ ZVUK VYLUZUJE ČOLEK?

Přizpůsobování se obojživelníků (zejména čolků) různým teplotám je sice hlavním výzkumným záměrem studeneckého vědeckého týmu, ale ne jediným. Paradoxně zatím největší publicitu si vysloužil „boční" projekt, který měl zjistit, jestli čolci vydávají zvuky pod vodou.

Určité podvodní zvuky zaznamenali u některých druhů čolků a mloků američtí vědci, v Evropě se ale zatím nikomu něco podobného nepodařilo. Lumíra Gvoždíka, i když s čolky pracuje už dvě desítky let, nikdy nenapadlo se touto otázkou zabývat. Až nedávno. I díky studentovi Jiřímu Hubáčkovi, kterého zajímá audiotechnika a významně pomohl s realizací experimentu a analýzou zvukové produkce.

„Na souši občas zaslechnu zamlaskání čolků, když přijímají potravu, nebo jemné zapísknutí, když s ním manipuluju, ale nevěřil jsem, že něco uslyšíme pod vodou," uvádí Lumír Gvoždík. „Napoprvé jsem zkoušel zachytit zvuky čolků ve speciální experimentální nádrži, ale nic se nenahrálo. Chtěl jsem to vzdát, myslel jsem si, že je to bez šance. Manželka

mě ale přesvědčila, ať to ještě zkusím. A opravdu, když čolci zůstali v chovné nádrži, tak se zvuky nahrály," vypráví.

Vědci poslouchali 30 čolků dvou druhů – obecného a horského. Podvodní zvuky, které vydávají, prý lze nejlépe popsat jako „klikání" zhruba ve frekvencích v rozsahu 7–8 kHz, případně 14–17 kHz (lidský hlas zní ve frekvencích 200–800 Hz a slyšíme v rozmezí 20 Hz až 20 kHz).

Zvuky dvou druhů čolků se od sebe příliš nelišily, stejně tak nezjistili vědci výrazné rozdíly ani mezi klikáním samců a samic. Mezi jednotlivci ale přece jen určité rozdíly slyšet byly. Je to zřejmě podobné jako u lidí, kdy každý z nás má trochu jiné zabarvení hlasu. „Pokud jsou čolci schopni tyto individuální zvukové rozdíly zaznamenat, může jim to pomoci v orientaci, získají tak informace o počtu dalších jedinců v okolí, čímž mohou snížit vzájemnou konkurenci při sdílení potravy a prostoru," dodává Lumír Gvoždík. Zvukovým projevům se bude věnovat i nadále, protože mnoho otázek v této oblasti zůstává ještě otevřených. „Čolky známe 250 let a nikoho dosud nenapadlo po něčem takovém pátrat. Někteří kolegové říkají, že už se na úrovni celého organismu nedá nic nového objevit, ale tento případ ukazuje, že tomu tak není."

> „Na souši občas zaslechnu zamlaskání čolků, když přijímají potravu, nebo jemné zapísknutí, když s nimi manipuluju, ale nevěřil jsem, že něco uslyšíme pod vodou.
>
> Lumír Gvoždík

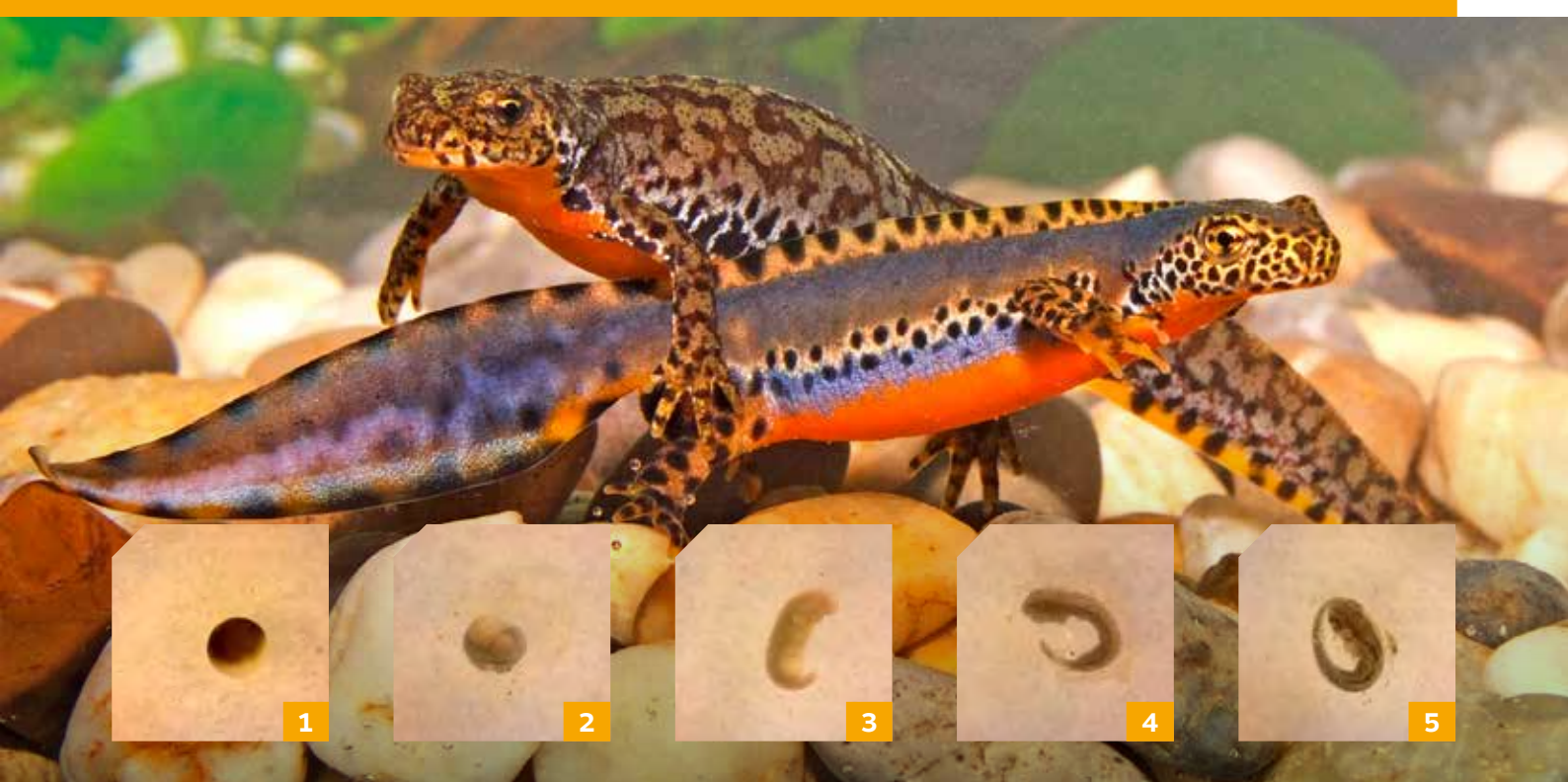
NADĚJE PRO ČOLKY

Česká kotlina je poměrně bohatá, co se týče diverzity čolků. Mezi malé druhy, které se u nás vyskytují, patří např. čolek obecný, karpatský a hranatý, střední čolek horský a k velkým se řadí čolek podunajský, dravý a velký. Nicméně početnost všech druhů se snižuje. Současné hospodaření s půdou, lesy a vodou v kombinaci s globálními klimatickými změnami bohužel moc nadějí pro budoucnost čolků (i dalších obojživelníků) nenabízejí.

„Je mi čolků líto, ubývá jich. Kdyby jejich početnost v přírodě opravdu hodně klesla, raději přejdu na jiný modelový organismus. Dokud ale jsou čolci alespoň místy relativně početní, je důležité je studovat, protože nikdy nevíte, která informace se jednou bude hodit pro jejich záchranu," uzavírá Lumír Gvoždík.

Cestou ze Studence znovu míjíme žlutá řepková pole a zbytky lesů zničených kůrovcem. Obloha je ještě zatažená, a tak věříme, že brzy přijde déšť a s ním dostatek kaluží pro zdárný vývoj budoucích generací nejen čolků, ale i dalších obojživelníků.

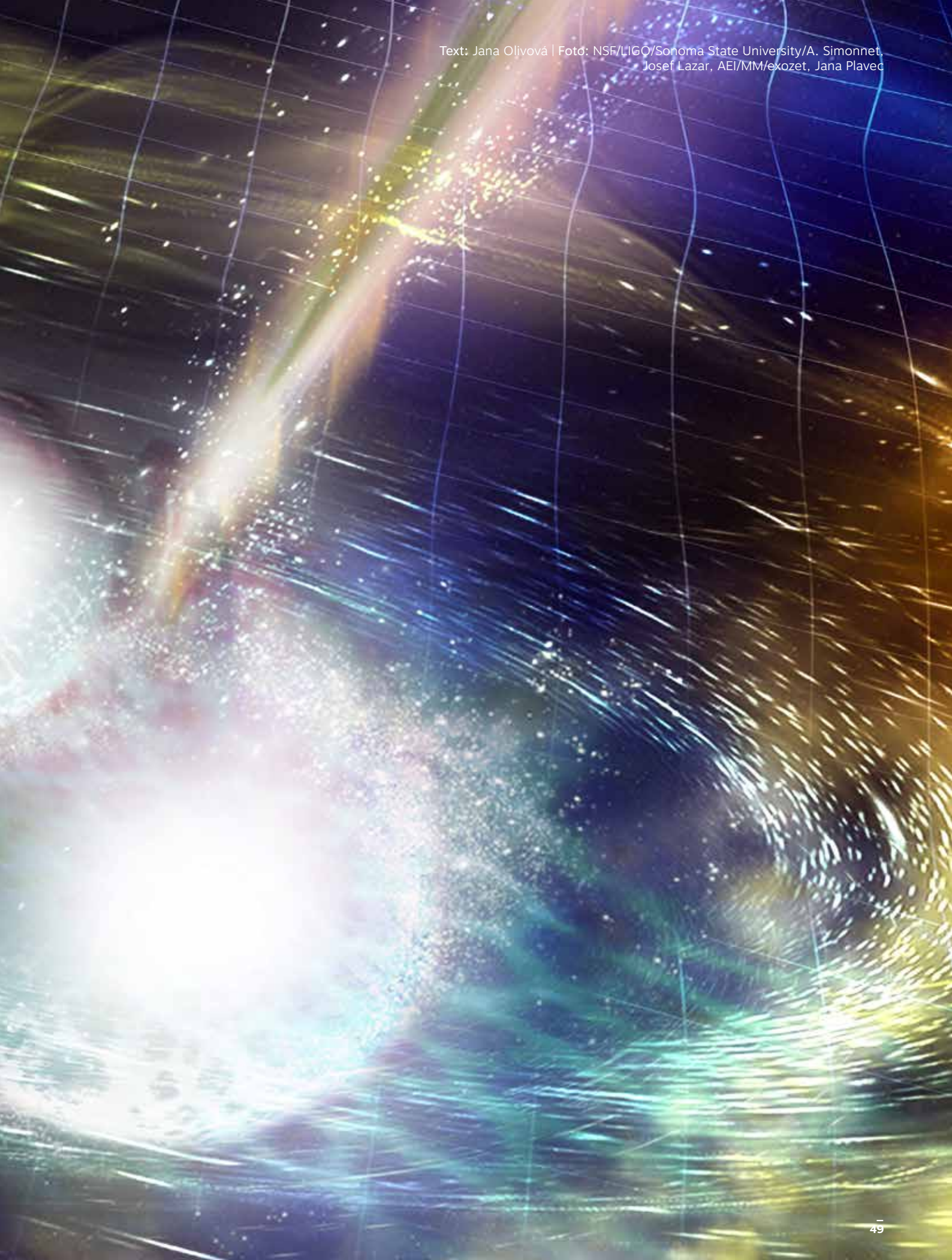
Samice čolků kladou v dubnu až červnu zhruba 300 vajíček (1) pod listy vodních rostlin. Embrya se vyvíjejí dva až čtyři týdny (obr. 2–5), až se vylíhnou v necelý centimetr dlouhé larvy. V tomto stadiu žijí další tři měsíce, pak se promění v suchozemské mládě. Pohlavní zralosti dosahují za další tři až čtyři roky. V přírodě se dožívají přibližně 15 let, v zajetí až 30 let. Na snímku samec (dole) a samice čolka horského.



České přístroje pomohou měřit GRAVITAČNÍ VLNY

Tři družice projektu LISA budou obíhat kolem Slunce rozmístěné tak, že utvoří rovnoramenný trojúhelník. Budou mít nesmírně náročný úkol: detekovat gravitační vlny. **Jejich průchod se projeví tím, že se na kratičký okamžik téměř neznatelně změní vzdálenost mezi jednotlivými sondami.** Půjde však o změnu tak nepatrnou, že její změření vyžaduje přístroje na samé hranici technických možností. K jejich vývoji přispěli i v Ústavu přístrojové techniky AV ČR.

Text: Jana Olivová | **Foto:** NSF/LIGO/Sonoma State University/A. Simonnet, Josef Lazar, AEI/MM/exozet, Jana Plavec

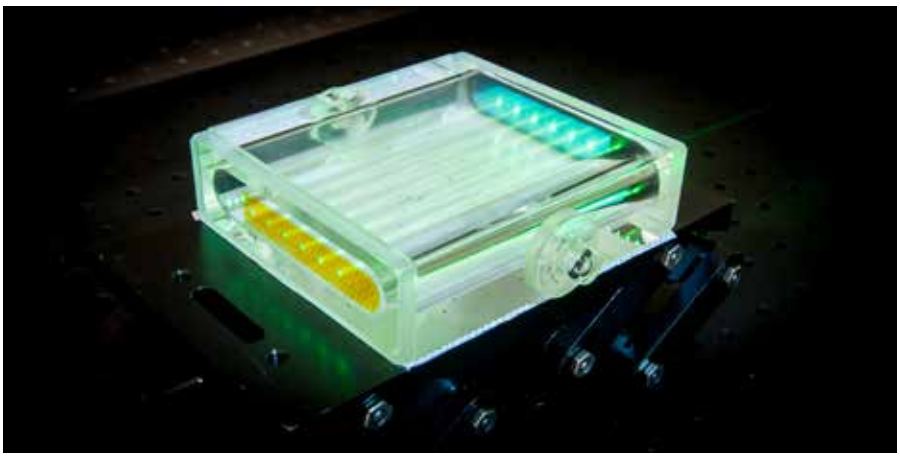


Když v září roku 2015 americký detektor LIGO zaznamenal signál, na který fyzikové i astrofyzikové čekali mnoho desítek let, zatajil se jim dech – a zcela právem. Konečně byly potvrzeny gravitační vlny, jejichž existence vyplývá z Einsteinovy všeobecné teorie relativity. Jsou projevem rozkmitání časoprostoru a změn v jeho zakřivení spojených se vzájemným pohybem těles v gravitačním poli, například při splynutí černých děr. I když jsou při svém zrodu při takto dramatických kosmických procesech gravitační vlny velmi silné, než doputují k Zemi, jsou už tak nepatrné, že jejich přímé změření vědci dlouho považovali za prakticky vyloučené. Několik desetiletí trvající neúnavné a pečlivé úsilí se však vyplatilo a nemožné se stalo skutečností. Vědcům se tím otevřely možnosti získat o vesmíru naprosto nové informace, například o zrodu a prvních okamžicích našeho vesmíru, které se nemohou dozvědět z výzkumů elektromagnetického záření.

Detektor LIGO, který gravitační vlny na Zemi zaznamenal, se skládá ze dvou na sebe kolmých ramen, každé je dlouhé čtyři kilometry. Do nich laser vysílá dva zcela shodné svazky. Každý prochází ve vakuu jedním ramenem, na jeho konci se odrazí od zrcadla a letí rameny zpět do detektoru. Tam se oba laserové paprsky opět setkají.

Přesně v tom okamžiku je porovná přístroj zvaný interferometr – nastává „okamžik pravdy“. Pokud totiž detektorem neprocházejí gravitační vlny, jsou dráhy obou laserových paprsků ideálně stejné a dorazí do interferometru ve stejné fázi. Jakmile však detektorem projde gravitační vlna, délka dráhy paprsků v obou ramenech se nepatrně změní – což se projeví tím, že se v detektoru sice opět potkají, ovšem jsou fázově posunuté. Tento fázový rozdíl mezi oběma paprsky změří právě laserový interferometr, který dokáže jevu interference – sčítání či odečítání vln s různou fází – využít k měření změn délky s obrovskou přesností.

LIGO musí být umístěný v podzemí v dlouhých tunelech, aby byl izolovaný od rušivých vlivů, jako jsou různé otřesy půdy apod., které mají na měření nežádoucí vliv. Vědci věří, že podobný systém v kosmickém prostoru by byl lépe odstíněný od všech vnějších vlivů, takže na něj budou působit právě jen gravitační vlny. Navíc LIGO jako pozemní interferometr je schopen pozorovat gravitační vlny pouze určitých omezených frekvencí. To však astrofyzikům nestačí.



Referenční absorpční kyveta, kterou připravili v Ústavu přístrojové techniky AV ČR pro experiment LISA.

NA OBZORU LISA

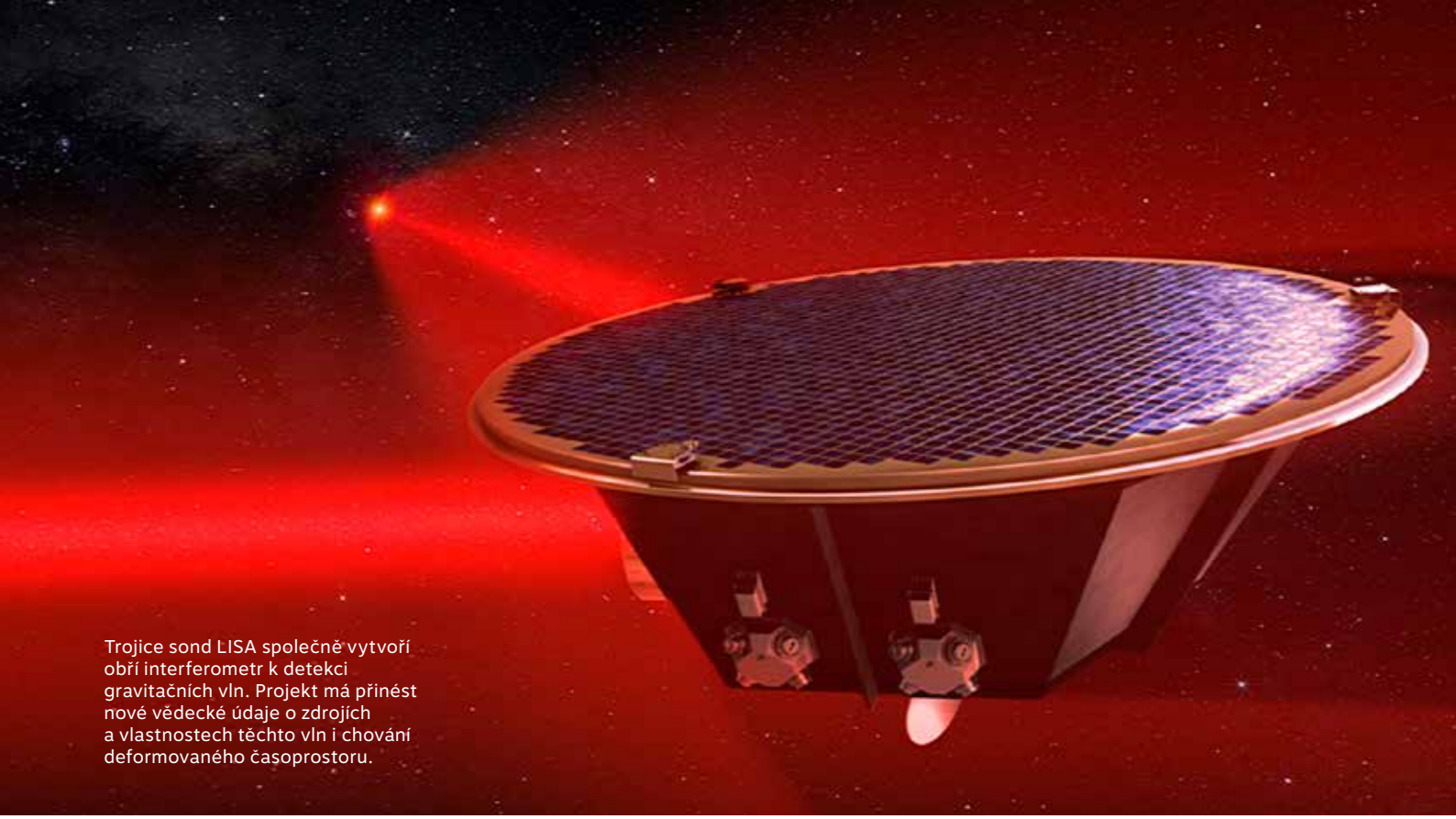
Připravují proto kosmický projekt LISA (z anglického Laser Interferometer Space Antenna), který bude citlivý na jiné frekvence gravitačních vln, a bude tedy pozorovat i jiné jevy než pozemské detektory. Jak už bylo řečeno, zahrne tři družice v trojúhelníkové formaci, které budou obíhat kolem Slunce po stejné dráze jako Země, ale 20° za ní. Dvě na sebe kolmá ramena trojúhelníku budou dlouhá 2,5 milionu kilometrů! Při průchodu gravitační vlny se na ní družice jakoby „zhoupnou“, čímž se na kratičký okamžik nepatrně změní vzdálenost mezi nimi (a v konečném důsledku dojde k charakteristickému fázovému posunu mezi vysílanými laserovými paprsky). Nepatrné změny ve vzájemné vzdálenosti družic se budou (podobně jako u LIGO) měřit pomocí velmi přesné laserové interferometrie. A zde se otevřelo pole pro české odborníky z Ústavu přístrojové techniky AV ČR, kteří se dlouhodobě zabývají tzv. optickou metrologií. „Jedná se o měření rozměrových veličin, to znamená vlastně o nástroje pro měření délky, tvarů, úhlů a podobně. A to všechno je v dnešní době doménou laserů a optických technik,“ objasňuje Josef Lazar, vedoucí oddělení koherenční optiky Ústavu přístrojové techniky AV ČR. Toto pracoviště má ve světové metrologii velmi dobré postavení díky své technologii přípravy tzv. optických referencí pro optické kmitočty.

INTERFEROMETR

Interferometr je zařízení, které vždy měří rozdíl. Jedná se o systém, který má obvykle dvě vlny – v praktické metrologii se označují jako měřicí a referenční. Měřicí je ta, jejíž dráha se mění, ale v případě chystaného projektu LISA systém používá tzv. Michelsonovo uspořádání, v němž má interferometr dvě na sebe kolmá, stejně dlouhá ramena. Předpokládá se, že gravitační vlna je polarizovaná – to znamená, že se pohybuje (přesněji řečeno deformace časoprostoru se dějí) pouze v určité rovině. A právě díky tomu, že ramena interferometru jsou vůči sobě kolmá, ovlivní gravitační vlna jedno rameno jinak než druhé a interferometr zaznamená rozdíl.

MĚŘENÍ POMOCÍ LASERU

Základem pro měření délky je přesná vlnová délka světla a měřicím nástrojem je laser. Ten generuje potřebnou velmi přesnou vlnovou délku – musí být přitom odvozená od nějakého fyzikálního jevu v příhodném médiu. Nejčastěji se vztahuje k vybraným přechodům v plynech nebo v parách kovů apod. Vytvoří se tak jakési měřítko (optická reference), které



Trojice sond LISA společně vytvoří obří interferometr k detekci gravitačních vln. Projekt má přinést nové vědecké údaje o zdrojích a vlastnostech těchto vln i chování deformovaného časoprostoru.

se pak stává základem měření délky. Právě takové optické reference čeští vědci už nyní zajišťují v podstatě pro celou světovou metrologickou komunitu. „S trochou nadsázky bych mohl říct, že všechny velmi přesné lasery pro měření délky ve světě spoléhají na naše optické reference," říká Josef Lazar. Připravovali ji i pro vesmírný program LISA financovaný Evropskou kosmickou agenturou, což je vlastně nejnáročnější možná aplikace. A to je skvělé vysvědčení.

Na přípravě komponentů pro vesmírný interferometr k detekování gravitačních vln spolupracoval tým Josefa Lazara s německými kolegy z Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Družice LISA sice mají být vypuštěny až po roce 2030, zatím se uvádí rok 2034, ale na potřebných přístrojích se už intenzivně pracuje. „Byla by to gravitační anténa, která by mohla fungovat daleko lépe než pozemská. Opět se jedná o interferometrický systém, který potřebuje pro svůj provoz velmi přesný laser – přičemž vlnová délka jeho světla bude odvozená od reference, na které jsme pracovali," dodává Josef Lazar.

Jedná se o značně složitou optickou soustavu s velkými nároky na přesnost výroby a na čistotu plnění vhodným absorpčním médiem, které musí být velmi dobře připravené. Přesně tím se podle Josefa Lazara zabývali v Ústavu přístrojové techniky AV ČR. „Trvalo nám to téměř rok a udělali jsme dva zkušební prototypy. Oba jsme potom společně s německými kolegy připravili pro testování. Asi před rokem proběhl zkušební start z kosmodromu v Kiruně ve Švédsku a naši němečtí kolegové z DLR nám poslali velice potěšující zprávu, že test byl úspěšný a zařízení vydrželo velké zrychlení při startu i další zrychlení při dopadu zkušební rakety."

Jde zatím o první krok. Zbývá ještě hodně času, než se celý projekt LISA uskuteční, a bude třeba vyřešit i spoustu větších či menších problémů, než přinese první vědecké údaje o tom, odkud gravitační vlny přicházejí, jaké mají vlastnosti nebo jak se deformace časoprostoru chovají. Ovšem až začne gravitační vesmír vydávat svá tajemství, české vědce může těšit, že k tomu přispěli svým dílem.

prof. Ing. JOSEF LAZAR, Dr.
Ústav přístrojové techniky AV ČR

V Ústavu přístrojové techniky AV ČR pracuje od roku 1989, nyní je vedoucím oddělení Koherenční optika. Zabývá se optickou a laserovou metrologií, metodologií koherentních optických měřicích technik a optickou senzorikou, vysoce stabilními lasery pro metrologii a interferometrii a optoelektronikou. Věnuje se jak základnímu, tak navazujícímu aplikovanému výzkumu. V Akademické radě AV ČR je pověřen koordinací transferu znalostí a technologií do aplikační sféry.

ROSTLINY s němými geny

Když jim chybí světlo, obrátí se k němu, jakmile začne pršet, uzavřou své květy. Pro rostliny je umění přizpůsobit se prostředí otázkou přežití. Jejich reakce na okolní podněty řídí geny, jež se v určitých situacích aktivují. **Co přesně se děje uvnitř rostlinné buňky, zajímá molekulární bioložku Ivu Mozgovou, která v Biologickém centru AV ČR rozjíždí nový výzkumný směr epigenetika rostlin.** Zařizuje laboratoř, vybírá lidi do týmu a plánuje experimenty – díky akademické prémii Lumina quaeruntur a ERC CZ grantu.

Text: Leona Matušková | **Foto:** Shutterstock (2), Josef Landergott, Jana Plavec (2)

Rostlina byla od počátku tak nápadná, že u všech budila pozornost. Nevědělo se, co je zač ani kde se vzala. Bill Mason se s ní poprvé setkal na zahradě svého otce, na jižním předměstí Londýna někdy v první polovině 20. století. Byl jí teprve rok, už ale byla takřka věrnou kopií dospělých jedinců, kteří měli zanedlouho ohrozit celou planetu. Trifidi – rostliny, které se vymkly kontrole...

Naštěstí jde pouze o fantazii spisovatele Johna Wyndhama, autora klasiky vědecko-fantastické literatury *Den trifidů* z roku 1951. Román pracuje s myšlenkou, že světy lidí a rostlin jsou si bližší, než se může zdát. A skutečně, přinejmenším na buněčné úrovni se srovnání nabízejí. V některých ohledech se živočišná a rostlinná buňka totiž až tak neliší.

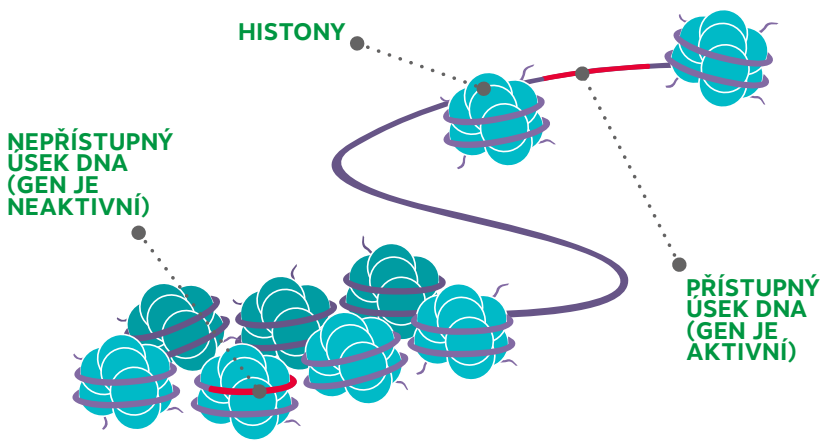
Dění skryté uvnitř buněk vždy zajímalo Ivu Mozgovou, dnes vědkyni působící v Ústavu molekulární biologie rostlin Biologického centra AV ČR v Českých Budějovicích. „Mám ráda rostliny a ve škole mě bavila nejen biologie, ale i chemie. Jejich propojení mi umožňuje dát věci do kontextu a odpovědět na otázky týkající se vyššího celku," říká. Po studiích a doktorátu na Masarykově univerzitě a CEITEC v Brně strávila šest let na postdoktorské stáži ve švédské Uppsale, kde se věnovala epigenetickému výzkumu rostlin.

Zpět do České republiky se vrátila jednak z rodinných důvodů, ale také proto, že chtěla založit vlastní výzkumný tým. Což se jí nyní daří právě díky štědrým grantům, které se jí povedlo v letošním roce získat.

„Je to pro mě obrovská pomoc. Před koncem loňského roku jsem netušila, jak budu projekt financovat. Teď začínám fakticky od nuly, vymýšlím, kam dát stůl, nakupuju pipety a vybírám lidi. Z běžných grantů lze hradit výzkum, ale nikoli pořídit vybavení laboratoře a rozjet vlastní tým, proto jsem za tento start-up velmi vděčná," dodává Iva Mozgová.

EPIGENETICKÉ MECHANISMY

Nukleová kyselina DNA je uložená uvnitř buněčného jádra, kde spolu s proteiny (tzv. histony) vytváří strukturu zvanou chromatin. Jestli bude chromatin více, nebo méně zamotaný (sbalený), ovlivňují různé chemické mechanismy – jedním z nich je tzv. komplex PRC2. Zjednodušeně si jej lze představit jako „značkovač", jenž (chemickou) značkou označí místa chromatinu, která se mají sbalit. V uvolněnější části chromatinu bude vlákno DNA přístupné a gen aktivní, zatímco v utaženější části bude DNA nepřístupná a gen neaktivní.



CO JE EPIGENETIKA

Na rozdíl od genetiky se epigenetika nezabývá mutacemi genů, ale změnami ve struktuře chromatinu (komplexu DNA a proteinů) a mechanismy, které tyto změny způsobují. „Ve výsledku je vliv na rostlinu nebo živočicha stejný, ale genetika sleduje genové mutace, kdežto epigenetika sbalení, nebo rozbalení struktury DNA, které zapříčiní umlčení, nebo aktivaci určitého genu," vysvětluje molekulární bioložka.

Prémie pro perspektivní vědce a vědkyně

Nová prémie udělovaná Akademií věd ČR má za cíl podpořit vědce a vědkyně mladší a střední generace s mezinárodními zkušenostmi. Má jim umožnit sestavit výzkumný tým na dobu až pěti let. Maximální výše dotace činí čtyři miliony korun ročně, z toho čtvrtinu by mělo zajistit pracoviště stipendisty. „Měli jsme v úmyslu založit něco, co do budoucna umožní vypěstovat lídry nových oborů, kteří v dalších letech a generacích povedou Akademii věd vědecky i manažersky," řekla při slavnostním udílení prémií v lednu 2019 předsedkyně AV ČR Eva Zažímalová. Vedle Ivy Mozgové z Biologického centra prémii získali další pracovníci Akademie věd ČR: Ondřej Klimeš z Orientálního ústavu, Marie Buňatová z Historického ústavu, Ondřej Kuda z Fyziologického ústavu, Hana Lísalová z Fyzikálního ústavu a Graham Hill z Geofyzikálního ústavu.

Mgr. IVA MOZGOVÁ, Ph.D.

Biologické centrum AV ČR

—

Specializuje se na epigenetiku rostlin. Absolvovala postdoktorskou stáž a EMBO Long-Term Fellowship na Švédské univerzitě zemědělských věd v Uppsale (Swedish University of Agricultural Sciences) ve skupině Larse Henniga. Do České republiky se vrátila v roce 2016, nejprve zamířila do Mikrobiologického ústavu AV ČR v Třeboni, od ledna letošního roku působí jako vedoucí oddělení epigenetiky rostlin Ústavu molekulární biologie rostlin Biologického centra AV ČR.

Nukleová kyselina DNA, která je nositelkou genetické informace, je sbalená uvnitř buněčného jádra a spolu s proteiny (histony) vytváří strukturu zvanou chromatin. „Představte si DNA v chromatinu jako provázek, který je zamotaný v klubíčku – část provázku, která je uvnitř, bude nepřístupná. Stejně tak gen, který je umístěný v nepřístupné části ‚klubíčka' sbaleného chromatinu bude nepřístupný a neaktivní, zatímco gen, který je v rozmotané části, se aktivuje," vysvětluje Iva Mozgová. „Anebo ještě jinak: dejme tomu, že bychom vzali kus provázku a ‚zmuchlali' ho do kapsy – když bude kapsa velká, provázek bude rozvolněný, když bude malá, bude ‚zašmodrchanec' hodně kompaktní – v tu chvíli geny budou umlčené."

Jestli bude klubíčko chromatinu více, nebo méně smotané, ovlivňují různé mechanismy. Tým Ivy Mozgové se zaměřuje na jeden z nich – na komplex známý pod zkratkou PRC2 (Polycomb Repressive Compex 2). Zjednodušeně řečeno si jej lze představit jako značkovač, jenž (chemickou) značkou označí místa chromatinu, která se mají sbalit, aby geny v tomto místě zůstaly umlčené a neaktivovaly se procesy, které nemají.

Epigenetika je velmi slibně rozvíjející se obor. Epigenetickými změnami na úrovni buněk se zabývají vědecké týmy po celém světě.

Společně s dalšími mechanismy, které „značkují" aktivní chromatin, se takto řídí zapínání a vypínání genů, jež určí, jestli se daná buňka stane buňkou kořene rostliny, jejího listu nebo květu. Stejné mechanismy se přitom dějí i v živočišné buňce. Přestože třeba buňka svalu, nervová buňka nebo buňka kůže mají na starosti úplně jiné funkce, v rámci jednoho těla obsahují naprosto stejnou sadu genů, tutéž genetickou informaci. Jenže z celé sady genů jsou vždy zapnuté, nebo vypnuté jen některé. Od počátku se tak určitá buňka vyvíjí jako buňka jaterní, jiná jako buňka svalová.

Složení komplexu PRC2 je podobné u rostlin i živočichů, a dokonce jej mají

PROČ JE VE ŠVÉDSKU VÍCE VĚDKYŇ

Zcela zjevným rozdílem mezi vědeckou praxí v Česku a ve Švédsku je podle Ivy Mozgové postavení žen. „Když to hodně zjednoduším, tak na schůzi tady v Česku sedí samí muži a já, kdežto ve Švédsku jsou ve vedoucích pozicích ženy a muži zhruba půl na půl. Je to do očí bijící rozdíl," říká. Zastánkyní kvót na zvýhodnění žen sice není, ale přimlouvá se za spravedlivější zastoupení obou pohlaví třeba ve výběrových komisích. „U nás je pořád hodně konzervativní společnost s tradičním rozdělením rolí," dodává. „Těším se na dobu, kdy se nebudeme bavit o ženách ve vědě, ale o rodičích ve vědě." Své uvažování podle ní ale musejí změnit také ženy samotné. Dlouhá rodičovská dovolená je vyřazuje z pracovního procesu, a dokud nebude i ze strany žen vyšší tlak na návrat do práce, systém se bude měnit jen pomalu.

i jednobuněčné organismy. Jak je možné, že je společný pro tak rozdílené živé organismy? To je jedna z výzkumných otázek, která Ivu Mozgovou láká. „Výsledky výzkumu by mohly napovědět, jak došlo v historii ke změně funkce komplexu PRC2, zda a jak tato změna souvisí se vznikem mnohobuněčných organismů," říká. K nalezení odpovědí na tyto otázky bude tým využívat mimo jiné zelené řasy – nejbližší příbuzné suchozemských rostlin. Nejen kvůli snadné práci s nimi, ale také proto, že se u nich mnohobuněčnost vyvinula několikrát a jejich zástupci mají celou řadu různě složitých mnohobuněčných těl.

ČLOVĚK BY NEPŘEŽIL, ROSTLINA ANO

Živočich bez PRC2 nemůže existovat, rostlina ale přežije i bez něj. Pokud chtějí vědci lépe pochopit, jak komplex funguje, umožní jim to právě rostlinné modely. Hlubší poznání mechanismu přitom může mít významný přesah do medicíny, protože některé disfunkce PRC2 souvisejí například se vznikem nádorových onemocnění.

„Máme dokonalou šanci sledovat, co se děje, když mechanismus vypneme. Na experimentálních rostlinách vidíme, že reagují přecitlivěle. Při klíčení ze semen se mají stát zelenou rostlinou, ale když nejsou vývojové geny vlastní embryu vypnuté, sklouznou zpět do embryonální fáze. Vypadají jako málo diferencované hroudy," ukazuje Iva Mozgová v jedné z laboratoří „rostlinku" s málo sbaleným chromatinem a špatně vypnutými vývojovými geny. K pokusům využívá plevelnou rostlinku huseníček rolní (*Arabidopsis thaliana*), mech čepenku odstálou (*Physcomitrella patens*) a plánuje rozšíření na zelené řasy. „Rostliny – genetické mutanty – vystavujeme určitým podmínkám a díváme se, jak na ně reagují, jak jsou schopné se s nimi vyrovnat," vysvětluje Iva Mozgová. V laboratoři tak vidíme rostliny vzrostlé i zakrslé, s pěkně zelenými listy, různě zakroucenými listy, nebo úplně bez listů.

„Zakrslý huseníček má mutaci v genu, který kóduje reakce na světlo. Rostlina sice vyroste, ale špatně vnímá intenzitu světla, je na něj přecitlivělá," ukazuje Iva Mozgová jednu ze zmutovaných rostlinek. „Model se zatočenými listy je zase částečným mutantem v komplexu PRC2, jeho funkce je utlumená, ale ne úplně pozastavená," pokračuje.

> „Dosavadní diskusi o geneticky modifikovaných plodinách považuji za zbytečně zpolitizovanou a emotivní. Jsem velkým příznivcem toho, abychom o GMO diskutovali věcně a bez emocí.
>
> Iva Mozgová

SEMÍNKA ONLINE

Semena rostlinek se objednávají z online databáze, ve které je zapsán druh genetické mutace. Druhou možností je, že změny připraví budějovičtí vědci přímo na místě anebo ve spolupráci s kolegy z jiných pracovišť.

Používají k tomu i takzvané molekulární nůžky, neboli CRISPR-Cas9. „Jde o velmi rychle se rozvíjející metodu, je poměrně přesná a nezanáší do rostliny cizí geny, střihne se do DNA, místo se slepí a ke změnám dojde jen v zacílené oblasti. Osobně v ní vidím obrovský potenciál pro budoucnost rostlinné produkce," dodává Iva Mozgová.

ČESKÁ LABORATOŘ SE ŠVÉDSKOU ZKUŠENOSTÍ

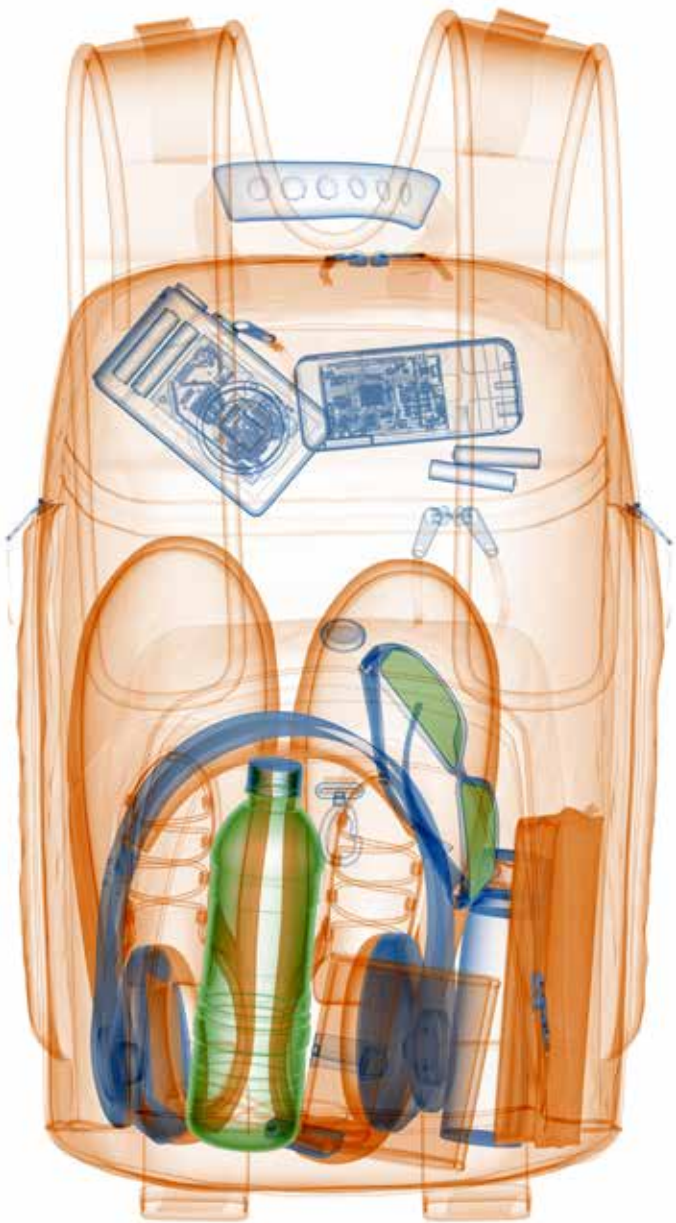
Epigenetický výzkum v českobudějovických laboratořích je teprve na začátku, naplno se rozjede, jakmile nastoupí noví vědci a vědkyně, které nyní Iva Mozgová vybírá do svého týmu. Při výběrových řízeních si uvědomuje, jak moc jí pomohly kurzy laboratorního managementu, které absolvovala v německém Heidelbergu v rámci EMBO Long-Term Fellowshipu.

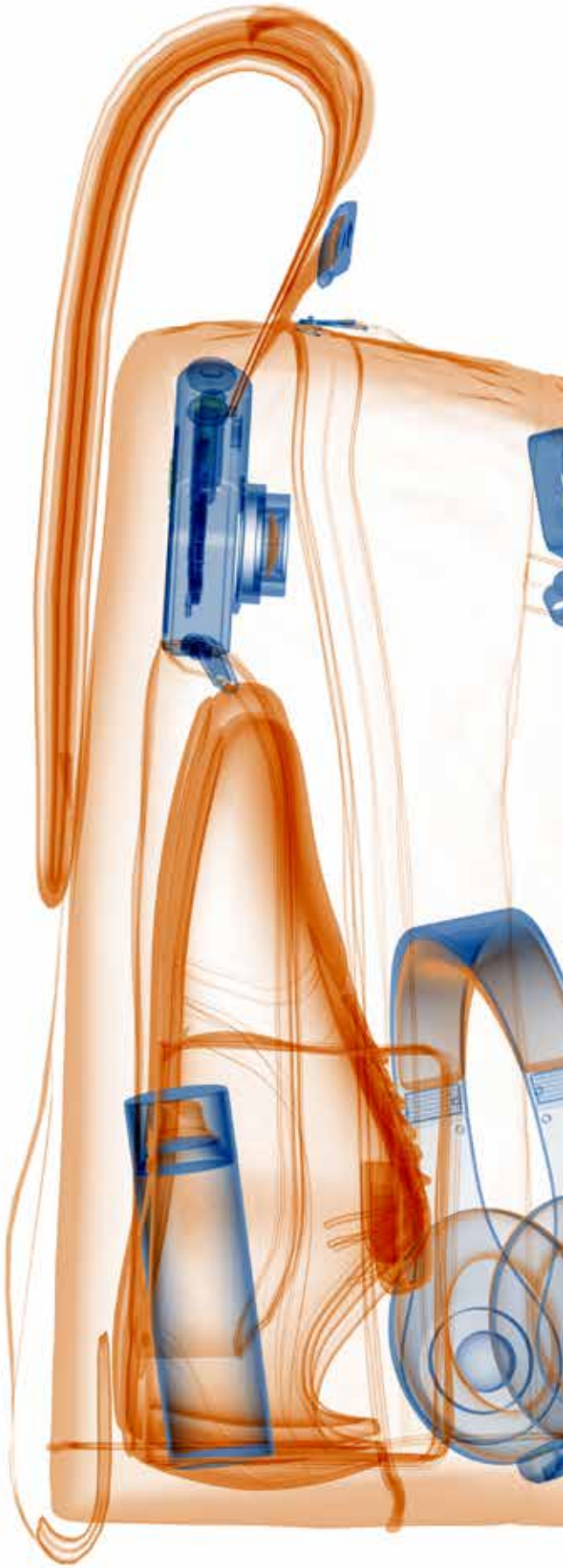
„Nevěřila jsem, že se dá management vědy a vedení lidí naučit, domnívala jsem se, že jde o vrozené schopnosti, které buď někdo má, nebo ne, ale změnila jsem názor," podotýká. V České republice se podle ní zatím vědecký management podceňuje a nevěnuje se mu dostatečná pozornost – je jen málo opravdu zkušených vědců a vědkyň, od kterých se lze v tomto směru učit.

Ze zahraničí přijela Iva Mozgová obohacená zkušenostmi, klíčové ale je, že se jí podařilo pro svůj projekt získat finanční podporu. Díky ní se před ní otevírá cesta vedení vlastní výzkumné skupiny a směrování výzkumu přesně tam, kam bude potřebovat. Bude se moct detailně podívat do nitra rostlin a odhalit jeho epigenetické zákonitosti.

Výsledky výzkumu jejího týmu mohou jednou svým dílem pomoci například při šlechtění odolnějších plodin. Zcela jistě ale mohou vést k hlubšímu porozumění dění uvnitř buněk, jak rostlinných, tak přeneseně i živočišných. K poznání toho, jak moc jsou si podobné, nebo vzdálené, světy rostlin a světy lidí. Doufejme, že jsou si rozhodně vzdálenější než v románu Johna Wyndhama a jeho světě ovládnutém oživlými trifidy. ▯

Pokusné kontrolní a mutantní rostliny druhu huseníček rolní (*Arabidopsis thaliana*) v laboratoři Ivy Mozgové.





PROTI NEMOCEM I PAŠOVÁNÍ

Díky scintilačním materiálům či zkráceně scintilátorům fungují zobrazovací metody v lékařství, jako je pozitronová emisní tomografie, výpočetní tomografie, tomografická scintigrafie, digitální radiografie, měření dávkového příkonu v radiačních terapiích a další. V průmyslu zase odhalují nedokonalosti svarů či různé vnitřní vady materiálů a výrobků. Najdeme je v elektronových mikroskopech, důležité místo zaujímají i v geofyzice nebo ve vojenství, slouží např. ke zjišťování radonu a jiných radioaktivních izotopů v životním prostředí. Obrovsky se rozmohlo použití scintilátorů k bezpečnostním účelům – nejen ke kontrole zavazadel nebo nákladů na letištích a hraničních přechodech, ale jejich pomocí se dá hlídat dokonce i pašování radioizotopů, například plutonia.

Text: Jana Olivová | **Foto:** Shutterstock, Jana Plavec

JAK VIDĚT NEVIDITELNÉ (záření)

Setkáváme se s nimi naprosto běžně, když jdeme k lékaři na rentgen nebo na „cétéčko“ či letíme za hranice a kontrolují nám kufry. **Třebaže hrají stále důležitější úlohu jak ve výzkumu, tak v praxi, jejich název nám neodborníkům asi nic moc neříká – scintilační materiály.** Jejich vývojem a aplikacemi se na špičkové světové úrovni zabývají ve Fyzikálním ústavu AV ČR. Vynalézají přitom i to, co matka příroda nikdy nevytvořila.

Čekáme na letišti na odbavení a bez přemýšlení pokládáme zavazadla ke kontrole na pohyblivý pás. Zavřený kufr projíždí krátkým tunelem a na monitoru u rámu se na chvíli zobrazí jeho obsah, který bezpečnostní technici pozorně prohlížejí. Jak je možné, že spatří dosud neviditelné?

Uvnitř tunelu se totiž nachází zdroj rentgenového záření a dole pod pásem detektor s tzv. scintilačním materiálem, který rentgenové záření převádí na viditelné světlo. Detekuje se čidly a na obrazovce ukáže obsah zavřeného kufru.

Bez scintilačního materiálu by to vůbec nebylo možné. Lidský zrak totiž dokáže zaznamenat pouze malou část spektra elektromagnetického záření – označujeme ji jako viditelné světlo. Záření ostatních vlnových délek však nevidíme. Přesto ho potřebujeme – a už také umíme – široce využívat v každodenním životě. Jenže nejprve se musí pozměnit tak, abychom ho dokázali zachytit a zpracovat. Právě tuto činnost mají za úkol scintilační materiály. Když na ně dopadnou fotony pro nás neviditelného rentgenového či gama záření (nebo i urychlené elektrony, protony či ionty), přemění je na záblesk ultrafialového záření nebo viditelného světla. To zachytí citlivé fotodetektory a převedou jej na elektrický signál. „Veškerá detekční a monitorovací zařízení pracují s elektrickým signálem. Musíme tedy mít nějaký elektrický impulz, který se posléze dál zpracovává,“ vysvětluje Martin Nikl z Fyzikálního ústavu AV ČR.

NEZASTUPITELNÉ PRO VĚDU

Bez scintilátorů se neobejdou ani vědecké výzkumy, především fyzika vysokých energií a jaderná fyzika. Vždyť například ▹

v detekčních systémech největšího urychlovače částic Evropské organizace pro jaderný výzkum (CERN) je bezmála 100 tisíc monokrystalických scintilačních elementů. A čeští fyzikové byli u jejich zrodu – podíleli se na vynálezu způsobu, jak dosáhnout jejich dostatečné odolnosti proti záření.

„V urychlovači jsou při srážkách částic obrovské úrovně záření a scintilační materiál v něm musí fungovat dlouhé roky, takže nároky na jeho radiační stálost byly veliké. My jsme v devadesátých letech v široké mezinárodní spolupráci objevili, jak to provést. Našeho vědeckého poznatku poté využily tři továrny na světě a potřebné krystaly začaly pěstovat ve velkém objemu," připomíná Martin Nikl.

RUKAVICOVÝ BOX A PĚSTOVÁNÍ KRYSTALŮ

Možnosti využití scintilátorů jsou prakticky nevyčerpatelné, což pochopitelně zvyšuje nároky na jejich stále dokonalejší vlastnosti a snazší přípravu. Fantazie vědců se tak může rozběhnout naplno...

Řada scintilačních materiálů má formu monokrystalů – technické vysvětlení je poněkud složité, řekněme tedy jen, že ve Fyzikálním ústavu začali už před čtyřmi lety produkovat monokrystaly pomocí světově unikátní technologie zvané „micro-pulling-down". Dovezli ji z Japonska a ještě zdokonalili zejména díky finančním prostředkům z Akademické prémie, kterou Martin Nikl získal v roce 2013.

Aparatura umožňuje rychle pěstovat krystaly mnoha různých složení do průměru až pěti milimetrů a délky několika centimetrů, což usnadňuje jak hledání optimálních scintilátorů pro předem určený účel, tak i pronikání do dosud neprobádaných oblastí. Nejprve se vytvoří tavenina (v případě oxidů v iridiovém kelímku, v případě halogenidů v kelímku z uhlíku) a z ní se vytahuje krystal, který potom na rozhraní kapaliny a pevné fáze solidifikuje. Jakmile se vytáhne, musí se prověřit jeho čistota a složení. Pak se zjišťuje, zda má skutečně vlastnosti, kvůli nimž se pěstoval. Docílit jich není vůbec snadné. V případě hygroskopického materiálu musí celý proces přípravy a následného zpracování hotového krystalu probíhat v hermeticky uzavřeném rukavicovém boxu se speciální atmosférou, kterou vědec nesmí narušit, takže s hmotou uvnitř musí manipulovat jen pomocí zabudovaných silných gumových rukavic, což vyžaduje značnou zručnost a opatrnost. Izolace materiálu od vzdušné atmosféry se zaručuje i při přenosu mezi boxem a pěstovací aparaturou pomocí přenositelné růstové komory.

> „Výzkum scintilátorů je velmi motivující, protože na konci vždycky chceme mít materiál, který by byl v některé praktické aplikaci lepší než všechny dosavadní na trhu.
>
> Martin Nikl

Pokud si chcete pěstování krystalů představit, zkuste si doma ponořit nitku do koncentrovaného solného roztoku a sledovat, jak se na ní při vysychání vody tvoří droboučké krystalky kuchyňské soli. V průmyslu by byl takový postup samozřejmě značně neefektivní: „Tam se krystaly pěstují hlavně z tzv. vysokoteplotní taveniny. Zárodečná chemikálie se musí roztavit na kapalinu, která mívá v případě halogenidů teploty od 500 do 1000 °C, u oxidů v případě nejpoužívanějších granátů, perovskitů nebo silikátů dokonce 1900–2200 °C."

Pěstovací prostor je uzavřený, chráněný speciální atmosférou, případně vakuem, a vše se hlídá zvenku. Martin Nikl dodnes považuje pěstování krystalů za proces na rozhraní vědy a umění. Významnou roli v něm totiž hraje nejen zkušenost, ale i cit vědce, když sleduje růst krystalu a ovlivňuje ho změnou teploty, atmosféry a dalších parametrů, aby dosáhl požadovaných parametrů a kvality.

CÍLEM JE PRAKTICKÉ VYUŽITÍ – TŘEBA PRO HASIČE

Výzkum scintilačních materiálů z velké části reaguje na požadavky aplikací, které ovšem mohou být hodně pestré, někdy přímo protichůdné: třeba pro detekci záření gama musí mít vysokou hustotu, pro detekci neutronů naopak nízkou atd. „Říkáme, že každá aplikace má jiné kritické parametry, které je potřeba naplnit. Dál samozřejmě nastupuje zkušenost, kdy už člověk ví, jakým způsobem té či oné charakteristiky docílit," objasňuje Martin Nikl. Od toho se odvíjí design a chemické složení materiálu, ale velmi často i jeho tvar: „Někdy potřebujete tyčinku, jindy nanovrstvu, poté zase prášek." Velkou výhodou je pro jejich tým dlouholetá spolupráce se zavedenou českou firmou CRYTUR, která podniká v tomto oboru.

V roce 1997 Martin Nikl představil materiálovou koncepci radiačně odolného scintilátoru na bázi wolframanu olova. Sám má nicméně největší radost z tzv. multikomponentního granátu – obecný chemický vzorec má $(Gd,Y,Lu)_3(Ga,Al)_5O_{12}$ – vynalezeného ve spolupráci s japonskými laboratořemi v roce 2011. Patří do skupiny materiálů, která se zkoumá dodnes: „Stále zde máme nezodpovězené základní otázky třeba kolem možností jejich modifikace změnou chemického složení, aby byl scintilátor rychlejší, měl lepší energetické rozlišení a podobně."

ASCIMAT

V letech 2016–2018 odborníci z Fyzikálního ústavu AV ČR participovali na evropském projektu ASCIMAT v programu H2020 (česky Zvýšení vědecké excelence a inovační kapacity v oblasti pokročilých scintilačních materiálů). Kladl důraz nejen na fyzikální výzkum, ale především na vzdělávání vědeckých pracovníků, zejména mladých, a na praktické využití výsledků. Každoročně odjelo až 10 badatelů na partnerská zahraniční pracoviště na reciproční stáže trvající až dva měsíce. Brali s sebou k charakterizaci vzorky připravené technikou micro-pulling-down. Součástí projektu byly workshopy, letní školy a velká mezinárodní konference.

doc. Ing. MARTIN NIKL, CSc.

Fyzikální ústav AV ČR

—

Patří ke světové špičce ve výzkumu a vývoji scintilačních materiálů. Tato tematika ho zaujala při pracovních pobytech v Japonsku, a proto ve Fyzikálním ústavu AV ČR vybudoval tým odborníků a vybavil novou laboratoř pro přípravu a studium potřebných krystalů pomocí technologie v České republice unikátní. Využil k těmto účelům prestižní Akademickou prémii, kterou obdržel v roce 2013.

Už se podařilo například vytvořit krystaly modifikovaného granátu, který obsahuje další dva prvky, díky nimž je asi dvakrát účinnější a násobně rychlejší než klasické granáty. Martina Nikla napadlo, že by ho mohli použít do kapesního radiometru pro hasiče nebo policisty – prototyp přístroje už je na světě díky spolupráci s inovativní českou firmou Georadix.

KOMPOZITNÍ MATERIÁLY PŘEKONÁVAJÍCÍ PŘÍRODU

Druhý směr výzkumu, který Martina Nikla těší, je objevování a příprava kompozitních scintilátorů s takovými parametry, jaké žádné látky v přírodě nemají. Se svým týmem se pokouší kombinovat dvě nebo více klasických krystalických i amorfních látek s rozdílnými vlastnostmi tak, aby výsledný materiál nabyl zcela nové, jedinečné kvality. Kompozity tak mohou být z krystalu a skla. Nanokrystaly se mohou zabudovávat do polystyrenu či plastu atd.

„Posledních pět let se například intenzivně hledají materiály s velmi rychlou scintilační odezvou, což je pro nás časová škála pod jednu nanosekundu," upozorňuje Martin Nikl. To je důležité například pro medicínu, protože účinnější scintilátory zrychlí a zefektivní proces zobrazování, tudíž pacient může při vyšetření dostat nižší dávku záření a vyšetření je kratší. Rychlá odezva krystalu (v řádu stovek pikosekund) zlepší též rozlišení speciálně v pozitronové emisní tomografii, což by dovolilo diagnostikovat rakovinu v ranějším stadiu nebo přesněji lokalizovat ložisko nádoru a lépe navést chirurga při operaci. Na superrychlé scintilátory využívající kompozitní materiály s nanosekundovou odezvou netrpělivě čekají i částicoví fyzikové, kteří by jimi chtěli naplnit detektory v moderních urychlovačích a ještě podrobněji sledovat, jak se při obrovských rychlostech a energiích srážejí miliardy částic za sekundu.

Před vědci tak stojí nelehký úkol. „Skutečně vynalézáme něco, co matka příroda nikdy nedokázala, a opět nás vede potřeba aplikací. Hledáme úplně nové cesty a materiálové koncepce," zdůrazňuje Martin Nikl. Hovoří přitom v termínech laikovi obtížně srozumitelných: scintilační nanofáze, optický nosič, superrychlá scintilační odezva, elektronová pásová struktura, defektní stavy, speciální morfologie, nanokompozitní a nanovrstvé systémy, role rozhraní materiálů… O to zřetelnější je, že jde o běh na dost dlouhou trať: „V okamžiku, kdy pochopíte nějaký jev nebo efekt, máte sice radost, ale znáte ho jen v laboratoři, v nějaké specifické situaci – jenže ho musíte dotáhnout do podoby praktického materiálu, který někde v továrně budou schopni připravit a zabudovat třeba do scintilačních detektorů."

Právě o to se vědci ve Fyzikálním ústavu AV ČR usilovně snaží. Až příště předložíte kufr k bezpečnostní kontrole na letišti, necháte se vyšetřit na tomografu nebo podstoupíte radiační léčbu, možná si uvědomíte, že o fungování těchto technik se zasloužili i čeští fyzikové.

Scintilační materiály jsou velice různorodé – mohou být organické i anorganické, jednosložkové nebo vícesložkové, krystalické, keramické, plastické i kapalné… Časté jsou ve formě uměle vypěstovaných objemových monokrystalů, ať už čistých nebo s příměsí, mohou ale mít i podobu tenoučkých monokrystalických či práškových vrstev, skla či optických keramik.

Čtení z knihy MYŠÍCH GENŮ

Genom myši domácí obsahuje přibližně 22 tisíc genů, většina z nich se přitom shoduje s lidskými. Každý kóduje určitou oblast života a vědci seskupení v mezinárodním konsorciu je teď jeden po druhém do detailu zkoumají. **Stovku genů ročně studují také vědci v Českém centru pro fenogenomiku v BIOCEV ve Vestci u Prahy.** Podrobné poznání funkcí jednotlivých úseků DNA myši pomůže v léčbě závažných chorob u lidí, včetně vzácných a nádorových onemocnění.

Dovnitř myší kliniky, jak se centru pro fenogenomiku přezdívá, se běžně nedá dostat. Přístup mají pouze vědci zapojení do výzkumu, lidé zvenčí jen zcela výjimečně. Před vstupem do čistých prostor je nutné se převléknout do sterilního oděvu, včetně ponožek a síťky na vlasy. Dovnitř není možné pronést fotoaparát, diktafon ani kameru... Tedy přísně zakázané to není, ale po upozornění, že dezinfekci peroxidovou komorou by přístroj nemusel zvládnout, si to každý novinář dvakrát rozmyslí.

Vstupujeme tedy pouze s notýskem a tužkou, s otevřenýma očima a nastraženýma ušima. V bílých sterilních oblečcích si připadáme jako na operačním sále a jsme rádi, že proceduru převlékání a procházení očistnou vzduchovou sprchou nemusíme absolvovat několikrát denně, na rozdíl od zde působících vědců a vědkyň.

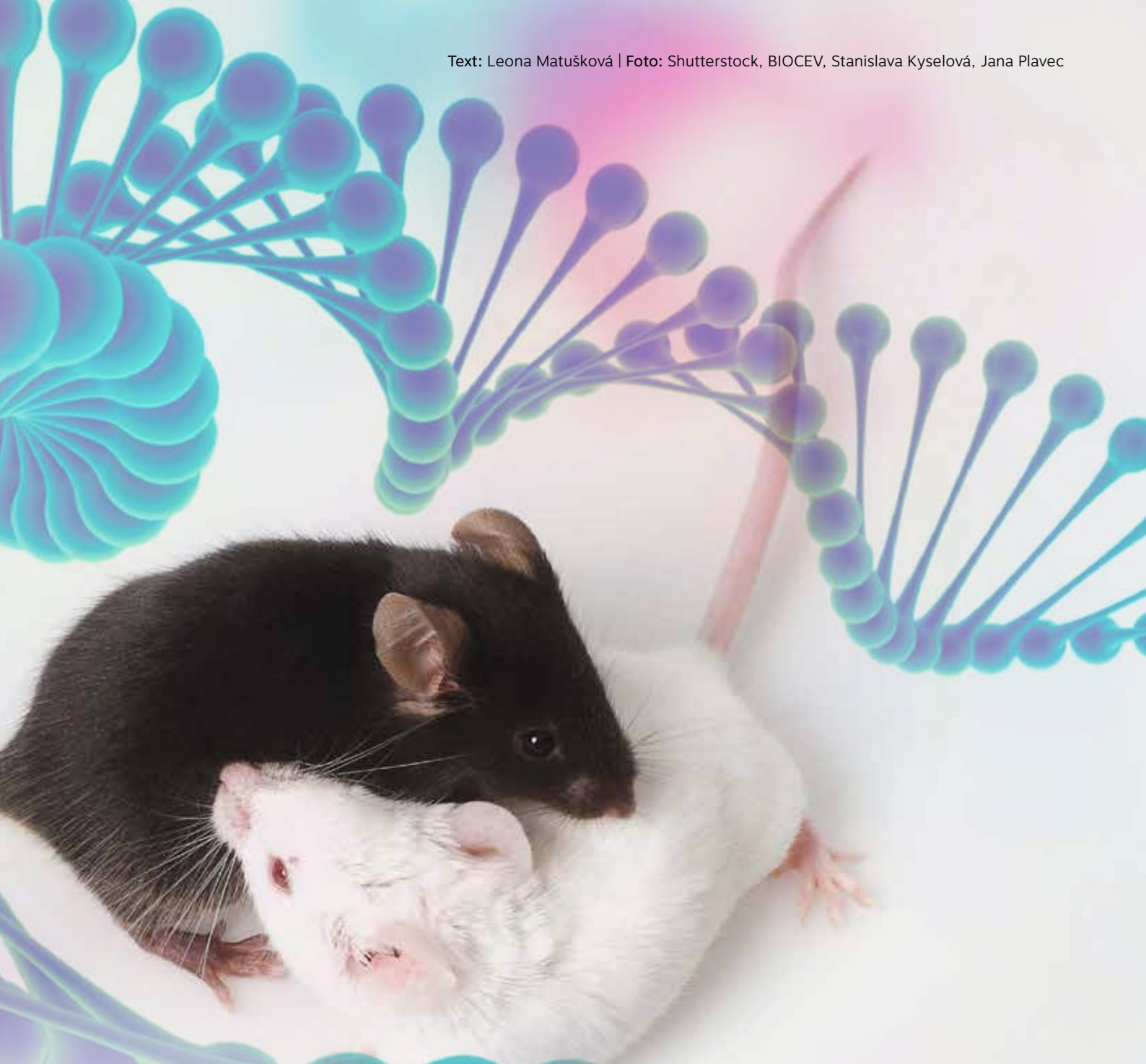
„Někdy je to únavné, ale nedá se nic dělat. Výsledky musejí být porovnatelné všude na světě, je tedy nutné sjednotit výchozí podmínky podle předem dohodnutého standardu. Myši musejí být ve striktně sterilním prostředí, dovnitř se nesmí dostat žádná kontaminace," říká nám po absolvování vzduchové komory Jan Procházka, náš průvodce centrem, které vzniklo před třemi lety z iniciativy Ústavu molekulární genetiky AV ČR.

KDYŽ VYPNEME GEN

Záměrem mezinárodního konsorcia vědeckých center, na němž se vestecká skupina aktivně podílí, je popsat funkce většiny z 22 tisíc myších genů. Do roku 2021 mají vědci v plánu dokončit prvních 10 tisíc, přičemž 5,5 tisíce zpracovávají ve Spojených státech, 3,5 tisíce v Evropě, 500 v Asii a 150 v Kanadě. „Když jsme se k projektu přidávali, slíbili jsme, že budeme pracovat na padesátce genů ročně, protože jsme se ale nakonec připojili později, děláme asi stovku genů každý rok. Účast na projektu konsorcia je pro nás obrovskou příležitostí, jsou v něm zastoupena velká pracoviště se skvělými vědci, hodně jsme se díky tomu naučili," říká vedoucí Českého centra pro fenogenomiku Radislav Sedláček.

Přestože začala vestecká myší klinika fungovat teprve v polovině roku 2016, vybudovala si už poměrně dobré renomé

Text: Leona Matušková | **Foto:** Shutterstock, BIOCEV, Stanislava Kyselová, Jana Plavec



a stala se vyhledávanou pracovní příležitostí nejen pro české, ale i zahraniční vědce. „Přestože asi nedokážeme konkurovat platem, tak zcela jistě tím, co a jak děláme, že se vyvíjíme a je za námi vidět obrovský kus práce, lidé z oboru o nás vědí," říká Radislav Sedláček, který se do České republiky vrátil v roce 2008 po 16 letech působení v Německu na univerzitách v Kostnici a v Kielu.

JAK MYŠ VIDÍ A SLYŠÍ?

Aby vědci zjistili, který gen je za co zodpovědný, „vypnou" jej a sledují, co to s myší udělá. „Je to jednoduché, prostě gen zničíte. ▹

JAK POMÁHÁ LUŠTĚNÍ MYŠÍHO GENOMU LIDEM

Vědcům seskupeným v české myší klinice se podařilo několik velmi perspektivních objevů: identifikovali nový gen zodpovědný za degeneraci sítnice, objasnili mechanismus způsobující vzácné onemocnění kůže, tzv. Nethertonův syndrom, a objasnili okolnosti mineralizace zubů.

Vezmete jeho podstatnou část zodpovědnou za určitou funkci a vyjmete ji, většinou za použití molekulárních nůžek, tedy velmi přesné metody zvané CRISPR-Cas," vysvětluje Radislav Sedláček.

Genetická úprava se děje ještě v embryonální fázi, myška už se narodí zmutovaná. V některých případech se změna projeví hned od začátku, myši třeba narostou kosti navíc. Zhruba třetina genů je nezbytná a po jejich vyjmutí se embryo vůbec nevyvine. Někdy se naopak zvíře narodí bez zjevného poškození, žádná změna se na něm neprojeví. Každá myš tak prochází sérií testů, které mají „poškození" odhalit.

Vstupujeme do jedné z laboratoří, kde se myším měří EKG; přístroje jsou podobné jako v lidské medicíně, jen poněkud menší. V dalších místnostech se nacházejí zařízení na měření funkcí plic a metabolických funkcí. Zkoušíme si chviličku pobýt ve zvukotěsné komoře, kde se kontroluje sluch laboratorních zvířat, a přesouváme se do sousední tmavé místnosti, určené k hodnocení kvality jejich zraku. „Máme tady stejný přístroj, který používají oftalmologové, jen na místo, kam člověk položí bradu, pokládáme celou myšku," ukazuje nám Marcela Pálková, která má oční laboratoř v myší klinice na starosti.

> „Práce nás pořád baví, hlavně díky nepřebernému množství inspirací a tvořivého elementu. S každým novým genem vytváříte nové principy studia, nedá se to dělat automaticky, tvořivost je primární.
>
> Radislav Sedláček

MYŠ LABORATORNÍ

V centru se dělají i behaviorální pokusy, tedy výzkum chování myší, sleduje se u nich například míra stresu a inteligence, třeba schopnost najít cestu z bludiště. Sleduje se rovněž jejich vnímání strachu a také poznávací funkce. „Myši se různě pohybují po trase a my zjišťujeme, zda a nakolik funkce chybějícího genu ovlivňuje jejich pohybový aparát a behaviorální funkce," popisuje Jan Procházka něco, co bohužel nemůžeme na vlastní oči vidět, protože přístup k této části experimentů je striktně omezen na vybrané pracovníky. Přítomnost jiných lidí by totiž mohla myši při pokusech vyrušit, a negativně tak ovlivnit výsledky testů.

Myš je základním laboratorním zvířetem vhodným k vědeckým účelům nejen pro genetickou podobnost lidskému organismu, ale zejména kvůli velmi rychlému a krátkému životnímu cyklu. Bývá březí zhruba 20 dnů, v jednom vrhu přichází na svět průměrně 10 až 12 mláďat, do roka může samice vrhnout až čtyřikrát. Pohlavně zralé jsou myši už po dvou měsících života. České centrum pro fenogenomiku ve Vestci disponuje více než 13 tisíci klecí pro myši (obr. vpravo) a přes 3,3 tisíce větších klecí pro laboratorní potkany.

Díky práci s geneticky upravenými myšími modely se vědcům v současnosti daří nacházet geny zodpovědné za některé lidské nemoci včetně vzácných onemocnění. Všechna data o zjištěné funkci vypnutých genů se zapisují do veřejné databáze, o vybraných zajímavých výsledcích se pak píšou odborné práce. Výhodou účasti v mezinárodním konsorciu je možnost podívat se na výsledky systémově. Je možné zaměřit se na komplexní funkce tisícovek genů a odhalit tak nejrůznější patologie.

Naše exkurze po myší klinice končí v místech, kde se zpracovávají tkáně laboratorních zvířat, jejichž těla slouží vědě i po smrti. Zkušené laborantky je histologicky, biochemicky a imunologicky vyšetřují. Jan Procházka nás ubezpečuje, že zvířata při testech netrpí, experimenty jsou neinvazivní a také ukončení jejich života je bezbolestné. Radislav Sedláček k tomu dodává: „Pokusy na myších mají smysl, kdybychom studovali gen jen v Petriho misce v tkáňové kultuře, určitě bychom našli molekulární mechanismy fungování, ale pokud je chceme znát v kontextu a v komplexitě celého systému, tak to jinak nejde."

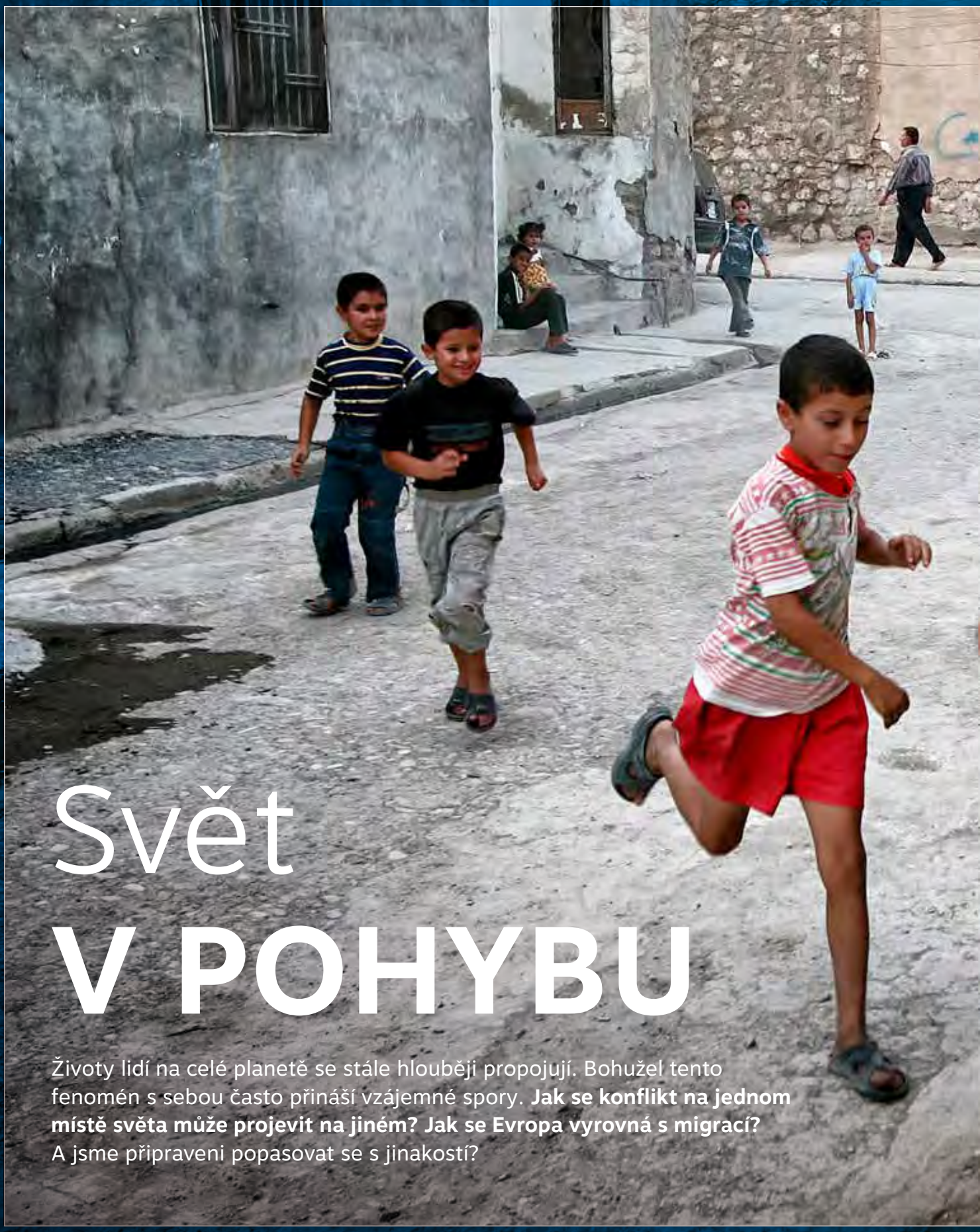
Prosklenou budkou, ve které nás na začátku exkurze „umyla“ vzduchová sprcha, už jen projdeme, očista směrem ven totiž už není potřeba. S úlevou se převlékáme do vlastního oblečení a pomalu opouštíme jedno z nejlépe vybavených výzkumných center, která u nás v poslední době vznikla. Malý kousek za Prahou, na dohled od středočeských polí, se mezitím dále odhalují kousek po kousku funkce dosud neznámé části savčího genomu, jejichž znalost pomáhá najít cestu k léčbě závažných lidských nemocí.

doc. Dr. RADISLAV SEDLÁČEK, Ph.D.

Ústav molekulární genetiky AV ČR

—

Člen rady BIOCEV a vedoucí Českého centra pro fenogenomiku. Je významným odborníkem v oblasti transgenních a genově modifikovaných organismů, zejména genově modifikovaných myších modelů. Do roku 2008 působil na německých univerzitách v Kostnici a Kielu. Výsledky výzkumů, na nichž se podílel, uveřejnily například časopisy *Cell*, *PNAS*, *Nature communication*, *PLOS Genetics*.



Svět V POHYBU

Životy lidí na celé planetě se stále hlouběji propojují. Bohužel tento fenomén s sebou často přináší vzájemné spory. **Jak se konflikt na jednom místě světa může projevit na jiném? Jak se Evropa vyrovná s migrací?** A jsme připraveni popasovat se s jinakostí?

Text: Luděk Svoboda | **Foto:** Shutterstock, Tomáš Souček, Pavlína Jáchimová

Když někdy v roce 1918 vstoupil do vlaku od Prahy k Jičínu, kupé bylo skoro prázdné. Jen dvě venkovské ženy u dveří – a na druhém konci u okna dva haličští židé, v kaftanech a s pejzy. „Venkovské ženy se na ně dívaly s očima na vrch hlavy." Tak popisuje překvapivé setkání český židovský spisovatel Vojtěch Rakous ve své korespondenci. Během cesty se s dvojicí židů dal do řeči. Dozvěděl se, jaké štěstí je potkalo. Jejich rodině se totiž podařilo utéct z polské Stanislavy a znovu se setkat ve vznikajícím Československu.

Příběh poukazuje na otázku migrací z prostředí, jež nám jsou cizí a neznámá. Migrace, jejímž odrazem je scénka z vlaku, je z dnešního pohledu docela pozoruhodná. Zatímco v současnosti se zdráháme přijmout pár stovek uprchlíků, před 100 lety naši společnost konfrontoval podobný problém. Příliv židů z Haliče. Šlo přitom o úplně jiná čísla – počty tehdejších utečenců se odhadují na 100–150 tisíc. Přesto situaci naši předci zvládli. V éře totální války, nedostatku, s jinými prostředky a možnostmi.

Dnes je vcelku úspěšné řešení tohoto „problému" pozapomenuté. Ještě si ale pamatujeme např. válečné běsnění, jež vyústilo v rozpad Jugoslávie a bezprostřední uprchlickou vlnu, která vyvrcholila v roce 2015 v tzv. evropskou migrační krizi. Šlo ale o skutečnou krizi, nebo spíše o „nafouknutou bublinu"?

NENÍ KRIZE JAKO KRIZE

Koordinátor programu Strategie AV21 *Globální konflikty a lokální souvislosti* a ředitel Centra globálních studií Marek Hrubec upozorňuje, že je důležité, z jakého pohledu se na migrační situaci díváme: „Když si vezmeme třeba uprchlíky ze Sýrie, šlo o velkou migrační vlnu pro migranty jako takové. A také pro Turecko s více než třemi miliony uprchlíků, Libanon s více než dvěma, Jordánsko s více než milionem. I pro další okolní země. U nás se tahle migrační situace odehrávala spíše v televizi a novinách."

V devadesátých letech se česká média o uprchlíky nijak zvláště nezajímala. Přitom k nám v důsledku válek v Jugoslávii přišlo mnohonásobně více lidí včetně muslimů z Bosny. Převážně získávali tzv. dočasné útočiště, aby u nás mohli zůstat po dobu války. Když skončila, většina zase odešla. Například do Kosova se zpět vrátilo 903 z 1034 osob. Více žadatelů z jiných zemí přišlo v letech 1998, 1999 a 2000. O azyl se tehdy ucházelo přes 4000 osob z Afghánistánu (57 jej získalo). Nejvíce uprchlíků žádalo o ochranu mezi lety 2003 a 2004 (15 856 z Kavkazské oblasti). Žádostem o azyl bylo vyhověno v případě 1–2 %.

> „Máme štěstí, že se nacházíme ve vyspělé oblasti s vysokou životní úrovní, bez válečných konfliktů.
>
> Marek Hrubec

Otázka, proč migrace tehdy problémem nebyla a v současnosti spíše je, představuje jedno z témat výzkumného programu Strategie AV21, na jehož řešení spolupracuje šestice humanitně zaměřených pracovišť Akademie věd ČR. Jedna z odpovědí je, že svět je zahlcen přívalem informací, které nemusejí být až tak úplně pravdivé. Novináři každý den přicházejí se zprávami ze světa a ozbrojené konflikty (ty současné i možné budoucí) jsou pokaždé čtenářsky vděčné téma.

Podle Marka Hrubce se v záplavě informací většinou špatně orientujeme: „Nevíme často, jestli máme před sebou informace, nebo dezinformace. Neznáme totiž přesně zájmy těch, kdo média vlastní. Situaci navíc komplikuje globalizace, kdy jsou lokální zájmy nadnárodně provázány mezi různými skupinami osob." Marek Hrubec přesto věří, že i tak si ve virtuálním světě důvěryhodné informační prostory postupně můžeme najít: „Jako jsme je hledali i dříve a vlastně pořád hledáme v reálném světě." Souvisí to také se složitým utvářením demokratické společnosti, čemuž se pod hlavičkou Strategie AV21 věnují například Zdenka Mansfeldová ze Sociologického ústavu AV ČR a Martin Brabec z Filosofického ústavu AV ČR.

ROZHNĚVANÁ PLANETA

Do jaké míry jsou obavy z konfliktů oprávněné? A jak se jejich vyostřování ve světě projevuje u nás? Odpovědi hledala výstava Rozhněvaná planeta, kterou uspořádal Milan Kreuzziger z Centra globálních studií v rámci programu Strategie AV21 *Globální konflikty a lokální souvislosti*. Konala se v Národní technické knihovně v Praze (NTK). Její jádro tvořila nová i starší umělecká díla, doplněná vzácnými knihami z historického fondu NTK s tématy jako pevnostní stavitelství, vojenské technologie nebo historie válek. Jedním z vystavených děl byla významná nizozemská plastika *Horse, Mother and Child*, jež navazuje na slavné dílo Guernica od Pabla Picassa.

doc. PhDr. MAREK HRUBEC, Ph.D.

Filosofický ústav AV ČR

Vede Centrum globálních studií při Filosofickém ústavu AV ČR a koordinuje výzkumný program Strategie AV21 *Globální konflikty a lokální souvislosti*. Zabývá se globálními studii, politikou a společností především rozvojových zemí, politickou filozofií a politickou sociologií. Je členem Evropské akademie věd a umění se sídlem v Rakousku. V rámci aktivit UNESCO se zaměřuje na vědeckou diplomacii. Dva roky působil jako zakládající rektor univerzity ve východní Africe.

Také proto se do diskusí o globálních konfliktech a jejich možných projevech třeba právě v naší zemi snaží vnést světlo odborníci, jejichž doménou jsou sociální a humanitní vědy. O svých výzkumech se snaží s novináři srozumitelně komunikovat, aby se v mediálním šumu objevovaly i vědecky podložené informace. „Někteří se o naše témata zajímají, byť většina se diskusím o vědeckých názorech v médiích zatím příliš nevěnuje nebo nemají k některým informacím přístup," doplňuje Marek Hrubec.

I s tím se vědci v Akademii věd ČR pokoušejí něco udělat. Když například v květnu 2019 organizovali konferenci o islámu a jeho složitém vztahu k modernizaci, konference se zúčastnili nejen odborníci z Česka, Británie, Rakouska a Německa, ale i profesoři z Íránu a Iráku. Ti o tamní situaci hovořili takříkajíc z první ruky. Novináři tak mohli pro veřejnost získat cenné informace, k nimž se běžně ve své každodenní praxi nedostanou. Totéž platilo pro politiky a diplomaty, kteří získali expertní analýzy a vědecky podložená stanoviska. Vědcům ale jde o oboustranný vztah – nejen o přenos poznatků a vědomostí na trase vědec–politik. Badatelé na oplátku do hloubky poznávají problémy, které politici musejí řešit.

PŘÍČINY A DŮSLEDKY

Počet lidí, kteří kvůli válkám, pronásledování nebo touze po lepším životě ve světě migrují, narůstá. Tento pohyb se také stal jedním z témat diskuse, ve které však mnohdy chybějí ověřená fakta. „Tvrdá data" OSN potvrzují, že lidé opouštějí své domovy především kvůli válkám nebo špatné ekonomické situaci. Humanitární krize ohrožují dokonce desítky milionů lidí ročně. A i když migrace může třeba na čas slábnout (přichází ve vlnách), těžko čekat její rychlý konec. Tedy dokud se problémy v daném regionu jednou provždy nevyřeší.

V současnosti je vysídleno nejvíce lidí od konce druhé světové války – 68,5 milionu. Z toho 40,3 milionu setrvává uvnitř vlastní země, zbylí hledají bezpečí jinde. Více než polovina z nich pochází jen ze tří zemí: Sýrie, Afghánistánu a Jižního Súdánu. Polovina z celkového počtu jsou děti. Drtivá většina uprchlíků (85 %) zůstává v rozvojových zemích. Do Evropy přišla tedy jen část z nich. Všechna čísla jsou mj. důsledkem globálních změn, kdy se činnosti lidí propojují. A když se na řadu dostanou spory, často zasáhnou různá místa na světě. Takové konflikty mohou ▷

mít lokální dopady. „Nebo naopak – co se stane ‚u nás‘, může vyvolat globální krizi,“ upozorňuje Oleg Suša z Filosofického ústavu AV ČR. Třeba jako karibská krize (1962), kdy Sovětský svaz po umístění amerických raket v Turecku rozmístil své rakety na Kubě. Vlády USA a SSSR se později zavázaly, že rakety stáhnou – a válka se naštěstí nekonala.

Jako aktuální příklad lokálního konfliktu poslouží i válka v Sýrii, která trvá již osm let. Zapojily se do ní velmoci jako USA a Rusko i další země – Saúdská Arábie, Turecko nebo státy Evropské unie. Aby toho nebylo málo, konflikt neexistuje izolovaně, ale v kontextu válek zemí půlměsíce kolem Evropy (od Libye přes Irák až po Sýrii). „Důsledky tohoto konfliktu mají konkrétní lokální souvislosti. Třeba migraci v Turecku, Libanonu, Jordánsku, Řecku, Německu a dalších zemích. A u nás spory v českých médiích,“ dodává Marek Hrubec.

BLÍZKÁ SETKÁNÍ S JINAKOSTÍ

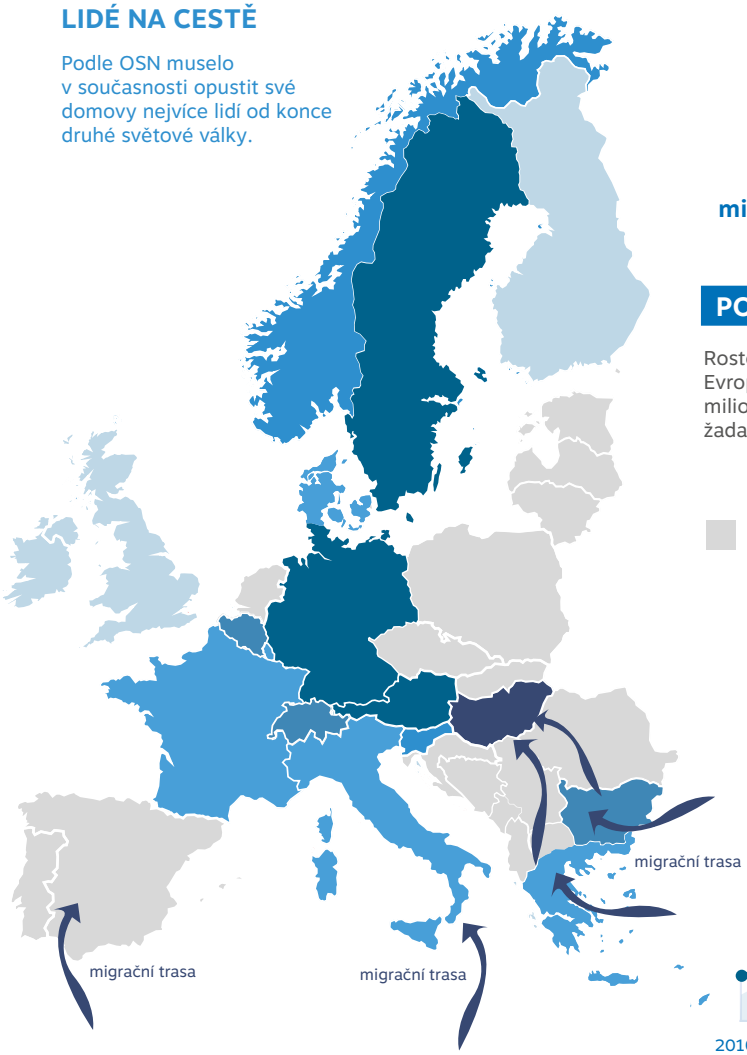
Jakou konkrétní zkušenost s lidmi odjinud tedy vlastně máme? Co takhle příslušníci vietnamské menšiny? Když blíže pochopíme stěhování této komunity, třeba jasněji uvidíme souvislosti migrace, s níž se od roku 2015 setkávají evropské země.

Vietnamská menšina je v Česku jedna z největších. Při sčítání v roce 2011 se k ní přihlásilo takřka 30 tisíc osob (k polské 40 a ukrajinské přes 50 tisíc). Sice jde „jen“ o oficiální statistiky, k jaké národnosti se kdo hlásí, nicméně údaje přesto vypovídají, kdo a jak chce být vnímán. Neoficiální čísla jsou ještě vyšší. Sami Vietnamci hovoří přibližně o 100 tisících.

Různé pohledy na lidská práva představuje kniha *Lidská práva v mezikulturních perspektivách* editora Petra Aghy z Ústavu státu a práva AV ČR. Pod hlavičkou Strategie AV21 ji letos na jaře vydalo Nakladatelství Academia.

LIDÉ NA CESTĚ

Podle OSN muselo v současnosti opustit své domovy nejvíce lidí od konce druhé světové války.



68,5 milionu lidí bez domova

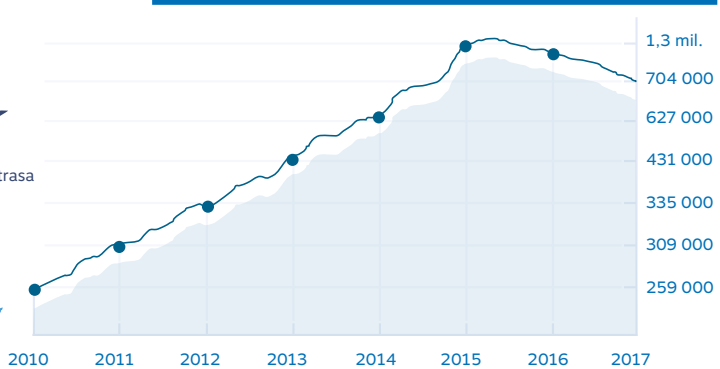
z nich **85 %** zůstává mimo Evropu

POČTY UPRCHLÍKŮ:

Rostoucí počty uprchlíků a ekonomických migrantů do členských států Evropské unie dosáhly vrcholu v roce 2015. Unie tehdy přijala 1,256 milionu žádostí o azyl. Mapa znázorňuje hlavní migrační trasy a počet žadatelů o azyl na 10 tisíc obyvatel v období od 1. ledna do 30. června.

< 1 | 1–3 | 3–5 | 5–10 | 10–20 | < 20

POČTY ŽÁDOSTÍ O AZYL V ČLENSKÝCH STÁTECH EU (2010–2017):



GLOBÁLNÍ KONFLIKTY A LOKÁLNÍ SOUVISLOSTI

Program Strategie AV21 zkoumá současný i historický vývoj kultur a společností ve vztahu s vývojem v České republice. Kvůli vlivu transnacionálních a globálních proměn na lokální, regionální a národní společenství a společnosti studují odborníci z šesti pracovišť Akademie věd ČR vybrané vztahy v různých rovinách kultur a společností v jejich historickém vývoji. Výzkumné týmy přispívají analýzami v oblastech, které mapují kulturní a společenské výzvy, s nimiž se naše společnost musí ve 21. století vyrovnávat.

Marek Hrubec soudí, že se vietnamská menšina integrovala a spoluvytváří život jednotlivců i skupin poměrně výrazně. Proto se o ni odborníci zajímají dlouhodobě. Ať už třeba kvůli jejich dění na pracovním trhu nebo způsobům, jak využívají svůj volný čas. Tedy v témže „stylu", jako když zkoumají naši většinovou populaci.

Stanislav Brouček z Etnologického ústavu AV ČR zná vietnamskou komunitu velmi dobře. Jejímu studiu se věnuje přes 20 let. Pod patronací programu Strategie AV21 mu vyšla anglicky psaná kniha *The Visible and Invisible Vietnamese in the Czech Republic* (*Viditelní a neviditelní Vietnamci v České republice*). Výsledkem jeho etnologických výzkumů je podrobná analýza etnika, které u nás patří k nejpočetnějším novodobým migračním skupinám.

Vietnamci přicházeli za prací do Československa už v padesátých letech minulého století. V další vlně jich přibylo dalších 10–12 tisíc. V polovině osmdesátých let už vietnamská komunita čítala zhruba 30 tisíc lidí. Podle všeho byli vítanou pracovní silou – některé podniky plnily své plány jen s pomocí asijských dělníků. Nová éra po revoluci v roce 1989 Vietnamcům nabídla dosud nevídané podnikatelské možnosti.

Zatímco mladá (tzv. druhá) generace se do české společnosti začleňuje úspěšně, převážná část lidí první generace setrvává uvnitř vlastní komunity. Výzkumy Stanislava Broučka ukazují, že se vietnamská komunita před integraci většinově stále uzavírá. Podle jeho názoru kvůli tomu, že v ní přetrvává pocit cizinectví a také proto, že je ekonomicky silná, tudíž hodně nezávislá na fungování většinové společnosti. Platí to hlavně pro první generaci vietnamských prodejců: „Vietnamská komunita má svou elitu i střední vrstvy, které jsou početně nejsilnější, ale také skupiny na okraji." Vietnamci se tak v důsledku toho, že jsou úspěšní v podnikání, stávají v jisté míře státem ve státě.

A jak se na Vietnamce dívají Češi? Někteří je považují za pracovité a bezkonfliktní, jiní je ale podezírají z kšeftování a výroby drog. Šetření Centra pro výzkum veřejného mínění Sociologického ústavu AV ČR potvrzují pozitivní scénář. Za „sympatickou", nebo „spíše sympatickou" považuje vietnamskou komunitu více než polovina české populace.

Jak lze ale výzkumy vietnamské komunity zužitkovat pro pochopení případné imigrace z jiných, nám vzdálených kultur – například arabské, respektive muslimské, které se v Akademii věd ČR věnují v Orientálním ústavu? Jednotlivé druhy imigrace porovnávat skutečně lze a výzkum vietnamské menšiny je zvláště přínosný. „Tato minorita je u nás již desetiletí. Můžeme tak dobře zkoumat, jak se začleňuje do většinové společnosti. Především druhá generace se už integrovala dobře. Umí výborně česky, rodiny ji podporují a motivují ke studiu. Je zřejmé, že mají rozvinutou etiku práce. Ta je typická pro většinu zemí Dálného východu. A v něčem také podobná naší evropské," porovnává Marek Hrubec.

Vědci ale musejí zohledňovat kulturní i jiná specifika jednotlivých skupin. Vietnamská minorita je při srovnání například s muslimskou početnější. Má už ale u nás zázemí, které je výsledkem mnohaleté zkušenosti většinové populace s vietnamskou menšinou. Na rozdíl od muslimské tak má na čem svou budoucnost stavět.

NA SPOLEČNÉ CESTĚ

Když se vrátíme v čase o 100 let zpátky do Rakouska-Uherska, scénka z vlaku na trase z Prahy do Jičína by nemusela být až tak překvapivá a výjimečná. Tehdejší monarchie zahrnovala mnohé kulturní a etnické skupiny. Jako třeba její hlavní centrum Vídeň, kde žili nejen lidé ze všech koutů mocnářství, ale i cizinci, kteří sem přicházeli za prací. Tyto historické předpoklady včetně židovských dějin zkoumá například Kateřina Čapková s kolegy z Ústavu pro soudobé dějiny AV ČR.

I dnes po celé planetě lidé migrují. Z Afriky a arabských zemí do Evropy, na americkém kontinentě z jihu na sever, míří tam i lidé z Evropy či Asie. Mísí se etnika, rasy, ale také kultury a zvyky, jazyky i náboženství. Svět je v pohybu.

Mohl by za několik stovek let naši planetu obývat „univerzální druh" člověka? Nejspíše ne. Kulturní a společenská specifika jen tak nevymizí, umožňují nám totiž žít v různých typech uspořádání společnosti, jež jsou důležitá pro jejich osobité způsoby života. „Rozmanitost společenských vzorců, ve kterých žijeme, nás vzájemně obohacuje. To ale neznamená, že bychom neměli rozvíjet společné zájmy a hodnoty, které nás jako lidstvo spojují," uzavírá Marek Hrubec. Bez společného pohledu na svět by nás totiž čekaly jen další konflikty a neporozumění.

KDO JE UPRCHLÍK A KDO MIGRANT?

Ačkoli se v médiích pojmy „uprchlík" a „migrant" často libovolně zaměňují, existuje mezi nimi z právního pohledu rozdíl, jenž může těm, kteří žádají o azyl, způsobit problémy. OSN definuje uprchlíka jako „člověka, který má opodstatněný strach z pronásledování z důvodu rasy, náboženství, národnosti, příslušnosti k určité sociální skupině nebo politického přesvědčení". O azyl tedy může požádat ten, kdo se za uprchlíka považuje a žádá ochranu. Třeba utečenci ze Sýrie, kteří prchají před válkou. Oproti tomu ekonomický migrant si od příchodu do jiného státu slibuje, že se zlepší jeho ekonomická situace, získá lepší vzdělání nebo migruje kvůli rodině. Třeba migranti z Afriky. Podle OSN tvoří na 40 % všech, kteří do Evropy přišli v roce 2015. Přibližně 60 % jsou žadatelé o azyl a statut uprchlíka.

TÉMA PRO...

Seismologické OBSERVATOŘE

Před odjezdem do Geofyzikálního ústavu AV ČR si na internetu pročítám zprávy. Nejčerstvější titulek hlásí: Japonsko zasáhlo silné zemětřesení. Zajímavá náhoda, právě o zemětřeseních, respektive fungování České regionální seismické sítě, si budu s odborníky povídat. **Zaznamenají místní stanice takto vzdálené otřesy?** A jak se taková událost promítne do běžného pracovního dne českého seismologa?

Nejzajímavější věci se novinář dozví v okamžiku, kdy vypne diktafon. Cestou autem k seismické stanici v Průhonicích vyprávějí Jan Zedník a Petr Jedlička, oba pracovníci Geofyzikálního ústavu AV ČR, jak „za dávných časů“ jezdili z ústavu na stanici na kole, případně stopem. Data se totiž ze seismometrů odebírala denně a vymoženosti jako internet byly tehdy ještě v plenkách.

Observatoř umístěná v průhonickém zámeckém parku je součástí České regionální seismické sítě, která má na území České republiky celkem 20 stanic. Geofyzikální ústav provozuje většinu z nich. Vzhledem k tomu, že jedna z observatoří se nachází na Šumavě v Kašperských Horách a další například v Králíkách v oblasti Jeseníků, napadne člověka otázka, zda v těchto odlehlejších horských oblastech přišly při sběru dat ke slovu i běžky, případně sněžnice. ▷

Text: Markéta Wernerová | Foto: Jana Plavec

Zatím ještě v pohodlí spořilovské pracovny Jana Zedníka se dozvídám, k čemu síť seismických stanic slouží. Primárním účelem je získávat informace o stavbě Země a o procesech, které se v ní odehrávají. Seismické vlny, které vznikají při zemětřesení, probíhají zemskou kůrou, pláštěm i jádrem, tedy celým zemským tělesem, a jsou tak ideálním nástrojem ke studiu stavby naší planety. Síť nezaznamenává pouze zemětřesení, ale i další seismické jevy, jako jsou důlní otřesy vyvolané těžební činností, exploze v lomech, jaderné exploze, případně i dopady meteoritů či pád letadla. „Důlních otřesů kolem nás zaznamenáváme hodně, na Ostravsku ve slezské pánvi se těží uhlí, v Polsku jsou měděné doly. Když se ještě na Příbramsku těžil uran a na Kladensku uhlí, registrovali jsme otřesy i odsud," vypočítává Jan Zedník, vedoucí seismické služby Geofyzikálního ústavu AV ČR.

VYPNĚTE ELEKTRÁRNY, ZASTAVTE VLAKY

Stanice fungují naprosto autonomně. Budují se v klidných místech, kde seismometry nejsou rušeny. Celá dvacítka stanic je připojena v reálném čase přes internet. Data se sbírají do datových center Geofyzikálního ústavu AV ČR a Ústavu fyziky Země Masarykovy univerzity v Brně a díky specializovanému softwaru se vyměňují s regionálními i světovými datovými centry. „Svou troškou tak přispíváme k rychlým lokalizacím silných zemětřesení, o nichž je třeba okamžitě informovat veřejnost, eventuálně spustit záchranné akce nebo nabídnout pomoc," vysvětluje Jan Zedník, jaké další úkoly síť plní. Moderní programy dokážou zemětřesení rychle lokalizovat a vyslat varovnou zprávu do integrovaného záchranného systému. Na tomto principu pracuje systém včasného varování. „Zemětřesení sice neumíme předpovídat, když se ale pomocí lokální sítě zjistí, že došlo k nějakému silnému, které by mohlo ohrozit město vzdálené třeba 150 km, tak se během několika sekund pošle varovný signál. Rádiové vlny dorazí téměř okamžitě, kdežto seismickým vlnám to trvá třeba 40 sekund. Získá se tak čas na přípravu, je možné například vypnout atomové elektrárny, zastavit vlaky, odpojit přívody plynu a samozřejmě varovat obyvatelstvo," dodává Jan Zedník. Systém včasného varování úspěšně funguje třeba v Japonsku, Kalifornii či v jižní Itálii, oblastech se silnou seismickou aktivitou.

MOBILNÍ STANICE POMÁHAJÍ PŘI STUDIU LITOSFÉRY

Česká regionální seismická síť je zapojena i v mezinárodních projektech pro studium struktury zemské kůry a svrchního pláště. Na dobu několika let se na sledovaném území rozmístí síť mobilních seismických stanic, které registrují seismické vlny a z odchylek v jejich šíření vědci modelují stavbu kontinentální litosféry do hloubek 300 až 600 kilometrů. V současnosti se seismické oddělení Geofyzikálního ústavu AV ČR podílí na experimentu AlpArray, cíleného na hlubokou strukturu Alp a jejich širšího okolí.

Další funkcí je monitorování jaderných explozí. Funguje spíše jako doplněk, protože k tomuto účelu existuje speciální světová síť, která má vlastní datové centrum a data po nějaké době uvolňuje i pro vědeckou komunitu. V období studené války byla seismická měření jedním z mála prostředků kontroly podzemních jaderných explozí. Díky uváženému rozmístění stanic mohli seismologové místo výbuchu přesně lokalizovat.

PRSTEM PO MAPĚ

Na zdi pracovny visí mapa České republiky s rozmístěním jednotlivých stanic. Zajímá mě, podle jakého klíče se budují. Jan Zedník ukazuje na Chebsko, na oblast v okolí Nového Kostela, a vysvětluje: „Observatoře zpravidla budujeme v oblastech, kde je zajímavá seismická aktivita. Na Chebsku probíhají časté zemětřesné roje, takže místní stanice tam vznikla už v roce 1908. Následovala stanice Praha, kterou od roku 1924 provozuje Univerzita Karlova a dnes slouží především k výuce." Dozvídáme se, že další v pořadí přibyla observatoř v Průhonicích v roce 1957. Díky malé seismické aktivitě ve středních Čechách slouží toto pracoviště, kam za pár chvil vyrazíme, především jako referenční stanice.

Asi nejzajímavější z celé dvacítky je observatoř v Kašperských Horách, kde se původně sledovala silná a častá zemětřesení na jihu Evropy a v oblasti Alp. Leží v malebné části šumavských hvozdů a je jednou z nejcitlivějších stanic na světě, je schopna zaregistrovat i slabá zemětřesení na druhé straně planety. Pracovníci Geofyzikálního ústavu ČSAV ji na počátku šedesátých let 20. století vybudovali v Amálině údolí ve štole Kristýna, kde se kdysi těžilo zlato. Postupně vznikaly další stanice, například Dobruška/Polom na hřebeni Orlických hor, která se nachází poblíž hronovsko-poříčské poruchy (vede z Krkonoš pod Orlické hory), na území, jež v roce 1901 zasáhlo na naše poměry poměrně silné zemětřesení s magnitudem 4,7.

Česká regionální seismická síť pokrývá celou republiku, její přesah je ovšem minimálně evropský. „Naše síť tvoří jednu z infrastruktur, které sdružuje konsorcium CzechGeo. Vede jej náš bývalý ředitel Pavel Hejda, z velké části ho financuje MŠMT. Zároveň jsme součástí evropského projektu EPOS (European Plate Observing System) pro sledování evropské litosférické desky," uzavírá Jan Zedník a společně míříme k automobilu.

Cestou přibíráme i Petra Jedličku, odborníka na seismometry, a vyrážíme směr Průhonice, kde vjíždíme do zadní části zámecké obory. Stále ještě na čtyřech kolech míříme úzkými cestičkami k observatoři. Cyklista, jenž nám vjíždí do cesty, se tváří překvapeně, stejně jako srnka, která nám skáče před vůz o chvilku později. Ke střetu naštěstí nedošlo.

SEISMOMETRY SE UKRÝVAJÍ VE SKLEPĚ

V mírném svahu se za ocelovými vraty skrývá sklepní prostor se čtyřmi místnostmi. První, kde se v minulosti v úplné tmě registrovalo na fotografický papír, už dnes není tak zajímavá. Druhou – skladiště – míjíme zcela. Jádro celé exkurze se skrývá ve třetí místnosti – seismometry. Pod termokrytem (uvnitř přístroje je sice vakuum, ale i tak je nutná ochrana před vlhkostí a změnami teploty) se nachází třísložkový širokopásmový senzor

Jan Zedník (vlevo) a Petr Jedlička zdvihají kryt středněperiodického horizontálního seismometru umístěného na průhonické stanici.

Streckeisen STS-2 pro registraci blízkých i vzdálených zemětřesení a hned vedle tři jednosložkové krátkoperiodické přístroje SKM-3, vhodné hlavně pro registraci blízkých seismických jevů a průmyslových odpalů.

Zajímá mě, jak seismometry fungují. „Pracují na principu kyvadla. Pohne-li se zem, snaží se kyvadlo zůstat ve své poloze podle zákona o zachování setrvačnosti. Kyvadlo tedy stojí, zem pod ním se pohybuje a ten vzájemný pohyb se registruje, a to ve třech směrech – vertikálním, sever-jih a východ-západ," vysvětluje Petr Jedlička a prstem šťouchá do kyvadla. Ptám se, zda tím nevyděsíme pracovníky, kteří mají zrovna službu. Šťouchnutí muselo na denním seismogramu vypadat jako velký otřes. Oba seismologové mě ubezpečili, že nikoli, protože „poruchu" zaznamená pouze jedna stanice, zatímco zemětřesení by zaregistrovaly všechny. Ulevilo se mi. Panika se nekoná.

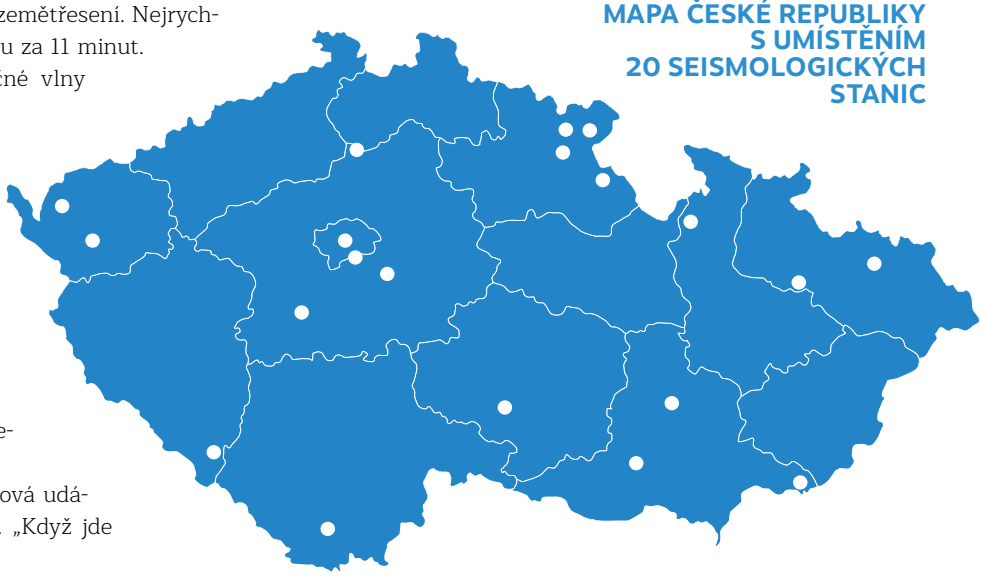
Přístroje nepřetržitě zaznamenávají kmitání půdy. Ze záznamu se mj. určí časy příchodu seismických vln, které slouží pro lokalizaci zemětřesení a určení jeho hloubky. Z amplitud vln se určí jeho velikost neboli síla. Za jak dlouho k nám však vlny doputují? „Zrovna dnes zasáhlo Japonsko silné zemětřesení. Nejrychlejší, podélné vlny k nám odtamtud přijdou za 11 minut. Se zpožděním asi 10 minut přijdou příčné vlny a zhruba do hodiny vlny povrchové, což jsou složené vlny, které se šíří podél povrchu Země," vypočítává Jan Zedník a dodává, že z nejvzdálenějších končin naší planety (okolí ostrova Fidži v Tichém oceánu) přijdou první vlny do 20 minut. Tak dlouho vlně trvá, než fyzicky proběhne celou zeměkoulí. A protože i tam jsou lokální stanice, které ji zaznamenají ihned a mohou data sdílet online, můžeme teoreticky o zemětřesení vědět dříve, než k nám vlna dorazí.

Při zmínce o Japonsku se ptám, jak taková událost ovlivní náplň práce seismické služby. „Když jde jen o jeden otřes, tak je to běžný den v práci," objasňuje Jan Zedník a dodává, že pokud by následovaly další desítky nebo stovky otřesů, tak jako u ostrova Honšú v roce 2011, znamenalo by to pro ně naopak spoustu práce navíc.

Naše skupinka se přesouvá do poslední místnosti, kde se nachází registrační systém Quanterra Q330S, který přijímá data ze snímačů (seismometrů) umístěných ve vedlejší místnosti. Dříve se křivky zaznamenávaly na buben s papírem, dnes už zařízení pracuje digitálně. Místo hrotu „zapisovátka" kreslícího křivku blikají ledky. Data se ukládají na disk a přes internet se automaticky posílají do datového centra Geofyzikálního ústavu AV ČR a odtud dále do světa.

Tady naše návštěva končí. Jak se dozvídám z vyprávění našich průvodců, už několikrát se stalo, že se do observatoří někdo snažil vloupat a hrozilo, že kvůli pár měděným kabelům poničí přístroje v hodnotě mnoha set tisíc korun. Při odchodu za sebou tedy pečlivě zamykáme. ▯

MAPA ČESKÉ REPUBLIKY S UMÍSTĚNÍM 20 SEISMOLOGICKÝCH STANIC



KRÁTCE Z AKADEMIE

STRATEGIE AV21 ŘEŠÍ AKTUÁLNÍ VÝZVY

V sídle Akademie věd ČR v Praze se ve dnech 16. a 17. května 2019 uskutečnila konference, která představila zajímavé projekty a úspěchy Strategie AV21. Nakolik se daří naplňovat motto „Špičkový výzkum ve veřejném zájmu" ukázali koordinátoři a řešitelé výzkumných programů. Předseda Rady Strategie AV21 Michal Haindl, který je pověřený koordinací a koncepčním rozvojem, připomněl její hlavní cíl. Tedy identifikovat problémy a výzvy dnešní doby a hledat cesty k jejich řešení prostřednictvím mezioborové a meziinstitucionální spolupráce a synergie.

Strategie AV21 má pomoci při řešení aktuálních problémů společnosti, jako jsou například sucho, nedostatek potravin, skladování energie, vývoj nových léků, otázky spojené s migrací apod. Každý vědecký výsledek je podle slov Michala Haindla pro společnost v kratším či delším horizontu užitečný. Hlavní výhodou Akademie věd ČR a devizou Strategie AV21 je přitom činnost v rozsáhlé škále vědeckých oblastí. Díky nim se mohou řešit i komplexní problémy, které vyžadují spolupráci odborníků i ze zdánlivě vzdálených oblastí. Jako příklad uvedl spolupráci mezi matematiky, informatiky, filozofy a právníky na řešení právních a etických problémů umělé inteligence. Zdůraznil, že Strategie se úspěšně rozšířila (v současnosti má už 18 programů) a je do ní zapojena s výjimkou dvou ústavů v podstatě celá Akademie věd ČR plus dvě infrastrukturní pracoviště.

Předsedkyně Akademie věd Eva Zažímalová upozornila, že Strategie AV21 prochází stále vývojem, i když se mnohé už povedlo a některé její programy fungují velmi dobře. Její největší přínos vidí v tom, že propojuje vědecké disciplíny a pracoviště Akademie věd ČR a může využívat jejich velkého potenciálu. Strategie AV21 je rovněž flexibilní, protože se soustřeďuje na společensky relevantní otázky, které se vyvíjejí. Takže i programy se musejí vyvíjet. Význam to má i navenek a sekundárním efektem je, že i díky Strategii AV21 se postavení Akademie věd ČR ve společnosti výrazně zlepšilo.

Text: Markéta Wernerová | **Foto:** Jana Plavec (6), Shutterstock (2), ESA / C. Carreau, Ústav organické chemie a biochemie AV ČR, Stanislava Kyselová (2), PR Klub

PRAHA MÁ BÝT CENTREM UMĚLÉ INTELIGENCE

Přilákat do Česka světové vědce, rozšířit základnu českých AI talentů a napomoci vzniku nových technologických firem. To jsou cíle ambiciózní iniciativy prg.ai, která chce do pěti let udělat z Prahy centrum umělé inteligence. V projektu spojily síly Akademie věd ČR, ČVUT, Univerzita Karlova a Magistrát hlavního města Prahy. Iniciativu, která navazuje na Národní strategii umělé inteligence, podporují i významné soukromé společnosti jako Avast, IBM, Seznam.cz či Škoda Auto. V horizontu pěti let by Česká republika měla disponovat pěti tisíci výzkumníky a vývojáři AI. Rovněž by se měl několikanásobně zvýšit počet pražských absolventů oboru umělé inteligence – již nyní je jich ročně přes sto, brzy by to mělo být pět set. Kromě toho by v této technologické oblasti, jež hýbe globální ekonomikou a společností, mělo každoročně přibývat padesát nových firem.

ČEŠI SE ÚČASTNÍ HLEDÁNÍ EXOPLANET

Skupina výzkumu exoplanet stelárního oddělení Astronomického ústavu AV ČR pod vedením Petra Kabátha se stala oficiálním členem plánované vesmírné mise PLATO (Planetary Transits and Oscillations of Stars), která pod hlavičkou Evropské kosmické agentury (ESA) odstartuje v roce 2026. Jde o první přímou českou účast na výzkumu exoplanet. Vědci očekávají, že teleskop najde tisíce planet kolem jasných hvězd a několik desítek planet podobných Zemi. Pokusí se také za pomoci nových dat objasnit podmínky, za nichž vznikají planety i život. Ondřejovský tým v přípravné fázi vytvoří software pro monitorování stavu přístroje a pro zpracování dat. Dále se bude podílet na výrobě 33 supermoderních kontejnerů pro kamery PLATO s extrémními nároky na bezpečnou přepravu, vysokými požadavky na čistotu či otřesuvzdornost. Po startu mise se český tým zapojí také přímo do hledání tzv. druhé Země.

NOVÁ SEPARAČNÍ TECHNIKA USNADNÍ LÉČBU RAKOVINY

Unikátní metoda separace prvků vzácných zemin, vyvinutá v Ústavu organické chemie a biochemie AV ČR, usnadní a zrychlí výrobu radiofarmak. Vyvinul ji se svým týmem Miloslav Polášek, vedoucí skupiny cíleného výzkumu Koordinační chemie, která se zaměřuje na vývoj nových chemických nástrojů pro nukleární medicínu a molekulární zobrazovací metody. Ústav uzavřel na využití této metody licenční smlouvu s americkou společností SHINE Medical Technologies, která ji využije k přípravě lutecia 177 pro léčbu rakoviny. „Separace tzv. prvků vzácných zemin je velmi obtížná, obzvláště tehdy, když jsou radioaktivní a potřebujete je získat extrémně čisté. Naše technologie je schopna výrazně urychlit a rozšířit výrobu lutecia 177, které se začíná prosazovat v radioterapii," říká autor metody Miloslav Polášek.

ČESTNÁ MEDAILE PRO MILANA ŠTĚCHA

Místopředseda Senátu Parlamentu ČR Milan Štěch převzal 4. dubna 2019 nejvyšší ocenění Akademie věd ČR. Prestižní medaili De Scientia et Humanitate Optime Meritis mu na slavnostním ceremoniálu v pražské Lannově vile předala předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová. Získal ji za svou podporu a propagaci akademického výzkumu a české vědy obecně. Vždy se zasazoval o větší sbližování vědecké a politické sféry, podporoval rozšíření spolupráce mezi výzkumnými institucemi v České republice a prezentoval české vědecké úspěchy v zahraničí.

AKADEMIE VĚD SPOLUPRACUJE S VOJENSKÝM TECHNICKÝM ÚSTAVEM

Memorandum o spolupráci v oblasti obranného a bezpečnostního výzkumu a vývoje podepsala předsedkyně Akademie věd ČR Eva Zažímalová a Jiří Protiva, ředitel Vojenského technického ústavu. Slavnostní akt se uskutečnil 6. května 2019 v sídle Akademie věd na Národní třídě. Spolupráce se již začíná rýsovat v konkrétních oblastech. „Zajímá nás zejména výzkum laserových technologií, které se dají využívat pro obranné a bezpečnostní účely i v rámci naší armády," uvedl Jiří Protiva. Vojenský technický ústav, jehož zakladatelem je ministerstvo obrany, zajišťuje jak aplikovaný výzkum a vývoj, tak i výrobu a modernizaci výzbroje a techniky české armády a dalších bezpečnostních složek.

NÁRŮST MINIMÁLNÍ MZDY NEZAMĚSTNANOST NEZVÝŠIL

Zvyšování minimální mzdy vede (téměř vždy) k vyšší nezaměstnanosti – taková je teze, se kterou se setká snad každý začínající student ekonomie. Podle pokročilejších ekonomických modelů a výzkumů tento vztah už však není tak černobílý. Jak je to v případě nedávného navyšování minimální mzdy v České republice, zjišťovala studie nezávislého think-tanku IDEA při CERGE-EI. Nárůsty minimální mzdy v letech 2013, 2015, 2016 a 2017 neměly podle jejích závěrů výraznější negativní dopad na zaměstnanost, zároveň však měly pozitivní efekt na růst mezd. Studie zkoumala kauzální dopady nárůstů minimální mzdy v České republice v letech 2013–2017 na zaměstnanost nízkovýdělečných pracovníků podnikatelského sektoru. Série nárůstů minimální mzdy následovala po sedmiletém období stagnace. Ve zkoumaném období narostla měsíční minimální mzda celkem o 37,5 % z původních 8000 na 11 000 korun. I po těchto nárůstech zůstává Česká republika zemí s relativně nízkou úrovní minimální mzdy (v poměru k průměrné či mediánové mzdě) ve srovnání se státy OECD.

ZEMĚ V4 A KLIMATICKÉ ZMĚNY

Ústav výzkumu globální změny AV ČR (CzechGlobe) se stal členem Klimatického inovačního společenství Evropského inovačního a technologického institutu (EIT Climate-KIC). Pro země V4 bude fungovat jako „hub“ zastřešující výzkumnou spolupráci v oblastech zasažených klimatickou změnou. Vznikne konsorcium vědeckých institucí, univerzit a inovačních firem zaměřených především na zemědělské a lesní ekosystémy, jehož cílem bude přenášet do praxe vědecké poznatky jak v oblasti adaptace (zvýšení odolnosti vůči suchu, vysokým teplotám, zadržování vody v půdě a krajině), tak v oblasti zmírňování klimatické změny (vázání uhlíku, snížení emisí skleníkových plynů).

FULBRIGHTOVA STIPENDIA PRO ČESKÉ VĚDCE

Komise J. Williama Fulbrighta je mezivládní česko-americká organizace, která prostřednictvím stipendijních programů a poradenských a informačních služeb podporuje vzdělávací, vědecké a kulturní výměny mezi Českou republikou a USA. Fulbrightovy stipendijní programy financované českou a americkou vládou poskytují českým občanům příležitost studovat, provádět výzkum či vyučovat v USA. Pro akademický rok 2019/2020 získala prestižní stipendium čtveřice výzkumníků z Akademie věd ČR – Jan Bierhanzl z Filosofického ústavu, Martina Janoušková z Botanického ústavu, Milan Vrtílek z Ústavu biologie obratlovců a Tomáš Baše z Ústavu anorganické chemie.

AKADEMICKÝ SNĚM UVÍTAL NAVÝŠENÍ ROZPOČTU

Národní dům na Vinohradech se 16. dubna 2019 stal dějištěm LIV. zasedání Akademického sněmu AV ČR. Předsedkyně Eva Zažímalová zahájila setkání důležitou pozitivní zprávou, která ovlivní financování všech akademických pracovišť: „Rada pro výzkum, vývoj a inovace schválila na svém 344. zasedání prorůstovou variantu rozpočtu, která pro Akademii věd znamená navýšení o zhruba půl miliardy korun v příštím roce.“ Díky navýšení by se mělo podařit dosáhnout stabilizovaného financování.

Na sněmu se dále hovořilo o zajištění financování laserového centra ELI Beamlines, s nímž se pojí vznik evropského výzkumného sdružení ERIC. I nadále by finančně mělo zůstat v kompetenci ministerstva školství. Podle vyjádření předsedkyně by však do budoucna mělo jít o mandatorní výdaj státního rozpočtu. Vedení Akademie věd ČR opětovně ocenilo Strategii AV21, která propojuje vědce z různých oblastí a zaměřuje se na aktuální společenská témata, jako jsou například potraviny pro budoucnost, přeměna a skladování energie či přírodní hrozby. Členům Akademického sněmu i dalším hostům se představila novinka v oblasti popularizace – stanoviska AVex. Jde o stručné analýzy současných problémů, kterými vědci poskytují poradenství českým zákonodárcům. První stanovisko se zaměřilo na problematiku velkých dat (Big Data), druhé na kvalitu pitné vody. Poradenství ve svém projevu velmi ocenil také senátor Jiří Drahoš, podle něhož AVexy senátorům pomáhají v orientaci v současných vědeckých tématech.

WEBOVÁ APLIKACE EVALVIS 17+

Badatelé z Kabinetu pro studium vědy, techniky a společnosti Filosofického ústavu AV ČR naprogramovali aplikaci, která umožňuje vizualizovat data z hodnocení výzkumných organizací podle Metodiky 2017+. Navázali tak na předchozí debaty, během nichž zaznamenali potřebu například Akademie věd ČR či Grantové agentury ČR vylepšit přístup k datům o české vědě. Aplikace Evalvis 17+ umožňuje kromě usnadnění přístupu k informacím za jednotlivé instituce a obory také jejich vzájemné srovnávání. Ukazuje tedy i nový rozměr dat, jež byla k hodnocení použita. Uživatelé se mohou například podívat, jak si v daném oboru vedou nejproduktivnější instituce. V některých oborech se zjištěné pořadí může velmi snadno změnit – stačí upravit parametry datového filtru nebo zúžit skóre a pořadí rázem vypadá jinak. Aplikace je postavena na datech z hodnocení vědy a výzkumu podle Metodiky 2017+ v rámci Modulu 2, která realizovala Rada pro výzkum, vývoj a inovace pro jednotlivé výzkumné organizace.

MÉDIA Z PRODUKCE AKADEMIE VĚD BODOVALA V PRESTIŽNÍCH SOUTĚŽÍCH

Na slavnostním vyhlášení výsledů 17. ročníku tradiční soutěže firemních médií Zlatý středník zabodoval především časopis *AΩ / Věda pro každého*, který získal cenu Grand Prix za nejlepší obsah. Společně se čtvrtletníkem *A / Věda a výzkum* uspěly také v kategorii G2C (veřejná a státní správa), odnesly si pomyslnou stříbrnou a bronzovou medaili. Do užší nominace se dostal i instagramový profil Akademie věd ČR. Soutěž každoročně vyhlašuje PR Klub – oborové sdružení profesionálů v oblasti public relations. Úspěch zaznamenala také audiovizuální tvorba z dílny Akademie věd ČR. Dokument *Magion – příběh družice* o prvním československém satelitu vyhrál v kategorii česko-slovenských populárně-vědeckých dokumentárních filmů na 54. ročníku mezinárodního festivalu populárně-vědeckých filmů Academia Film Olomouc.

PŘÍŠTĚ

3. místo

ZLATÝ STŘEDNÍK 2018

LÉTÁNÍ

Pohyb v oblacích už dávno není jen doménou ptáků a dalších okřídlených tvorů. Ptačí let fascinoval vědce odnepaměti, ale jak mechanismus pohybu ptačích křídel vlastně funguje? Liší se let ptáků a let hmyzu? Jak se jimi mohou lidé inspirovat? A naopak – může výzkum vírů, které vznikají v tekutinách nebo při obtékání křídel letadel či při proudění ve strojích, pomoci pochopit mechanismus letu vážek, motýlů, netopýrů či opeřenců, kteří dokážou uletět obrovské vzdálenosti, létat po spirále, plachtit a třepetat křídly vysoko nad zemí? I to je předmětem zájmu odborníků na aerodynamiku z Ústavu termomechaniky AV ČR.

DOSTUPNÉ BYDLENÍ

Ceny nemovitostí i nájemné dosahují zejména ve velkých městech takové výše, že ani lidé s průměrnými příjmy si vlastní bydlení nemohou dovolit. Tématem jeho nedostupnosti v České republice se dlouhodobě zabývají výzkumníci ze Sociologického ústavu AV ČR.

ČÁSTICE Z VESMÍRU

Do zemské atmosféry dopadá z vesmíru proud extrémně energetických částic. Kosmické záření tvoří z největší části protony (kolem 90 %), dále jádra helia a těžších prvků aj. Původ záření však zatím není zcela objasněn, na odhalování záhad se podílejí i výzkumníci z Fyzikálního ústavu AV ČR.

Foto: Shutterstock (2), NASA

A VĚDA A VÝZKUM

Vydává
Středisko společných činností AV ČR, v. v. i.,
Národní 1009/3, 110 00 Praha 1
IČO 60457856

Adresa redakce
Odbor akademických médií DVV SSČ,
Národní 1009/3, 110 00 Praha 1
tel.: 221 403 513
e-mail: wernerova@ssc.cas.cz

Šéfredaktor
Viktor Černoch
Zástupkyně šéfredaktora
Leona Matušková
Redaktoři
Jana Olivová, Luděk Svoboda
Fotografka
Jana Plavec
Produkční
Markéta Wernerová
Korektorka
Irena Vítková
Sociální sítě
Petr Cieslar
Grafika
Josef Landergott

Redakční rada
Markéta Pravdová (předsedkyně),
Josef Lazar (místopředseda),
Petr Borovský, Jiří Chýla, Jan Kolář,
Michael Londesborough, Jan Martinek,
Radek Mikuláš, Jiří Padevět,
Taťána Petrasová, Daniela Procházková,
Michal Salaj, Kateřina Sobotková,
Pavel Suchan, Michaela Trtíková Vojtková

Tisk
Triangl, a. s.

Distribuce
CASUS Direct Mail, a. s.

Číslo 2/2019, vychází čtvrtletně, ročník 3
Vyšlo 17. června 2019
ISSN 2533-784X
Cena: zdarma
Evidenční číslo MK ČR E 22759

Nevyžádané materiály se nevracejí.
Za obsah inzercí redakce neodpovídá.
Změny vyhrazeny. Veškeré texty a dále fotografie na str. 3, 6–7, 22–25, 30, 31, 35–37, 40, 42, 43, 46, 55–57, 61, 64–65, 69, 72–76 jsou uvolněny pod svobodnou licencí **Creative commons CC BY-SA 3.0 CZ**.

Informace o zpracování osobních údajů naleznete na našich webových stránkách v sekci Veřejnost/Časopisy.

www.avcr.cz

POJMENUJ EXOPLANETU

XO-5 (hvězda)

VZDÁLENOST OD ZEMĚ: 278 pc (906 světelných let)

HMOTNOST: 0,88 hmotnosti Slunce

VIDITELNOST ZE ZEMĚ: dalekohledem o průměu 10 cm

XO-5b (planeta)

TYP: horký Jupiter

VELIKOST: 1,03 poloměru Jupitera

DOBA OBĚHU KOLEM HVĚZDY: 4,19 dne (100,5 hod.)

Název planetárního systému okolo XO-5

Odeslat

WWW.POJMENUJEXOPLANETU.CZ

#POJMENUJEXOPLANETU

Akademie věd České republiky

Více informací naleznete zde

IAU 100 Years: Under One Sky

Akademie věd
České republiky

VĚDA A VÝZKUM

biologie	humanitní vědy	medicína	chemie
společenské vědy	fyzika	ekologie	matematika
historie	filologie	informatika	vědy o Zemi
aplikovaná fyzika

www.avcr.cz

https://cs-cz.facebook.com/akademieved/

https://www.instagram.com/akademievedcr/

https://twitter.com/akademie_ved_cr