

## Vzpomínky na první poválečné výzkumy savců na Šumavě 3.

Od časů našich výzkumů v okolí Kašperských Hor, které jsme popisovali v minulé části vzpomínek (Živa 2017, 2: XXVI–XXVII), uplynulo zase několik let. Mezitím jsme dostudovali, obhájili diplomové práce a začali se starat o budoucí zaměstnání. Náš studijní kruh to měl kupodivu snadné. V té době docházelo k očekávanému rozvoji vysokých škol, a tak řada z nás mohla pokračovat ve svém zaměření přímo na katedrách fakulty. Já jsem se stal asistentem prof. Julia Komárka na katedře obecné zoologie Přírodovědecké fakulty UK a po jeho nečekaném úmrtí v r. 1955 pak přešel na sesterskou katedru systematické zoologie, kde jsem mohl dále pracovat jako terénní zoolog. V té době jsem často vzpomínal na zajímavé rozhovory se Šumavanem prof. Komárkem, zejména na jeho zkušenosti s železnorudskou částí této oblasti, kde předpokládal nálezy dalších alpských a západoevropských forem obratlovců. Dokládal to školními vzpomínkami na podivný druh čolka, který prý tam za jeho časů žil a o němž v současnosti chybějí jakékoli údaje. O tom se ostatně zmiňoval i ve své už dříve vydané a velmi oceňované knize Česká zvířena (Melantrich, Praha 1948).

Náhodou se pak vytvořila situace, kdy mne naši entomologové požádali o radu, kde by mohli pokračovat ve svých studiích luční fauny srovnáním s podobnou situací na horských loukách. Protože jejich zatím zkoumané teritorium se týkalo nížinných luk na Plzeňsku v okolí Lužan, bylo logické, že jsem je navedl na horské louky v prostoru „Komárkovy“ Železné Rudy. Problém byl jen v tom, že já ani nikdo z našeho okolí tento region blíže neznal. Nicméně zevrubnější poznání páně profesorova rodného kraje, včetně bájných jezer Černého a Čertova spolu s dějištěm historického bádání Fričova, nás velmi lákala. A tak jsme se rozhodli, že je na čase realizovat průzkumnou cestu i do této klasické, přesto zoologické neprobádané části západní Šumavy.

V té době už jsme měli na fakultě k dispozici i vhodné terénní vozidlo – nákladní auto s krytou korbou – které uvezlo několik osob a potřebné vybavení. Předem jsme si písemně vyjednali s Lesní správou v Železné Rudě ubytování v blízkosti druhotných horských luk, kde by bylo možné zároveň podrobně prozkoumat i původní lesní stanoviště v okolí jezer. Takže i tuto akci počítám k začátkům našeho zoologického výzkumu Šumavy a krátce se o ní zmíním.

K první takové cestě došlo, myslím, už koncem r. 1956 a poté následovaly další vícedenní exkurze až do r. 1959. Na fotografiích je zachycena naše osádka při první exkurzi (obr. 1 a 4) – skupina pěti mladých fakultních zoologů, náš dopravní prostředek

dek a připravený proviant, kde tenkrát nechyběl stůl s židlemi, věci na spaní a vůbec nezbytné potřeby pro týdenní pobyt. Vůz měl na starosti zkušený řidič a zároveň výborný kuchař a vášnivý nimrod pan Stehlík.

Vstřícní pracovníci Lesní správy nám vyhledali k výzkumu opravdu výhodné místo – tehdy uprázdněnou patrovou myslivnu (viz obr. 2) v širokém údolí Úhlavy u Hojsovy Stráže (obr. 6), nedaleko vjezdu železniční trati do Železnorudského tunelu. V té době to již byla samota, která se ještě s jednou sousední chalupou zachovala mezi zříceninami snad bývalé osady, na okraji kdysi obhospodařovaných a v současnosti už opuštěných a pomalu zarůstajících horských luk. Přitom sem vedla dobře zachovaná lesní silnice, umožňující za pomoci auta i průzkum okolí. Tedy přesně místo, jaké jsme si vysnili a potřebovali. Navíc tam byl k dispozici elektrický proud z fungující malé vodní elektrárničky kousek dál po potoce, kuchyně s potřebným vybavením a několik pokojů. Samota, označovaná místními lesáky jako Rudolfovna (asi po někom z dřívějších obyvatel), byla ještě docela nedávno periodicky využívána lesními dělníky, a tedy snadno obyvatelná. Tam jsme tenkrát rozbili svůj stan a zahájili výzkumy mammaliologické a entomologické i v širším okolí.

Entomologové našli nedaleko myslivny vytvořené druhotné louky, zatím jen na okrajích mírně zarostlé, a my ostatní jsme mohli konečně „prochytat“ i původní lesní biotopy kolem Černého a Čertova jezera (obr. 5). Celý náš tehdejší výzkumný prostor je zachycen na několika ne příliš povedených fotografiích, nicméně dokumentující aspoň naši dočasně zapůjčenou základnu. V dalších letech jsme pak Rudolfovnu nahradili vedlejší útulnou chaloupkou s názvem „Chladovna“, pojmenovanou podle lesního dělníka, který ji krátce předtím opustil.

Tato druhá základna, jen na skok vzdálená od Rudolfovny, byla pro nás ještě výhodnější! Šlo o mnohem menší vesnické stavení šumavského typu, kupodivu rovněž napojené v té divočině na elektrický proud, tenkrát dokonce bezplatný. Navíc jsme si ji mohli vybavit podle našich potřeb vlastním nábytkem a obnovit zdroj tekoucí pramenité šumavské vody s přípojkou až do stavení. V této ideální „terénní“ stanici pak probíhal asi třiletý periodický výzkum, prokládaný rekreačními návštěvami a nejrůznějšími exkurzemi, v zimě zejména ornitologickými a běžkařskými. To jsme tam už jezdili železnicí do stanice Mústek u Hojsovy Stráže na protějším svahu nad údolím.

Vraťme se však k první průzkumné „expedici“ v říjnu 1956. Její tehdejší i pozdější mammaliologické poznatky a naše nevelké zkušenosti jsme na tu dobu podrobně zhodnotili v poměrně rozsáhlé původní práci, zveřejněné v r. 1959 v univerzitním časopise Biologica. Představovala teprve



1

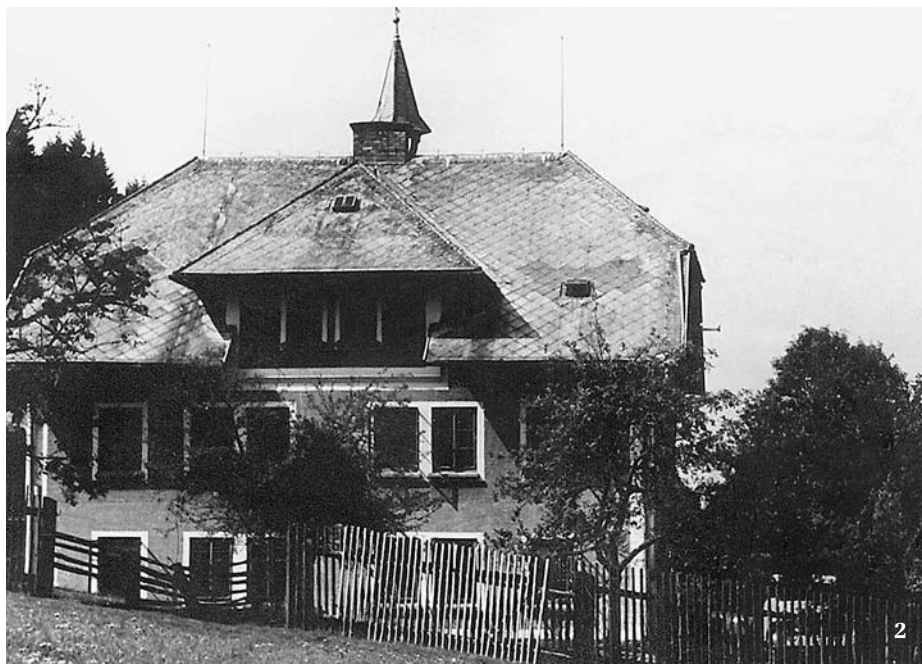
1 Fakultní vozidlo před odjezdem na Šumavu. Za ním řidič pan Stehlík a výzkumníci Jaroslav Figala (vpravo) spolu s autorem těchto vzpomínek Vladimírem Hanákem. Foto L. Janský

druhou shrnující odbornou publikaci o savcích české Šumavy. Autory té první z r. 1958 byli brněnští kolegové Jan Zejda a Milan Klíma, kteří prozkoumali východnější Boubín.

Samozřejmě náš první pobyt v této lokalitě jsme věnovali odchyty v okolí Černého jezera a v karu Jezerní hory, kde jsme očekávali nejzajímavější úlovky. Ale abychom své pastičky vyvezli až k jezeru, potřebovali jsme zvláštní povolení ke vstupu do pohraničního pásma přísně hlídaného vojáky pohraniční stráže. Ti měli dobře ukrytou základnu v pěkném dřevěném stavení přímo na břehu Černého jezera, prý převzaté turistické chatě z období první republiky. Podle našich dřívějších zkušeností z podobných „nepřístupných“ pohraničních oblastí Čech, Moravy a Slovenska jsme očekávali komplikované jednání s „brannou mocí“, i když potřebná povolení jsme si opatřili předem v Praze. Nakonec jsme však byli příjemně překvapeni. Jezero bylo nádherné, i když místo bájně Fričovy „létavky“ stála na břehu jen lesní „kasárnička“ plná vojáků. Přijal nás mladý velitel, který měl připravené dva sympatické vojáky jako průvodce a „hlídače“. Ti nás pak po celou dobu výzkumů v pohraničním pásmu doprovázeli při kladení pastí Jezerní stěnou až na samou státní hranici na vrcholu. Měl jsem obavu, že nás „ochránci“ budou zdržovat v práci všelijakými příkazy. Avšak přibližně stejně staří kluci byli zřejmě rádi, že se vyhnuli nudné službě a mohli přihlížet činnosti dvou „podivínů“, zabývajících se zhora neúčinnou prací – „odchytem myší“ právě na Jezerní hoře. Podle jejich úsudku bychom mohli snáze získat mnohem obsáhlejší „myší sbírku“ někde v blízké vesnici. Tak jsme jim museli nejdříve vysvětlit záměry práce, a tím jsme vlastně bezplatně přispěli ke kulturnímu školení armády.

Naši ochránci však byli opravdu příjemní a chápalí kluci a plnili všechna přání, včetně pomoci s kladením pastí, jako vyškolení laboranti. Podle jejich výzbroje jsme je překřtili na „puškiny“, plně jsme je pak využili a dodnes na ně rádi vzpomínáme. I když stoupání na Jezerní stěnu s nákladem pastí bylo v divokém terénu namáhavé, s přispěním našich „puškinů“ jsme ho docela zvládli. Nakonec nás dovedli až na státní hranici, což měli jistě přísně zakázáno! Zřejmě si však byli jisti, že podobní „blázní“ mají sotva zájem o nedovolené překročení hranice. A tak jsme se po namáhavé práci nakonec usadili k odpočinku, odtud je i snímek (obr. 3).

Ještě komplikovanější a namáhavější sběr úlovků v příštích dnech v nadmořské výšce 1 100 až 1 300 m nás ale příliš neuspokojil. Úlovky nebyly nijak početné a oproti předpokladu se skládaly jen z běžných druhů myšic, hrabošů a rejsků. O něco lepší výsledky jsme dosáhli při následném „prochytávání“ jezerních břehů, ale i tam stále chyběly vysněné vzácnosti, jako např. myšivka horská (*Sicista betulina*, obr. 7) a dokonce i s jistotou očekávaný rejsek horský (*Sorex alpinus*) stále odolával. O to více jsme byli uchvázeni nádhrou tehdy zcela nepřístupných břehů Černého jezera, i když jsme tam už nenašli hydrobiologické zvláštnosti udávané kdysi Antonínem Fričem, především perloočku hrbatku je-



zerní (*Holopedium gibberum*) a další vodní poklady tohoto reliktního jezera. Pouhým pozorováním jsme neprokázali ani zajímavou rybu sivena amerického (*Salvelinus fontinalis*), na kterou nás kdysi upozorňoval prof. Komárek, jehož otec – správce místních lesů – ho tam vysadil z chovů kdesi v západních Čechách. Tak že šlo vlastně tenkrát o nečekaný a totální neúspěch výzkumů. Chtěli jsme ještě podobně prozkoumat i málo známé okolí Čertova jezera, ale nakonec k tomu nedošlo.

V dané situaci nezbylo nic jiného, než obrátit pozornost na donedávna člověkem obhospodařované louky a okolí lesíků se zříceninami původních vesnic a samot v nižších nadmořských výškách, zato ale pro náš výzkum mnohem přístupnějších. A teprve tam jsme byli za námahu náležitě odměněni! Kromě běžných dvou druhů myšic (m. lesní – *Apodemus flavicollis*, m. křovinné – *A. sylvaticus*), norníků rudých (*Clethrionomys glareolus*) a obou běžných rejsků (r. obecného – *S. araneus*, r. malého – *S. minutus*) zahrnovaly úlovky i tehdy málo známého hraboše mokřadního (*Microtus agrestis*) a hrabošika podzemního (*M. subterraneus*). Navíc tam žily mnohé nížinné druhy jako pozůstatek dřívějšího obhospodařování, i když to byli jen obyčejný hraboš polní (*M. arvalis*) a krtek obecný (*Talpa europaea*), navíc i myška drobná (*Micromys minutus*). Překvapil nás též odchyt běžné myši domácí (*Mus musculus*) a potkana (*Rattus norvegicus*), což jsou klasické synantropní druhy, které se v místě udržely i po odsunu původního obyvatelstva. Nechyběl ani velký hryzec vodní (*Arvicola terrestris*), postrach sadařů v kulturní krajině. Také se tu pohybovali zajáci polní (*Lepus europaeus*), čehož si první všiml náš šofér a kuchař pan Stehlík. Když jsme totiž spotřebovali zásoby potravin, odešel na procházku, za chvíli se vrátil se střeleným ušákem a připravoval výtečnou hostinu. Tak jsme se sami přesvědčili, že členitá krajina podhůří je i co se týče savců mnohem druhově pestřejší než horská zalesněná a téměř „pralesní“ krajina vyšších poloh. Dnes jde o dávno běžný poznatek, tenkrát ale i z ochránář-

ských důvodů spíše přehlížený a dokonce „utajovaný“.

S dalšími odchyty v nižších polohách nakonec přibýly i zajímavější, vzácnější a skutečně horské druhy. Byl to zmíněný rejsek horský, vázaný na zarostlá místa kolem pramenišť a potůčků. Kupodivu jsme nikdy nezastihli málo známého černého (*Neomys anomalus*), dnes udávaného z mnoha lokalit na Šumavě, i z intravilánů – kolega Jan Hanzák jich v době svého „vojančení“ několik let předtím nacytal celou sbírku v odpadkové jámě kuchyně ve vojenském prostoru Boletice ve východnějším Pošumaví. Chyběly nám také oba naše druhy spíše teplomilných rejsků bělozubek (*Crociodura*), v současnosti zaznamenané v nižších a středních polohách Šumavy na řadě míst. Na získání dalších horských druhů, jako např. myšivky horské, byly zřejmě naše tehdejší výzkumy a zkušenosti zatím nedostatečné, jak jsem vysvětlil na jiném místě v předchozí části tohoto seriálu (Živa 2017, 2). Dnes po dlouhém zkoumání Šumavy už víme, že v nejzápadnější Šumavě opravdu chybí, což je dost podivné!

Takže jako skutečně pozoruhodné a vzácné druhy savců, které jsme tehdy ještě ulovili, můžeme snad jmenovat jen dva druhy plchů, i když ti patří rovněž spíše mezi druhy podhůří. Plšík lískový (*Muscardinus avellanarius*) se chytil náhodou v zarůstajících kamenitých zídkách mezi dřívějšími poli poblíž našeho dočasného obydlí. Především to však byl jeho mnohem vzácnější příbuzný plch zahradní (*Eliomys quercinus*), o němž jsme se zmiňovali už v popisu dřívějších výzkumů kolem Kašperských Hor. Oba tyto druhy jsme překvapivě nakonec odchytily pouze několik kroků od vstupních dveří našich ubytoven – v místech, kde bychom nikdy takové „vzácnosti“ nečekali. Tak omezené znalosti jsme měli o životních nárocích tehdy málo známých plchů.

Dobře si vzpomínám hlavně na okolnosti spojené s prvním úlovkem v té době téměř neznámého plcha zahradního. Jak se často stává, jeho odchyt se podařil právě tomu nejméně kompetentnímu z nás. Byl



2 Dobový snímek lesovny Rudolfovny v údolí Úhlavy u Hojsovy Stráže – naší první základny při výzkumu v západní železnorudské části Šumavy v r. 1956. Foto L. Janský

3 Odpočinek po kladení pastí v karu Jezerní stěny. Autor článku pod „ochranou“ vojínů pohraniční stráže („puškinů“). Foto J. Figala

4 Náš proviant k výzkumu připravený k nakládání před Přírodovědeckou fakultou UK v Praze. Foto J. Figala

totiž tehdy s námi na Šumavě můj vysokoškolský spolužák a nejbližší přítel, fyziolog Ladislav Janský, specializovaný na laboratorní výzkum zimního spánku savců a pozdější zakladatel ekologické fyziologie savců u nás. Aby si nějak zasloužil naši pomoc při odchycích živých sýslů a křečků pro fakultní chovy, vzali jsme ho do hor jako pomocníka. S terénní prací měl malé zkušenosti a naše savce s výjimkou těch nejběžnějších ani pořádně neznal. V jednom z prvních dnů výzkumu jsem ho vyslal s několika tehdy nově zkonstruovanými živochytkami do terénu, aby se naučil chytat živý materiál drobných savců pro své chovy. Protože jsem chtěl sám rozložit co nejvíce sklapovaček, poradil jsem mu, aby živochytky umístil hned v blízkosti ubytovny, a to do zpustlé zahrady a okolních teras zmíněné Rudolfovny. Když jsem se pak druhý den vracel z obhlídky svých pastí, čekal mne netrpělivě a vzrušeně mi cestou sděloval, že chytil něco zcela nečekaného – savce, jaký snad u nás ani nemůže existovat! Když mi tento objev – živý a hladový – v živochytce ukázal, musel jsem se zasmát. Byl to opravdu výrazně pestře zbarvený samec plcha zahradního, tehdy i pro odborníky vzácný druh, jaký znali jen z obrázků – ostatně jeden z prvních živých kousků u nás k vidění. A tak jsem přítele pochválil a pobídl k dalšímu odchytu. Zmíněný exemplář pak dlouho žil ve fakultních chovech a posloužil výzkumu zimního spánku. Měl bych dodat, že také druhý nejoceňovanější úlovek popisované exkurze, jediný exemplář plšika lískového, se podařilo chytit do sklapovací pastí líčené rovněž tímto mammaliologickým začátečníkem. V tomto případě však k senzaci nedošlo – jde o druh celkem fádne žlutohnědě zbarvený, který se sice liší výrazně osrstěným ocáskem, ale toho si

můj kolega na místě vůbec nevšiml. Přišel jsem na to, až když jsem později určoval a měřil chycený materiál.

Jen dodávám, že právě s plchy jsme měli na Šumavě tenkrát nejvíce komplikací. V kašperskohorském muzeu byla totiž vystavena starší vycpanina plcha velkého (*Glis glis*), většího a šedě zbarveného hlodavce, který je však spíše obyvatelem teplých listnatých hájů a okolí lidských sídlišť v nížinách a středních polohách Čech nebo Moravy. Proto zůstávala jeho nedatovaná vycpanina v šumavském muzeu dlouho záhadou a málokdo věřil, že je místního původu. Teprve mnohem později po našich pionýrských výzkumech se podařilo tento druh konečně „dopadnout“ i v horské části české Šumavy. Pronikl tam zřejmě jako rarita z jižních svahů pohorí, které mají teplejší ráz a místy i listnaté porosty.

Podobně jsme „neuspěli“ s prvním českým průkazem opravdového horského druhu savců, podivného hlodavce myšivky horské, jediného příslušníka čeledi tarbíkovitých (*Dipodidae*) v naší fauně. Krátce předtím byla zjištěna za podivných okolností ve slovenských horách – chytili ji tam spíše náhodou do smýkací sítě dva čeští entomologové v Nízkých Tatrách. Neobvykle byl ostatně později získán i první doklad tohoto druhu z české Šumavy – byl odchycen při parazitologických výzkumech v okolí Borových Lad. Ani to však nepředstavovalo první doklad ze Šumavy – myšivku horskou znali už před naším výzkumem němečtí zoologové z několika míst v Bavorsku a napsali na tu dobu objevnou práci o jejím způsobu života. Také zmínili, že se na rozdíl od jiných hlodavců živí drobným hmyzem a žije většinou pozemním způsobem života ve vlhkých porostech horských luk a na okrajích lesů. Kdybychom tehdy podrobněji prostudovali jejich práci, mohli jsme se dozvědět, proč byla naše pátrání za pomoci sklapovacích pastí tak neúspěšná. Toto neobvyklé zvířátko se dá nalákat na běžnou návnadu do tohoto typu pastí jen výjimečně. Proto byla většina pozdějších dokladů získána do padacích pastí, smýkacích sítí, případně při studiu potravy horských sov nebo pozorováním živých zvířat. Dnes je myšivka horská známa ze Šumavy už nejméně z 50 lokalit ve výšce nad 900 m n. m. Nebyla však nikdy chycena v západní lesnaté Šumavě a zcela chybí i v celém hornatém

severním pohraničí Čech včetně Krkonoš. Objevuje se zase až v pohorích východních Sudet na Moravě. To je tedy celá historie poznatků o tomto zajímavém horském hlodavci v našich pohorích.

V té době, kdy jsme se věnovali především výzkumu drobných pozemních savců – hlodavců a hmyzožravců – jsem se také už vážně zabýval netopýry. Uvědomoval jsem si, že právě tato skupina, poměrně druhově početná, je nejen u nás, ale i v celé Evropě zřejmě ze všech obratlovců nejméně známá. Bylo to dáno především jejich skrytým nočním způsobem života i poměrnou vzácností řady jejich zástupců, ale hlavně tím, že kromě přímého pozorování nebyly v té době k dispozici žádné efektivní metody výzkumu netopýrů v terénu. Takže zmínky o výskytu jednotlivých druhů se u nás nacházely ve starší i novější literatuře spíše příležitostně a zakládaly se na náhodných zastíženích jednotlivců či malých skupin v podzemních zimovištích nebo nálezech letních kolonií samic s mláďaty na půdách kostelů a zámků.

A právě takové lokality se nacházely i v místech našich výzkumů v Pošumaví. Už dříve jsme popsali výsledky letných prohlídek zajímavých opuštěných štol po dobývání tuhy v okolí Černé v Pošumaví, které nás obohatily o cenné nálezy několika druhů, jejichž výskyt byl poměrně překvapivý. Šlo hlavně o vrápence malého (*Rhinolophus hipposideros*), drobný druh považovaný na našem území do té doby spíše za teplomilný prvek s očekávaným výskytem hlavně v jeskyních středních Čech nebo jižní Moravy. Ze Šumavy však byly ve starších zprávách udávány spíše příležitostně nálezy lesních a chladnomilných forem, k nimž patří např. netopýr pestrý (*Vespertilio murinus*), n. černý (*Barbastella barbastellus*) nebo také n. stromový (*Nyctalus leisleri*). V našich nálezech z opuštěných rudných dolů v okolí Kašperských Hor však kupodivu téměř dominoval právě vrápenec malý, a to dokonce i mimo období zimování. Naopak jsme ze začátku marně pátrali po odpovídajících „horských“ družicích, např. po netopýrovi severním (*Eptesicus nilssonii*), udávaném z Čech tehdy pouze z Krkonoš. Tyto záhady jsme si nedovedli tenkrát vysvětlit, hlavně proto, že jsme o způsobu života těchto savců nevěděli skoro nic a opírali se jen o spíše výjimečné nálezy. Proto ani naše



popisované poválečné výzkumy nepřinesly, pokud se výskytu netopýrů týče, mnoho nového.

Podrobněji bylo rozšíření netopýrů na Šumavě prozkoumáno až v další etapě bádání, v níž se angažovala už většinou mladší generace našich následovníků, která mohla využít při terénním výzkumu účinnější metody, jako je odchyt do netopýřích sítí, kroužkování a záznamy orientačních signálů (echolokaci). Teprve tato následná etapa výzkumu nakonec ukázala, že netopýří fauna Šumavy je neobyčejně bohatá a zajímavá a nechybějí v ní dominující otužilejší lesní formy ani některé teplomilnější druhy, které se nacházejí právě v podhůří a horách, kde zůstala po dřívějším dobývání rud a vzácných nerostů řada opuštěných štol, jež netopýři vyhledávají jako vhodná zimoviště a někdy i letní úkryty. To jsme si ovšem uvědomili až po dalších zkušenostech mnohem později, až v době následných výzkumů, jichž jsem se účastnil jen výjimečně. Proto se o nich blíže zmíním později.

Současný detailní přehled netopýrů Šumavy představuje řada původních publikací z posledních několika desetiletí a v úplnosti ho shrnuje především Atlas šumavských savců (nakladatelství Karmášek, České Budějovice 2014). Pro úplnost bych jen dodal, že právě díky těmto pozdějším intenzivním výzkumům tamní chiropterofauna patří Šumava v tomto směru nesporně mezi nejprozkoumanější oblasti střední Evropy. Nakonec tam byl prokázán výskyt prakticky všech druhů, které žijí na našem území – s výjimkou několika jižních forem, jež sem pronikly a stále pronikají jen lokálně a většinou z jihu.

Snad ještě jedinou a spíše úsměvnou zkušenost s netopýry z doby našich pionýrských výzkumů bych zde měl zaznamenat. Při první naší exkurzi do železnorudské oblasti v r. 1956 jsem náhodou objevil nad vstupními veřejemi ubytovny, zmíněné myslivny Rudolfovny, zcela vyschlou mrtvolku malého netopýra, přibitou neuměle zrezivělým hřebíkem. Když jsem druh určil (šlo o tehdy u nás málo dokladovaný druh netopýra vousatého – *Myotis mystacinus*), byl jsem překvapen především neobvyklými nálezovými okolnost-



mi. Bylo mi sice známo, že takový rituál se v dávných dobách prakticoval v odlehlých oblastech Evropy jako ochrana lidských příbytků před „temnými“ mocnostmi – ale tady to byla skutečnost ve 20. stol. a přímo ve středu kulturní Evropy, i když v zapomenuté části vylidněné Šumavy. V prvním okamžiku mne napadlo, že jde o nemalený vtíp mých kolegů, kteří o mém zájmu o netopýry dobře věděli a čekali, jak se k takovému nálezu postavím. Tuto domněnku jsem však brzy opustil, jednak to byla zcela vyschlá mumie, která tam jistě visela už před naším příchodem, a také bylo nepředstavitelné, že by pro vtíp někdo dokázal ubít to ubohé zvíře. Celá věc se záhy vysvětlila v diskuzi s místními lesníky. Lesovnu před námi obývala nějakou dobu rodina povozníka, původem repatrianta z Rumunska, který si zřejmě tento primitivní rituál přinesl ze své východní domoviny. Takže jsme nakonec jen nečekaně potvrdili popisované dávné zvyky našich předků, které se kolem netopýrů tradují. Navíc se zatím nevelká sbírka našich šumavských dokladů rozšířila o další, dnes běžný druh netopýra.

Zde by tedy mé vzpomínání na počátky výzkumu savců západní Šumavy, které probíhaly před více než 60 lety, mělo končit.

Když se nad těmi dávnými aktivitami zamýšlím, napadá mne, zda vůbec budou někoho zajímat v době, kdy v podstatě skončil přinejmenším základní výzkum naší fauny savců a česká mammaliologie má srovnatelnou úroveň a je respektována

5 Černé jezero obklopují horské smrčiny s nepříliš rozmanitou faunou drobných savců.

6 Údolí Úhlavy nad Hojsovou Stráží si dodnes zachovává přirozený charakter.

7 Myšivka horská (*Sicista betulina*) – náš jediný zástupce savců z čeledi tarbíkovitých (Dipodidae). Snímky M. Anděry (obr. 5–7)

i v evropském měřítku. Na druhé straně ony počátky na Šumavě odstartovaly pozdější rychlý rozvoj našeho terénního výzkumu savců a nakonec splnily vše, o co jsme tenkrát společně s panem prof. Komárkem, Janem Hanzákem a dalšími mladšími kolegy a spolupracovníky usilovali.

A tak snad není na škodu zavzpomínat i dnes na dobu dávno minulou, kdy jsme začali v malém a nezkušeném kolektivu mladých adeptů zoologie své výzkumy právě na Šumavě. Bohužel už tu zůstávám z celé té skupiny sám, proto aspoň shrnuji, na co se pamatuji a podávám v této spíše vypravěčské formě. Kdyby ještě žil někdo z inspirátorů těch aktivit, jistě by text doplnil mnoha dalšími informacemi a zapomenutými příhodami.

A tak bych nakonec chtěl připomenout blíže i ty, kteří se popisovaných prvních exkurzí účastnili. Byli to zejména mí vrstevníci a spolužáci z univerzitních studií, později profesori různých zoologických oborů na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy – entomolog Karel Hůrka, fyziolog Ladislav Janský, imunolog Alexej Romanovský a chronobiolog a ekolog Jaroslav Figala, který přednášel zoologii na Vysoké škole zemědělské v Praze a v Českých Budějovicích. Pro většinu z nich sice dávné šumavské zkušenosti nevedly přímo k volbě užší specializace v mammaliologii, ale všichni se významně zasloužili o rychlý rozvoj naší zoologie v posledních 60 letech. Věřím, že i dávné šumavské aktivity a inspirace výrazně přispěly k jejich úspěchům ve vědecké i pedagogické kariéře. Víím také, že často a rádi na šumavské období vzpomínali. I já sám na tuto dobu často vzpomínám. Kde ty krásné doby jsou!

Použitá a doporučená literatura je uvedena na webové stránce Živý.

## Blahopřání Zdeňku Soldánovi a Pavlu Kovářovi

Dva z dlouholetých členů redakční rady našeho časopisu oslavili v dubnu a v červnu letošního roku významné jubileum.

Za celou redakční radu jim srdečně blahopřejeme a těšíme se na další společná setkávání – nejen při tvorbě *Živy*.

RNDr. Zdeněk Soldán, CSc., je členem rady *Živy* od r. 1995 za obor bryologie. Zabývá se fytogeografií, ekologií a taxonomií mechů (např. seriál v *Živě* v letech 1996–2002).

Prof. RNDr. Pavel Kovář, CSc., působí v redakční radě od r. 1993, v letech 1997–2009 jako její předseda. Specializuje se na vegetační a krajinnou ekologii (více např. v *Živě* 2012, 5: XCIII–XCIX). Oba pracují na katedře botaniky PřF UK.

## Laureáti ceny Neuron pro mladé vědce 2017

„Vědce nominuje nezávislá rada fondu tvořená špičkovými vědci za každý obor, který fond podporuje. Ti dlouhodobě sledují talentované české vědce, kteří jsou vhodnými kandidáty na ocenění. Pokud rada usoudí, že kandidát pro daný rok stále profesně i lidsky vyžívá, nemusí ocenění udělit. V letošním roce nebude ocenění uděleno v oboru chemie a medicína. Ušetřenou finanční částku využijeme pro inovativní vědecké projekty,“ řekl prof. Pavel Hobza, člen správní rady a předseda vědecké rady Nadačního fondu na podporu vědy Neuron.

V letošním roce bylo oceněno pět osobností, kterým nebylo ani 40 let a již výrazně ovlivňují úroveň poznání ve svých oborech. Kritériem je i osobní integrita, otevřenost a vnímání vědy jako služby společnosti.

### ● Společenské vědy

doc. PhDr. Martin Soukup, Ph.D.

Kulturní antropolog zabývající se dějina-

mi, teorií a metodologií, zvláštní pozornost věnuje vizuální antropologii a kulturnímu areálu Melanésie.

### ● Fyzika

Dr. rer. nat. Lukáš Palatinus

Uznávaný světový odborník v oboru strukturní krystalografie pevných látek. Např. je autorem nové metody analýzy rozptylu elektronů na nanokrystalických materiálech.

### ● Biologie

doc. Mgr. Marek Eliáš, Ph.D.

Jedna z nejvýraznějších osobností v problematice jednobuněčných eukaryot. Zabývá se srovnávací genomikou, evolucí buňky, diverzitou a evolucí protist – organismů významných pro rozluštění podstaty života na Zemi.

### ● Computer science

doc. Ing. Daniel Sýkora, Ph.D.

Ocenění získal za algoritmus, který dokáže rutinní práci výtvarníků z velké části převést na stále dokonalejší počítače, kdy



**1** Marek Eliáš, oceněný fondem Neuron za obor biologie, pracuje na katedře biologie a ekologie Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity (viz také jeho článek v *Živě* 2009, 5: 200–203). Foto O. Tylčer, NF Neuron

jsou simulovány specifické techniky, aniž by se ztratil výtvarníkův rukopis.

### ● Matematika

doc. Mgr. Robert Šámal, Ph.D.

Věnuje se tzv. semidefinitnímu programování, kdy vrcholům grafu nepřisuzuje čísla, ale mnoharozměrné vektory.

Více na [www.nfneuron.cz](http://www.nfneuron.cz)

## Z udílení titulu „doktor věd“

Titul doktor věd (DSc.) uděluje na základě rozhodnutí své Vědecké rady Akademie věd ČR od r. 2003 jako výraz zvláště vysoké kvalifikace prokázané závažnými, originálními pracemi důležitými pro rozvoj bádání v určitém oboru a charakterizujícími vyhraněnou vědeckou osobnost. Posouzení zabezpečují vysoce kvalifikované komise, jejichž členy jsou specialisté z pracovišť AV ČR a vysokých škol, a nejméně tři oponenti. Titul představuje v současnosti v ČR nejvyšší vědeckou kvalifikaci v kariéře vědce. Dosud jich bylo uděleno 147.

Ve středu 24. května 2017 převzalo z rukou předsedkyně AV ČR prof. RNDr. Evy Zažimalové, CSc., diplomy 10 nových nositelů. Slavnostní předání se konalo v budově AV ČR na Národní třídě v Praze, v prostorách Knihovny AV ČR za přítomnosti představitelů Akademie věd, zástupců pracovišť, kde noví doktoři působí, členů komisí pro obhajoby a dalších hostů.

● prof. RNDr. Jan Hanousek, CSc., DSc. (Národohospodářský ústav AV ČR, v. v. i.)

● Mgr. Martin Hrubý, Ph.D., DSc. (Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v. v. i.)

● prof. Ing. Evžen Kočenda, M.A., Ph.D., DSc. (Fakulta sociálních věd UK)

● doc. Mgr. Martin Lysák, Ph.D., DSc. (Středoevropský technologický institut MU v Brně)

● PhDr. Marcela Mikulová, CSc., DSc. (Ústav slovenské literatury SAV)

● Ing. Pavel Neužil, Dr., DSc. (Středoevropský technologický institut VUT v Brně)

● prof. RNDr. Petr Štěpnička, Ph.D., DSc. (Přírodovědecká fakulta UK)

● Ing. Petr Tichavský, CSc., DSc. (Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v. v. i.)

● Mgr. Leoš Valášek, Dr. rer. nat., DSc. (Mikrobiologický ústav AV ČR, v. v. i.)

● doc. Ing. Vítězslav Zima, CSc., DSc. (Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v. v. i.)

Více na [www.avcr.cz](http://www.avcr.cz)



**1** Noví nositelé titulu DSc. Leoš Valášek (vlevo) získal vědecký titul doktor molekulárně-biologických a lékařských věd, Martin Lysák titul doktor biologicko-ekologických věd. Dizertační práce L. Valáška se věnuje studiu molekulárních mechanismů translace, M. Lysák se zabývá výzkumem srovnávací cytogenomické analýzy rostlin. Foto Z. Rerych, AV ČR

## Živa bez Jana Sudy

„Zprávy z bojiště“ (e-mail z nemocnice, 5. ledna 2016): „... moc děkuju. Já o sebe fakt strach nemám (ostatně většinu věcí, co jsem v životě chtěl, jsem si splnil)...“ Pak ale Jan Suda vyjádřil obavy o budoucnost svých nejbližších.

Ta nemoc byla těžká. Síčila dlouho, přikrmována Honzovou explozivní výkonností, nasazením, obětavostí pro věc botanického poznání a pro své lidské okolí. Nepoznal jsem v novodobé historii botanika s podobným souběhem schopností a vlastností, odborných i lidských, který by s takovou bravurou obsáhl celý vějíř aktivit ve více ro působnostech: badatelské (Botanický ústav AV ČR), univerzitně vzdělávací (Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy), instrumentální (cytometrické laboratoře), popularizační (Živa, výstavy), hodnotitelské (grantové agentury), prospekčně-terénní (ekurze v různých prostředích celého světa) i organizační (týmový management projektů, zahraniční a tuzemské kurzy). Přitahoval schopné lidi do pracovních týmů, dokázal se povznést nad nepodstatnosti, ale trefnou kritiku k nešvarům si nenechal pro sebe, rád se smál a nahlas, dokázal ocenit dobré červené víno ze slunných krajín. Pracoval do úmuru, ale také dovedl práci rozdělovat. Byl štědrý. Považuji si, když kývl na můj návrh, zda by byl ochoten vystřídat mě v předsednictví redakční rady Živy – bude tomu už skoro 10 let, přesto: jak krátká doba. A navzdory potvrzené dobré volbě pro časopis mne tíží, že jemu tím zase o něco přibýlo práce, jakkoli redakční rada a redakce spolupracovaly podle svých sil. Jenže když někoho znáte od studentských let v přímém dosahu a ve sdílení pohybu kupředu...

Prof. RNDr. Jan Suda, Ph.D. (1974–2017), vystudoval magisterskou specializaci botanika cévnatých rostlin na katedře botaniky PŘF UK v Praze (1992–97). Tamtéž absolvoval postgraduální studium (1998–2004)

a věnoval se rozvíjení a zavádění metod průtokové cytometrie do populační botaniky a vývojové biologie rostlin. Zaměstnanec úvazek na PŘF UK měl od r. 1997 a vedlejší úvazek v Botanickém ústavu AV ČR od r. 2000. V letech 2005–09 již byl vedoucím oddělení cévnatých rostlin na mateřské katedře a zároveň (v letech 2004–11) vedoucím Laboratoře průtokové cytometrie tamtéž. Tuto metodu zaváděl i na jiných pracovištích v ČR, primárně v BÚ, kde byl vedoucím stejnojmenné laboratoře od r. 2003. Habilitoval se na PŘF UK v r. 2008 a místo docenta na pražské katedře botaniky obsadil do r. 2014, kdy absolvoval profesorské řízení. Jako jeden z nejmladších profesorů PŘF UK tu pak pracoval na plný úvazek. Stal se členem řady vědeckých grémií, grantových agentur, komisí, nositelem nebo koordinátorem početných tuzemských či mezinárodních projektů, redakčních rad časopisů, školitelem studentů všech graduačních stupňů. Už ve své doktorské dizertační práci se zaměřil na propojení moderních analytických metod s tradiční taxonomií, konkrétně na využití průtokové cytometrie v biosystematice rostlin, později i v ekologii a populační biologii. Kromě průtokové cytometrie patřila mezi hlavní témata jeho vědeckého zájmu karyologie, cytometrie založená na analýze obrazu, numerická taxonomie s využitím mnohorozměrných statistických postupů, biosystematika polyploidních komplexů a flóra Středozeří a Makaronésie. Bádal v tropických horských ekosystémech Jižní Ameriky a Afriky. Zveřejnil mnoho publikací v mezinárodních SCI časopisech, v odborných periodikách, přispíval k rozšíření znalostí o rostlinstvu floristickými pracemi, popularizačními články, skripty a ve spolupráci s Jaroslavem Doleželem a Johannem Greilhuberem sepsal první srovnávací knihu o rostlinné cytometrii (Flow cytometry with plant cells, vydanou

v r. 2007 nakladatelstvím Willey-VCH). Za vědecké, popularizační a pedagogické zásluhy získal během let cenu Akademie věd ČR za nejlepší juniorský tým, cenu Živy za nejlepší popularizační článek v autorské kategorii do 30 let za rok 2003, Purkyňovu cenu společně s Petrem Vítem za nejlepší článek ročníku 2006 (kategorie nad 30 let), cenu Antonína Friče za nejlepší popularizační článek r. 2007 v Živě (na základě ankety čtenářů – společně s manželkou Radkou za šestidílný seriál Kapsko – botanický ráj), dále cenu Josefa Hlávky, cenu děkana PŘF UK mladým vědecko-pedagogickým pracovníkům, první cenu za nejlepší přednášku na konferenci Analytická cytometrie III a v r. 2016 medaili Vojtěcha Náprstka za popularizaci vědy (Akademie věd ČR, viz také Živa 2017, 2: 52–53).

Předsedou redakční rady časopisu Živa byl od r. 2009. Významně přispěl do struktury obsahu podporou komplementarity tradičních a mezioborově experimentálních disciplín, větším zapojením mladých autorů nebo vlastními atraktivními články. Na základě příspěvků o výzkumu rostlinstva v Africe, především v kapské oblasti, při spoluautorství s manželkou Radkou, se zrodila v rámci výstav pořádaných Živou výstava unikátních fotografií v Literární kavárně knihkupectví Academia v pražském Wiehlově domě, a stala se putovní. Jan Suda se ve spolupráci s redakcí postaral o modernizaci v editování Živy také v tom smyslu, že se ustavila nová pravidla v publikačním kombinování webových stránek časopisu a jeho tištěné formy.

Honza Suda patřil už ve svém mladém věku ke vzorům, o nichž říkáme, že ve společnosti a zvláště na školách chybějí. Byl prototypem univerzitního učitele s vynikajícími výsledky, již s vlastními žáky v oboru, navíc se vzácným darem a odhodlaností biologii poutavě přibližovat laickým, leč vzdělaným zájemcům. Měl k tomu příkladně komunikační vybavení.

Když se pohledem vrátím k datu jeho narození (1974), což mne nutí zamýšlet se nad mezigenerační sounáležitostí, vybaví se mi naše někdejší studentská touha vydat se do botanicky zajímavých a v té době málo dostupných míst. Měli jsme zrovna prázdniny mezi čtvrtým a pátým ročníkem studia botaniky a ve čtyřech jsme plánovali navštívit Turecko a završit cestu na biblické hoře Ararat. Kupodivu se nám podařilo získat devizový příslib a tehdy nezbytnou výjezdní doložku. Jenže několik dní před plánovaným odjezdem došlo k invazi turecké armády na ostrov Kypr. Hranice Turecka se zavřely. V té době byl Jan Suda čerstvě na světě – třeba předurčením osudu právě on se svou generací zaplnili nám zapovězené poznání mediteránní flóry, resp. květeny teplých oblastí Evropy a okolí.

Odkaz Jana Sudy je mnohostranný a mnohé z něho připomenou v následujících vzpomínkách jeho kamarádi a žáci. Chci na závěr této promluvy říci, co cítím vyzařovat z Honzových slov mezi řádky, čtu-li si znovu naši elektronickou korespondenci z posledního roku. Non omnis moriar. Nezemřu úplně.



## Jan Suda očima svých studentů

Není pochyb, že Honza Suda byl vynikajícím vědcem světového formátu, inspiřujícím pedagogem, schopným organizátorem a výjimečným popularizátorem, avšak jeho zásadní role pro českou botaniku spočívá také v osobní rovině. Honza kolem sebe vytvářel specifickou atmosféru plnou entuziasmu, neformálního přístupu a humoru. Díky tomu byla spolupráce s ním vždy příjemná a motivující. Výjimečný vztah měl hlavně ke studentům, kterým věnoval podstatnou část svého času. Jeho charismatický projev a nadšení dokázaly nadchnout mladé lidi jak pro studium botaniky, tak pro ochranu přírody. Každého na první poslech musel upoutat euforický a hřmotný styl Honzova přednášení, který se obvykle nesl i do jiných pater budovy. Samostatnou kapitolou jeho neformálního osobního přístupu byla chuť účastnit se různých studentských recesistických akcí a happeningů (narozeninové oslavy formou bojové hry v botanické zahradě nebo fiktivního jmenování profesorem), kterých byl jak strůjcem, tak v případech profesorského řízení hlavním účastníkem.

Postupem času se kolem něj spontánně vytvořila skupina studentů a spolupracovníků, která působila spíše jako skupina přátel než jako tým. Honza totiž pracovní tým v obvyklém slova smyslu nikdy nebudoval. Šlo spíše o volné uskupení lidí, které individuálně zapaloval pro širokou škálu botanických témat. Honza také nebyl klasický „šéf“ ani školitel. Nepřikazoval, neúkoloval, spíš pozitivně motivoval. Jeho legendární „Kdybyste neměli nic proti ničemu, mohli bychom...“ vypovídá za vše. Projevoval také nevšední zájem o osobní život, postoje a směřování lidí, kterými byl obklopen. Zvládal vést v patrnosti, kdo kam směřuje, co je jeho silná stránka, a podle toho přiřazoval práci na projektech. Těm, s nimiž chtěl udržovat spolupráci, se vždy snažil zajistit, aby mohli nadále zůstat a pokračovat ve svém oboru. Dobře chápal, že všichni jsme jen lidé a práce není to nej-

důležitější, ačkoli on sám prací doslova žil a dokázal kvůli ní spát jen několik hodin denně. Rádi bychom čtenářům Živy prezentovali střípky osobních vzpomínek jeho studentů, které snad dohromady vytvoří mozaiku Honzy jako našeho učitele, kamaráda a vědeckého vzoru zároveň.

### Honzovy laboratoře

Společným jmenovatelem práce všech lidí kolem Honzy byla průtoková cytometrie (viz Živa 2005, 1: 46–48). Tato metoda byla jeho srdeční záležitostí a neopomněl ji propagovat za všech okolností. Svým nakažlivě euforickým přístupem dokázal nadchnout pro průtokovou cytometrii valnou většinu spřátelených pracovních skupin z celé Evropy. Jeho oblíbeným rčením ilustrujícím vůdčí postavení české cytometrie ve světě byla kvantifikace počtu rostlinných průtokových cytometrů na 100 tisíc



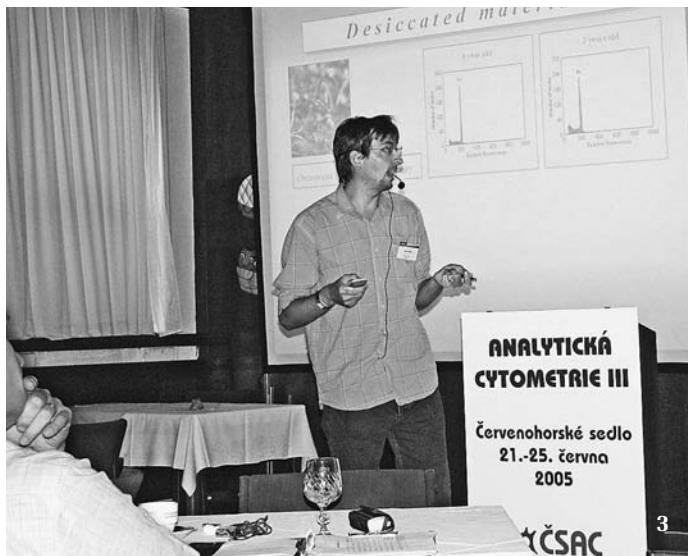
obyvatel daného státu. Nikdy nezapomněl dodat, že naši neotřesitelnou pozici může ohrozit snad jedině případné angažmá Vatikánu na poli průtokové cytometrie. Středobodem všeho dění kolem Honzy byly dvě laboratoře průtokové cytometrie (na katedře botaniky PŘF UK a v Botanickém ústavu AV ČR v Průhonicích), které založil. Průhonické pracoviště nyní ponechme stranou, neboť jsme měli tu čest asistovat právě u založení cytometrické laboratoře na univerzitní katedře botaniky. V r. 2005 nám Honza jako nezkušeným magisterským studentům předal klíče od suterénní místnosti s výrazem „tu máte, hrajte si.“ Tímto nám světil přístroj v ceně malého pražského bytu, který ovšem nebyl vůbec funkční. Na Honzův popud a s jeho plnou podporou jsme cytometr postupně uvedli do chodu. Tento přístroj, který v běžných laboratořích vyžaduje pro následující provoz pravidelný profesionální servis, jsme díky Honzovu přístupu kutilským způsobem nejen zprovozнили, ale postupně i výrazně zdokonalili.

Když dnes do laboratoře vstoupíte, nejspíše vás nezaujme flotila cytometrů, ale růžová barva zdí, která je pro podobné prostředí přinejmenším netypická. Růžová výmalba je zářným příkladem jedné z mnoha recesistických akcí, které se v Honzově okolí vždy děly. V návaznosti na přátelské špičkování mezi námi a studentkami spřízněného oddělení geobotaniky Honza tajně zpřístupnil laboratoř na celý víkend. Naše spolužačky zvládly během té doby laboratoř vystěhovat, vymalovat narůžovo a vše nastěhovat zpátky. Dovedete si jistě představit, jak jsme v pondělí ráno stáli v němém úžasu mezi dveřmi. Už v dalších minutách jsme přemýšleli nad odvetnou taškařicí. Podobným způsobem se kolektiv lidí kolem Honzy dokonale stmeloval. V této radostné a přátelské atmosféře s námi Honza na katedře botaniky zůstává dál.

Petr Vít a Tomáš Urfus



- 1 Recesistická akce u příležitosti jmenování Honzy Sudy vedoucím oddělení cévnatých rostlin na katedře botaniky PŘF UK (2005). Foto P. Vít
- 2 Oprava průtokového cytometru svépomocí pod bedlivým dohledem J. Sudy. Foto F. Kolář



### Honza – nadšený přednášející i vědec

Jako rostlinami fascinovaný student prvního ročníku oboru biologie na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích jsem s kamarády přijel do Prahy na kurz o mediteránní flóře. Teď pozoruji toho nadšeně excitovaně rozhazujícího rukama nad čeledí *Frankeniaceae*, která je „úžasná!“, protože doslova „miluje Mediterán!“. Na prezentaci s obligátním jutovým pozadím to podtrhuje mapa se striktně středozemním výskytem. Vrchol ale nastal, když Honza mluvil o Kanárských ostrovech a ukazoval příklady ze studií, které tam v rámci svého nedávno skončeného doktorského studia dělal. Právě propojení zájmu o rostliny a vědeckého přístupu mě oslovilo nejvíc, o to větší zklamání pro mne bylo, když jsem se ho pak v kuloárech nesměle ptal na detaily a Honza říkal, že s výzkumem kanárské flóry už skončili. Navzdory tomu jsme půl roku poté začali spolupracovat na výzkumu chrastavců, který mne dovedl pod Honzovým vedením až k doktorátu.

Bylo to poprvé, kdy jsem Honzu Sudu viděl „v akci“, a tato přednáška se mi vryla do paměti nejen díky sešitku s poznámkami, který si беру na cesty do Středozeší, ale hlavně díky tomu, že mi ukázala, jak snadno lze propojit terénní práci na zajímavých kytkách s „opravdickými“ vědeckými otázkami. Botanika mě zajímala už dříve, díky kroužkům a biologické olympiádě. Ale možnost, jak spojit zálibu v rostlinách z exotických míst naší planety s výzkumem evolučních procesů, které jejich diverzitu utvářejí, mi nejlépe ukázal právě Honza. Uměl stejně nadšeně popularizovat botaniku, jako provádět výrazně inovativní výzkum, který nezapadne. Jeho články jsou a budou čteny vědci po celém světě.

Filip Kolář

### S Honzou na botanické exkurzi

Když jsem poprvé potkal Honzu, byl jsem bakalářským studentem prvního ročníku a na Přírodovědecké fakultě UK jsem se tou dobou ještě nestačil pořádně rozkoukat. Potřeboval jsem si jen na jedné z jeho paralelek nahradit cvičení k základní botanické přednášce. Jenže Honza sršící nadšením a zahrnující spoustou zajímavostí o probírané skupině rostlin, stačil během několi-

ka minut rozhodnout o mém budoucím zaměření i kariéře. První možnost Honzu lépe poznat jsem měl o několik měsíců později na zahraniční botanické exkurzi na Korsiku, kde byl jako výborný znalec a milovník mediteránní flóry ve svém živlu. Sotva jsme vystoupili z autobusu, chopil se příležitosti a na nejbližším rumišti nám ukázal prvních padesát „běžňáků“. Při terénní demonstraci rostlin byl Honza nepřehlédnutelnou figurou a jednoznačně nejcharismatictější botanikem, kterého jsem do té doby měl příležitost vidět. Nebylo to jen nápadnou zářivě bílou kšiltovkou na hlavě, či do vzduchu zdviženou rukou třímající v jednom kuse nějakou tu kytku, ale především Honzovým nadšeným přednesem, který se rozléhal do širokého okolí a nikoho nenechal na pochybách, že rostliny zbožňuje (a naštěstí pro nás, studenty, bylo jeho nadšení nakažlivé). Během autobusových přejezdů se často chopil mikrofonu, nechal nám kolovat další rostliny a vyprávěl o nich. Dobře poznatelné druhy provázela Honzova oblíbená hláška: „Nakoukáte, nespletejte.“ A pokud se poštěstilo narazit na nějaké vzácnější, šetřil si je na konec a uvedl je slovy: „Tak, a teď to nebude nic pro vegetariány, protože tu mám samý špek!“ V mezičase neúnavně listoval ve flórách a klíčích, aby určil zbylé rostliny, jako by si vzal za

3 Na konferenci Analytická cytometrie III, kde Honza získal první cenu za nejlepší přednášku (2005). Foto P. Vít

4 Kapská krajina a flóra mu učarovala – pohoří v okolí Paarlulu (2013). Foto J. Vítová

5 Honza byl nadšený fotograf, z jeho fotografií kapských rostlin vznikla působivá putovní výstava. JAR, Kapsko (2011)

6 Na exkurzích patřil k nepřehlédnutelným osobnostem. Exkurze ke Květeně Slovenska, Viničky (2007). Foto P. Vít

7 V typické kapské vegetaci stolových hor jižního cípu Afriky byl ve svém živlu. JAR, Kapsko (2011)

8 a 9 Na terénních výpravách byl vždy výborně naladěný. JAR, Kapsko (2011). Snímky M. Lučanové, pokud není uvedeno jinak

své poslání představit nám je úplně všechny, čehož jsem si jako zvědavý student vrcholně cenil. Dodnes, když zavítám do Středozeší, jsem příjemně překvapen, že většímu tanních kytek, které znám jménem, mě naučil právě Honza na Korsice.

Honza, tehdy čerstvě jmenovaný docent, si nikdy nedržel odstup ani od nejmladších studentů a přistupoval ke všem stejně. Potrpkěl si na tykání, a i když jsem k němu vzhlížel jako ke světové kapacitě a svému vzoru, naše první společné rozhovory byly







velmi vřelé. Byl bezpochyby společenským tvorem, vždy se účastnil večerních táboráků a čile se na exkurzích zapojoval i do jiných společenských akcí. S velkou oblibou inicioval nejrůznější recesistické počiny, ať už šlo o vyhlášení vodní bitvy u potoka, stavění hradu z obřích kostek v dětském koutku, nebo lezení po čtyřech mezi polodivokými korsickými čuníky. Zároveň byl velmi vnímavý a s empatií sobě vlastní se neustále zajímal, co se zrovna děje v životech lidí kolem něj. A protože měl srdce na pravém místě, vždy věděl, co říct a jak se zachovat, aby mohl pomoci. Pro mě, jako jistě i pro mnoho dalších lidí, spočívalo hlavní kouzlo Honzovy osobnosti v tom, že nebyl jenom špičkovým vědcem, ale zároveň skvělým člověkem.

Martin Čertner

### Terénní výzkum s Honzou

Výprava s Honzou do terénu byla vždy hodně poučná a především zážitková. Ačkoliv se v posledních letech bránil označení „terénní botanik“ a trávil většinu času byrokracií, sezením v komisích, redakčních radách a psaním vědeckých publikací, neustále člověka zahanboval floristickými znalostmi. Vydržel od rána až do tmy jezdit po lokalitách se shovívavou trpělivostí nad nedokonalostí navigace a vlastního

orientačního smyslu. Měla jsem tu čest strávit s ním řadu dní při několika terénních výpravách. Nejvíce na mě zapůsobil při sběru štavelů (rod *Oxalis*) v milovaném Kapsku. Tam byl skutečně ve svém žilvu, ať bylo horko, či zima, ať jsme byli špinaví či hladoví, Honza neúnavně pobíhal mezi rostlinami a s nadšením vykřikoval jejich názvy. A u mnohých z nich zaznělo: „Tu jsem chtěl vždycky vidět!“ Jeho „oko na kytky“ bylo vskutku obdivuhodné a v kombinaci s fenomenální pamětí z něj dělalo odborníka na lokální flóru již několik hodin po příjezdu do neznáma. Koneckonců jeho slavné „nemáš načteno“, kdykoli někdo tápal nad libovolným biologickým problémem, zná dobře každý Honzův student.

Při sběru rostlin v terénu člověk naráží na nejrůznější komplikace: špatné počasí, neúspěch při hledání lokalit zájmových rostlin apod. Na jedné cestě s Honzou jsme nakupení podobných komplikací zažili. Chybou navigace jsme se strmou a kluzkou cestou dostali až na břeh řeky, v noci za naším stanem popadaly při bouři stoleté duby a my, ačkoli ušetření na životech, jsme zůstali s autem zablokováni na polní cestě. Navzdory tomu zůstal Honza vždy v klidu a jeho jedinou starostí bylo, jak to nese „parťák“, protože on měl jasně, že se „to vždycky nějak udělá“. Co mě

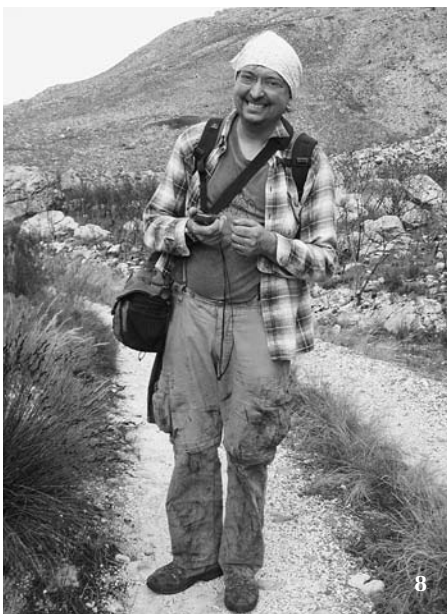
však na něm fascinovalo nejvíce, byla jeho skromnost a životní pokora. Navzdory přirozené vysoké inteligenci a nadání, dosaženému vzdělání i nejrůznějším funkcím Honza nikdy nebyl povýšený, naopak se vždy vyznačoval laskavostí a zájmem o druhé. A tím si u mě vysloužil mnohem větší obdiv a respekt než tím, že byl také mým geniálním nadřízeným a školitelem.

Magdalena Lučanová

### U Honzy na stáži

Poprvé jsem o Honzovi Sudovi slyšel během stáže v olomoucké laboratoři prof. Jaroslava Doležela v r. 2002. V té době byl Honza považován za vycházející hvězdu vědeckého nebe, neboť dělal velmi inovativní doktorát na téma využití průtokové cytometrie v biosystematice rostlin. Při své druhé návštěvě Olomouce jsem měl konečně možnost ho potkat a byl jsem opravdu ohromen jeho energičností a znalostmi z oblasti průtokové cytometrie, a také lidsky jsme si okamžitě porozuměli. Dlouhé hodiny jsme diskutovali zásadní metodické problémy rostlinné cytometrie a pomohl mi nasměrovat některé studie, které se pak staly součástí mé doktorské práce. Když jsem v r. 2007 doktorát obhajoval, já ani můj školitel jsme neměli pochyb, kdo by měl být oponentem. Byl jsem si jistý, že Honza mne může naučit mnohem více, a tak jsem se díky Portugalské vědecké a technologické nadaci (PSTF) stal postdoktorským výzkumníkem v jeho laboratoři.

Začátkem r. 2008 jsem vyrazil autem z portugalského Aveira, abych se usadil v úžasném prostředí Prahy na jeden z nejlepších roků svého života. Bylo fantastické být dennodenně svědkem Honzova počínání jako vědce, ale hlavně jako skvělého člověka. Živě si vzpomínám na jeho dobrodružné historky z terénních sběrů, každodenní vtípky v růžové cytometrické laboratoři, ale i obrovskou důvěru, kterou vkládal ve své studenty starající se o chod laboratoře. Nikdy nezapomenu na Honzovy přednášky, na kterých nikdo nemohl usnout (tedy kromě Honzy samotného, kdyby mohl sám sebe poslouchat, ale to je historka z úplně jiného soudku...). Po roce jsem musel neplánovaně Prahu opustit, protože jsem získal nové místo na Univerzitě v Coimbre v Portugalsku. Mrzí mne, že jsem se kvůli této neopakovatelné příležitosti neměl



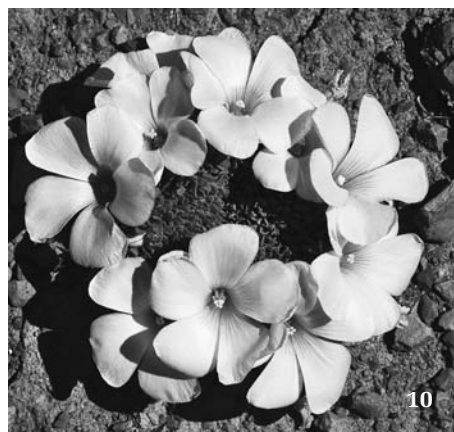
možnost s Honzou opravdu rozloučit. Domů jsem se vrátil s řadou nově nabytých zkušeností, za což budu Honzu vyzdvihovat jako jednoho ze svých největších vědeckých vzorů.

João Loureiro

**Z redakce: Vzpomínky studentů na Jana Sudu jsou ponechány bez větších redakčních úprav.**

**10** Štavel (*Oxalis densa*). Kapsko.

Foto Radka a Jan Sudovi



**11** Účastníci exkurze katedry botaniky PřF UK Na Podkarpatskou Rus (1997). Kromě studenta Honzy Sudy (sedící zcela vpravo) jmenujme alespoň některé jeho spolužáky působící dodnes v oboru (s omluvou ostatním). Zleva: sedící Petr Dostál (Botanický ústav AV ČR), stojící Jiří Brabec (Muzeum Cheb), sedící Daniel Abazid (Blatské muzeum v Soběslavi), stojící Tomáš Fér a Jaroslav Vojta (4. a 7., katedra botaniky PřF UK), Renata Pohlová (8., Národní památkový ústav), u ní sedící Tomáš Tichý (CHKO Český kras),

Martina Réblová a Petr Petřík (9. a 10., BÚ AV ČR), Aleš Hoffman a Pavel Špryňar (11. a 13., Agentura ochrany přírody a krajiny ČR), mezi nimi sedící Petr Kulíšek (NAD ORLÍCÍ, o. p. s.), vpravo od něj Zuzana Münzbergová (katedra botaniky PřF UK), stojící zcela vpravo Vladimír Melichar (ochrana přírody, Karlovarský kraj), vlevo od něj Ota Šída (Národní muzeum). Exkurzi vedli Pavel Kovář a Zdeněk Soldán (2. a 3. stojící zleva), Karel Prášil a Jiří Liška (3. a 5. zprava vzadu). Foto z archivu P. Kováře



Jan Svoboda

## Sága reverzní transkripce

**Reverzní transkripce kyseliny ribonukleové na deoxyribonukleovou je dnes běžnou součástí geneticko-inženýrských postupů, diagnostiky řady infekčních onemocnění, patodiagnostiky, čítaje v to mnohá nádorová onemocnění, a samozřejmě nových a ještě se rodících laboratorních technik a postupů. Reverzní transkripce totiž umožňuje převést genové RNA přepisy zpětně na DNA, a tím získávat sondy pro určení struktury genů. Tyto sondy navíc dovolují stanovit stupeň transkripční aktivity genů, tedy stupeň jejich vyjádření (exprese). To je zvláště důležité v dnešní době, kdy sice máme k dispozici neuvěřitelné množství informací o genových sekvencích, ale daleko méně víme o jejich funkcích.**

Z pohledu obecné genetiky se reverzní transkripce (RT) stává klíčem k poznání modifikací našeho genomu. Jak se v současnosti odhaduje, asi polovina genomových struktur vyšších organismů (včetně člověka) vznikla působením RT. Zdrojem této aktivity jsou retroviry a zvláště některé retrotransponibilní elementy, jež nejen působily, ale i dnes působí změny v genomu tím, že umožňují reverzní transkripci.

Co vedlo k objevu RT? Byla za tím nějaká motivace? Na tuto otázku odpovídá Howard M. Temin ve své nobelovské přednášce nazvané DNA provirová hypotéza (Science 1976, 192: 1075–1080). Jak vyplývá z jejího názvu, byly to nálezy ukazující, že se genom retroviru stává součástí

genetické informace buňky – integruje (vkládá) se do ní jako provirus. Jak uvádí Temin, přinesla naše skupina nezávisle objev, že se může stát součástí genomu hostitele. Ve skutečnosti jsme měli tolik důkazů, že jsem o integraci retroviru a vzniku jeho provirové formy nepochyboval.

Zůstávala však nezodpovězená otázka, jak takový provirus, který by měl být reprezentován DNA, může vzniknout z retrovirového, tedy RNA genomu. Temin po řadě většinou neúspěšných pokusů navrhl existenci retrovirového enzymu reverzní transkriptázy, jehož přítomnost v retrovirových částicích dokázal stejně, jako to učinil David Baltimore. Tyto analýzy se zcela vymykaly našim možnostem, neboť vyžado-

valy u nás (pozn. red.: v tehdejší Československu) zcela nedostupné radioaktivně značené nukleotidtrifosfáty, které jsou substrátem pro RT.

### Kroky reverzní transkripce

K detailnímu popisu jednotlivých stupňů reverzní transkripce mě vedly výroky našich postmodernistů o čarodějných magických hrách, které vedou vědci, ale široká veřejnost jim nerozumí. Chci ukázat, že tomu tak není a že s trochou trpělivosti lze porozumět zajímavým způsobům, jak příroda pracuje. Samozřejmě koho zařazené schéma (obr. 1) unavuje, nechť ho přeskočí.

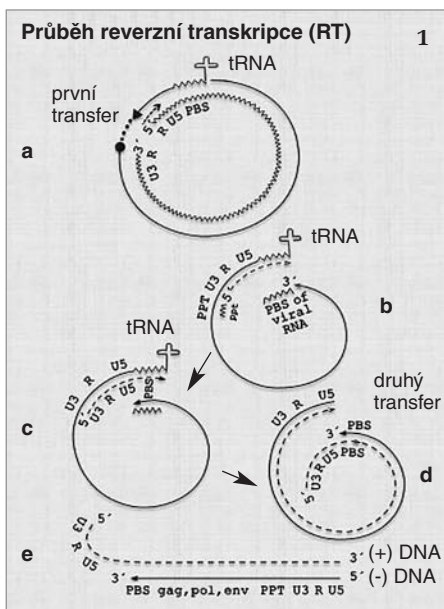
Poznání kroků vedoucích k tvorbě DNA na základě reverzního přepisu (RT) z předlohy RNA zachovává základní poznatky z molekulární biologie známé z replikace nukleových kyselin. Proto dříve, než se vrátíme k RT, zopakujeme některé základní skutečnosti rozhodující o replikaci DNA i RNA. Jak je známo, DNA představuje dvouvláknovou molekulu. Replikace DNA je semikonzervativní – každé z obou vláken, která jsou vzájemně komplementární, se může replikovat. Komplementarita je přitom faktor významný pro živou i neživou přírodu. Nejjednodušší komplementaritu ukazuje třeba elektrický náboj, kdy kladný pól reaguje na záporný tím, že ho přitahuje. Přítomnost zvláště slabých nábojů umožňuje vznik makromolekul. Komplementaritu mezi dvěma vlákny DNA, která zajišťuje jejich spojení, zprostředkovává nekovalentní, tedy slabá vazba mezi nukleotidy (adenin se váže s thyminem, guanin s cytozinem). Při replikaci vláken nukleových kyselin nutno dodržet zásadu, že nově vznikající vlákno sleduje templát čili matici, z které vzniká, v jednom určitém směru – a to ve směru 5' konce templátu.

Tento 5' konec je reprezentován fosfátem svázaným s deoxyribózou na její uhlík v pozici 5. Naproti tomu 3' konec má nukleotid, jehož deoxyribóza nese hydroxyl v pozici 3. Důvody pro toto uspořádání vyplývají z postupu zřetězení nukleosid-trifosfátů při sestavování molekuly nukleových kyselin, což představuje jinou kapitolu. Je třeba zdůraznit, že směr syntézy nového vlákna při RT sleduje stejné pravidlo, tj. jeho syntéza probíhá ve směru k 5' konci templátu.

Další poznámka se týká začátku syntézy prvního nového vlákna DNA označovaného minus (-). Ta vyžaduje primer neboli očko, které je v případě začátku RT představováno transferovou RNA (tRNA) přenášející aminokyselinu vkládanou do proteinového řetězce během proteosyntézy. Takových tRNA je mnoho a jednotlivé druhy retrovirů využívají vždy jen určitou specifickou tRNA. Pro vznik druhého, plus (+) virového DNA vlákna slouží jako primer zbytek virové RNA bohaté na purinové nukleotidy (polypurinový tract, ppt), který odolá štěpení ribonukleázou H. Tento enzym je kódován jednou z oblastí genu pro RT a účinně štěpí RNA, jež představovala templát pro vznik prvního vlákna DNA a zůstává s ním svázaná, neboť obě molekuly jsou komplementární. Odstranění RNA umožní první přeskok RT i vznik druhého vlákna DNA.

Během reverzní transkripce dochází k dvěma přeskokům (transferům). Jaká konfigurace virových nebo buněčných proteinů umožní sestavení různých molekul tak, aby se přeskoky uskutečnily, není dosud zcela jasné. Na tomto procesu se podílejí některé proteiny vykazující chaperonové vlastnosti, tj. schopné měnit konformaci jiných proteinů nebo orientovat složky proteinových komplexů do správné vzájemné polohy.

Průběh reverzní transkripce popisujeme podle toho, jak ji známe z retrovirů. Dlužno ale podotknout, že v případě retrovirů tento proces dosáhl vysokého stupně uspořádanosti a efektivity. U předchůdců retrovirů, tedy u retroelementů, jsou průběh a funkce RT jednodušší, ale tím i méně přesné. Současná srovnávací studia by měla říci více o kořenech a vzniku RT. Proces reverzní transkripce je z několika důvodů příčinou velké genetické variability retro-



### 1 Průběh reverzní transkripce.

Blíže v textu. Z archivu J. Svobody

2 Stará láska nerezaví. Jan Svoboda si užíval práci s buněčnými kulturami až do posledních dní. Tento snímek byl však pořízen již v r. 2014, kdy mu bylo 80 let. Foto V. Stepanets

virů, což znamená velkou překážku pro zásahy proti těmto virům.

Věřím, že po výše zmíněných vysvětleních se čtenáři bez obtíží seznámí se zvláštnostmi RT. Uvádím jednotlivé stupně detailně, abychom se vyhnuli zplošťování a přílišnému zjednodušování, které i mne odrazuje od čtení některých popularizujících statí.

### Průběh reverzní transkripce

Genom retroviru se skládá ze dvou molekul RNA. Obě jsou v plus (+) orientaci, a mohou tedy přímo fungovat jako poslíčkové RNA (messenger, mRNA) určující průběh tvorby bílkovin. Proces RT začíná tím, že buněčná tRNA nasedne na oblast virové RNA (vRNA), která je k ní komplementární, a proto s ní hybridizuje. Tuto oblast vRNA nazýváme PBS (z anglického Primer Binding Site – oblast vázící primer). Očko je potřebné pro započítí syntézy (-) vlákna

DNA (na obr. 1a vlákno RNA znázorněno vlnovkou, vlákno (-) DNA rovnou linkou), jež pak pokračuje směrem k 5' konci templátu (raznice), kterou představuje vRNA. Zde se zastaví a nastupuje druhá aktivita RT – ribonukleáza H štěpí RNA v hybridní molekule sestávající z (-) DNA a vRNA, podle níž (-) DNA vznikla. Uvolní se (-) DNA úsek označený jako r, který je shodný (redundantní) jak v oblasti 5' vRNA, tak v její 3' oblasti. To umožní první přeskok RT (na obr. 1a vyznačen silnými tečkami), při němž se uvolněná redundantní 5' (-) DNA přichytí na komplementární 3' vRNA. Umožní tak další zpětný přepis vRNA na (-) DNA až do té doby, kdy přepisování narazí na dvouvláknovou RNA tvořenou tRNA a PBS. V druhém stupni (obr. 1b) RNáza H odštěpí virovou RNA až na malý úsek označený ppt, sestávající hlavně z purinových nukleotidů. Tento úsek funguje jako primer pro syntézu komplementárního (+) vlákna DNA (v obr. 1 označeném čárkovaně). Plus vlákno kopíruje (-) vlákno, až narazí na oblast tRNA × PBS, kterou rozvolní a kopíruje PBS vRNA. Také (-) vlákno již může tuto oblast kopírovat, poněvadž hybrid tRNA × PBS je uvolněn (obr. 1c). Tím je připraven druhý přeskok RT (viz obr. 1d), protože (+) vlákno DNA se v oblasti PBS uchytlí na komplementárním úseku (-) DNA a zkopíruje ji až po dlouhé opakované sekce (Long Terminal Repeats, LTR) označené jako U3 R U5. Jak vyplývá z obr. 1d, (+) vlákno má na rozdíl od (-) vlákna na obou koncích LTR (U3 R U5). Chybějící druhý LTR (-) vlákna je doplněn syntézou podle templátu (+) vlákna (obr. 1e).

### Je toto vše koncem ságy reverzní transkripce?

Vůbec ne. Spíše začátkem. V prvním sledu nových studií stojí otázka – lze z DNA polymerázy odvodit reverzní transkriptázu? Nové údaje ukazují, že z jednoduché DNA polymerázy je možné selektovat molekulu reverzní transkriptázy tak, že se dodávají očka RNA a vytřídí se molekuly schopné syntetizovat nejdelší úseky RNA. Překvapivý je nálezy, že uměle získaná reverzní transkriptáza se liší od původní DNA polymerázy jen v 37 mutacích. Naskytá se další otázka, proč tedy u dnešních organismů nemáme běžně dostupnou reverzní transkriptázu. Odpověď asi zní, že by nám nadělala neúnosné množství genetických změn.

Další pozoruhodný krok vpřed znamenalo zjištění, že antivirový systém zvaný CRISPR-Cas9, který se stává hlavním nástrojem genetického inženýrství dneška, může být vybaven reverzní transkriptázou. Funkce CRISPR (anglicky Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) spočívá ve schopnosti do sebe integrovat kritické součásti DNA virů a další změny vedou k tomu, že CRISPR ničí novou virovou infekci způsobenou DNA virem (viz Živa 2017, 2: XLVII–XLIX). Ale jak je známo, většina nebezpečných virů se skládá z RNA. A tady jsme u kořene problému, neboť CRISPR vybavený reverzní transkriptázou přepíše virovou RNA na DNA, díky čemuž může kontrolovat i infekci RNA virem. Tak tedy širší a hlubší poznání reverzní transkripce významně rozšiřuje, a doufejme i překoná, současné nedokonalé možnosti boje proti virovým nákazám.



## Jan Svoboda (1934–2017): Šedesát let s retroviry

Třináctého března 2017 se ve věku 82 let uzavřel život a dílo prof. RNDr. Jana Svobody, DrSc., předního virologa a genetika respektovaného celosvětovou vědeckou komunitou. S jeho odchodem ztrácíme vynikajícího odborníka na retroviry, který spoluvytvářel základy tohoto oboru a inspiroval generace spolupracovníků nejen vědeckými objevy, ale také nakažlivou vášní pro poznávání, svou autoritou a osobním šarmem. V rámci české vědy byl dobře znám svými zásadovými postoji a angažovaností ve prospěch Akademie věd České republiky. Celý svůj profesní život strávil na Ústavu molekulární genetiky, jehož byl v letech 1991–99 ředitelem. Práci a myšlenky J. Svobody si připomínáme i v jeho článku o reverzní transkripci na str. LXVI–LXVII tohoto čísla.

Dlouhý a barvitý život Jana Svobody byl úzce propojen s moderní historií Československa a České republiky, jak to poutavě popsal ve vzpomínkovém článku otiskném v časopise *Advances in Cancer Research* (2008) nebo v autobiografické knize *Volno-myšlenkář* (Academia, Praha 2015, viz také *Živa* 2015, 3: LX). Narodil se v Praze, ale za války vyrůstal ve vesnici Dobré Pole na Kouřimsku. Ve středostavovské rodině byl podle svých vzpomínek vychováván v demokratickém duchu a veden ke vzdělání. Rád vzpomínal na gymnaziální léta v období od osvobození Československa do komunistického únorového puče v r. 1948. Poválečné nadšení a liberalismus formovaly jeho osobnost, což mu později přineslo potíže v 50. a 70. letech.

Studoval biologii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v letech 1952–57 a již v té době experimentoval s buňkami transformovanými virem Rousova sarkomu (RSV). Tehdy se jeho celoživotní vášní staly buněčné kultivace. Mám v živé paměti, že Jan ani v pozdních letech nelitoval času a se svou neodmyslitelnou dýmku usedal k laminárnímu boxu, aby osobně prováděl experimenty, nebo jen udržoval buněčné kultury. Jako dobrovolný pracovník se během studií dostal do skupiny Milana Haška, vynikajícího imunologa a spoluobjevitele imunologické tolerance. Prostředí v Haškově laboratoři bylo velmi stimulační, mimo jiné díky četným kontaktům se zahraničními kolegy. Jan Svoboda vzpomínal především na návštěvy Conrada Waddingtona. Diskuze s ním poskytly Janovi mnohé argumenty proti lisenkismu, který byl v té době ideologicky prosazován v celém východním bloku ovládaném Sovětským svazem. Rané práce J. Svobody publikované od r. 1953 s M. Haškem se týkaly imunologické tolerance vůči buňkám transformovaným RSV. Jeho zájem však přitahovala neobyčejná rychlost buněčné transformace a indukce nádorů *in vivo* pomocí RSV. Bylo mu jasné, že replikace RSV musí být něčím mimořádná a v tomto přesvědčení ho utvrdilo setkání se Lvem Zilberem,

Georgem Svet-Moldavským a Fjodorem Kiseljevem na transplantacní konferenci v Moskvě v r. 1957.

Klíčový objev Jana Svobody přišel s infekcí a transformací savčích hostitelů – krysy, myši a křečků, virem Rousova sarkomu. Buňky savčích hostitelů jsou pro RSV nepermissivní, virus se v nich nemůže replikovat a tvořit infekční potomstvo. Virus však šlo uvolnit, pokud byly nádorové buňky savců inokulovány do kuřat nebo pokud byly fúzovány s neinfikovanými, ale permissivními kuřecími buňkami. Virus tedy setrval v savčích buňkách v inaktivním stavu, aby mohl být posléze uvolněn. Toto záhadné chování RSV, nazývané virogenie, bylo vysvětlováno analogicky s lyzogenií fágů a bylo navrženo, že retrovirus zůstává ve formě DNA jako provirus začleněný do DNA hostitele. Jan Svoboda do analýzy virogenie u buněčné linie XC zainteresoval i slovenské kolegy, např. Dušana Šimkoviče. Byl v té době rovněž v korespondenčním styku s Howardem M. Teminem. V r. 1963 navštívil mezinárodní konferenci o ptačích nádorových virech v Durhamu (Severní Karolína, USA), kde se setkal s Harry Rubinem, H. M. Teminem, Peterem Vogtem, Hidesaburo Hanafusou aj. Od té doby byl v těsném kontaktu s kolegy z USA a západní Evropy, a pražské izoláty RSV stejně jako virogenní buněčná linie XC se staly užitečnými nástroji v mnoha laboratořích.

V průběhu 60. let Jan Svoboda nashromáždil dostatek podkladů na podporu provirové hypotézy prostřednictvím několika modelů virogenních buněk. Přesto byl spolu s Teminem jediným obhájcem hypotézy, a to až do objevu reverzní transkriptázy v r. 1970, učiněného nezávisle v laboratořích Howarda M. Temina a Davida Baltimore (Wisconsin University, Madison a Massachusetts Institute of Technology, Cambridge). Reverzní transkriptáza konečně představovala biochemický mechanismus pro přepis RNA na DNA a její objev byl po zásluze oceněn Nobelovou cenou. Temin ve své nobelovské přednášce vyzdvihl zásluhu Jana Svobody a prohlásil, že jeho přístup s pomocí kryších buněk infikovaných RSV vedl k nezávislému návrhu provirové hypotézy. Na východní straně železné opony nebyly podmínky pro biochemický výzkum reverzní transkriptázy, Jan se soustředil zejména na biologický průkaz proviru. Tím spíše, že ani objev reverzní transkriptázy neznamenal definitivní důkaz provirové hypotézy, mimo jiné protože původní preparáty byly schopny přepisovat jen krátké molekuly RNA. Proto navázal spolupráci s Miroslavem Hillem a plánoval uvolnění viru pomocí transfekce DNA virogenních buněk XC.

Slibný vývoj ale přervala sovětská okupace Československa v r. 1968. Kritické transfekční pokusy nemohly být provedeny v Praze a později byla experimentální práce čím dál tím obtížnější kvůli emigraci



1 Jan Svoboda přednáší během Slovenských onkologických dnů v Bratislavě v r. 1964. Foto z archivu autora

2 V r. 2016 byl prof. Jan Svoboda zvolen zahraničním spolupracovníkem Národní akademie věd USA. Osobně mu k tomuto ocenění blahopřál tehdejší velvyslanec USA u nás Andrew Schapiro. Foto V. Černoch, AV ČR

kvalifikovaných spolupracovníků, nedostatku specializovaných materiálů a přístrojů a rovněž kvůli přímým represím normalizačního režimu. Navzdory tíživé situaci Jan Svoboda nerezignoval, znovu kolem sebe soustředil výzkumný tým a podstatným způsobem zasáhl do další významné kapitoly v retrovirologii – objevu onkogenu *v-src*. Tento objev opět vycházel ze studia savčích buněk infikovaných a transformovaných RSV. Některé buněčné linie neuvolňovaly virus ani po fúzi s kuřecími buňkami, ačkoli z jejich nádorové přeměny bylo jasné, že obsahují provirus RSV. Úspěch přinesly teprve kuřecí buňky předem infikované netransformujícím, ale replikačně kompetentním leukózyrovým retrovirem. Skupina J. Svobody popsala řadu takových tzv. kryptovirogenních buněčných linií a některé z nich obsahovaly jen malou část proviru RSV. Z těchto dat bylo zřejmé, že za přeměnu buněk odpovídá jistá část proviru, zbytek obstarává replikaci viru a kóduje tedy strukturní virové bílkoviny a enzymy, např. reverzní transkriptázu. Odtud byl již jen krok k charakterizaci transformační části RSV a k definici onkogenu *v-src*. Zde opět sehrály roli lepší materiální podmínky pro výzkum v USA a v západní Evropě, takže poslední fázi v objevu onkogenů ovládli zejména Michael Bishop, Harold Varmus a Dominique Stéhelin (University of California San Francisco a Institute Pasteur, Lille). Transdukcí onkogenů a Janovy myšlenky se staly nicméně jednou z inspirací pro koncept retrovirových vektorů. Zjednodušený retrovirus, který obsahuje pouze regulační sekvence viru, může podobně jako onkogen přenášet geny kódující např. prakticky zajímavé, nebo terapeutické bílkoviny, pokud je jeho množení

a infekce podporována tzv. pomocným virem. Mimořádně důležitý v tomto úsilí byl provirus H-19 – jak prokázaly pozdější analýzy, zahrnuje integrovaný sestřížený transkript *v-src* a definuje tak minimální autonomní transformující jednotku RSV.

V 80. letech již represe komunistického režimu polevily a Jan Svoboda mohl opět cestovat do zahraničí a znovu navázat ztracené kontakty. V té době strávil dva roky jako hostující profesor na University of Missouri v americkém městě Columbia. Experimentálně zde pracoval na projektech započatých v Praze a živě si vzpomínám, jak v té době řídil chod laboratoře častými dopisy s detailními instrukcemi. Jeho návraty do Prahy pro nás vždy znamenaly malou slavnost. Přivázel krabice se suchým ledem napěchované enzymy, kity (laboratorními soupravami) a čistými chemikáliemi, u nás v té době prakticky nedostupnými. Díky tomu jsme byli schopni udržet výzkum v některých směrech, zároveň jsme si uvědomovali technologické zaostávání za západem a nutnost koncentrovat se na témata vycházející z našich tradičních modelů. Retrovirologická scéna se rychle změnila s objevem lidských retrovirů, HTLV a HIV. Jan Svoboda byl v kontaktu s objevitelskými týmy, zejména s Jean-Claude Chermanem v Paříži a Mikulášem Popovičem v National Institute of Health v Marylandu (USA). Druhý z nich byl dříve Svobodovým spolupracovníkem z Bratislavy. Jan od počátku zvažoval studium mezidruhového přenosu HIV-1, to bylo ovšem v našich podmínkách nemožné. Místo toho jsme se věnovali vysoké frekvenci reverze transformovaného fenotypu u buněčné linie H-19. Ve spolupráci s Johnem Wykem v Glasgow jsme popsali, že jde o epigenetickou záležitost – transkripční umlčení proviru doprovázené metylací DNA. Stejně mechanismy byly později prokázány i při latenci HIV. Latentní, tedy transkripčně umlčené proviry nemohou být zasaženy antiretrovirovou terapií a jsou zdrojem opětovné infekce v případě, že pacient vysadí léčbu. V současnosti se mechanismy latence intenzivně studují, protože nabízejí do budoucna strategii k vyléčení pacientů infikovaných HIV-1.

Dobře si pamatuji Janovo úsloví „stick to your guns (drž se svých pistolí)“, kterým nám mladším doporučoval, abychom rozpracovávali vlastní témata vycházející z našich modelů a metodických přístupů. Zavrhoval „nastupování do rozjetého vlaku“ čili *ad hoc* zachytávání mainstreamových témat a jejich opakování vždy, když se objeví nové a moderní metody. Jeho modelem byl RSV a ostatní ptačí nádorové a leukózní viry v savčích nebo kuřecích buňkách. Výborně využil možnosti drůbeží farmy Ústavu molekulární genetiky v Kolči u Prahy, kde již od 50. let udržují a studují inbrední linie slepic. Inbrední, tj. díky příbuzenské plemenitbě geneticky homogenní, a definované linie byly potřebné pro experimentální studium imunologické tolerance, např. i pro pokusy s parabiotickým propojením kuřecích embryí prováděné M. Haškem. Později byly nově vytvářené „pražské“ inbrední linie hojně využívány pro imunogenetická studia a popis kuřecího histokompatibilního systému, který je mnohem jednodušší než obdobný systém savčí a který umožnil snazší pochopení funkce jeho jednotlivých genů. Inbreeding však též umožnil segregaci alel genů kódujících receptory pro ptačí retroviry, takže jednotlivé linie mohou být buď rezistentní, nebo citlivé ke konkrétním izolátům RSV. Tímto způsobem se podařilo definovat několik podskupin RSV a ostatních ptačích virů a začaly být popisovány jednotlivé receptorové molekuly. Zejména tak byla objevena receptorová molekula pro podskupinu C. Jana Svobodu rovněž zajímaly otázky protinádorové imunity, především jak imunitní odpověď proti nádorům ovlivňují onkogeny coby neoantigeny. Tyto otázky inspirovaly pokusy s indukcí nádorů pouhou inokulací DNA klonovaného onkogenu *v-src*, jež dále vedly ke studiu regrese nádorů, jejich metastázování a možnosti protinádorových vakcín na bázi DNA.

Bylo zcela přirozené, že se po kolapsu komunistického režimu Jan Svoboda stal ředitelem Ústavu molekulární genetiky Akademie věd. Vždy otevřeně vyjadřoval své názory na politiku, věci veřejné a organizaci vědy. Zároveň byl vždy bezvýhrad-

ně loajální vůči ústavu a Akademii věd jako celku a svou autoritu využíval ve prospěch vědecké komunity v naší zemi. Nové společenské zřízení nepřineslo okamžitou nápravu zanedbaných poměrů ve vědecké sféře a jako ředitel ústavu v letech 1991–99 musel čelit potížím s nedostatečným financováním, bolestnou reformou řízení vědy a odlivem odborníků do ciziny. Hodně sil ho stály boje o zachování Akademie věd, která byla v těch dobách dokonce vystavena politickým tlakům a hrozilo přinejmenším její přidružení pod pravomoc univerzity.

Vykonávání ředitelského úřadu znamená vzdálení se laboratorní problematice, zaostávání v nových technikách a přístupech a zpoždění v promýšlení nejnovějšího pokroku oboru. Jan se však díky vášni pro vědu dokázal plně vrátit do laboratoře a navázal na problémy, které zůstávaly nedořešeny ještě z 50. a 60. let. V té době pomohla nepermissivní povaha infekce RSV v savčích buňkách definovat provirus. Jaké faktory ale činí savčí buňku nepermissivní pro RSV? A jaké faktory musí poskytnout permissivní kuřecí buňka, aby mohlo dojít k uvolnění viru? Těto problematice se věnoval komplexně z mnoha stran a spolu se studenty poukázal na problémy vstupu viru do hostitelské buňky, poruchy v expresi a sestřihu jeho transkriptů a na přestavbu virových obalových glykoproteinů při interakci s buněčnými receptory. Zůstal plně aktivní téměř do posledních dní, i když mu plíživě se stupňující zdravotní potíže ukusovaly z jeho pracovní kapacity.

V průběhu vědecké dráhy vychoval mnohé studenty a spolupracovníky a sám považoval svou v pravém slova smyslu vědeckou školu za nejdůležitější část vlastního odkazu. Měl čich na správné lidi a ještě lépe uměl nadchnout studenty pro vědu a poznávání. Vědecká výchova pro něj byla regulérní spoluprací na projektech, společnými experimenty a společnou analýzou výsledků. Nebylo vždy lehké být Janovým studentem, ale v konečném důsledku průprava v jeho laboratoři vedla k vědecké originalitě a samostatnosti. Za celoživotní aktivitu ve vědě získal Jan mnohé pocty, byl např. nositelem národních cen České hlava a Neuron, členem Evropské organizace pro molekulární biologii (EMBO) a zakládajícím členem Učené společnosti České republiky. V r. 2015 byl zvolen zahraničním členem Národní akademie věd Spojených států amerických (obr. 2). Sám si velmi cenil toho, že v r. 2010 byl jednomyslně vybrán odbornou komunitou k uspořádání mimořádné pražské konference ke stoletému výročí objevu retrovirů.

Závěrem musím též říci, že Jan Svoboda nebyl jen brilantním a oddaným vědcem. Měl mnohostranné zájmy a bylo potěšením debatovat s ním (nebo se s ním pohádat) o historii, filozofii, literatuře, evoluci nebo politice. Svě názory neváhal doprovázet citáty, ať už z antických klasiků nebo Haškova Dobrého vojáka Švejka. Jeho odchodem přichází retrovirologie o jednoho z gigantů, který pomohl dostat tento obor z pouhé popisné vědy na molekulární úroveň a po 60 let propojoval retroviry s genetikou, onkologií, imunologií a buněčnou biologii.



## Rostliny kolem nás

Uznávám, že je ode mne poněkud troufalé psát do Živy o rostlinách. Doufám však, že jazykový pohled může nabídnout leccos zajímavého i opravdovým odborníkům, přestože zůstaneme převážně v rovině uživatele jazyka, pro něhož je slovní spojení eukaryotický organismus za hranicí aktivní slovní zásoby.

V běžně používaném jednosvazkovém Slovníku spisovné češtiny pro školu a veřejnost (Academia, Praha 1994) je označení rostlina popsáno slovy: „organismus, zprav. s listy a květy, tkvící kořeny v půdě (např. strom, bylina).“ Jako příklady slovník uvádí spojení plané, polní, pěstované, zahradní rostliny; horské, tropické rostliny; užitkové, léčivé, okrasné rostliny; ochrana rostlin.

Vypravíme-li se proti proudu času a zařadíme náš nejrozsáhlejší jazykový slovník, tedy Příručím slovníkem jazyka českého (1935–57; pátý svazek, z něhož je níže citováno, vycházel v letech 1944–48), čteme mnohem bohatší popis složený ze dvou částí a doplněný příklady převážně z krásné literatury. Zvláště první definice může překvapit filozofickým vyzněním – rostlina je „ústrojná bytost vyznačující se v svých vyhraněných druhích růstem a nemající schopnost pohybu s místem a čítí; v užším slova smyslu obecné označení pro druhy nezahrnuté do zvláštních skupin, jako stromy, keře, obilí apod.“ Pokračování, které odkazuje k botanické terminologii, říká, že je to „organismus s tvarem těla po celý život měnlivým, nemající většinou samostatného pohybu, opatřený v buňkách s blanou celulosní většinou chlorofylem a vyživující se většinou látkami neústrojnými; rostliny průmyslové, léčivé aj.“

Označení rostlina se podle Českého etymologického slovníku (Jiří Rejzek, Leda, Praha 2015) u nás používá až od obrození.

Původ slovesa růst, z něhož se odvozuje, není zcela jasný, bývá spojován s latinským arduus (strmý, čnicí do výše), jako východisko je uváděn pravděpodobný indoevropský tvar ard(h) (vysoký, růst). Pro Josefa Jungmanna ve Slovníku česko-německém (1835–39) je rostlina „cokoli roste, zrostlina, in specie ze země rostoucí věc, strom, keř, bylina atd.“ Tvar zrostlina s variantou vzrostlina máme doložen už ve staré češtině, stejně tak jako bylina (býl, býlé, bělina). Všeslovanské označení bylina je odvozeno ze slovesného základu být, který se dává do souvislosti s indoevropským východiskem bheu- s významem růst, vznikat. Bylina může znamenat jednak jakoukoli rostlinu s nedřevnatým stonkem, jednak (a to častěji) se tak označují rostliny s léčivými účinky užívané jako drogy (obvykle zahrnují i květy, listy a kůru dřevin). Jak ukazuje Český jazykový atlas (do něhož je možné nahlížet i na adrese <http://cja.ujc.cas.cz/>), vedle výrazu (léčivé) byliny, bylinky se na části území říká želina a jinde koření.

Lidové názvy rostlin jsou rozmanité, často nejde jen o drobné hláskové obměny spisovné podoby, mnohé druhy mají několikero pojmenování a mezi jednotlivými jmény užívanými v rozdílných oblastech budeme marně hledat jakoukoli spojitost. Dokladem může být např. jedna z prvních jarních rostlin – prvosenka neboli petrklíč. Pojmenování prvosenka je relativně mladé – pochází až z 19. stol.; řadí se k mnoha dnes běžně užívaným názvům a u jeho zrodu stál jeden z nejvýznamnějších českých přírodovědců té doby Jan Svatopluk Presl společně se svým bratrem Karlem Bořivojem (např. Živa 2012, 4: LXXV). Inspirací jim byl polský pierwiosnek. Petrklíč představuje obměnu označení klíč svatého Petra (clavis sancti Petri), známého už z 16. stol. Na našem území je doloženo

ve variantách Petrove klúče – peterklúče, klúčik, ale prvosence se říká i kropáč, kropáček, krompáček, klepáček, klepačka, bukvička, kadrlka, kohoutek, kuří stopa, kuří dřisek, kuří říť, rukavička, jarníček, žloté rompálek atd.

Bohatý soubor nářečních názvů nacházíme také u sedmikrásy – vedle variant sedmikráska, sedmichrástka, stokráska jsou častá jména související s pojmenováními kopretiny, která zdůrazňují, že je sedmikráska menší, prostší. Bývají proto i emočně zesilována: malá kopretinka, margaritka, matečnick, chudobička, chudobinka, chudobečka, hladověnka, jiskérka nebo iskerko, katuška, kakuška, šešetka, zapomenutka, čečenka, čečetko. Uplatňují se též dvouslovné názvy, jako např. husí kvítko, husí pupek, kněžský límeček nebo denní/kuří očko.

I na tomto nepatrném vzorku vidíme, že rostliny dostávaly názvy (ať „oficiální“, tak lidové) motivované okolnostmi – např. podle doby, kdy kvetou nebo rostou (jarníček, sněženka, zimoztráz), podle prostředí (blatouch, písečnice, kalina, borůvka, čekanka), přísuzovaných účinků (mydlice, kýchavice, všivec, bolehlav, pryskyřník – ten má souvislost se slovem pryskyř čili puchýř), barvy (podběl, bledule, modřelec, fialka, žlutucha, krvavec, černýš, černucha, zlatice, zlatý děšť, žloté rompálek), tvaru či podobnosti listů, květů a plodů s předměty denního života (náprstník, kopytník, kosatec, slaměnka, vraní oko, kropáček), vlastností pozorovatelných zrakem i hmatem (ostřice, netýkavka), čichem (kozlík) a chutí (hořčice, hořec, zeměžluč, osladič) nebo podle toho, k čemu se rostlina užívala v lidovém léčení (plicník, srdečník, jaterník, devětsil, dobromysl, čistec, světlík na oči, bedrník – bedra, lomikámen – žlučové kameny a močové cesty, kostival – zlomené kosti).

Pro lidové názvy je příznačná obraznost, metaforičnost. Protože nedílnou součástí běžného života člověka bývalo náboženství, podívejme se, jak časté je v pojmenování rostlin připodobnění k Panně Marii a Bohu. Panny/Pananky Marie: očička – pomněnka, rozrazil; líčko – podběl lékařský; slzičky – hvozdík kartouzek, kohoutek luční, třeslice prostřední; vlasy – kaprad samec; pantoflíčky – čičorka; duše – mateřidouška; květina – třezalka, štírovník; bylina – kontryhel; bejlí – ostropestřec mariánský; botečky – čičorka pestrá; kolínka – konvalinka; plášť či růže – kohoutek luční; sláma – svízel povázka. Pánbíčkov/a/y (v) očko, očička – pomněnka (také se jí říká okotěsinka a zapomněnka); fousky, fousy – suchopýř; chlebíček – sléz přehlížený; onučka – divizna velkokvětá; koláčky – sléz lesní. Boží/božský bič – řepík; dar – laskavec, řebříček; dřevec, dřevo, dřívko – pelyněk; fousy – bedrník; fousky – koniklec; hromosvod – divizna; kořeni – prha arnika; láska – smil písečný; list – vlašťovičník; potěšení – světlík; nohavičky – ostrožka; květ – hvozdík.

Bohatství rostlinné říše je nepřehledné, jazykový materiál týkající se jmen rostlin jsme ani zdaleka neprobrali. Nejspíš neškodí, když se k němu za čas vrátíme.





### Ptáci v českém životě a kultuře

Karel Hudec

Edice Mimo – přírodní vědy  
Ptáci byli vždy pro člověka obrazem svobody a volnosti a jakýmsi prostředníkem mezi bohy a lidmi. Kromě duchovního rozměru sloužili jako zdroj potravy a později se chovali pro okrasu a potěšení. Kniha přibližuje populární formou úlohu ptáků v životě a kultuře českého národa – od ptačích jmen přes lidové obyčeje, slovní kulturu, hudbu, výtvarné i pohybové umění až po českou kuchyni, chovatelství, myslivost a léčitelství. Závěrečné kapitoly jsou věnovány ochraně v měnícím se prostředí.

456 str. – brožovaná – doporučená cena 450 Kč



### Herbář

Sándor Márai

Edice Paměť

Dříve mívaly hospodyně sešit – herbář nebo bylinář, plný rad, která bylina vyléčí jaký neúh, a návodů z oblasti zdravotví, stravování aj. To inspirovalo maďarského prozaika S. Máraiho v těžkých časech druhé světové války k sepsání sbírky užitečných rad pro život a propojil ji s filozofickým náhledem. Vzniklo dodnes aktuální dílo, jež v současném světě rozkolísaných hodnot ukáže řád a morální chování člověka k sobě samému i druhým. Přeložila Dana Gálová.

268 str. – vázaná – doporučená cena 350 Kč



### Budoucnost státu?

Petr Agha (ed.) a kol.

Edice Společnost

I když je globalizace přijímána jako paradigma společnosti, zůstává v obecném diskurzu pozoruhodně vágní. Existuje mnoho konceptů ukazujících, jak se globalizace podílí na transformaci společnosti a erozi tradičních pilířů – zejména moderního státu. Proměnu v podmínkách globalizace lze asi nejlépe vystihnout jako destabilizaci tradičních definičních znaků státu: území, obyvatelstva a správních struktur. Tým autorů tvoří přední čeští filozofové, právníci, politologové a sociologové.

220 str. – brožovaná – doporučená cena 265 Kč



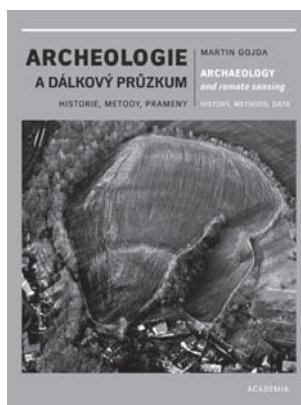
### Krajina a lidé

Petr Petřík, Jana Macková, Josef Fanta (eds.)

Edice Průhledy

Publikace, na níž se podílelo přes 70 pracovníků hlavně z vědeckých institucí, seznamuje s výzkumem a udržitelným hospodařením v české krajině (např. jak třídit a měřit krajinu, jaké služby přináší, novinky o využívání půd v zemědělství, hospodaření v lesích, problematika vody, obnova narušené krajiny a ochrana přírody i krajinné plánování). Platforma pro krajinu spojuje zájemce, kterým není lhostejný osud naší krajiny, čerpají přitom z Evropské úmluvy o krajině.

176 str. – brožovaná – doporučená cena 325 Kč



### Archeologie a dálkový průzkum

Martin Gojda

Edice Mimo – přírodní vědy

Dosud nekomplexněji pojatý pokus o syntézu širokého spektra témat v oblasti dálkového archeologického průzkumu sídel a krajiny v minulosti. Sleduje vývoj a soudobé trendy tohoto oboru v Evropě a v přilehlých oblastech, které měly pro jeho vznik a rozvoj zásadní význam (Blízký východ, severní Afrika) a o jejichž poznávání se v rozhodující míře přičinili evropská badatelé. Kniha je výsledkem více než dvacetiletého

autorova výzkumu. Obsahuje také souhrn v angličtině.

468 str. – vázaná – doporučená cena 750 Kč



### Život s češtinou

Marie Čechová

Edice Lingvistika

Kniha navazuje na titul Řeč o řeči, čerpá materiál z živé řečové praxe, a to běžné, mediální, odborné a školské. Zachycuje řečové jevy v jejich dynamice, všímá si posunů v jejich užívání v konfrontaci s jevy systémovými. Zaujímá stanovisko k jevům z perspektivy možného jazykového vývoje, má tedy převážně úvahový charakter. Tvoří ji oddíly Úvahy o řeči, Úvahy nad češtinou ve škole a Paměť pro budoucnost. Orientuje se na

odbornou obec, především učitele a studenty češtiny, profesionální uživatele i širší kulturní veřejnost.

392 str. – brožovaná – doporučená cena 385 Kč

Objednávky přijímá:  
Expedice ACADEMIA  
Rozvojová 135, 160 00 Praha 6 – Lysolaje  
tel. 221 403 857; fax 296 780 510  
e-mail: expedice@academia.cz

Knihkupectví Academia  
Václavské nám. 34, Praha 1, tel. 221 403 840–842  
Národní tř. 7, Praha 1, tel. 221 403 856  
Na Florenci 3, Praha 1, tel. 221 403 858  
nám. Svobody 13, Brno, tel. 542 217 954–956  
Zámecká 2, Ostrava 1, tel. 596 114 580

## Zapojte se s námi do výzkumu! Využití zvířat volně žijících ve městech k monitorování patogenů přenášených vektory

Proces urbanizace nutí některé druhy živočichů osídlovat nové a nepřírozené biotopy v městském prostředí. Koexistence s člověkem vede ke kolizím, jejichž výsledkem jsou mrtví ježci, veverky, ale i kuny nebo lišky na silnicích a ulicích, ptáci usmrcení nárazem do oken apod. Cílem našeho výzkumu je využít tyto „nedobrovolné oběti“ ke sledování koloběhu patogenů v městských a příměstských prostorech.

V plánované několikaleté studii chceme zjistit, zda jsou zvířata obývající městské

prostředí nakažena vybranými patogeny a mohou být zdrojem nákazy pro člověka např. prostřednictvím krevsajících vektorů. Zaměřujeme se hlavně na výskyt zvolených infekcí přenášených klíšťaty – anaplazmózy, babeziózy, boreliózy a klíšťové encefalitidy – v Praze, Brně a Českých Budějovicích. Studii realizuje katedra parazitologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy ve spolupráci s Parazitologickým ústavem Biologického centra AV ČR, v. v. i., a Veterinární a farmaceutickou univerzitou Brno.



### Jak nám můžete pomoci?

- Mějte oči otevřené a noste s sebou dostatečně velký pevnější igelitový sáček.
- Pokud narazíte na uhynulého ježka, kosa nebo veverku, seberte je do pytle. Vždy používejte rukavice!
- Ozvěte se nám.

**Kontaktní údaje:**  
Mgr. Karolína Majerová  
e-mail: [k.majerova@email.cz](mailto:k.majerova@email.cz)  
tel.: 732 580 196

Jarmila Kubíková

## Netypické stromy na Kampě v Praze

Při procházkách v parku na Malé Straně na Kampě si již delší dobu všímám asymetrického růstu starých stromů jírovce maďalu (*Aesculus hippocastanum*) v aleji u nábřeží mezi Sovovými mlýny a Lichtenštejnským palácem. Byly vysázeny těsně (ve vzdálenosti pouze 1 m) u nábřežní zdi nad Vltavou, zdvihající se asi 4 m nad hladinu řeky. V opačném směru do parku probíhá široká pěšina, lemovaná jednotlivými dřevinami. Jírovce podél nábřeží mají nápadně asymetrickou korunu, většina větví směřuje nad řeku, nikoli typicky vzhůru, ale vodorovně a převisle (geotropicky pozitivně) k vodní hladině.

Co může být příčinou takového růstu? Stromy na okrajích zapojeného lesa využívají otevřených světlin a rozšiřují tím směrem korunu. Zde nemůže být neobvyklý růst vyvolán zastíněním ze strany parku – navazuje trávník a jednotlivé stromy jsou v dostatečné vzdálenosti. Snad expozice vůči světovým stranám a výraznější oslunění? Nábřežní zeď směřuje od jihu k severu, řada stromů je osluněna bez překážky od východu (od Vltavy), ale ani odpolední západní záření není výrazně stíněno. Můžeme spekulovat o významu odrazu světelného záření od vodní hladiny, naopak záření dopadající na půdu je pohlcováno (např. učebnice ekofyziologie W. Larchera, 1988). Hodnoty záření a tím i teploty vzduchu nad vodní hladinou bývají pravděpodobně vyšší než nad půdním povrchem, a také vyrovnanější během dne i roku. To potvrdilo mnoho klimatických měření, mimo jiné při výzkumech na svazích u vodní přehrady Slapy u Živohošti, které provádělo geobotanické oddělení Přírodovědecké fakulty UK již v 60. letech 20. stol. pod vedením Jana Jeníka. Z pozorovaného místa na Kampě nemáme žádná klimatická měření záření, tep-



1 Neobvyklý charakter růstu větví starých jírovců u nábřežní zdi v pražském parku Kampa (únor 2017). Foto M. Kubík

lot ani vlhkosti, takže lze uplatňovat jen případné analogie. Záhadou zůstává růst přes zeď dolů. Jsou celkově ekologické podmínky tak příznivé (vyšší teploty, vlhkost, klid před větrem), že převažují nad geneticky zakotveným negativním geotropismem? Přitom ale části koruny nad půdním povrchem směřují nahoru. I při podrobnějším pozorování je vidět, že převisle rostou jen větve spodní části rozlehlé koruny, horní patra míří vzhůru. To by mohlo navodit domněnku, že celkový ekologický vliv vodní hladiny je odstíněn hustým olistěním dolních větví a horní část koruny se ocitá opět v průměrných podmínkách. Podobný jev bývá pozorován na hrázích rybníků (např. staré duby u Rožmberka u Třeboně).

## Kontaktní údaje pro předplatitele

**SEND Předplatné, s. r. o.**  
Ve Žlábku 1800/77, hala A3  
193 00 Praha 9

tel.: 225 985 235  
fax: 225 341 425  
sms: 605 202 115  
e-mail: [send@send.cz](mailto:send@send.cz)  
[www.send.cz](http://www.send.cz)

## Předplatné se nemění

S ročním (294 Kč) i dvouletým (568 Kč) předplatným tištěné Živy můžete také zakoupit elektronickou verzi – celý časopis ve formátu pdf ke stažení na webu Živy. Cena: 354 Kč/rok; 688 Kč/dva roky. Pro přístup k elektronické verzi je třeba dodat svou e-mailovou adresu distribuční firmě (viz výše) na kontakt: [zaneta@send.cz](mailto:zaneta@send.cz).

## Opravy

V článku Vznik a význam strukturálního zbarvení u brouků (Živa 2017, 2: 77–81) bylo na str. 81 chybně uvedeno následující tvrzení: „Müllerovské mimikry, kdy nejedovatý druh napodobuje jedovatý vzor, ...“ Správná formulace zní: „Batesovské (Batesiánské) mimikry, kdy nejedovatý druh napodobuje jedovatý vzor, ...“

V popisku fotografie na 4. str. obálky minulého čísla Živy 2017, 2 bylo uvedeno, že Jouglovka je brdským kamýkem. Tato přírodní rezervace však leží v Křivoklátské vrchovině.

**Za obě chyby se redakce i autoři čtenářům omlouvají.**



# Moderní metody sekvenování DNA

Termínu sekvenování DNA, které se také označuje jako sekvenace nebo někdy sekvenování DNA, odpovídá asi nejlépe české čtení DNA. Pomocí této metody určujeme pořadí nukleotidů v molekule deoxyribonukleové kyseliny. Pro sekvenování DNA, které patří v současnosti mezi nejrozšířenější způsoby analyzování biologického materiálu, bylo vyvinuto poměrně velké množství různých metod a technik. Používané moderní technologie pro sekvenování DNA můžeme rozdělit na tradiční Sangerovu metodu versus metody sekvenování tzv. druhé generace. Právě metody sekvenování druhé generace způsobily do jisté míry revoluci v moderní biologii, a to jak z pohledu vědeckých otázek, na něž lze hledat odpovědi, tak z pohledu zcela nových technik výzkumné práce. Následující odstavce shrnují co nejpřístupnější formou informace, jak sekvenování DNA funguje i k čemu se dnes může použít. Pro lepší pochopení jsou na webové stránce Živa u článku uvedeny odkazy na instruktážní videa, která celý proces zobrazují v animované podobě.

## Sangerovo sekvenování

Informace v molekule DNA je zapsána pomocí čtyř typů nukleotidových bází neboli nukleotidů – adeninu, cytozinu, thyminu a guaninu – pro něž se používají zkratky A, C, T, G. Molekula DNA, která je především řetězcem těchto nukleotidů, se v buňkách nachází ve dvouřetězcové formě. Jednotlivá vlákna DNA jsou podélně spojena a párování nukleotidů má přísné pravidlo označované jako komplementarita: adenin se vždy páruje s thyminem, zatímco partnerem cytozinu je vždy guanin. Díky vzájemné komplementaritě obou řetězců DNA jsou organismy schopné pomnožit (zkopírovat) si vlastní genetickou informaci. Během procesu zvaného replikace se totiž dvouřetězcová DNA rozdělí na dvě jednoduchá vlákna a protein DNA polymeráza vytvoří ke každému oddělenému řetězci (templátu) nový komplementární řetězec tak, aby se A po každé párovalo s T a C vždy s G. Tento popis představuje samozřejmě jen velmi zjednodušenou verzi celého procesu, neboť replikace DNA je extrémně složitý proces a sled reakcí obstarává kromě DNA polymerázy i řada dalších proteinů. Pro naše potřeby však tato zjednodušená představa postačí.

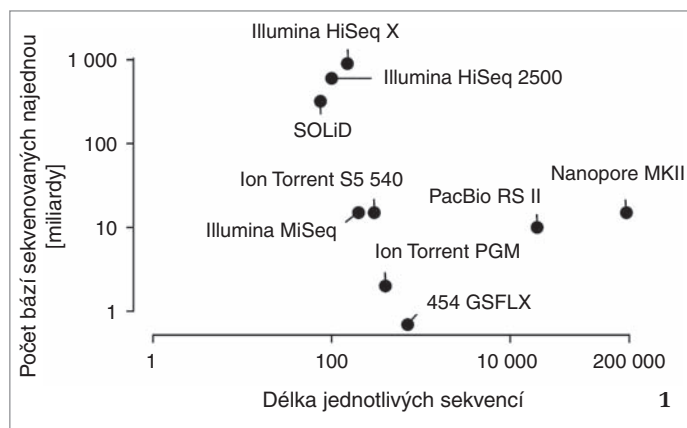
Naprostá většina technik sekvenování DNA se zakládá na metodách zjišťujících pořadí postupně přidávaných nukleotidových bází při syntéze nového řetězce DNA, který vzniká podle stávající předlohy – templátu. V r. 1977 objevil Frederick Sanger (1918–2013) se svými kolegy metodu sekvenování DNA, jež umožnila čtení velmi dlouhých řetězců, a to až 1 000 bází na jednu sekvenační reakci. Dnes se metodě říká podle jejího objevitele Sangerovo sekvenování. A Fredericku Sangerovi přinesl tento objev již druhou Nobelovu cenu. Zařadil se tak po bok dalším dvěma vědcům, Marii Curie-Sklodowské a Johnu Bardeenovi, kterým se za jejich vědecké objevy podařilo získat toto nejvyšší možné ocenění dvakrát.

Sangerova metoda se stala víceméně jedinou běžně používanou metodou sekvenování na mnoho let. Opakovaně je při ní syntetizován nový řetězec DNA podle stejného templátu, avšak při každém opakování dochází k přerušení syntézy nového řetězce tím, že se do něj náhodně přiřadí modifikovaná nukleotidová báze (dideoxynukleotid), která nedovolí DNA polymeráze pokračovat v syntéze nově vznikající

cího vlákna. Proces si můžeme představit jako postupné řetězení kostek stavebnice, kdy nové kostky jsou vybírány z krabice, která kromě normálních obsahuje i kostky pozměněné. Ty sice vypadají stejně jako běžná součást stavebnice, a dokonce je lze navázat na kostky v řetězci, ale na ně samotné již žádnou další kostku napojit nelze. Jejich zařazením se tedy stavba zastaví. Při Sangerově sekvenování však na sobě každá modifikovaná báze (v našem příkladu kostka, která ukončí postupné řetězení) navíc nese specifickou fluorescenční barvu, pomocí níž poznáme, o jakou bázi jde. Náhodným přerušováním syntézy nově vznikajícího komplementárního řetězce DNA (podle identického templátu) vznikají různě dlouhé molekuly. Při dostatečném počtu opakování vznikne směs molekul, které délkou odpovídají všem možným pozicím – ve směsi nalezneme molekuly dlouhé 10, 11, 12, 13, 14 až 1 000 bází. Na konci každé takové molekuly se nachází fluorescenčně označený dideoxynukleotid (nefunkční ukončovací kostka stavebnice), a protože každé z těchto čtyř modifikovaných písmen „DNA abecedy“ má jinou fluorescenční barvu, snadno poznáme, o který nukleotid jde. Na základě velikosti se molekuly DNA (zakončené dideoxynukleotidem) seřadí od nejkratší po nejdelší

1 Graf ukazující rozdíly v délce jednotlivých sekvencí a počtu sekvenovaných bází pro metody sekvenování druhé a třetí generace. Pro dnes nejpoužívanější metody Illumina a Ion Torrent (blíže v textu) ukazuje graf několik různých verzí daných technologií. Je důležité zmínit, že jak Illumina MiSeq, tak Ion Torrent PGM zastupují tzv. stolní sekvenátory, neboť jsou poměrně levné (stojí řádově několik milionů Kč) a lze je používat i v rámci jediné laboratoře. Ostatní sekvenační přístroje se používají především v rámci větších sekvenačních center. Orig. M. Kolísko, upraveno podle <https://flxlexblog.wordpress.com/2014/06/11/developments-in-next-generation-sequencing-june-2014-edition/>

2 Sbíráni jednotlivých buněk. Izolace jediné buňky druhu *Pseudotriconympha* sp., což je doposud nekultivovatelný prvok žijící v trávicím traktu termitů – sběr jednotlivých buněk tedy představuje jedinou možnost, jak získat sekvenční data z tohoto organismu. Buňka je „nasáta“ do skleněné mikropipety a přenesena např. do mikroskopu. Foto P. J. Keeling



a následně se s využitím jejich odlišného fluorescenčního značení přečte výsledná sekvence, tedy pořadí bází.

Mezi hlavní výhody Sangerova sekvenování patří značná délka čtených úseků DNA, které se dají sekvenovat jedinou reakcí, a také vysoká přesnost čtení, při které vzniká jen minimum chyb (špatně přečtených písmen).

Hlavní metodické úskalí této techniky spočívá v tom, že v rámci celého procesu dochází k sekvenování pouze jednoho úseku DNA (na rozdíl od metod druhé generace – viz dále). Další nevýhodou je poměrně vysoká cena a nízká rychlost, což se projeví zejména v situaci, kdy je potřeba zjistit sekvenci velkého množství DNA (např. celého genomu nebo malého množství genů, ale u velkého počtu různých organismů).

### Metody druhé generace

Sangerovo sekvenování se běžně používá dodnes, ale v posledním desetiletí se objevily nové sekvenační metody tzv. druhé generace (Next Generation Sequencing, NGS). Většina těchto postupů opět využívá syntézu DNA podle templátu, ale na rozdíl od Sangerovy metody jsou schopny detekovat přidávání bází jednu po druhé a zároveň sekvenovat tisíce až miliony rozdílných molekul DNA najednou.

Jejich hlavní nevýhodou oproti Sangerovu sekvenování je krátká maximální délka výsledných sekvencí, která se dnes obvykle pohybuje zhruba od 100 až po 500 bází (Sangerova metoda nabízí až 1 000 bází). Nevýhodou představuje i menší přesnost a častější chyby při čtení DNA.

U všech těchto metod je DNA nejdříve „nastříhána“ na relativně krátké části a na jejich konce je přilepen adaptér – velmi krátká molekula DNA o přesně dané sekvenci. Slouží k následnému navázání (přichycení) sekvenovaného úseku DNA na pevný povrch. Takto upravená DNA se říká sekvenační knihovna. Po uchycení DNA pomocí adaptéru na povrchu, na kterém bude docházet k sekvenaci, je každý řetězec DNA namnožen, čímž vznikne skupina neboli klastr identických molekul DNA koncentrovaných v jednom místě (sekvenace adaptéru je komplementární ke krátkým řetězcům DNA uchyceným na sekvenačním povrchu). Tato koncentrace posílí výsledný signál (viz dále), což umožní jeho zachycení kamerou, neboť signál z pouhé jedné molekuly DNA by nebyl dostatečně silný.

### ● 454 sekvenování a Ion Torrent

První prakticky použitelnou a komerčně úspěšnou metodou sekvenování druhé generace bylo tzv. 454 sekvenování. Objevil ho Jonathan Rothberg a publikoval v r. 2005, v době, kdy byl na rodičovské dovolené. Následné uvedení metody do praxe představovalo obrovský vědecký i komerční úspěch. Nejmodernější verze dokáže analyzovat více než milion molekul DNA najednou a délka každé jednotlivé sekvence se pohybuje okolo 700 až 1 000 bází (1 000 se uvádí jako maximum). Během 454 sekvenování je molekula DNA nejdříve přichycena na malou „kuličku“, na jejímž povrchu se postupně namnoží, až kuličku zcela pokryjí identické molekuly DNA.

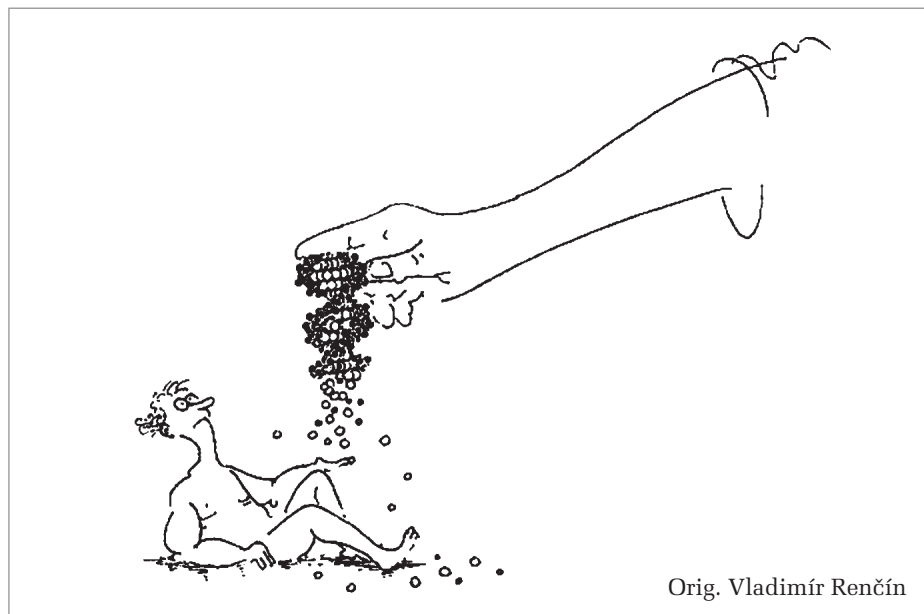
Kulička i s DNA je následně vložena do jedné z milionů komůrek destičky, kde probíhá sekvenační reakce na principu pyrosekvenování. Pyrosekvenování se zakládá na skutečnosti, že během vložení každé nové báze do rostoucího řetězce DNA se uvolní molekula zvaná pyrofosfát (proto pyrosekvenování). Uvolněný pyrofosfát se posléze stane součástí několika na sebe navazujících enzymatických reakcí, na jejichž konci čeká enzym luciferáza (nazvat enzym po pánu pekel je pro humor molekulárních biologů dost příznačné). Ten vydá světelný záblesk, jenž lze zachytit vysoce citlivou kamerou. Při 454 sekvenování je v určitém momentě přidán do reakční směsi vždy pouze jeden typ báze a v okamžiku, kdy je tato báze vložena do rostoucího řetězce DNA, dojde přes uvolněný pyrofosfát a luciferázu ke světelnému záblesku. Pokud je do rostoucího řetězce DNA zařazeno několik stejných bází za sebou, např. když DNA molekula templátu obsahuje sekvenci AAA a je tedy přidáno třikrát T, vyzáří se třikrát více světla než v případě přiřazení jednoho T. Kamera snímá celou destičku a podle toho, která komůrka se rozsvítí, pozná, kde proběhlo přidání báze, a podle intenzity světla kolik bází bylo přidáno najednou (viz obr. 3). Čtyři typy nukleotidů jsou do směsi přidávány jeden po druhém a mezi jednotlivými kroky dochází k odstranění přebytečných nukleotidů. Tím se zajistí, že v reakční směsi je vždy přítomen jediný typ nukleotidu. Počítač následně analyzuje záznam a podle světelných signálů z každé komůrky vytvoří výsledné sekvence odpovídající templátu DNA v jednotlivých komůrkách.

Na podobném principu jako pyrosekvenování stojí i sekvenování metodou Ion Torrent. Ion Torrent však neměří množství uvolněného pyrofosfátu po připojení nové báze do DNA řetězce pomocí luciferázy, ale pH v reakční směsi. Opět podle intenzity změny pH lze poznat, kolik bází bylo přiřazeno (pH roztoku se mění s každou přidanou bází o 0,02 jednotky). Právě proto, že jak 454, tak Ion Torrent sekvenování spoléhají na sílu signálu k zjištění informace, kolik bází bylo přidáno najednou, mají obě tyto metody problém se čtením delších

homopolymerních řetězců složených z jediného typu nukleotidů, např. sekvence AAAAAAAAAA. V takovém případě však ani jedna z metod nebude schopna přesně rozlišit, zda bylo přidáno 9, 10 či 11 adeninů. Nejčastější čtecí chybou 454 i Ion Torrent sekvenování je právě chybějící báze, nebo naopak báze navíc (četnost chyb u obou přístupů se uvádí kolem 1 %).

### ● Illumina

V současnosti nejpoužívanější metodou sekvenování je komerčně velice úspěšná technologie od společnosti Illumina. Dnes stojí na prvním místě v počtu najednou sekvenovaných bází (až 900 miliard). Nevýhoda spočívá v poněkud kratších sekvencích pohybujících se pouze kolem stovky bází. Při sekvenování metodou Illumina jsou pomocí adaptéru jednotlivé nastříhané molekuly DNA přichyceny na malou destičku. Každá molekula DNA se pak opakovaně namnoží, až na destičce vznikne mozaika milionů klastrů, přičemž každou skupinu tvoří vzájemně identické molekuly. Vlastní sekvenační proces pak využívá podobného mechanismu jako Sangerovo sekvenování, kdy jsou do rostoucího řetězce zařazeny báze s navázanou fluorescenční barvou (každé písmeno má specifickou barvu), které syntézu zastaví. Oproti Sangerovu sekvenování je tato blokáce syntézy vratná. Po přečtení nově přidané báze vysoce citlivou kamerou dojde k enzymatickému odstranění jak fluorescenčního značení, tak blokující části molekuly a může proběhnout další kolo reakce, tedy přidání další báze. Kamera v každém jednotlivém kole syntézy řetězce DNA snímá signál z celé destičky a podle rozdílné fluorescence pozná, jaké písmeno bylo přidáno u každé z milionů skupin. Počítač pak opět analyzuje záznam krok po kroku a podle toho, jak se mění fluorescenční signál v rámci každé skupiny (skládající se z identických molekul DNA), zrekonstruuje přesnou sekvenci molekul DNA v příslušné skupině. Illumina má velmi vysokou přesnost čtení DNA (uvádí se mezi 99 až 99,9 %). Nejčastější chybou je špatně přečtená báze, záměna jednoho nukleotidu, např. jako když v textu omylem přečteme jiné písmeno.



Orig. Vladimír Renčín

**Tab. 1** Shrnutí parametrů diskutovaných sekvenačních technik. Data převzata z publikace S. Goodwina a kol. (2016)

Technologie	Délka sekvencí	Počet sekvencí (v milionech)	Počet sekvenovaných bází (v milionech)	Přesnost čtení
454	400–1000	1	až 700	99 %
Ion Torrent	200–400	0,4–80	až 1500	99 %
Illumina	36–300	12–4000	až 900 000	99,9 %
SOLiD	50–75	700–1400	až 320 000	99,9 %
PacBio	20 000	0,055	až 1000	87 %
Nanopore	až 200 000	0,1	až 1500	88 %
Sangerova metoda	~ 1000	sekvence jedné molekuly DNA	0,001	99,9 %

### ● SOLiD sekvenování

Jako poslední metodu sekvenování druhé generace uvedeme SOLiD sekvenování (Sequencing by Oligonucleotide Ligation and Detection), která je dnes relativně vzácně používanou metodou. Tato technologie na rozdíl od všech předchozích nespolehá na enzym DNA polymerázu, nýbrž na enzym zvaný ligáza, která umí připojit části jednořetězcových molekul DNA k stávajícímu řetězci DNA. Zjednodušeně lze říci, že při SOLiD sekvenování se k templátu přidávají kusy DNA, tzv. sondy, které začínají všemi možnými dvojkombinacemi čtyř základních nukleotidů, tedy 16 různých sond. Každá sonda také nese jednu ze čtyř fluorescenčních značení, což znamená, že čtyři různé dvojkombinace nukleotidů jsou označeny stejnou fluorescenční značkou. V každém kroku pak enzym ligáza připojí k rostoucímu novému řetězci sondu nesoucí dvojkombinaci nukleotidů odpovídající templátové DNA a snímač přečte její fluorescenční značení, které je poté odstraněno a může se připojit další sonda. Aby došlo k přečtení kompletní sekvence, je jedna templátová molekula čtena opakovaně, ale „začátek“ čtení se vždy posune o jeden nukleotid, a každá báze je tak přečtena několikrát. Z kombinace znalosti sekvence adaptéru, kterým sekvenovaná DNA začíná, a výsledného signálu čtyř fluorescenčních barev, jak jdou po sobě v jednotlivých čteních, lze odvodit výslednou DNA sekvenci. SOLiD sekvenování má podobný výstup jako Illumina a produkuje rovněž krátké sekvence (maximálně 100 bází). SOLiD má problémy se čtením palindromických úseků (sekvencí shodných u obou komplementárních řetězců), jež mohou vytvářet smyčku v templátové DNA, která je pak nepřístupná pro nasednutí sondy.

### Metody třetí generace

Je důležité zmínit, že v posledních několika letech se začaly využívat i metody sekvenování třetí generace. Na rozdíl od metod druhé generace (454 nebo Illumina) není DNA templát před sekvenováním nijak namnožen, a tak dochází ke čtení signálu z jediné (původní) molekuly. Zatím jsou komerčně dostupné dva typy sekvenování třetí generace, avšak vzhledem k technickým omezením se ještě neuplatňují v masovém měřítku. Je však vysoce pravděpodobné, že v příštích několika letech budou patřit mezi naprosto standardní techniky.

Společnost Pacific Biosciences již uvedla první komerčně úspěšnou metodu třetí generace (PacBio), která k detekci výsledné sekvence také využívá fluorescenční zna-

čené nukleotidy. Novinkou je vysoká citlivost, jež umožňuje v reálném čase zaznamenávat zařazení byť jediného nukleotidu do (jediného) řetězce DNA.

Druhá metoda byla uvedena společností Oxford Nanopore. Zde je jednořetězcová molekula DNA protahována mikroskopickým pórem na syntetické membráně. Protože každá DNA báze má trochu jiný tvar, dochází při protahování k odlišnému „ucpání“ póru a citlivé snímače přístroje dokážou zjistit, jak výrazně je pór v danou chvíli „zaplněn“, a tedy jaká báze v daný okamžik membránou prochází.

Obě metody sekvenování třetí generace jsou schopné přečíst 10 i více tisíc bází v rámci jedné analyzované molekuly DNA a produkuje tak velmi dlouhé sekvence, což je výhodné zejména pro sekvenování genomů (souboru veškeré genetické informace organismu zapsané v DNA). Na druhou stranu mají ale obě metody vysokou frekvenci chyb, v současnosti se pohybuje okolo 10 až 15 %. Významnou předností sekvenátorů Oxford Nanopore je velikost. Jde o malý kapselní přístroj, který se přes USB dá připojit k notebooku a nabízí tak příruční využití kdekoli na světě. Konkrétním příkladem jeho použití bylo sekvenování viru Ebola přímo v terénu během epidemie krvácivé horečky způsobené tímto virem v západní Africe v r. 2015.

### Využití metod sekvenace druhé generace

#### ● Genomika a transkriptomika

Nové sekvenační technologie do jisté míry změnilly tvář moderní biologie, a to nejen díky množství dat, které lze relativně levně získat v řádu hodin až několika málo dnů. Významnou roli sehrála i jejich cena, která se mnohonásobně snížila právě díky čtení milionu molekul DNA najednou. V současnosti je možné poměrně snadno sekvenovat celé genomy organismů, a to v rámci jediné laboratoře, namísto konsorcií desítek a stovek pracovišť, jak tomu bylo v minulosti (viz např. Živa 2016, 5: 203–206). Sekvenování genomů se tak dočkalo obrovského rozmachu, např. fylogenetika (fylogeneze založená na analýze jednoho nebo několika genů) se postupně mění na fylogenomiku (fylogenezi založenou na analýze celých genomů, viz např. Živa 2016, 4: 175–178). Jen pro zajímavost lze uvést, že sekvenování lidského genomu pomocí tradiční Sangerovy metody stálo několik miliard dolarů, trvalo zhruba 10 let a spolupracovala na něm celá plejáda laboratoří a vědců. Dnes bychom za podobný projekt zaplatili „pouze“ desítky tisíc dolarů a znamenal by práci několika šikovných výzkumníků. Díky tomu již můžeme

poměrně snadno sekvenovat kompletní genom z víceméně jakéhokoli organismu, z něhož jsme schopni získat dostatek DNA. Největší překážkou sekvenování genomů se stal proces počítačového skládání výsledných sekvencí genomů. Nevýhoda většiny sekvenačních technologií, jako je 454 nebo nejčastěji používaná Illumina, spočívá v produkci sekvencí dlouhých pouze několik stovek bází. Tím vzniká obtížně řešitelný problém, jak tyto krátké úseky správně poskládat do kompletní sekvence genomu. Jde vlastně o neuvěřitelně složitý puzzle s miliony dílků a s nejasným výsledným obrázkem postrádajícím jakékoli vědné hranice či linie. Proto se vkládají velké naděje do uplatnění metod třetí generace, které naopak dokážou přečíst velice dlouhé úseky DNA, a tím značně usnadnit výsledné skládání sekvencí do celkových genomů. V přirovnání k puzzle si můžeme představit skládanku pro menší děti s výrazně většími dílky, z nichž se mnohem snáze složí obrázek. Oba principy lze pochopitelně různě kombinovat a využívat přednosti toho kterého postupu.

Další metodou, která se dočkala rozmachu díky sekvenování druhé generace, je sekvenování transkriptomů (viz Živa 2016, 2: 61–63 a 3: 104–106). Při této metodě se místo kompletního genomu zjišťuje sekvence pouze aktivních genů, tedy genů, které jsou v buňkách v danou chvíli přepisovány do mediátorové RNA (mRNA) a překládány do proteinů. Při sekvenování transkriptomů se nejdříve získá veškerá mRNA z daného organismu (nebo jen z určité tkáně, orgánu apod.) a přepíše se do DNA molekuly zvané copy DNA (cDNA). Teprve tato DNA je následně sekvenována. Výhoda sekvenace transkriptomů oproti celým genomům spočívá v získání sekvencí genů bez balastní (nepotřebné) nekódující části genomové DNA. Nekódující DNA totiž často tvoří podstatnou část genomu organismu a sekvence jednotlivých genů je proto potřeba v této záplavě pracně hledat, což se ne vždy spolehlivě daří.

Pomocí sekvenování transkriptomů také můžeme studovat odlišnou expresi (míru přepisu) jednotlivých genů v závislosti na vnějších nebo vnitřních podmínkách. Zpravidla porovnávané transkriptomty získané z organismu nacházejícího se ve dvou či více různých „stavech“ – např. pěstovaného při různých teplotách nebo ve zdravém či nemocném stavu apod. Porovnáním přítomnosti a četnosti sekvencí jednotlivých genů lze určit, které geny jsou v příslušné „fázi“ aktivnější, a tedy nejspíše zodpovídají za reakci daného organismu na tento „stav“, třeba na změnu teploty nebo onemocnění.

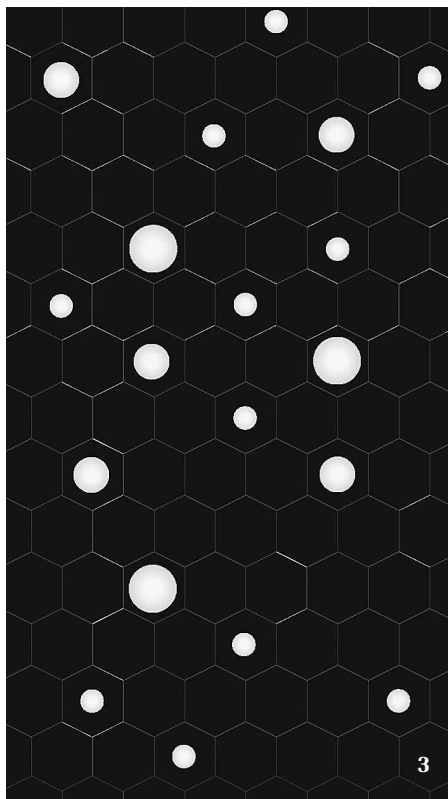
Další novinkou vzešlou z dílny sekvenování druhé generace je sekvenování „exomu“. Místo celého genomu nebo v danou chvíli aktivních genů (transkriptomů) sekvenujeme pouze kódující část genomu, tedy geny jako takové, bez intronů (Pozn.: U většiny eukaryotických organismů se většina genů skládá z exonů a intronů. Exony představují kódující část genu, zatímco introny nic nekódují, a proto jsou před přeložením do patričního genomového produktu vystřiženy.). Samozřejmě předem potřebujeme velmi dobře znát genom daného organismu a hranice jednotlivých

kódujících částí příslušných genů. Tato metoda se často používá při klinických studiích některých geneticky podmíněných chorob. V takovém případě lze porovnat exomy jedinců trpících poruchou a jedinců zdravých, a následně tak identifikovat mutace, které jsou pravděpodobně zodpovědné za nástup nemoci. Právě cenová dostupnost a vysoká efektivita metod sekvenování druhé generace dnes umožňuje zkoumat a rozpoznat příčiny řady vzácných a dříve málo studovaných genetických poruch.

### ● Environmentální sekvenční metody

Tyto metody se zaměřují na sekvenování DNA získané přímo z prostředí (environmentální vzorky) s cílem dozvědět se např. co nejvíce o druhovém složení (vybrané skupiny) organismů ve studovaném ekosystému. Nové sekvenční metody otevřely dosud zamčenou bránu, která umožňuje studovat zatím zcela nepřístupné skupiny, zejména nekultivovatelné mikroorganismy. Mikrobiální jednobuněčné organismy jsou všudypřítomné a hrají významnou, často i klíčovou roli ve fungování ekosystémů. Jejich studium však máme značně ztížené tím, že naprostou většinu zatím neumíme kultivovat v laboratořích, a tak nám jejich existence mnohdy zůstává utajena. Sekvenování DNA izolované přímo z prostředí tak představuje jediný možný přístup, jak se o těchto organismech alespoň něco dozvědět (viz článek na str. 118–120 tohoto čísla Živy).

Jednou z nejstandardnějších metod environmentálního sekvenování je tzv. sekvenování ampliconů. Pracujeme při něm pouze s úsekem DNA a nikoli s veškerou DNA přítomnou ve vzorku. DNA se izoluje z reprezentativní části studovaného ekosystému, např. ze vzorku vodního sloupce nebo zeminy. U takto získaného materiálu, jenž obsahuje DNA všech organismů nacházejících se ve vybraném vzorku prostředí, se pak pomocí PCR namnoží určitý zvolený úsek (amplifikuje, proto označení amplicon). Nejčastěji jde o gen pro ribozomovou RNA (pro malou či velkou podjednotku ribozomu, anglicky SSU – small subunit nebo LSU – large subunit), který má tu výhodu, že se univerzálně vyskytuje u všech buněčných organismů, v rámci populace příslušného druhu je identický, současně se však sekvence genu mezi jednotlivými organismy mírně liší. Tímto amplifikačním procesem (PCR) získáme velké množství molekul DNA kódujících sice pouze jeden gen (úsek), ale ze všech, nebo alespoň z naprosté většiny organismů přítomných ve vzorku odebraném z přirozeného prostředí. Když je tento mix molekul jednoho genu sekvenován, analýza získaných sekvenčních dat ukáže druhovou diverzitu studovaného prostředí (protože každý druh má specifickou sekvenční SSU/LSU). Navíc podle počtu kopií genů náležejících druhu lze s určitou dávkou nejistoty stanovit i početnost příslušného druhu ve studovaném prostředí. Jako příklad použití těchto metod z poslední doby uvedme studium mikrobiomů (blíže viz Živa 2015, 3: 106–107). Mikrobiom je společenství mikrobiálních organismů, především bakterií žijících v asociaci s hostitelem. Nejznámějším příkladem je střevní mikroflóra



**3** Ilustrace signálu při 454 sekvenování. V „rozsvícených“ komůrkách došlo k přidání určité nukleotidové báze (při sekvenaci 454 se vždy přidává pouze jeden typ báze). Síla signálu určí, kolik bází bylo přidáno najednou. Nepřipojené nukleotidy se posléze odstraní a sekvenční proces pokračuje přidáním jiného nukleotidu. Orig. M. Kolísko

různých živočichů včetně člověka. Studium mikrobiomů se v posledních letech rozrostlo do víceméně samostatného vědního oboru a jednou z metod nejčastěji používaných k jejich stanovení se stala právě sekvenace ampliconů. Výzkum a srovnání diverzity mikrobiomů např. ukazuje rozdíly v druhovém složení a početnosti jednotlivých druhů bakterií mezi jedinci zdravými i trpícími různými zdravotními obtížemi (od alergií až po rakovinu střeva). Tato metoda může také napomáhat při řešení specifických úloh, jako je třeba rozlišení jednotlivých druhů potravy (kořisti) z obsahu natráveniny z těla studovaného predátora (viz Živa 2017, 1: 32–34).

### ● Sekvenování jednotlivých buněk

Environmentální metody slouží zejména k získávání informací o diverzitě organismů ve studovaném ekosystému, ať je tímto ekosystémem světový oceán, nebo střeva mušky octomilky. Jedním z hlavních důvodů pro použití environmentálních metod je nemožnost kultivovat naprostou většinu mikroorganismů v laboratorních podmínkách. Ovšem někdy nám nestačí znát pouze sekvenční jednoho genu, ale chceme se o příslušném organismu dozvědět více. A právě pro tyto případy je určena metoda sekvenování jediné buňky, která je do jisté míry komplementární k environmentálnímu přístupu. Není nutné studovaný mikroorganismus kultivovat, stačí ho pouze „odchytit“ z prostředí a sekvenovat

(obr. 2). Vzhledem k nepatrnému množství jakéhokoli materiálu (včetně DNA či RNA) izolovaného z jediné buňky je nutné nukleové kyseliny nejdříve enzymaticky namnožit, aby se podobně jako v předchozích případech vytvořily kopie existujících molekul DNA/RNA. To s sebou bohužel nese riziko, že některé úseky budou kopírovány častěji než jiné, což znamená, že výsledek bude reprezentovat jenom část skutečného genomu studované buňky.

Dnes sekvenování genomů z jednotlivých buněk používáme především pro bakterie, které mají obecně menší genomy (nejčastěji v milionech bází) a jednodušší strukturu. U eukaryotických organismů s komplexními a velkými genomy (v desítkách, stovkách a více milionech bází) se prozatím zdá být, až na několik výjimek, sekvenování genomů jednotlivých buněk až tou nejkratší možností. V posledních letech se však objevily metody pro sekvenování transkriptomů, tedy, jak jsme uvedli výše, pouze aktivních genů z jednotlivých buněk. Právě tyto metody se dnes používají jak pro studium eukaryotických mikroorganismů, tak např. pro studium rakoviny, kdy se zkoumá, jak se od sebe liší buňky v rámci jednoho nádoru.

### Několik poznámek na konec

Popsané sekvenční metody se stále vyvíjejí a mění, některé zanikají, jiné se naopak objevují. Např. podpora 454 sekvenování byla ukončena v r. 2016. Uvedený přehled a příklady nových sekvenčních metod také nejsou vyčerpávající a jsou do určité míry ovlivněny zájmy a zkušenostmi autora tohoto článku. Kromě zmíněných metod existuje řada dalších využití moderních sekvenčních technologií, které nejen obohacují naše biologické znalosti, ale často mají i značný význam pro klinický výzkum.

Příchův obrovského množství sekvenčních dat také poněkud změnil biologickou práci. Není to tak dávno, co většina biologů buď prováděla laboratorní experimenty, nebo pracovala v terénu. Díky novým a levnějším sekvenčním technologiím začíná dnes některým oborům dominovat práce u počítače zaměřená na analýzu těchto dat. Není neobvyklé, že doktorandský student stráví první půlrok generováním dat a posléze několik let jejich analýzou. Bioinformatici, tedy lidé schopní analyzovat velké soubory sekvenčních dat, jsou stále žádanějšími spolupracovníky, a mnozí terénní nebo experimentální biologové se postupně tyto metody doučují a mění se v bioinformatiky. Zavedení sekvenčních metod druhé generace od základu změnilo biologii, jak jsme ji znali v minulých desetiletích, a bude zajímavé pozorovat, jaké nové metodiky změní biologii v blízké budoucnosti.

Na str. 120 tohoto čísla Živy najdete barevná schémata ukazující základní principy tří zde popisovaných metod (Sangerova metoda, 454 sekvenování a Illumina).

Použitou literaturu a webové adresy názorných animací detailně zobrazujících sekvenční metody druhé generace uvádíme na webové stránce Živy.

# Ohlédnutí za rokem 2016 z pohledu péče o globální biologickou rozmanitost

Lidskou civilizací způsobené změny biologické rozmanitosti, tedy rozrůzněnosti biologických systémů v široké škále od genů po biosféru, se oprávněně řadí mezi globální problémy související se životním prostředím. Dochází k nim, byť v různé míře, na celé Zemi, nemá smysl se jimi zabývat pouze v rámci určitého státu nebo kontinentu a úzce souvisejí s dalšími těžkostmi způsobenými nárůstem počtu obyvatelstva na naší planetě, výstižně označovaným jako populační tsunami. Rozumná péče o biodiverzitu, a nejen proklamativní udržitelné využívání jejích složek, se proto neobejde bez mezinárodní spolupráce v globálním měřítku. Rok 2016 byl bohatý na události zaměřené na celosvětovou biologickou rozmanitost a její ochranu. V následujících řádcích se zaměříme na tři z nich, významné z různých hledisek a vzájemně se doplňující.

## IPBES se rozbíhá

O ustavení Mezivládní platformy pro biodiverzitu a ekosystémové služby (IPBES) jsme již čtenáře informovali (Živa 2016, 1: XIII–XIV). Připomeňme si, že stěžejním úkolem panelu, zřízeného v rámci OSN v dubnu 2012, zůstává poskytování vědeckých podkladů zejména pro vládní instituce pečující v praxi o přírodní a krajinné dědictví. Představit první výstupy dosavadní činnosti této platformy mělo 4. zasedání IPBES, konané 22.–28. února 2016 v malajsijském hlavním městě Kuala Lumpur.

Nová struktura OSN, působící na rozhraní vědy a praxe, v jihoasijském velkoměstě představila dlouho očekávanou obsáhlou zprávu posuzující opylovače a opylování v souvislosti s výzvou lidstva. Dokument o 800 stranách sepsalo 77 autorů, kteří pro

tento účel prostudovali 2 000 recenzovaných zdrojů. Členové IPBES se poučili z veřejně kritizovaných nedostatků sesterského panelu zaměřeného na změny podnebí, takže text o opylování a opylovačích a jejich prostředí prošlo na 280 recenzentů a redaktori jednotlivých kapitol se museli vypořádat s 10 300 připomínkami.

K jakým závěrům vědci dospěli? Pečlivá rešerše potvrdila, že na naší planetě závisí na opylování živočichy v různé míře téměř 90 % kvetoucích rostlin. Nepřekvapí nás proto, že se objem a kvalita úrody více než tři čtvrtin nejdůležitějších zemědělských plodin neobejdou bez živočišných opylovačů. Umírněné odhady hovoří o tom, že opylování jako ekosystémová služba dosahuje ročně hodnoty 325–577 miliard USD (8,1–14,5 bilionů Kč), což od-

povídá hrubému domácímu produktu bohatého Norska, Švédska nebo Rakouska.

Na rozdíl od všeobecně vžitě představy tvoří většinu živočišných opylovačů volně žijící druhy, mezi nimi 20 tisíc druhů včel (Apoidea). Kromě včely medonosné (*Apis mellifera*) a v. východní (*A. cerana*) a čmeláků (*Bombus* spp.) lidé přímo využívají pro opylování jen několik málo dalších hmyzích druhů. Zdá se, že o globální krizi živočišných opylovačů hovořit nemůžeme. V některých částech severozápadní Evropy a Severní Ameriky skutečně dochází k úbytku volně žijících opylovačů, a to jak jejich početnosti, tak počtu druhů (druhové bohatosti). Ve světě naopak celkově stoupá početnost chované včely medonosné. Nicméně dramatický ústup známého užitkového druhu pokračuje v mnoha oblastech Evropy včetně Ruské federace, Jihoafrické republiky a především Spojených států amerických.

Opylovači mají smůlu, že na ně nezřídkou působí současně řada negativních činitelů (hnacích sil). Za všechny jmenujme alespoň změny využívání území, intenzivní zemědělské hospodaření včetně nadměrného nebo nevhodného používání pesticidů, zejména neonikotinoidů (Živa 2014, 4: C–CII), dopad invazních nepůvodních druhů a patogenních organismů a také probíhající a očekávané změny podnebí.

**1** Stále více původních malajsijských lesů padá za obětí vytváření výnosných velkoplošných plantáží palmy olejné (*Elaeis guineensis*). Na snímku sekundární les v přírodním parku Kuala Selangor

**2** Malajsie se plným právem řadí mezi státy označované jako asijské tygří. Když v r. 1965 vznikla v současné podobě, dosahoval její hrubý domácí produkt (HDP) na jednoho obyvatele v přepočtu dnešních 370 USD (9 300 Kč). V r. 2016 se tato částka vyšplhala na 27 200 USD (68 140 Kč), tedy přibližně tolik, kolik vykazuje Polsko nebo Maďarsko. Symbolem hospodářského vzestupu se staly dvě výškové budovy státní ropné společnosti Petronas v centru Kuala Lumpur, v období 1998–2004 nejvyšší budovy na světě.





Hodnocení současného stavu a výhledů opylování vyvolalo nečekaný zájem světových hromadných sdělovacích prostředků. Třicet hodin po zveřejnění ho v 80 zemích citovalo více než 1 100 televizních a rozhlasových stanic, internetových stránek a deníků, mezi nimiž nechyběly CNN, BBC, New York Times, Die Welt a Le Monde.

I když druhý výstup IPBES téměř unikl pozornosti, uvítají ho přírodovědci i lidé zabývající se společenskými a ekonomickými vědami. Podrobná rešerše ukazuje možné využití dvou metod pomáhajících snižovat neurčitost, která hodnocení stavu, změn a vývojových trendů biologické rozmanitosti a ekosystémových služeb zcela zákonitě doprovází – scénářů a modelů včetně matematických. Obě zprávy jsou dostupné na adrese [www.ipbes.net/resources/publications/12](http://www.ipbes.net/resources/publications/12).

Není žádným tajemstvím, že Achillovou patou rozvoje IPBES zůstává viditelný nedostatek finančních prostředků. Platforma vznikla za předpokladu, že vlády, které se stanou jejími členy, nebudou platit žádné peněžité příspěvky. Činnost IPBES tak bez nadsázky existenčně závisí na dobrovolných darech několika málo hospodářsky vyspělých zemí, především ze západní Evropy, Kanady, Japonska, Jižní Koreje a Nového Zélandu. Doufáme, že vysoká kvalita zatímních výstupů, vhodně shrnutých vědecké poznatky o určitém tématu, z nichž velká část může být bez problémů



využita v praxi, inspiruje i další vlády sáhnout do kapsy pro podporu panelu.

### V Honolulu rokovala státní i dobrovolná ochrana přírody

Ochrana přírody i širěji pojeté péči o biodiverzitu se v různém rozsahu a s rozdílným úspěchem věnují nejen vlády zemí, ale také občanská společnost prostřednictvím

**3** Zbytky původní džungle na Bukit Nanas (Ananasovém vrchu) přímo v centru Kuala Lumpur jsou chráněny od r. 1906 jako lesní rezervace.

**4** Endemická berneška havajská (*Branta sandvicensis*) patří mezi druhy, které před vyhubením zachránil až chov v lidské péči (v 50. letech 20. stol. žilo posledních 30 ptáků). V současnosti žije ve volné přírodě 300 až 1 000 rozmnožujících se jedinců a populace musí být i nadále posilována zvířaty odchovanými člověkem.

**5** V kráteru Kilauea Iki, součásti národního parku Havajské sopky, mohou návštěvníci sledovat postup sukcese. Národní park chrání i činné sopky se v r. 1987 stal lokalitou světového dědictví UNESCO.

**6** Na 6. světovém kongresu ochrany přírody se jednalo i o umělohmotném odpadu v moři. Každoročně se na světě vyrobí na 280 milionů tun umělých hmot. Plná desetina tohoto jen těžko představitelného množství skončí po použití v moři. K vážným problémům, které umělé hmoty způsobují, patří např. jejich častá konzumace mořskými želvami, ptáky (albatrosy aj.) a dalšími živočichy. Na snímku odpad zachycený na známé havajské pláži Waikiki

**7** Do 50. let 20. stol. se na Havajských ostrovech zachovala méně než pětina původních lesů. Porost v údolí Manoa na ostrově Oahu



8 Na karibském pobřeží Mexika můžeme spatřit i rybožravou anhingu americkou (*Anhinga anhinga*).

9 Zbytky kdysi významného mayského města Cobá na Yucatánském poloostrově pohltil tropický les. Snímky J. Plesníka

nevládních organizací. Přitom názory státní správy na konkrétní přístupy k péči o přírodu a krajinu se nemusejí nutně shodovat se stanovisky neziskového sektoru. Možnosti k pravidelné diskuzi mezi státní a dobrovolnou ochranou přírody, vycházející z odborných znalostí, poskytuje od r. 1948 uznávaná Mezinárodní unie ochrany přírody. Organizace známá pod zkratkou svého názvu v angličtině jako IUCN sdružuje státy včetně České republiky, vládní instituce, mezinárodní mezivládní a nevládní organizace, nevládní organizace působící v jednotlivých zemích, vědecko-výzkumná pracoviště a výjimečně formou čestného členství i vynikající osobnosti globální ochrany přírody. Vhodnou příležitostí k obdobnému dialogu nabízejí od r. 1996 Světové kongresy ochrany přírody, pořádané ve čtyřletých intervalech právě IUCN (viz Živa 2013, 3: LVIII–LX).

V pořadí již 6. světový kongres ochrany přírody hostila z přírodovědeckého hlediska jedna z nejzajímavějších částí světa – Havajské ostrovy, a to ve dnech 1.–10. září 2016. Navíc v loňském roce uplynulo 100 let od založení Správy národních parků Spojených států (USNPS). Málo se ví, že do té doby měla národní parky na starosti americká armáda. Stejně jako v případě předchozích kongresů šlo o doslova megakci – zúčastnilo se jí na 10 tisíc zájemců. Uskutečnila se pod alarmujícím heslem Planeta na křižovatce a její delegáti nejen zhodnotili současný stav péče o přírodní a krajinné dědictví na Zemi, ale shodli se i na celosvětových prioritách v této oblasti do r. 2020.

Tradičně neobyčejně široká paleta souběžně konaných akcí zahrnovala debaty s uznávanými odborníky, vrcholnými politiky a osvědčenými managery, rozmanité pracovní semináře, tradiční i netradiční výměny znalostí a praktických zkušeností, Vědomostní kavárnu, diskuze nad plakátovými sděleními, ochránářskou univerzitu a veletř prezentující činnost členských organizací a partnerů IUCN.



Delegáti zastupující členské organizace schválili značně ambiciózní program IUCN na období 2017–20, odpovídající nejen na současné palčivé problémy ochrany přírody. Jeho skutečné, nikoli formální naplnění mohou podpořit v Honolulu přijaté Havajské závazky, oprávněně zdůrazňující mimo jiné nutnost změnit současné neudržitelné vzorce výroby a spotřeby, hlavně v hospodářsky vyspělých zemích.

Účastníci kongresu přijali také více než 100 právně nezávazných rezolucí týkajících se rozmanitých otázek ochrany přírody na celém světě. Nechybí mezi nimi doporučení urychleně rozšířit bezzásahové zóny v národním parku Šumava na 30 % a nejméně na 50 % do r. 2030, v elektronickém hlasování podpořené především nevládními organizacemi.

### Biodiverzita zahrnuje i geny

Zatímco IPBES představuje odbornou iniciativu zastřešenou mezinárodním společenstvím v podobě OSN, zůstává IUCN vlivnou mezinárodní nevládní organizací s celosvětovou působností pracující na vědeckých základech. Úmluva o biologické rozmanitosti (CBD) je od prosince 1993 součástí mezinárodního práva. Její ustanovení jsou pro vlády, které se staly smluvními stranami CBD, závazná, byť se nedají nijak vymáhat. Díky téměř všeobíhajícímu tématu se naplňování úmluvy značně rozkošatilo, i když ji zatím doplnily pouze dva protokoly. Cílem CBD zůstává ochrana biodiverzity, ale také udržitelné využívání jejích složek a v neposlední řadě spravedlivé rozdělování přínosů z využívání genetických zdrojů včetně odpovídajícího přístupu k nim.

A právě třetímu cíli CBD věnují vlády a další zainteresované strany zvýšenou pozornost. Nejinak tomu bylo i v Cancúnu. Do mexického letoviska zamířilo 2.–17. prosince 2016 na 10 tisíc účastníků 13. zasedání konference smluvních stran CBD a současně probíhajícího jednání smluvních stran Cartagenského protokolu o biologické bezpečnosti a Nagojského protokolu o přístupu ke genetickým zdrojům a spravedlivém a rovnoprávném sdílení přínosů plynoucích z jejich využívání.

Nejvzrušenější debata v Cancúnu se týkala digitální informace o sekvencích genetických zdrojů. Určitý gen, tedy funkční

jednotku dědičnosti, určuje přesné pořadí nukleotidů v dědičné hmotě, většinou v kyselině deoxyribonukleové (DNA). Otázkou zůstává, zda bychom měli také informace o pořadí nukleotidovýchází v DNA v digitální podobě považovat za genetický zdroj. Zdůrazněme, že CBD pokládá za genetický materiál jakýkoli materiál rostlinného, živočišného, mikrobiálního nebo jiného původu, který obsahuje funkční geny. Genetickým zdrojem potom rozumíme genetický materiál skutečné nebo potenciální hodnoty, a to včetně produktů biotechnologických postupů. Názor, že i na digitální informace o sekvencích genetických zdrojů by se proto měl vztahovat Nagojský protokol, prosazovaly zejména rozvojové země, které zmiňovanou problematiku dávají do souvislosti s pokračujícím biopirátstvím. V takovém případě by každý uživatel digitální informace musel mít souhlas státu, odkud genetický materiál pochází. Přitom se uvedené informace již delší dobu používají k nekomerčním účelům, zejména při aplikování metody číselného kódu (DNA barcoding), umožňující určovat druhy podle DNA získané ze vzorku tkáně nebo pletiva či přímo z prostředí a nacházející široké uplatnění mimo jiné v ochraně přírody.

Důraz kladený na komerční využívání genetických zdrojů ale neznamenal, že by delegáti pomíjeli jiná témata. Za všechny jmenujeme alespoň určení ekologicky a biologicky významných mořských území, vliv podmořského hluku způsobeného lidmi na mořskou a pobřežní biodiverzitu, biologickou regulaci invazních nepůvodních druhů, udržitelnou péči o druhy včetně otázky získávání masa volně žijících živočichů (bushmeat), vzájemné vazby mezi biologickou rozmanitostí a klimatickými změnami či obnovu lesních ekosystémů v různých částech světa. Více než 30 přijatých rozhodnutí nasměrovalo činnost CBD nejen do r. 2018, kdy se seje další zasedání smluvních stran.

Zda opatření schválená na uvedených celosvětových jednáních skutečně přispějí k účinnější péči o biologickou rozmanitost, se brzy dozvíme.

## Co je společné a zásadní pro masožravé rostliny?

Je to neuvěřitelné, ale od vydání úspěšné celistvé vědecké monografie o biologii masožravých rostlin *The Carnivorous Plants* (Juniper a kol. 1989, Academic Press, London) uběhlo již dlouhých 28 let. Tato přehledná kniha tří autorů na pouze 354 stranách více nebo méně zevrubně shrnula vše, co bylo o masožravých rostlinách do té doby známo a publikováno. Stala se pro všechny světové zájemce o tyto rostliny – profesionály i amatéry – zásadní a je vlastně dodnes stále „povinné“ citována ve většině vědeckých článků. Určitě jedním z důvodů její nesmírné obliby bylo i to, že v úvodu stručně a výstižně poprvé shrnula soubor nezbytných a typických kritérií či charakteristik pro masožravost rostlin, známých jako „masožravý syndrom“: 1. (lákání kořisti), 2. záchyt kořisti, 3. ulovení kořisti, 4. usmrcení kořisti, 5. (trávení kořisti) a 6. příjem užitečných látek. Body 1 a 5 jsou uvedeny v závorce, čímž autoři chtěli naznačit, že tyto charakteristiky nemusejí být přítomny u všech druhů. Kniha uváděla existenci asi 600 druhů.

Od vydání této publikace došlo k výrazným změnám – dnes známe asi 805 druhů těchto rostlin z 19 rodů, 12 čeledí a 5 řádů. Také studium jejich biologie prošlo od té doby stejně dynamickým rozvojem jako u všech jiných oborů biologie, např. od molekulární taxonomie a genomiky nebo transkriptomiky přes biochemii a fyziologii po stanovištní ekologii a evoluci taxonů. Víme stále zřetelněji, že dnešní masožravé rostliny vznikly ve vývoji cévnatých rostlin nezávisle na sobě (konvergentně, polyfyleticky) nejméně 6x a že nejstarší linie vedoucí k masožravosti (k rosnatkám – *Drosera*) je stará asi 81 milionů let, a daří se nám stále hlouběji odkrývat i jemné předivo regulací spojených s fungováním pastí zejména u mucholapky podivné (*Dionaea muscipula*), rosnatek a bublinátek (*Utricularia*, viz Živa 2008, 4: 156–159; 2015, 3: LXIII a 6: 286–288; 2016, 4: CVI–CVII). U určitých druhů byly také odhaleny atypické ekologické vztahy, které znamenají částečný odklon od masožravosti (např. detritivorie – využívání úlomků mrtvého materiálu, koprofágie – exkrementů obratlovců nebo myrmekofilie – spolupráce s mravenci u některých láčkovek – *Nepenthes*) či tzv. trávicí mutualismus (viz dále) u chejlav (*Roridula*). Přes stále dokonalejší analytické znalosti se tím ale postupně vytrácejí jasné ekofyziologické hranice i kritéria masožravosti.

Objektivní potřeba napsat moderní knihu o biologii masožravých rostlin – tentokrát jako monografii s desítkami kapitol od různých autorů – nás s americkým kolegou Aaronem M. Ellisonem přivedla k editování rozsáhlé monografie na toto téma; kniha vyjde možná ještě letos v nakladatelství Oxford University Press. V úvodní kapitole chceme shrnout moderní představy o masožravém syndromu.

Jak bylo uvedeno výše, masožravé rostliny představují taxonomicky velmi rozdílnou a pestrou skupinu, a tato pestrost se od-

ráží i na morfologické, fyziologické a ekologické úrovni. Nejdříve se můžeme ptát, jaké klíčové ekofyziologické procesy jsou typické a běžné pro masožravé rostliny a zda se vyskytují pouze u nich. V návaznosti na knihu Barrie E. Junipera a kol. lze z pohledu ekofyziologa uvést následujících 6 klíčových procesů: rychlé pohyby pastí, jejich elektrofyzikální regulace, sekrece hydrolytických enzymů, listový příjem živin, stimulace kořenového příjmu živin listovým příjmem živin, stimulace růstu rostlin listovým příjmem živin (Adamec 2011). Nicméně, všechny tyto procesy mohou také probíhat běžně u nemasožravých rostlin. Nejsou tudíž omezeny na masožravé druhy, avšak u nich se vyskytují hodně často, ve velkém rozsahu a společně, tvoříce vždy funkční jednotku, kdy jeden proces těsně navazuje na jiné procesy v sérii.

Aby se masožravé rostliny vymezily od jiných ekologických funkčních skupin (např. parazitů, saprofytů), jaká zásadní a nezbytná kritéria pro ně musejí platit jako definice? Uvažujeme-li, že hlavním ekofyziologickým prospěchem a důsledkem masožravosti je příjem minerálních živin nezbytných pro růst z kořisti, pak soubor kritérií masožravého syndromu může být následující: chytání kořisti ve speciálních pastech, zabíjení chycené kořisti, trávení kořisti jakýmkoli mechanismem, příjem metabolitů (živin) z usmrcené a natrávené kořisti, využití získaných metabolitů k růstu a vývoji. Těchto pět kritérií platí pro všechny masožravé rostliny bez výjimky. Protože zřejmě všechny rostliny jsou schopny přijímat organické látky z půdy (např. z mrtvých živočichů), první dvě kritéria o chytání kořisti pastmi aktivně zabíjejícími kořisti rozlišují ty masožravé od saprofytických. Obecně se uznává, že některé druhy masožravých (např. heliamfony – rod *Heliamphora*) mohou také trávit kořist bez sekrece vlastních trávicích enzymů, společ-

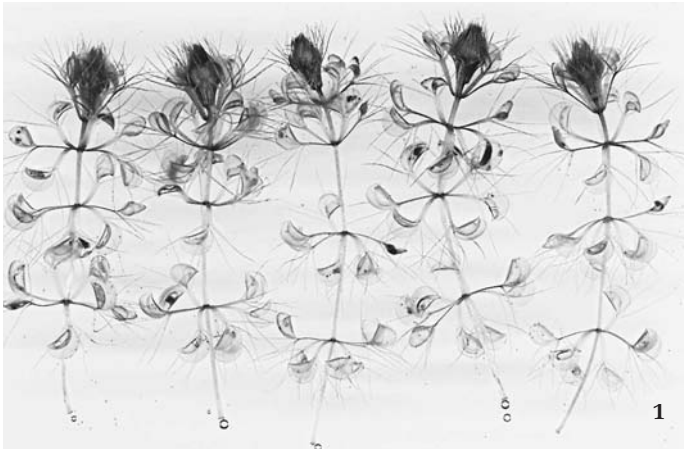
hajíce se pouze na enzymy pasťových komenzálů (spolustolovníků) jako trávicích mutualistů. I účinek autolýzy mrtvých tkání kořisti byl vždy opomíjen, a tak i tento proces by mohl hrát značnou úlohu při trávení v pastech bez vlastní enzymové sekrece. Tak či tak, každá past musí disponovat trávicími mechanismy, protože trávení kořisti je nezbytné u všech druhů.

Juniper a spolupracovníci a po nich i mnoho dalších autorů ale uvádějí také kritéria lákání kořisti a její záchyt. Dnes je však možné říci, že tato dvě dodatečná kritéria neplatí vždy – lákání kořisti bylo dosud potvrzeno pouze u části druhů a většiny rodů, ale u několika rodů se zřejmě nevyskytuje. Kromě toho záchyt kořisti blízko ústí pasti vlivem lákání s cílem zvýšit pravděpodobnost následného ulovení může nastávat jen u druhů s konvicovitými pastmi a u mucholapky. Můžeme tedy tato kritéria považovat za „technické novinky“ pastí, které pouze zvyšují účinnost chytání kořisti, ale nejsou nezbytné k masožravosti.

V analogii s parazitickými rostlinami pro rozlišení funkčních podskupin navrhl Daniel M. Joel (2002) pojem holokarnivorie pro „tvrdé jádro“ masožravých druhů tvořících vlastní trávicí enzymy (rody aldrovanka – *Aldrovanda*, mucholapka, rosnatka, rosno-list – *Drosophyllum*, tučnice – *Pinguicula*, bublinatka, láčkovka) na rozdíl od hemikarnivorie pro rostliny, které je postrádají (rody *Darlingtonia*, heliamfory, *Brocchinia*, chejlava). Barry A. Rice (2011) tu druhou skupinu nazval parakarnivorní. Protože však diverzita ekologických vztahů ohledně trávení kořisti je mnohem širší, dodatečná klasifikace může spočívat na způsobu získávání živin z kořisti neohledně na trávicí enzymy. Všechny masožravé rostliny s výjimkou dvou druhů chejlav získávají živiny z natrávených těl kořisti přímo – takový typ masožravosti se označuje jako přímý (Adamec 2011). Africké chejlavy chytají spoustu kořisti, ale netráví ji. Na rostlinách „přilepenou“ kořist vysávají dva druhy dravých ploštíc klopusek rodu *Pameridea*, které tak fungují jako trávicí mutualisti. Tyto ploštice se přizpůsobily k běhání po lepivých listech chejlav a vyskytují se pouze na nich. Jejich trus také zůstává na rostlinách, které z něj dokážou přijímat minerální živiny přes kutikulární póry na povrchu epidermis. Minerální živiny tedy nejsou získávány z těl ulovené a usmrcené kořisti, ale přes výkaly ploštíc jako prostředníky trávení – vyhovují však stále definici pro masožravé rostliny; tento typ se označuje jako nepřímý.

Je omezena schopnost lovit malé živočichy, trávit je a přijímat z nich živiny pouze na masožravé rostliny? George G. Spomer (1999) sledoval proteázovou aktivitu na povrchu listů u 19 druhů severoamerických nemasožravých rostlin s lepivými žláznatými listy rostoucích na préríjních loukách a zjistil ji u 15 druhů včetně bramboru. Pomenoval tyto druhy protokarnivorní. Dva druhy sledované na příjem organického uhlíku ze značeného proteinu ho dokonce přijímaly svými listy. Můžeme říci, že tisíce druhů cévnatých rostlin s lepivými žláznatými orgány na celém světě mají schopnost trávit potenciální drobnou kořist a přijímat z ní živiny. Tato podskupina je tedy široká a nejednoznačná. Většina zástupců navíc roste na poměrně úrodných půdách





**1** Vodní masožravá aldrovandka měchýřkatá (*Aldrovanda vesiculosa*) je nejbližší příbuznou mucholapky (*Dionaea*) a má také lapací pasti. Zde subtropické rostliny z Nového Jižního Walesu z východní Austrálie, jejichž část překvapivě vytváří i při pěstování v teple dormantní turiony (zimní pupeny), zatímco ostatní rostou nepřetržitě. Na obr. dozrávající turiony **2** V posledním desetiletí přibývá prací, v nichž je používána jako model studia masožravosti rostlin mucholapka podivná (*D. muscipula*). Snímky L. Adamce

a jejich lepivé žláznaté orgány s proteázovou aktivitou se zřejmě vyvinuly jako obrana proti malým bezobratlým herbivorům anebo mikrobiálním patogenům – u masožravých rostlin pro to už existují spolehlivé molekulárněgenetické důkazy. Občasné chytání velmi jemné kořisti je kromě toho ekologicky zanedbatelné pro minerální výživu protokarnivorních rostlin. Proto Bartosz J. Płachno a kol. (2009) stanovili doda-

tečné ekologické kritérium, že chytání kořisti a příjem živin z ní „musejí být ekologicky významné pro rostliny v přirozených podmínkách a musejí opatřit podstatný podíl jejich sezonní potřeby N a P.“ Z tohoto hlediska nemohou být považovány za masožravé rostliny např. druhy australského protokarnivorního rodu *Stylidium* (*Stylidiaceae*), vyznačující se vzácným chytáním kořisti omezeným na květenství (Darnowski a kol. 2006).

Masožravost představuje pouze jednu z ekologických strategií rostlin na zamokřených nebo vodních a minerálně chudých stanovištích, jejíž nezbytnou (a často přehlíženou) součástí je pomalý růst terestrických druhů. Z mnoha přístupů jasně vyplývá, že množství chycené kořisti a účinnost jejího využití patří mezi zásadní faktory určující ekologickou prospěšnost (benefit) masožravosti v přírodě, a proto všechny existující druhy maximalizovaly oba tyto faktory v poměru s „náklady“ na ně vynaloženými. Nabízí se navíc i zcela opomíje-

ná otázka, do jaké míry mohou být zbytky strávené kořisti (které stále obsahují např. množství dusíku) druhotně využity po odumření pastí – pasti s kořisti se na vlhké půdě rychle rozloží a mohou rostliny hnojit přes kořeny. Význam této druhotné cesty příjmu živin z kořisti nebyl zatím stanoven.

Masožravé rostliny tvoří zvláštní ekologickou funkční skupinu (stejně jako ponořené rostliny, paraziti, sukulent, epifyty, liány ad.), k jejímuž studiu se používají i zvláštní metody. Nabízí se obvyklá otázka, do jaké míry (a zda vůbec) dávají ekofyziologické poznatky získané pro specializované masožravé druhy obecnou výpověď pro ty nemasožravé, které jsou nesrovnatelně více v zájmu biologů. Jak jsme již uvedli, ekofyziologické procesy u masožravých rostlin nejsou výlučné a unikátní, ale vyskytují se v celé rostlinné říši. Proto studium jejich ekofyziologie podporuje srovnávacím způsobem i znalost nemasožravých rostlin.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.

Zuzana Tomanová

## Království přírody Vincence Bittnera

Výtvarné umění a přírodní vědy v sobě propojila výstava **Království přírody Vincence Bittnera**, prezentující část z kolekce 442 Bittnerových děl uložených v Městské galerii Litomyšl. Výstava probíhající od 3. prosince 2016 do 5. února 2017 v domě U Rytířů v Litomyšli představila veřejnosti v širším kontextu dílo doposud neznámého autora obrazů cizokrajné fauny a flóry, ve Vídni žijícího litomyšlského rodáka Vincence Bittnera (1794–1866).

Narodil se Antonu Bittnerovi (1743–1826) a jeho ženě Regině, rozené Žlutické (1751 až 1848). Anton Bittner byl povoláním perníkář a od r. 1791 také jeden ze tří nepřímých „reprezentantů“ Litomyšle majících na starosti zejména městské hospodářství. S Reginou byli sezdáni v r. 1772 v Ústí nad Orlicí a žili v domě na dnešní

ulici Boženy Němcové čp. 147. Narodilo se jim celkem 14 dětí, z nichž pouze 8 se dožilo dospělého věku. Je zajímavé, že hned tři sourozenci – Johann, Norbert a Vincenc – se věnovali výtvarnému umění.

Johann (Jan) Bittner (1779–1853) se po studiích architektury (od r. 1803) a krajinářství (od r. 1806) na vídeňské Akademii



**1** Mučenka *Passiflora serratifolia* na kresbě od Vincence Bittnera pocházející z první poloviny 19. stol. Latinský název jí dal jezuit – nápadný květ jim připomínal umučení Ježíše Krista. Do Evropy se dostala z Ameriky díky barokním misionářům, dnes se pěstuje jako okrasná rostlina.

výtvarných umění vrátil zpět do Litomyšle. Zde působil jako vrchnostenský stavitel. V archivních pramenech se dočteme, že v letech 1826 a 1827 prováděl úpravy v budově piaristického gymnázia. Dalším jeho doloženým zásahem byla obnova střechy děkanství a kostela Povýšení sv. Kříže.

Pravděpodobně výtvarně nejnadanější ze sourozenců Norbert Bittner (1787–1851) odešel za svým o 8 let starším bratrem Johannem do Vídně. Společně se na akademii zapsali na obor krajinářství, k němuž si o rok později Norbert přibral studium architektury. Ta však oproti bratrovi nikdy nepřevýšila jeho výtvarný zájem. O jeho talentu vypovídá řada stipendií a ocenění, která během studia získal. Předtím než se Norbert úplně osamostatnil a stal se umělcem na „volné noze“, působil v letech 1812–16 v císařském konviktu jako učitel kreslení. Jedním z jeho žáků byl i budoucí významný hudební skladatel Franz Schubert (1797–1828).

Na svůj talent Norbert upozornil již soubojem 220 rytin podle kreseb divadelních dekorací Josefa Platzera (1751–1806), malíře a jevištního výtvarníka; mimo jiné v r. 1797 vytvořil kulisy pro zámek divadlo v Litomyšli. Z našeho pohledu je však podstatné období počátku 20. let, kdy se Norbertova tvorba obrátila k přírodovědným tématům. Účastnil se archeologických výzkumů v okolí Vídně a Badenu, pro vědecké účely zpracovával nákresy nalezených zkamenělin a minerálů. V této době již ve Vídni pobývá další z bratrů – Vincenc, na kterého tyto zkušenosti jistě měly nemalý vliv.

Stěžejní dílo Norberta Bittnera vzniklo po Napoleonově vojenské výpravě do Egypta (1798–1801), kdy se v celé Evropě šířil zájem o staroegyptské památky. Přestože Norbert tuto oblast nikdy nenavštívil a inspiraci získával z tvorby cizích autorů, dokázal vytvořit výjimečnou kolekci děl, která se v r. 1840 dostala do grafické sbírky vídeňské akademie a v letech 2012 a 2013 byla prezentována na výstavách přístupných ve Vídni, v Salzburgu a Kolíně nad Rýnem (Schwarzmeier a kol. 2012).

Poznatků o životě a díle Vincence (Čeňka) Bittnera není mnoho. V letech 1806–12 navštěvoval litomyšlské piaristické gymnázium. Nejpozději v r. 1821 odešel do Vídně, kde již žil a tvořil ve své době uznávaný Norbert. Vincenc zde po celý aktivní život pracoval jako c. k. úředník – nejprve ve dvorské kanceláři, později na ministerstvu zahraničí (jeho činnost na tomto úřadu je doložená až do r. 1857). Po svém penzionování se vrátil do rodného domu v Litomyšli, kde 21. srpna 1866 v 72 letech zemřel na choleru.

Na otázku, proč se Vincenc věnoval výtvarné tvorbě, zatím nedokážeme přesvědčivě odpovědět; nemáme žádné doklady, že by malířství studoval nebo se jím profesně zabýval. Snad pod vlivem svého bratra, možná šlo o zakázku na přírodovědné ilustrace, či jen pro svou radost vytvořil ve volných chvílích kolekci kreseb, akvarelů a kvašů fauny, flóry, ale také architektury a stavebních prvků (práce s těmito dvěma náměty jsou dnes bohužel neznámé).

Přestože ve vídeňském Schönbrunnu byla v r. 1752 založena první zoologická zahrada na světě a o dva roky později ji



následovala nově vzniklá botanická zahrada v zámecké zahradě vídeňského Belvedéru, čerpal Vincenc Bittner předlohu pro svou tvorbu pravděpodobně z přírodovědných knih. Je zajímavé, že při výběru květin se obracel především k druhům vyskytujícím se mimo evropský kontinent, jejich předlohy se však nepodařilo dohledat. Studie ovoce a zeleniny pak vznikaly nejspíše podle skutečných modelů. Inspiraci pro akvarely zvířat získal v knihách německého zoologa a cestovatele Johanna Baptista von Spixe (1781–1826), který se účastnil první rakouské expedice do Brazílie (1817–20). Ta doprovázela rakouskou arcivévodkyni Leopoldinu (1797–1826) na cestě za jejím mužem – portugalským korunním princem a budoucím brazilským císařem Pedrem I. (1798–1834), za něhož byla symbolicky provdána již ve Vídni.

Spolu s Leopoldinou a její početnou družinou cestovalo na lodi, která v listopadu 1817 zakotvila u břehů Rio de Janeiro, i několik přírodovědců. V jejich čele stál botanik Karl Friedrich Philipp von Martius (1794–1868) a zoolog Johann Baptist von Spix. Součástí expedice byli i dva profesori pražské univerzity – Johann Emanuel Pohl (1782–1834), jenž měl v rámci expedice na starosti především geografii a geologii, a botanik Johann Christian Mikan (1769 až 1844; viz J. Martínek a M. Martínek 1999).

Spix a Martius se brzy od ostatních členů expedice oddělili a podnikli vlastní tříletou dobrodružnou cestu do povodí Amazonky. Jako první Evropané prozkoumali východní vnitrozemí Brazílie. Navzdory mnoha nebezpečím dokázali popsat, nashromáždit a zpátky do Evropy přivést značné množství přírodovědného materiálu, a ten se později stal základem pro nově otevřené brazilské muzeum (Brasilianum) ve Vídni. Spix dosud neznámé druhy brazilských ryb, obojživelníků, hadů, ptáků a opic popsal ve svých publikacích vydaných v letech 1823–25. Právě ilustrace z těchto knih inspirovaly tvorbu Vincence Bittnera.

Pro všechna Bittnerova díla zachycující zvířata (konkrétně jde o opice, ptáky a hady) byly nalezeny předlohy z Spixových knihách. Bittner dokázal s bravurní lehkostí vytvořit jejich precizní kopie ve vlastních

2 Pohled do výstavy kreseb Vincence Bittnera, která byla instalována od prosince 2016 do února 2017 v domě U Rytířů v Litomyšli. Foto F. Renza

3 *Saccolabium guttatum*. Tento druh orchideje (vstavačovitě – *Orchidaceae*) roste v jižní a jihovýchodní Asii, v Indii a Nepálu se využívá v přírodním léčitelství a jako symbol lásky a plodnosti při výzdobě svatebního obřadu.

4 *Billbergia amoena*. Bilbergie (bromeliovitě – *Bromeliaceae*) pocházející z Brazílie se pěstuje jako okrasná rostlina. Název rodu je spojen se jménem švédského botanika G. J. Billberga.

5 *Amaryllis curvifolia*. Jihoafrický druh s nápadnými květy se velmi podobá zástupcům rodu hvězdník (*Hippeastrum*).

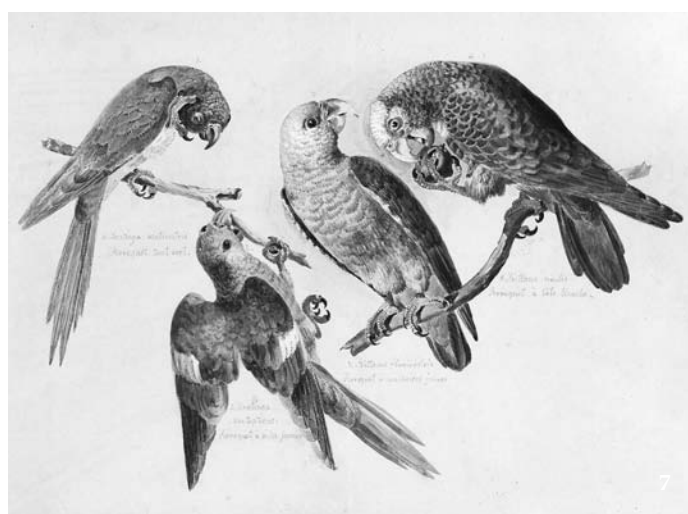
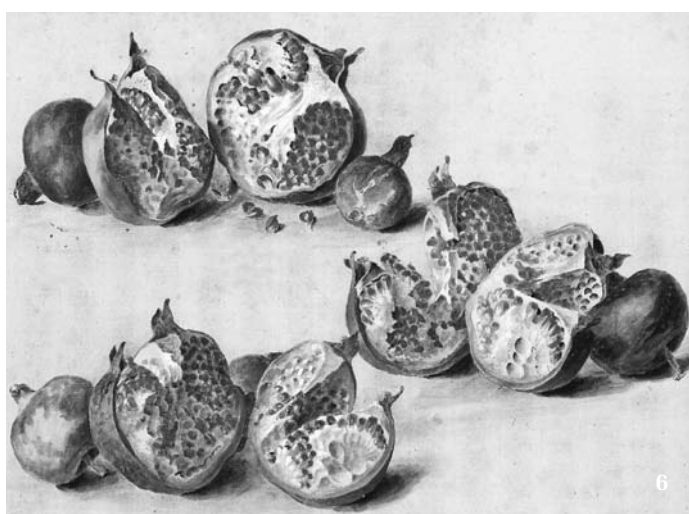
6 Granátová jablka. Marhaník granátový (*Punica granatum*) se rozšířil z ostrova Sokotra, nacházejícího se v blízkosti Somálska, do Středozeemí, Asie i Ameriky. Jeho plody jsou ceněny pro vysoký obsah vitamínů a minerálů.

7 Papoušci. Zleva: *Aratinga acutirostris* – nyní tirika zelený (*Brotogeris tirica*), *A. xanthopterus* (nyní tirika jižní – *B. chiriri*), *Psittacus flavirostris* (amazónek šupinkový – *Pionus maximiliani*) a *Psittacus senilis* (amazónek běločelý – *Pionus senilis*)

8 Malpa popsaná J. B. von Spixem jako *Cebus gracilis* a také jako další druh *C. unicolor*, nyní jde o synonyma malpy běločelý (*C. albifrons*). Z díla Vincence Bittnera (obr. 1 a 3–8). Archiv Městské galerie Litomyšl, není-li uvedeno jinak

promyšlených kompozicích. Zařadil se tak mezi autory, jejichž tvorba umožnila evropskému obyvatelstvu alespoň zprostředkovaně se seznámit s cizokrajnou faunou a flórou. A díky jeho návratu do rodné Litomyšle mohli v druhé polovině 19. stol. krásu exotických rostlin a zvířat obdivovat i místní studenti, neboť kolekce děl byla v r. 1866 z jeho pozůstalosti zakoupena pro městskou reálnou školu.

Tato střední škola zaměřená přírodovědným a technickým směrem, otevřená v r. 1865, měla zvýšit místní rozvoj průmyslu. Zástupci města a hlavně pedagogové



pracně sháněli pro nový vzdělávací ústav potřebné vybavení. Zřídili knihovnu, koupili pomůcky pro výuku fyziky a lučby (chemie). Škola získává pro výuku zoologie 400 vycpaných, suchých nebo v lihu zakonzervovaných zvířat, pro výuku botaniky je sestaven herbář, dokonce vzniká malá školní botanická zahrada. V seznamu nazvaném Pomůcky pro kreslení a rýsování (1868) je zaznamenáno, že bylo „získáno pro školu koupí po p. Bittnerovi, rodáku litomyšlském, 460 obrazů vodovými barvami malovaných, jmenovitě obrazů: 184 s tématem květin, 235 ovoce, 30 zvířat a 11 sloupoví; obrazy ty hodí se i pro vyučování v přírodopisu a jsou chloubou školy.“ Mezi školními pomůckami se dále nacházely listy s nákrety ornamentů, sádrové modely, lepenkové modely jednoduchých těles a další obrazové tabule. Ve výuce se kladl velký důraz na rýsování podle zákonů perspektivy a kreslení předmětů podle skutečnosti. V neděli probíhala také výuka kreslení tužkou pro tovaryše a řemeslnické učedníky.

V učitelském sboru působilo několik pozoruhodných osobností. Kupříkladu ředitelem byl žáky milovaný (kolegy nikoli) Karel Böhm (1833–97), jenž organizoval i řadu přednášek pro nejširší veřejnost. Jako milovník hudby sestavil studentský orchestr, pořádal výlety do okolí města. V letech 1869–77 zde učil kreslení absol-

vent vídeňské akademie Leopold Ferber (1838–1912), za lepšími existenčními podmínkami sem v r. 1877 z gymnázia přešel Alois Jirásek (1851–1930).

Škola se však dostala do finančních potíží a 17 let po svém vzniku byla převzata pod státní, resp. gymnaziální správu, k jejímu úplnému zániku došlo v r. 1888. Školní budovu pak využívaly chlapecké školy, též škola řemeslnická a od svého založení v r. 1891 až do r. 1926 městské muzeum. A právě do jeho sbírek se dostal soubor obrazů Vincence Bittnera, v r. 2004 byly pak převedeny do osamostatněné instituce – Městské galerie Litomyšl.

Výše uvedená výstava ale nebyla první veřejné představení Bittnerových děl, již v r. 1894 ocenili jejich krásu návštěvníci Národopisné a průmyslové výstavy v Litomyšli. Roku 1937 prezentovalo celý soubor muzeum na výstavě Plody země a přírody a v r. 2004 uspořádala galerie v domě U Rytířů výstavu Krása orchidejí na kresbách Vincence Bittnera. Současná výstava se pokusila představit autorův život a tvorbu tak, aby zaujala odbornou i laickou veřejnost, každé dílo doplňoval popis s přírodovědnými informacemi. Zobrazené rostliny i živočišné byly zařazeny do čeledi, určeno jejich rozšíření a místo výskytu a zaznamenán jejich základní popis. Přestože většina děl obsahuje název zobrazené rostliny



nebo živočicha, byla nutná spolupráce s přírodovědci, neboť pojmenování pocházející z 19. stol. ne vždy odpovídala současnému názvu. Díky tomu, že především rostliny jsou zachyceny i se svými základními určujícími znaky, bylo možné je zařadit do konkrétních druhů. Koncepce výstavy nepomenula ani dětské návštěvníky, pro ně byly připraveny interaktivní prvky, seznamující se světem přírody. Hojně navštěvovaná výstava tak zdárně přispěla k popularizaci výtvarného umění i přírodních věd.

Citovaná literatura je na webu Živý.

## Jan Lepš, Petr Šmilauer: Biostatistika. Nová doba! Gorilu vytěsnili mravenci!

„Šuspovi vyšla nově ta Biostatistika.  
A je tam eRko!“  
„Já už ji mám.“  
„Já taky.“

Tento rozhovor tří studentů o učebnici biostatistiky autorů Jana Lepše a Petra Šmilauera jsem zaslechl na letošních Zoologických dnech. Poskytuje člověku zabývajícím se analýzou a interpretací dat mnoho cenných informací, takže jakákoli další recenze je téměř zbytečná. Už první slovo vypovídá mnohé. Prof. J. Lepš, známý pod přezdívkou Šuspa, je legendou. Totéž se dá říci o P. Šmilauerovi, spoluautorovi nových verzí mezi ekology proslulého softwaru Canoco. Proč ale na něj studenti pozapomněli, je jasné hned z další části věty. Spojení „ta Biostatistika“ je vlastně zkrácenou citací Lepšových skript Biostatistika z r. 1996 a utvrzuje mě v pocitu, že jsem si kdysi koupil, aniž bych to tušil, budoucí legendární artefakt české (a myslím, že i slovenské) biostatistiky. Co však znamená „nově“? Kdyby šlo jen o dotisk, pak by studenti spíše použili slovo „znovu“ a jistě by se nepředháněli, kdo má knihu již zakoupenou. Jestliže jí zalistujete a projdete obsah, zjistíte, že vám většina názvů kapitol připadá povědomá a stejně tak mnohé grafy, příklady a doporučená literatura (nová vydání známých zahraničních učebnic Quinn a Keough 2002, Zar 2010, Sokal a Rohlf 2012). Ano, nová učebnice má základ v původních skriptech, ale inovace je patrná na první pohled, což zaregistrovali i zmiňovaní studenti.

Obrovskou změnou prošly praktické ukázky řešení biostatistických úloh. Kromě klasických příkladů manuálního výpočtu po jednotlivých krocích jsou na konci kapitol zařazeny také výpočty pomocí statistického softwaru. Statgraphics, který byl použit v původních skriptech z r. 1996, nahradili autoři hned dvěma statistickými nástroji – uživatelsky velmi přátelským, na univerzitách dobře známým komerčním programem Statistica a populárním, volně stažitelným softwarem R. Podle mého názoru je to výborná volba už jen proto, že si porovnáním postupů při analýze čtenář lépe ujasní klíčové prvky a základní principy statistických testů.



Opět se na chvíli vrátím k rozhovoru studentů. Zmínka o „eRku“ mě potěšila, protože se v současné době děje něco opravdu neobvyklého. Ačkoli software R nemá příliš přívětivé uživatelské prostředí (ale i to se mění), začíná si získávat řadu biologů. Jedním z důvodů je skutečnost, že si R může z internetu stáhnout kdokoli, tedy i statisticky velmi nepravděpodobný amatérský zájemce o biostatistiku. Navíc díky možnosti jednoduše vytvářet vlastní funkce dali přispěvatelé R dohromady rozsáhlou databázi knihoven, která zahrnuje moderní i tradiční analy-



tické nástroje pro většinu biologických oborů (za zmínku určitě stojí ekologie, evoluční biologie, genetika a bioinformatika). Opět se ukazuje, že politika volně dostupných zdrojů boduje, stejně jako např. v internetové encyklopedii Wikipedie, kde rostoucí okruh přispěvatelů docílil v mnoha oblastech snížení chybovosti téměř na úroveň komerčních produktů.

Za naprosto zásadní inovativní prvek považují podkapitoly Popis analýz v článku. Cílem zjevně není pouze předložit čtenáři návod, jak má psát do publikace komentář k dané analýze. Po přečtení si i začínající biolog uvědomí, že se v běžné praxi statistice nevyhne, ať už bude vědce provádějícím výzkum, nebo bude články pouze číst. A to je z hlediska motivace studentů klíčové. Statistika bývá hojně zaměňována za matematiku a uchazeči o studium často považují biologii za vědu, kde se tomuto „mučení“ vyhnou. Proto je velmi důležité ukázat nenásilnou formou, k čemu vlastně biostatistika slouží – a právě úryvky z článků jsou vynikajícím počinem.

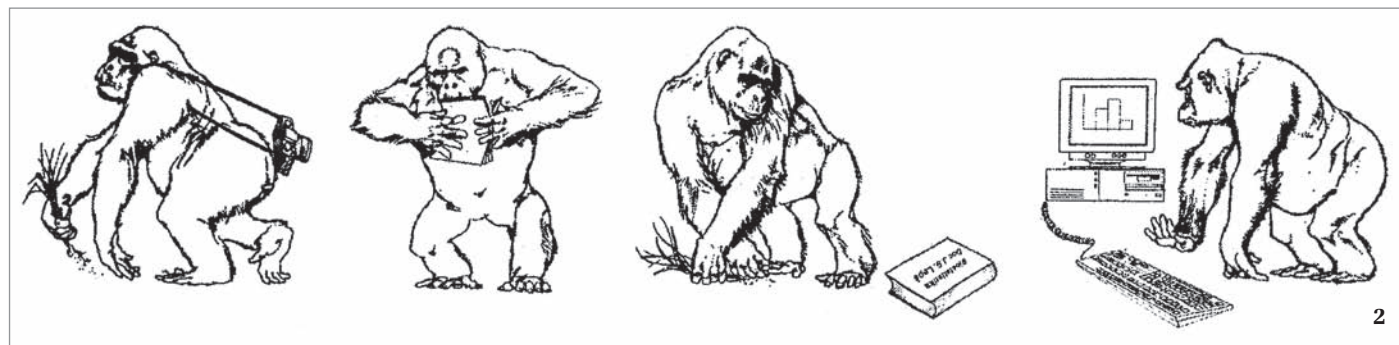
Co tedy celkově o knize říci? Přepřacované vydání učebnice Biostatistika je moderní příručkou statistiky s výborným didaktickým přístupem. Jsou na ní vidět roky praxe v boji proti pověře, že „statistika nuda je“, a naopak zdůraznění druhé sloky „má však cenné údaje“.

A na závěr alespoň trochu kritiky. Ta gorila na přebalu (byla na vydání z r. 1996) mi opravdu chybí. Vždy jsem studentům zdůrazňoval, že se biostatistiky nemají bát a pokud na to stačí „Šuspova gorila“, oni to zvládnou také. Teď je ale pryč a já přemýšlím proč. Nebo jde o jinotaj? Že by tím autoři chtěli vyjádřit, jak se mění doba, ve které svobodnou bytost s inteligencí primáta, toulající se po přírodě, aby následně mohla analyzovat data, nahradily zástupy autoritě podřízených mravenců, v zástupu mechanicky hromadících RIV body (RIV – Rejstřík informací o výsledcích projektů výzkumu a vývoje a výzkumných záměrů podporovaných z veřejných zdrojů), aby vědecká pracoviště/mraveňišťe přežila tuhou zimu?

**Nakladatelství Jihočeské univerzity  
v Českých Budějovicích 2016, 438 str.  
Doporučená cena 299 Kč**

1 Mravenci *Formica truncorum* sbírají medovici mšic.  
Foto P. Krásenský

2 V textu zmiňovaná gorila z obálky skript J. Lepše Biostatistika (Jihočeská univerzita, České Budějovice 1996)



## Aleš Lebeda, Barbora Mieslerová, Jozef Huszár, Božena Sedláková: Padlí kulturních a planě rostoucích rostlin

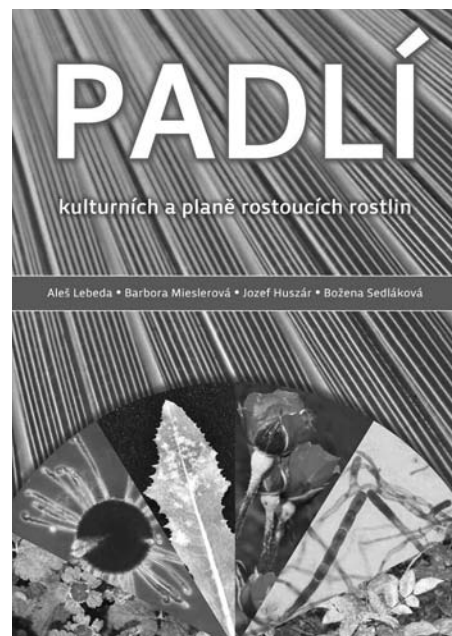
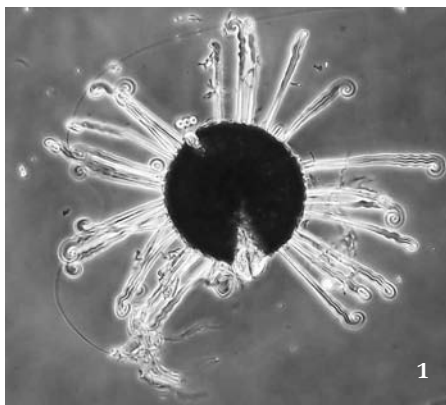
Je velmi málo skupin fytopatogenních hub, které jsou tak dobře viditelné a snadno rozpoznatelné na rostlinách, jako padlí. Jde o biotrofní parazity vyšších rostlin (vyžadující živé hostitele), kteří představují rozsáhlou, taxonomicky a biologicky mimořádně komplikovanou a rozmanitou skupinu organismů. Taxonomicky padlí náleží do řádu Erysiphales ze skupiny vřeckovýtusných hub (Ascomycota), které zahrnuje více než 800 druhů parazitujících na velkém počtu krytosemenných rostlin (*Angiospermae*). Z nich je asi 10 tisíc druhů známo jako hostitelé padlí. Tyto houby mají kosmopolitní rozšíření, vyskytují se v nejrůznějších biomech Země na velkém počtu planě rostoucích rostlin, ale i na řadě kulturních plodin. Na povrchu rostlinných orgánů (zejména listů) vytvářejí charakteristické bílé mycelium. Padlí na rostliny působí primárně jako tzv. oslabovači (debilitators), ale mohou způsobovat i nekrózy pletiv, opad listů (defoliaci), omezený vývoj a opad plodů, snižování výnosu a kvality rostlinných produktů. Mají tedy velký hospodářský význam.

Jak v úvodu knihy (která nese podtitul Taxonomie, biologie, ekologie a epidemiologie, mechanizmy rezistence, šlechtění na odolnost, metody experimentální práce, diagnostika a ochrana rostlin) uvádí vedoucí autorského kolektivu prof. Aleš Lebeda, v česky psané literatuře nebyla dosud publikována ucelená monografie o padlí. Výjimkou je pouze kniha Monografie českých padlí (Klika 1923), která představuje historicky mimořádně cenné dílo, v němž první část shrnuje tehdejší obecné taxonomické a biologické poznatky o padlí, druhá speciální část je v podstatě komentovaným přehledem rodů a druhů padlí v té době známých, případně se vyskytujících na území českých zemí počátkem 20. stol. Dále to byla kapitola Houby, část Perisporiales (Erysiphales), v učebnici Zemědělská fytopatologie, díl 1 (Špaček 1959), shrnující základní biologické a taxonomické poznatky té doby, přičemž řada z nich je však již překonána. Na Slovensku naopak vyšla v rámci Flóry Slovenska monografie Cypriána Paulecha (1995) Huby múčnatkotvaré (Erysiphales), která je v podstatě, kromě krátkého obecného úvodu, mykofloristickým přehledem druhů padlí zaznamenaných na území Slovenska do počátku 90. let 20. stol.

Recenzovaná kniha představuje v české literatuře první monografii komplexně zaměřenou na problematiku padlí. Obsahově je koncipována do dvou hlavních částí – obecné a speciální. V obecné části se čtenář postupně seznamuje s taxonomií a fylogenezí padlí, jejich geografickým rozšířením, biologií, ekologií a epidemiologií, infekčním procesem a mechanizmy inter-

akce rostlina-patogen, včetně mechanismů rezistence na morfoloické, anatomické, cytologické, fyziologicko-biochemické a molekulární úrovni. Velká pozornost je rovněž věnována genetice interakce hostitel-patogen. Autoři také důkladně pojednali o biologické a patogenní variabilitě padlí a o metodách studia, včetně molekulárních. Mimořádné pozornosti se dostalo metodám kontroly padlí, tzn. šlechtění rostlin na rezistenci, chemické ochrany rostlin a problematice rezistence padlí k fungicidům. Nedílnou součástí této kapitoly tvoří metody biologické kontroly. Závěrečná kapitola obecné části podrobně pojednává o metodických aspektech experimentální práce s těmito houbami, postupně objasňuje způsob sběru infikovaného materiálu, mikroskopování, metody izolace a kultivace, hodnocení intenzity napadení rostlin, uchování izolátů padlí, metody studia variability patogenity a rezistence k fungicidům. Za obecnou částí následuje rozsáhlý přehled použité vědecké literatury. Kapitoly provází řada barevných fotografií, obrázků, schémat a tabulek, které vhodně doplňují text a přispívají k lepšímu pochopení.

Speciální část je strukturována podle hlavních skupin zemědělských a zahradnických plodin jako hostitelů padlí. V celkem 13 kapitolách se autoři věnovali padlí na obilninách, okopaninách, olejninách,



luskovinách, chmelu, tabáku, révě vinné, ovocných dřevinách nebo zelenině, léčivých a aromatických rostlinách, okrasných rostlinách, dřevinách a keřích, plevelech a planě rostoucích druzích. Všechny kapitoly mají jednotnou strukturu, v níž najdeme taxonomické postavení příslušného druhu (druhů) padlí, hostitelský okruh, popis patogenu, příznaky napadení hostitelských rostlin, vývojový cyklus a epidemiologii, rozšíření a ekonomický význam, metody ochrany, seznam použité a doporučené literatury. Každá kapitola je ukončena obrazovou přílohou obsahující barevné obrázky symptomů napadení, mikroskopické snímky patogenů a řadu kvalitních perokreseb. Publikaci uzavírá český a anglický souhrn, dále pak rozsáhlý rejstřík.

Knihy je určena nejen biologům, mykologům, fytopatologům a rostlinolékařům, ale i praktickým zemědělcům, zahradníkům, lesníkům, zahrádkářům a všem ostatním, kteří mají zájem o přírodu a poznatky týkající se rostlin a jejich parazitů. Užitečná bude také studentům a učitelům vysokých a středních škol, vědeckým pracovníkům nebo zaměstnancům státní správy (např. Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského, ÚKZÚZ). Z hlediska grafického je velmi dobře zpracována, vydavatelství Agriprint odvedlo v tomto směru kvalitní práci. Jsem přesvědčena, že publikace bude na dlouhou dobu neocenitelným a kvalitním průvodcem v rostlinolékařství.

**Agriprint, s. r. o., Olomouc 2017, 368 str. Doporučená cena 490 Kč**

**1** Pohlavní plodnice padlí, která se nazývá chasmothecium, druhu *Erysiphe flexuosa*. Tento patogen, zavlečený do Evropy ze Severní Ameriky, napadá mimo jiné různé druhy jírovců, včetně u nás pěstovaného jírovce maďalu (*Aesculus hippocastanum*). Foto J. Dvořáková

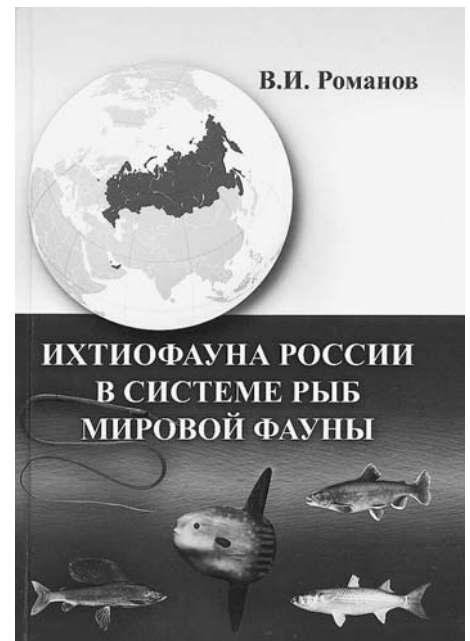
**2** Symptomy napadení padlím *E. euonymi* na listech brslenu Fortuneova (*Euonymus fortunei*). Foto A. Lebeda

## Vladimir I. Romanov: Ichtyofauna Rossii v sisteme ryb mirovoj fauny

Úprava knihy vydané na Státní univerzitě v Tomsku (západní Sibiř) je zjevně inspirována skvělými monografiemi J. S. Nelsona (*Fishes of the World*, viz recenze v Živě 2006, 6: XCIII; zatím poslední páté vydání se zapojením spoluautorů vyšlo po jeho smrti v r. 2016), zpracovávajícími stručně a přehledně systém rybovitých obratlovců. Autor, prof. V. I. Romanov, použil zmíněné schéma Nelsonových knih a představuje zde obdobným způsobem světovou ichtyofaunu (mihule, sliznatky, paryby a kostnaté ryby) v 515 čeledích, v některých případech uvádí také odvozené taxony – nadčeledi a podčeledi. Každá čeleď je stručně charakterizována s ohledem na výskyt, případně i doplněna základními informacemi o nárocích na prostředí. Vždy je připojena názorná obrysová perokresba typického druhu dané čeledi. U čeledí se známým výskytem rovněž ve vodách Ruské federace najdeme úplný výčet těchto druhů (vědecký a ruský název). Celkem je prezentováno 652 rodů s 1 450 sladkovodními i mořskými druhy nalezenými v ruských vodách, tedy přes 4 % všech popsáných druhů světové ichtyofauny. Pro úplnost jsou zmíněny i druhy, jejichž

výskyt je pravděpodobný, ale doposud nebyl spolehlivě prokázán. V závěru kniha stručně vyhodnocuje biodiverzitu ruské ichtyofauny. Podle očekávání mají největší zastoupení řady ostnoploutvých (Perciformes, 418 druhů) a ropušnicotvarých (Scorpaeniformes, 378), které společně zahrnují více než 50 % všech zde registrovaných druhů. Ze sladkovodních ryb dominují máloostní (Cypriniformes, 149 druhů). Na druhy nejbohatší čeledi jsou slimulovití (Zoarcidae, 132), kaprovití (Cyprinidae, 122), vrankovití (Cottidae, 120) a terčovkovití (Liparidae, 120). Některé čeledi, byť druhově ne příliš početné, ve sledované oblasti zastupuje většina druhů s ohledem na počet všech popsáných druhů z celosvětového hlediska, např. hranáčovití (Cyclopteridae, 24 druhů, tedy 86 % ze všech známých druhů), špičatičkovití (Hemipteridae, 6 druhů, 75 %) a treskovití (Gadidae, 21 druhů, 68 %). Příloha obsahuje přehlednou tabulku taxonů s uvedením počtu rodů a druhů. Nechybějí ani rejstříky ruských a vědeckých názvů.

Je nutno připomenout, že kniha vyšla v r. 2015, ale nestihly se již do ní zařadit v tomto roce pro vědu nově popsány ryby



z území Ruska nebo z přilehlých moří. Jde o tři druhy – smaček *Ammodytes heian* z Ochotského moře, mřenka *Barbatula restructa* z jezera Saldan-Kol na Altaji a vranka *Cottus gratzianowi* z povodí řeky Oněgy.

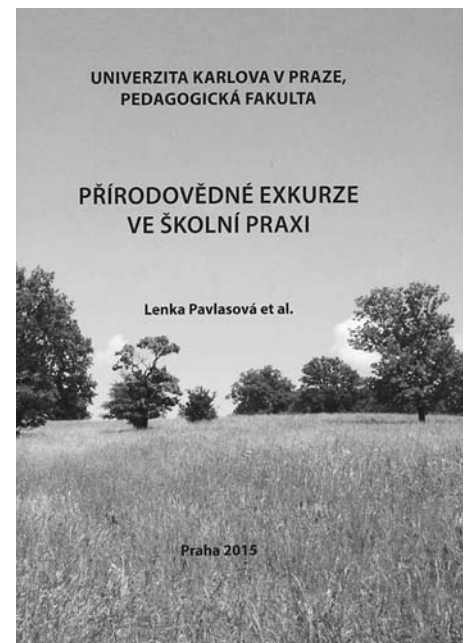
Knihy může velice dobře sloužit k rychlé orientaci v systému rybovitých obratlovců světa, stejně jako zájemcům o detailní poznání ichtyofauny Ruské federace, a přináší možnost seznámit se tak se současným stavem znalostí.

**Tomsk Izd. Dom TGU 2015, 410 stran, 576 perokreseb. Cena neuvedena**

## Lenka Pavlasová et al.: Přírodovědné exkurze ve školní praxi

Tato útlá publikace se zabývá z různých úhlů pohledu problematikou exkurzní činnosti ve školách a snaží se tyto přístupy navzájem provázat. Knihu napsali uznávaní odborníci a zkušení pedagogové (Lubomír Hrouda, Vasilis Teodoridis, Jan Andreska, Dagmar Říhová, Václav Vančata, Petr Novotný, Jan Rezníček a Magdalena Novotná). Je rozdělena do dvou částí, obecné a speciální. První představuje exkurze jako specifickou formu výuky, uvádí jejich rozdělení, přípravu žáků i učitelů, průběh, hodnocení a nejčastější chyby učitelů, jichž se mohou dopouštět. Zmíněna je také příslušná legislativa i určitá úskalí, na něž musejí být pedagogové připraveni (doporučené vybavení léky a prostředky první pomoci, výčet organismů, které mohou ohrozit zdraví žáků a studentů, včetně strachu a fobie z některých živočichů). Nechybí ani otázka, jak smysluplně využívat moderní informační technologie.

Ve speciální části autoři postupně probírají exkurze zaměřené na botaniku, a to nejen v rámci vycházek do volné přírody, ale také do botanických zahrad, arboret a parků. Dále popisují specifika exkurzí zaměřených na bezcévné rostliny, mechorosty, lišejníky a houby. Podobně jsou zpracovány exkurze věnované zoologii bezobratlých (jednodenní i vícedenní) a uvedeny základní způsoby sběru, transport vzorků, následná determinace a případné zakládání sbírek. Jako alternativní cesty k poznání bezobratlých autoři zmiňují návštěvy muzeí nebo např. populárních expozic živých motýlů (Žirovice, Fata Morgana v pražské botanické zahradě). V kapitole Exkurze zaměřená na zoologii obratlovců se v první části čtenáři dozvědí o vycházkách na přírodní lokality, nejen v různých obdobích vegetační sezony, ale i v zimě. Přehledně zde máme uvedeno základní vybavení a pomůcky, mimo jiné



s přiblížením práce s různými typy dalekohledů. Popsány jsou metody registrace obratlovců, včetně evidence a dokladování pobytočných stop. Ke speciálním exkurzím lze zařadit i návštěvy zoologických zahrad, které umožňují seznámit se s živými našimi a cizokrajnými obratlovcí, ale také řešit jednoduché badatelské úkoly založené na sledování chování vybraných druhů. Při té příležitosti v knize

najdeme i vzdělávací programy v 11 českých zoologických zahradách a zooparcích se zaměřením na savce. Následují exkurze geologické, a to na přírodní lokality (včetně paleontologických), kde lze prakticky provádět nácvik odborných dovedností a technik. Doporučeny jsou návštěvy muzeí, geoparků nebo těžebních a výrobních podniků. Závěr této kapitoly přináší návrhy na praktické úkoly pro laboratorní cvičení s geologickou tematikou. Zcela na konci publikace jsou zařazeny zahraniční exkurze s příkladovými lokacemi (Slovensko, Maďarsko, Alpy, jadranské pobřeží, Rumunsko, včetně dunajské delty a Dobružde, Bulharsko, jižní Francie), které autoři znají z vlastní zkušenosti na základě víceletých návštěv. Za každou kapitolou čtenáři najdou soupis použité literatury, která může sloužit k získání dalších doplňujících informací.

Z obsahu je zřejmé, že cílovou skupinu tvoří zejména učitelé a další pracovníci věnující se dětem a mladým lidem, snažící se přiblížit svět živé i neživé přírody přímo v terénu. Kvalita textu a jeho přehlednost předurčuje publikaci k tomu, aby se stala trvale používanou pomůckou, která bude nejen inspirovat k různě zaměřeným



1 Exkurze studentů do botanické zahrady. Foto L. Pavlasová

terénním aktivitám, ale napomůže i k jejich úspěšnému absolvování.

**Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy, Praha 2015, 158 str.**

**Objednávky možné na <http://pages.pedf.cuni.cz/vydavatelstvi/kontakt/>**

## Kontaktní adresy autorů

### Lubomír Adamec

Botanický ústav AV ČR, v. v. i.  
Dukelská 145  
379 82 Třeboň  
e: adamec@butbn.cas.cz

### Petr Bogusch

Katedra biologie PřF UHK  
Rokíťanského 62  
500 03 Hradec Králové  
e: petr.bogusch@uhk.cz

### Anna Černá

Ústav pro jazyk český AV ČR, v. v. i.  
Letenská 4  
118 51 Praha 1  
e: cerna@ujc.cas.cz

### Pavel Drozd

Katedra biologie a ekologie PřF OU  
Chittussiho 10  
710 00 Ostrava – Slezská Ostrava  
e: Pavel.Drozd@osu.cz

### Vladimír Hanák

Varšavská 40  
120 00 Praha 2  
e: vhanak.chir@seznam.cz

### Lubomír Hanel

AOPK ČR – Správa CHKO Blaník  
257 06 Louňovice 8  
e: lubomirhanel@seznam.cz

### Jiří Hejnar (Jan Svoboda)

Ústav molekulární genetiky AV ČR, v. v. i.  
Vítězská 1083  
142 20 Praha 4  
e: hejnar@img.cas.cz

### Michal Horský

Ústav botaniky a zoologie PřF MU  
Kotlářská 2

611 37 Brno  
e: horsak@sci.muni.cz

### Martin Kolísko

Parazitologický ústav BC AV ČR, v. v. i.  
Branišovská 31  
370 05 České Budějovice  
e: kolisko@paru.cas.cz

### Jan Korba

e: honzakorba@seznam.cz

### Pavel Kovář

Katedra botaniky PřF UK  
Benátská 2  
128 01 Praha 2  
e: kovar@natur.cuni.cz

### Eva Krístková

Katedra botaniky PřF UP  
Šlechtitelů 27  
783 71 Olomouc-Holice  
e: eva.kristkova@upol.cz

### Jarmila Kubíková

Žateckých 14  
140 00 Praha 4  
e: jarmila.kubikova@volny.cz

### Julius Lukeš

Parazitologický ústav BC AV ČR, v. v. i.  
Branišovská 31  
370 05 České Budějovice  
e: jula@paru.cas.cz

### Jan Mác

e: janxmaca@seznam.cz

### Tomáš Pavlík

Vodní zdroje Chrudim, spol. s r. o.  
U Vodárny 137  
537 01 Chrudim II  
e: pavlik@vz.cz

### Vratislav Peška

Biofyzikální ústav AV ČR, v. v. i.  
Královopolská 135  
612 65 Brno  
e: vpeska@ibp.cz

### Sonja Pišová

Botanický ústav AV ČR, v. v. i.  
Lesní 322  
252 43 Průhonice  
e: sona.pisova@ibot.cas.cz

### Jan Plesník

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR  
Kaplanova 1931/1  
148 00 Praha 11  
e: jan.plesnik@nature.cz

### Milan Řezáč

Oddělení entomologie VÚRV, v. v. i.  
Drnovská 507  
161 06 Praha 6  
e: rezac@vurv.cz

### Josef Suchomel

Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie  
a včelařství AF MENDELU  
Zemědělská 1  
613 00 Brno  
e: suchomel@mendelu.cz

### Hana Šimková

Ústav experimentální botaniky AV ČR, v. v. i.  
Šlechtitelů 31  
783 71 Olomouc-Holice  
e: simkovah@ueb.cas.cz

### Zuzana Tomanová

Městská galerie Litomyšl  
Smetanovo náměstí 110  
570 01 Litomyšl  
e: tomanova@galerie.litomysl.cz

### Petr Vít

Botanický ústav AV ČR, v. v. i.  
Zámek 1  
252 43 Průhonice  
e: petr.vit@ibot.cas.cz

### Kateřina Vodičková Kepková

Ústav živočišné fyziol. a genetiky AV ČR, v. v. i.  
Rumburská 89  
277 21 Liběchov  
e: kepkova@gmail.com

## Summary

**Vodičková Kepková K., Vodička P., Motlík J.: Cells of a Great Potential**

### **2. Characterization and Use of Induced Pluripotent Stem Cells**

In 2006, the possibility to reprogram functionally specialized cells of an adult organism back into cells resembling the state of an early embryo was discovered. Resulting induced pluripotent stem (iPS) cells are capable of differentiation into many cell types. Properly reprogrammed cells should show characteristics of pluripotent cells, mostly unlimited self-renewal through cell division and the capability to differentiate into cells of all three germ layers (ectoderm, mesoderm, endoderm). Many biological probes, ranging from a simple evaluation of cell morphology to cell characterization on an epigenetic, gene expression and protein level, are used to confirm these properties. The most stringent test is the evaluation of the functional pluripotency.

### **Peška V.: Excursion to the End of the Genome 2. Terrestrial Plants Clinging to Telomerase Activity**

The second part of a trip to the end of the genome is focused on telomere sequence discovery. The principal of cloning approaches used in specific taxons is described here with emphasis on information involving plant telomeric motifs. Telomeres are maintained by an enzyme – telomerase. On the other hand, there is an increasing number of exceptions with telomerase-independent telomere lengthening systems like targeted retrotransposition in flies. Surprisingly, the last candidate for non-telomerase species in plants – the genus *Allium* – was also shown to have functional telomerase which produces a typical telomere minisatellite with changed motif with respect to plant consensus.

### **Pišová S., Fér T.: Intrasppecific Variability and Crossbreeding of the Branched Bur-reed**

Groups of closely related taxa with very similar morphology can be found in a large number of wetland and aquatic plants. This is often caused by phenotypic plasticity in response to changing environmental factors. The genus Bur-reed (*Sparganium*) represents such a problematic group where separate species can be differentiated only on the basis of mature achenes. The following species currently occur in the Czech Republic: *S. angustifolium*, *S. emersum*, *S. erectum* and *S. natans*. The most complicated taxon is the Branched Bur-reed (*S. erectum*) complex with four subspecies. Their differentiation and potential hybridization can now be studied using molecular markers and flow cytometry.

### **Šimková H.: New Findings in Plant Genetics V. Cereal Genomes (Nearly) Completed**

Recently, a reference sequence of barley genome (*Hordeum vulgare*, 5 Gb, giga base pairs) was published in the scientific jour-

nal Nature. The project started in 2006 and the sequence was finished in 2015. An analogous project for the bread wheat genome (*Triticum aestivum*, 17 Gb) started in 2005, completion of the sequence was announced in January 2017. The sequencing project for rye genome (*Secale cereale*, 8 Gb) started this year and should be accomplished before the end of the year. This enormous progress is enabled by a rapid development of technologies and bioinformatics tools which have dramatically changed approaches to sequencing of large genomes. The article focuses on comparison of strategies and procedures applied in sequencing projects of barley, wheat and rye.

### **Korba J.: Tropical Dry Forests of Ecuador – the Jewel Disappearing in Front of Our Eyes**

Seasonally dry tropical forests are among the most unresearched and threatened bioms in Neotropics. Due to the relatively rich soils and the high number of timber species, tropical dry forests in Ecuador have been reduced drastically during the last 50 years. Nowadays, it is estimated that only 5 % of the original cover remains due to socioeconomic phenomena occurring in the region. However, they contain a high number of endemic species of fauna and flora and represent a part of the last wilderness in the region.

### **Lukeš J.: Sequencing Individual Cells: the Discovery of Diplonemids, until Recently Unknown yet Extremely Abundant Protists**

DNA sequencing truly transforms biology – sequencing machines in dedicated companies read millions of bases per hour. In this paper, one of the limits of this method that rightly dominates molecular biology is discussed. I use the case of diplonemids (Diplonemida), until recently virtually unknown heterotrophic protists, to illustrate the importance of single-cell genomics. The latest data indicate that diplonemids are probably the most species-rich group of eukaryotes in the world ocean.

### **Kolíško M.: Modern DNA Sequencing Methods**

The principles of three selected methods (Sanger sequencing, 454, Illumina) are presented in schematic figures; the detailed information on approaches in sequencing of DNA molecules is provided in a separate paper of this issue, pp. LXXIII–LXXXVI.

### **Živa 2016 Awards**

The selected best contributions to Živa in 2016 and two eminent personalities connected with the journal were awarded special prizes.

### **Horsák M., Juříčková L., Škodová J.: Darkest beneath the Candle – the Identity of the Mysterious Fossil Grain from Brno Is Revealed**

Based on a conchometrical comparison of modern populations of the mollusc species *Pupilla alluvionica* (Gastropoda: Pulmonata), recently described from southern Siberia, we have succeeded in solving the old mystery of fossil *Pupilla* specimens recorded in old loess series from Brno. This finding shows a possibility that the refugium of European glacial biota found in southern Siberia might have served as such a refugium over the long period of the Quaternary.

### **Bogusch P., Heneberg P., Astapenková A.: Reed Galls as a Nest for Aculeate Hymenoptera**

Galls on the Common Reed (*Phragmites australis*) serve as an underestimated but critically important resource for the community of specialized aculeate hymenopteran (Hymenoptera: Aculeata) inquilines. These species display previously unknown features, such as the newly described type of progressive provisioning of their offspring. They have specific habitat requirements, often demanding not only the presence of reed plants, but also a loose sandy bedrock. Many of them survive only in the best-preserved wetlands, or, paradoxically, in reed beds occurring on the exposed loose bedrock of (post)industrial sites, including gravel-sandpits, ash or tailing ponds.

### **Řezáč M.: Walnut Orb-weaver Spider – European Spider of the Year 2017**

*Nuctenea umbratica*, the orb weaving spider from the family Araneidae was voted the European Spider of the Year 2017. Here we summarise the knowledge about its nomenclature, morphology, distribution, habitat demands, use of silk fibers, phenology, predatory behaviour and reproduction.

### **Máca J.: Neglected Eriophyoid Mites with Conspicuous Galls: Concealed Biodiversity**

Phytophagous eriophyoid mites, sparsely studied by Czech authors, cause mostly various types of plant galls. Species which do not form galls may cause necroses or there is no apparent injury of plant (not yet known from Czech Republic). Some species live in galls of other eriophyoids as inquilines. Over 50 families of seed plants have been infested in our country, moreover one species is known from the fern (*Pteridium aquilinum*). Extensive sets of faunistic data are processed as an online file (<http://ziva.avcr.cz>). Economic importance of some species is briefly mentioned and comments on the changes to Czech fauna of this group are given.

### **Suchomel J. et al.: Big Trouble with Little Rodents – how Voles Affect Reforestation in Mountainous Areas**

We studied the impact of vole bark gnawing in forest plantations dominated by European Beech (*Fagus sylvatica*) in the Hrubý Jeseník Mts. and the Moravskoslezské Beskydy Mts. (Czech Republic) with different habitat conditions. Considering the four present vole species, only the Field Vole (*Microtus agrestis*) caused significant damage, the impact of the Bank Vole (*Clethrionomys glareolus*) being inconclusive. In both areas, occurrence of grasses was identified as the key factor determining the presence and abundance of voles (*Microtus* sp.). The artificial beech regeneration is more successful in mixed and spruce forests with rich undergrowth.

### **Pavlík T.: World Myths from a Different Perspective II. Slavic and Other European Myths, Myths from Western Asia**

The second part of the series introduces myths of the old Slavs from Eastern, Central and Southeast Europe, as well as Baltic, Finnish and other European myths. It also deals with Hittite, Canaanite and Mesopotamian myths (Sumerian, Akkadian, Assyrian and Babylonian).