

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ

TÉMA ČÍSLA

Nanosvět

Magazín Přírodovědecké fakulty
Univerzity Karlovy 02/2018

„Tam dole je spousta místa“

8

Cesty pod povrch živého

18

Za rozsivkami do polárních krajů

32



FY

FYZIKA

BI

BIOLOGIE

CH

CHEMIE



LĚTNÍ ŠKOLA

7. ročník přírodovědně zaměřeného odborného a volnočasového programu

9. - 13. 7. 2018

Chemicko-fyzikální a biologický blok přednášek, workshopy, pohybové aktivity, táboráky, výlety a další překvapení.

Chata Lorien v Nekoři

Účastnický poplatek: 1000 Kč
Program, přihlášky a další info na:
www.fybich.cz, události na FB nebo
mysakova@contipro.com

Uzávěrka přihlášek do 21. 6. 2018





MILÍ ČTENÁŘI,

předpona nano- je v současné době spojována hlavně se špičkovou vědou a technikou. Každému úspěchu na tomto poli se dostává značné mediální pozornosti a to plným právem. Poznání nanosvětla a jeho zákonitostí se totiž rychle vyvíjí a vzbuzuje velká očekávání. My vám nabízíme malou ochutnávku toho, na čem se přímo podílejí vědci z naší fakulty. Jde jednak o chemické výzkumy, u nichž se uplatnění teprve hledá (borany), jednak o projekty, které již nanosvět využívají k řešení konkrétního problému (nanodiamanty).

I mimo chemii je nanotrend silný. Biologové už dávno vědí, že v hlubinách živého se skrývají cenné informace. V posledních dvaceti letech jim pomáhá ohromný pokrok, který se odehrál na poli mikroskopování. Geologům se zase otevřely nové možnosti datování – radioaktivita zanechává v nitru hornin stopy, z nichž lze určit jejich stáří.

Nadšení poněkud chladí ekologové – ukazuje se, že naše planeta je zamořena mikroplasty a nanoplasty, s nimiž si nevíme rady. Velikost této hrozby lze momentálně jen odhadovat.

Navzdory tomu je nutné konstatovat, že nanosvět je územím obrovských možností.

Příjemné čtení přeje

doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D.
katedra anorganické chemie

Obsah



CO NOVÉHO

- 4 | Lidská inteligence pod vlivem virů?
- 5 | Cesta od alchymie k chemii
- 6 | Podceňovaná moc žížal
- 7 | Unikát z Mapové sbírky

TÉMA – NANOSVĚT

- 8 | „Tam dole je spousta místa“ aneb skládání v nanosvětě
- 12 | Dopravní síť v buňce
- 14 | Radioaktivní hodiny
- 16 | Dobrodružství ve světě trpaslíků
- 18 | Cesty pod povrch živého
- 20 | Osud nanočástic v přírodě
- 22 | Nenápadný původce zkázy
- 24 | Nanoplankton a původ uměleckých děl

ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | Chtěl bych se podívat do prvohor

PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | Rostlina versus vetřelec

STUDENTI

- 29 | Čtvrtstoletí s Americkým semestrem

KULTURA

- 30 | Phantom Models IV

NAŠE PUBLIKACE

- 31 | Přírodovědec Bohuslav Balbín
- 31 | Patnáct let zkoumání smrku ztepilého

PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 32 | Za rozsivkami do polárních krajů

HVĚZDNÝ POSEL

- 36 | Hvězdný posel červenec – září 2018

TIP NA VÝLET

- 37 | Malý ráj teplomilných druhů

VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Svíčka ze „sardinek“

KALENDÁŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 39 | Kalendář Přírodovědců

2 | 2018 | ROČNÍK VII.

NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín
Přírodovědecké fakulty Univerzity
Karlovy

PERIODICITA

Čtvrtletník

CENA

Zdarma

DATUM VYDÁNÍ

7. června 2018

NÁKLAD

14 000 ks

EVIDENČNÍ ČÍSLO

MK ČR E 20877 | ISSN 1805-5591

EDITOR

Petr Souček
petr.soucek@natur.cuni.cz

REDAKČNÍ RADA

GEOLOGIE
Mgr. Vít Peřestý

GEOGRAFIE

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

BIOLOGIE

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

CHEMIE

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

INZERCE

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

KOREKTURY

imprimis

GRAFIKA

Štěpán Bartošek

TISK

Trianglprint

ILUSTRACE NA OBÁLCE

Micela složená z molekul COSANu (klastrová sloučenina boru), které mají jedinečné vlastnosti.
Autor Saltuk M. Eyrilmez

YDÁVATEL | ADRESA REDAKCE

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

www.natur.cuni.cz

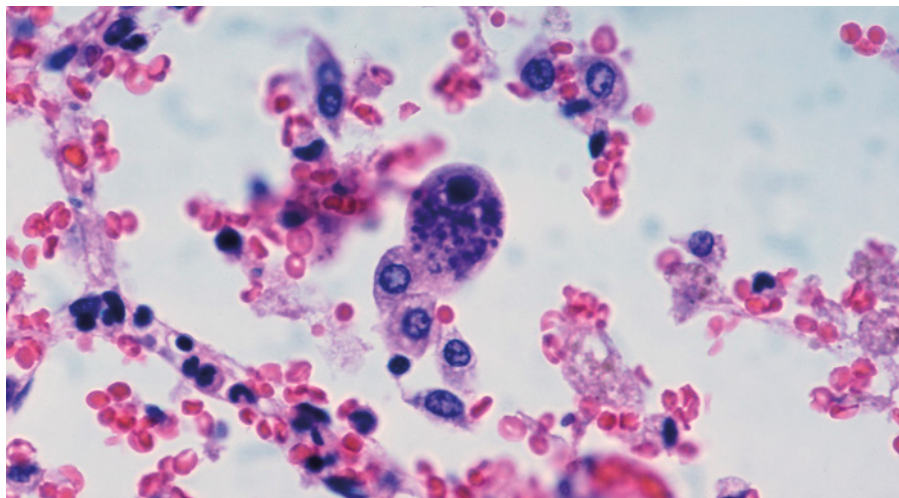
Přetisk článků je možný pouze se souhlasem redakce a s uvedením zdroje.

© Přírodovědecká fakulta
Univerzity Karlovy 2018

Lidská inteligence pod vlivem virů?

Virová onemocnění zřejmě ovlivňují náš život více, než jsme mysleli

JULIE NEKOLA NOVÁKOVÁ



▲ Cytomegalovirus je v lidské populaci velmi rozšířený. Nové studie ukazují, že není zdaleka tak neškodný, jak se původně předpokládalo. Zdroj Flickr.com, autor Yale Rosen, CC BY-SA 2.0

Nová studie vědců z Přírodovědecké fakulty UK vedených profesorem Jaroslavem Flegrem nachází možný negativní vliv nákazy cytomegalovirem na lidské kognitivní schopnosti. Ukazuje také, že pro výzkum tohoto typu je nezbytné zvážit existenci tzv. falešně negativních případů – dlouhodobě nakažených s hladinou protilátek nižší než prahovou. Studie vyšla v prestižním vědeckém časopise Scientific Reports.

Cytomegalovirus ze skupiny herpesvirů je rozšířen ve více než polovině světové populace. U nás se jeho výskyt ve starších věkových skupinách blíží 80 %. To je mnohem víc, než se dosud předpokládalo. U zdravých lidí je infekce považována za bezpříznakovou, u pacientů s narušenou imunitou může ovšem způsobit vážné komplikace. Nákaza v těhotenství pak může negativně ovlivnit vývoj plodu včetně poškození nervové soustavy. Řada studií nicméně

naznačuje, že chronická infekce může mít škodlivý vliv i na kognitivní funkce včetně inteligence. Vědci z Laboratoře evoluční biologie pod vedením prof. Flegra tento vliv otestovali na výběru z české populace.

Necelým třem stům dobrovolníků z řad studentů Přírodovědecké fakulty UK byl v rámci výzkumu odebrán vzorek krve. Z množství přítomných protilátek proti cytomegaloviru bylo zjišťováno, zda jsou virem nakaženi, či nikoli. Aniž znali výsledky, podrobili se také standardnímu tříhodinovému testu všeobecné inteligence. U dlouhodobě nemocných může ovšem být hladina protilátek už příliš nízká na to, aby šla ještě zachytit. Z tohoto důvodu provedli vědci také permutační testy s cílem určit pravděpodobné množství nakažených osob, které se chovají jako nenakažené – takzvaných falešných negativ.

Celkem 52 % pokusných osob mělo hladinu protilátek odpovídající infekci. Statistická analýza prokázala, že nakažení studenti mají v průměru nižší inteligenci než studenti nenakažení. Navíc se zjistilo, že s dobou od nákazy se inteligence osob snižuje, a to i tehdy, když se odfiltroval možný vliv stárnutí.

Před zahrnutím falešných negativ do statistického zpracování dat ovšem z analýz vycházelo, že nakažení dosahují v průměru vyšší inteligence. Tento zdánlivý paradox je vysvětlen právě tím, že u nejdéle nakažených – stanovených jako nenakažení kvůli nízké hladině protilátek – může být negativní vliv nákazy na inteligenci nejvýraznější. I pouhých pět procent falešných negativ může zapříčinit to, že vidíme „pozitivní“ efekt nákazy.

Studie tak potvrdila dosud neznámý účinek velice rozšířeného viru na lidskou inteligenci. Má však význam i pro jakékoli studie testující vliv patogenů na fyzické či psychické vlastnosti nakažených. Ukázalo se totiž, že nejdéle nakažené osoby mají už natolik nízké hladiny protilátek, že je běžné laboratorní testy označí za nenakažené. To znamená, že pro studium vlivu chronických nález na zdraví, psychiku a výkonnost osob je třeba používat speciálních technik, které umožní eliminovat vliv přítomnosti dlouhodobě nakažených, a tedy falešně zdravých jedinců.



Chcete pomoci vědě? Staňte se Pokusnými králíky! Více informací na <http://pokusnikralici.cz> ●

Cesta od alchymie k chemii

Výstava v Knihovně chemie zachycuje proměnu hermetické nauky ve vědní obor

KAREL NESMĚRÁK



▲ **Renesanční alchymista ve svém laboratoriu (ilustrace z knihy Konráda Gesnera: *The Practise of the New and Old Phisicke*. Londýn 1599).**

Vlivem historických románů i filmového ztvárnění získala alchymie a alchymisté neprávem pověst šarlatánského oboru nebo bláhové a marné činnosti. Jaký však opravdu byl myšlenkový svět alchymistů a jaký vztah má chemie k alchymii? Tuto i další otázky se pokusí alespoň částečně zodpovědět výstava nazvaná „Cesta spravedlivá od alchymie k chemii“, kterou od 24. května do 31. října 2018 pořádá Knihovna chemie Přírodovědecké fakulty UK, Hlavova 8, Praha 2. Navštívit ji můžete od pondělí do čtvrtka, vždy od 8:00 do 17:00 hodin. Vstup je zdarma.

Výstava přibližuje historii a významné osobnosti alchymie, odhaluje její kořeny v prastarých technologických znalostech našich předků (výroba kovů, keramiky a skla, získávání soli), sleduje její rozvoj

v různých oblastech světa a dobách a ukazuje, jak se z ní na konci 18. století zformovala vědecká chemie.

Nejstarší písemné staroegyptské prameny zachycují přípravu slitin, jež se barvou lišily od původních kovů. To dalo vzniknout myšlence transmutace – možnosti proměny jednoho kovu ve druhý. Na tyto znalosti navázali autoři řečtí, kteří je spojili s filozofickými názory na podstatu světa (Aristoteles, Zósimos z Panopole) a dali tak vzniknout teoreticko-praktické disciplíně – alchymii. Přes arabské autory (Geber, Rází) bylo posléze dědictví antiky zprostředkováno středověké Evropě.

Alchymie byla dále nejen doplňována o další objevy, ale i teoreticky rozpracovávána. Jedním z jejích cílů bylo hledání prostředků navracejících zdraví – elixírů. Alchymisté si svá tajemství bedlivě střežili a k vyjadřování alchymických teorií i praktických receptů používali šifrovací metody včetně mystického vyjadřování. Velký rozvoj zažila alchymie v renesanční době, kdy se jejím ohniskem stala rudolfínská Praha.

Vedle z dnešního pohledu neúčinných dryáků však alchymie během svého vývoje shromáždila řadu cenných poznatků, které umožnily během 17. a 18. století její přerod v chemii, exaktní a užitečnou vědu. I z tohoto důvodu ji nelze jednoduše zavrhnout, ale je možné ji brát jako svébytnou snahu o pochopení světa.

V expozici návštěvník, kromě textů a obrazového materiálu, zhlédne

i repliky dobových alchymických aparatur pro destilaci, sublimaci a další laboratorní operace. Zajímavými exponáty jsou také planetární symbolika kovů a ukázky vybraných chemikálií používaných alchymisty při jejich experimentech.

Výstava bude zapojena i do Pražské muzejní noci 2018, která se uskuteční v sobotu 9. června. Kromě komentovaných prohlídek, které budou začínat vždy v 19:30, 20:30 a 21:30 (doba trvání je přibližně 30 minut), proběhnou na též místě chemické dílny pro děti i dospělé, chemická světelná show (ve 22:00 a 23:00) a výroba placek s nejen přírodními motivy. ●

AUTOR PRACUJE NA KATEDŘE ANALYTICKÉ CHEMIE

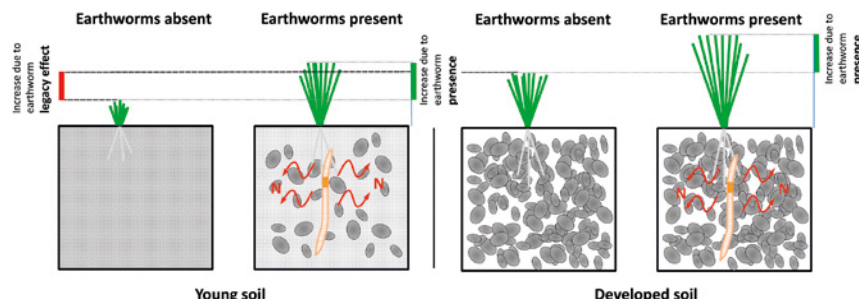


▲ **Alchymická aparatura pro frakční destilaci. Repliku vyrobil Jiří Mrklavský.**
Foto Karel Nesměrák

Podceňovaná moc žížal

Běžní kroužkovci mají velký vliv na rychlost obnovy porostů

MICHAL ANDRLE



▲ Schéma zobrazuje pozitivní vliv žížal na mladou a vyvinutou půdu. V případě mladé půdy se projevuje zejména tzv. legacy effect. Ilustrace Ondřej Mudrák

I když vypadají žížaly nenápadně, a pro mnohé dokonce i poněkud nevábně, jde o živočichy, jejichž role v přírodě je mnohem větší, než by si většina laiků představovala. V Ústavu pro životní prostředí PČF UK se (mimo jiné) jejich roli v půdních ekosystémech věnuje tým profesora Jana Frouze. Odborný článek, jehož hlavním autorem je Ondřej Mudrák, přinesl řadu nových poznatků o roli těchto živočichů při kolonizaci poškozených ekosystémů. Nedávno jej otiskl respektovaný odborný časopis Functional Ecology.

Učebnice ekologie věnují většinu svých stránek popisu toho, jak vypadají vztahy mezi organismy, a tedy i „toky“ energie v nadzemí, v místech přístupných naší bezprostřední zkušenosti. Co se však děje v částech, které přímo nevidíme, tedy v podzemí?

Podle střízlivého odhadu jsou podzemní části v řadě ohledů významnější než části nadzemní: zatímco v povrchových částech ekosystému proudí jen asi 10 % veškeré fixované energie, zbytek připadá na části podpovrchové. A jelikož koloběh

prvků, energie, ale i celou strukturu podzemí velmi významně ovlivňují právě žížaly, lze je bez velké nadsázky považovat za jedny z nejdůležitějších ekosystémových hráčů.

Tým profesora Frouze se dlouhodobě zabývá dynamikou těžce narušených ekosystémů, například výsypek vznikajících v důsledku těžby či průmyslové výroby. „Výzkumům vývoje vegetace v takových lokalitách, například na Sokolovsku, se věnujeme zhruba od roku 2008,“ popisuje prof. Frouz. „Všimli jsme si, že v určité fázi dochází ke změně rostlinného společenstva. Tato změna pozoruhodně koreluje s momentem, kdy začne být půda kolonizována žížalami,“ doplňuje Frouz.

Činnost žížal má na rozdíl od organismů, které pracují v nadzemních patrech, jedno významné specifikum. Půda je

► Dlouhodobý výzkum přinesl řadu nových poznatků o roli žížal při kolonizaci poškozených ekosystémů. Zdroj Flickr.com, autor S Shepherd Schiziform, CC BY 2.0

totíž médiem, které po činnosti žížal (ale i řady ostatních půdních organismů) uchovává stopy i poté, co zemřou. Toto dědictví („legacy“) spočívá jednak v obohacení půdy o živiny a jednak v infrastruktuře, kterou v půdě vytvářejí svým pohybem.

Vědci se zaměřili v první řadě na vliv tohoto „dědictví“ žížal a jeho vztah k rostlinám. Mezi nimi se tradičně rozlišují ty, které kolonizují narušené ekosystémy nejdříve, tzv. raně sukcesivní (např. lipnice smáčkutá, mrkev obecná). Po nich následují tzv. pozdně sukcesivní druhy (např. ovsík vyvýšený či jitrocel kopinatý).

Výzkum uskutečňovaný v laboratorních podmínkách odhalil, že vliv žížal se projevuje hlavně na začátku kolonizace ekosystému rostlinami. „Pokud jsme pěstovali rostliny obou vývojových fází samostatně, vliv žížal se ukázal významnější u raně sukcesivních rostlin. To ukazuje na to, že žížaly mají větší vliv v případě půd, které ještě nejsou zcela vyvinuté,“ vysvětluje prof. Frouz. Pokud však byly rostliny pěstovány pohromadě, prospívaly žížaly spíše rostlinám pozdně sukcesivním. „Tyto rostliny mají v soutěži s ostatními obecně lepší schopnosti,“ uzavírá prof. Frouz. ●



Unikát z Mapové sbírky

Náhodný nález zaplnil mezeru v jedinečné mapové sérii

EVA NOVOTNÁ



▲ **Expozice Camociových map obležení Malty ve foyer Národního technického muzea.** Foto Vladimír Šigut

Konec roku 2017 přinesl velký společný úspěch České republiky a Maltě: podařil se jim zápis do registru Memory of World UNESCO. Předmětem zápisu se stal soubor čtyř Camociových map, dokumentujících bitvu o Maltu v polovině 16. století. Slavnostní předání certifikátů proběhlo letos v dubnu na Ministerstvu kultury ČR. Při této příležitosti byla v Mapové sbírce prezentována výstava Mapy obležení, která objasňuje vznik a obsah těchto map.

Mezinárodní poradní výbor programu Memory of World doporučil zápis 78 nových nominací z původně navržených 130 do mezinárodního rejstříku Paměť světa. Mezi úspěšnými návrhy byly i unikátní renesanční mapy z fondu Mapové sbírky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze a Národního muzea výtvarných umění (National

Museum of Fine Arts) ve Vallettě, vydané benátským nakladatelem Giovanni Francescem Camociem. Mapy sloužily jako názorný prostředek válečného zpravodajství z tureckého obléhání Malty roku 1565.

Unikátní plán bitvy vyšel celkem ve čtyřech verzích. Byl upravován z jedné tiskové měděné desky vždy podle aktuálního stavu bojiště. Tři z dochovaných verzí jsou světovými unikáty a nachází se v maltské Kartografické sbírce Národního muzea výtvarných umění. Poslední verzi objevil teprve v roce 2014 v pražské Digitální mapové sbírce PřF UK dr. Joseph Schiro, ředitel konzervačního oddělení Kulturního dědictví Malty. Tím byla zaplněna mezeru v této zpravodajské mapové sérii a konečně se mohl zdárně zrekonstruovat celý průběh bitvy.

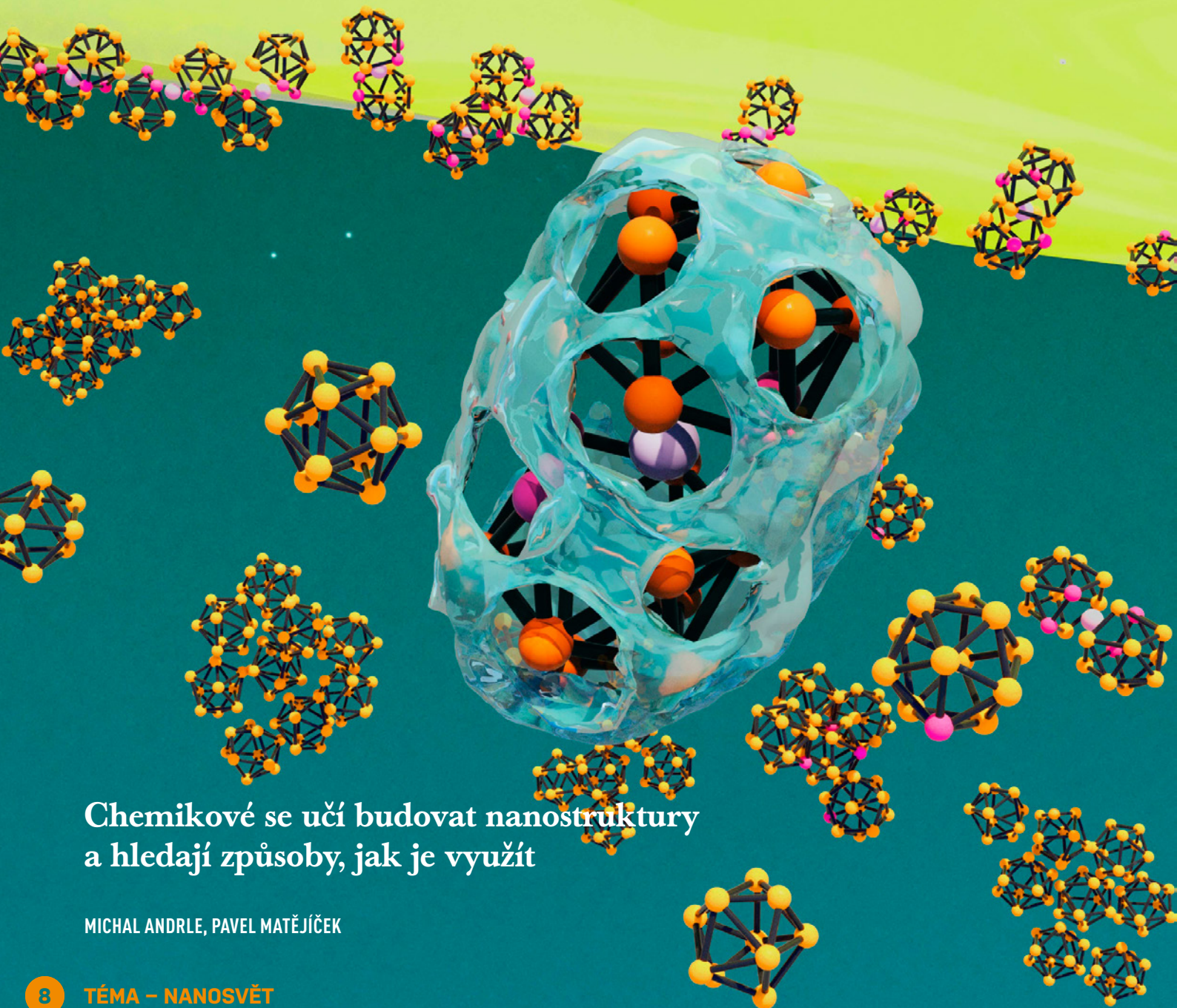
Originály se zachovaly ve výborném stavu. Jedná se o černobílé mědirytiny o velikosti 33 × 46 cm otiskované na ručním papíře. Mapy jsou zajímavé hned z několika hledisek. Geografická rovina nám představuje detailně vykreslené maltské pobřeží a zvláště jeho přístavy v oblasti kolem dnešního hlavního města Valletty před jeho velkou přestavbou. Jsou tak cenným pramenem poznání tehdejší podoby tohoto areálu. V další rovině kolekce informuje o průběhu bitvy s Turky, známé jako Velké obležení Malty, jež bylo obratem v dějinách Středomoří i celé Evropy v 16. století. V neposlední řadě se jedná o mistrně provedená renesanční umělecká díla, na nichž anonymní rytec vytvořil podle předlohy dynamické dílo s pozoruhodnými detaily.

Do registru programu Memory of World bylo za posledních 20 let zapsáno 425 dokumentů ze všech kontinentů na různých nosičích, od pergamenu až k filmovému a zvukovému záznamům. Z kartografických památek bylo dosud zapsáno pouze 16 map, atlasů a kolekcí. Camociovy mapy se tak ocitly ve společnosti slavné římské mapy Tabula Peutingeriana (12. stol.), středověké kruhové Herefordské mapy (13. stol.) nebo Waldseemüllerovy první mapy Ameriky (1507).

Již v roce 2016 byla na Maltě a v Česku uspořádána první společná výstava prezentující tuto jedinečnou kartografickou kulturní památku. U příležitosti úspěšné nominace byla expozice dočasně obnovena v aktualizované podobě. ●

AUTORKA PRACUJE JAKO ŘEDITELKA MAPOVÉ SBÍRKY

„Tam dole je spousta místa“ aneb skládání v nanosvětě



Chemikové se učí budovat nanostruktury
a hledají způsoby, jak je využít

MICHAL ANDRLE, PAVEL MATĚJČEK

◀ **Shlukování molekul aniontové klastrové sloučeniny boru COSAN v systému voda/olej.** Autor Pavol Valovič

Někde mezi světem atomů a jeho kvantovými podivnostmi a námi lidmi zabydleným světem makroskopickým leží hájemství, v němž velikosti objektů obvykle začínají předponou nano-. Dobré poznání a ovládnutí principů, které tento svět řídí, dnes nanoinženýrům umožňuje sestřít objekty, které ještě před několika lety patřily do říše čiré fantazie. Takoví „nanohračičkové“ jsou i na naší fakultě, zejména na katedře fyzikální a makromolekulární chemie.

NANOMANHATTAN

Položíte-li chemikovi otázku, co je to nanochemie, odpoví nejspíše lehce vyhýbavě. Je to vlastně velmi široký pojem – v principu se za něj schová cokoli, čeho velikost se měří v nanometrech. Jakkoliv je pro nás, lidi, nanometr mírou opravdu drobnou, ve světě molekul jsou nanostruktury obdobou mrakodrapů našeho světa.

Není ovšem mrakodrap jako mrakodrap. Každý je jinak vysoký a skládá se z různých materiálů. A analogií s nanostrukturami je více. Tak jako Manhattan netvoří jen jeden mrakodrap i nanostruktury jsou poskládány do hierarchických celků: budovy vytvářejí ulice, ty pak celé čtvrtě, města, a dokonce aglomerace obřích rozměrů. Mezi

▶ **Molekuly surfaktantu mají specifickou strukturu s jednoznačně oddělenou hydrofobní (ocásek) a hydrofilní částí (hlavička). Takové molekuly se shromažďují na rozhraní voda/vzduch, a vytváří ve vodě micely, které jsou vlastně hydrofobními nanooblastmi v hydrofilním prostředí.**

Autor David Vrbata

nimi vládne čilý ruch, zaručující výměnu hmoty a energie.

Žádný mrakodrap se samozřejmě neobjeví jen tak, je postavený z „cihel“ – nejmenších stavebních bloků –, přičemž i malá cihla má vliv na to, jak bude vypadat výsledná budova a jaký ráz bude mít celá ulice. Nanocihel je v nanostrukturaře zpravidla obrovské množství. Jejich celkový povrch díky tomu nabývá překvapivě velkých rozměrů a je nesrovnatelně větší než povrch jakéhokoli „makrotvora“, například člověka.

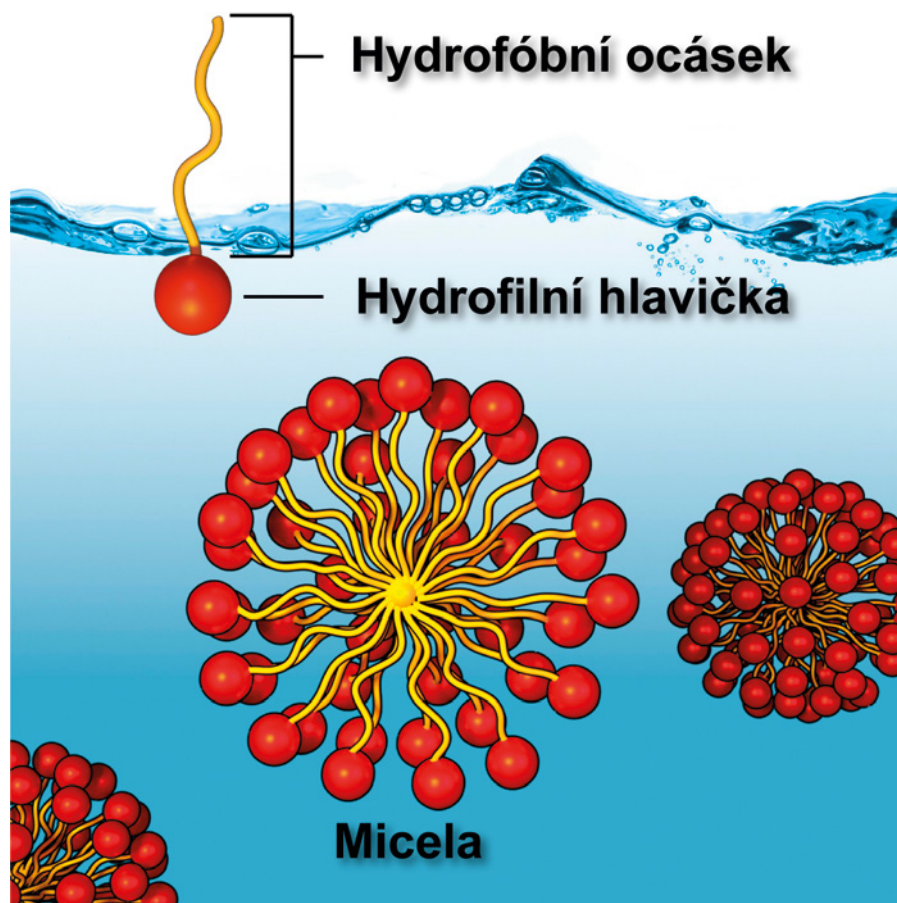
Jak se ale v takových podmínkách vůbec staví? Jednou z výhod, kterou můžeme v nanosvětě v řadě případů s úspěchem využít, je princip samoskládání: objekty

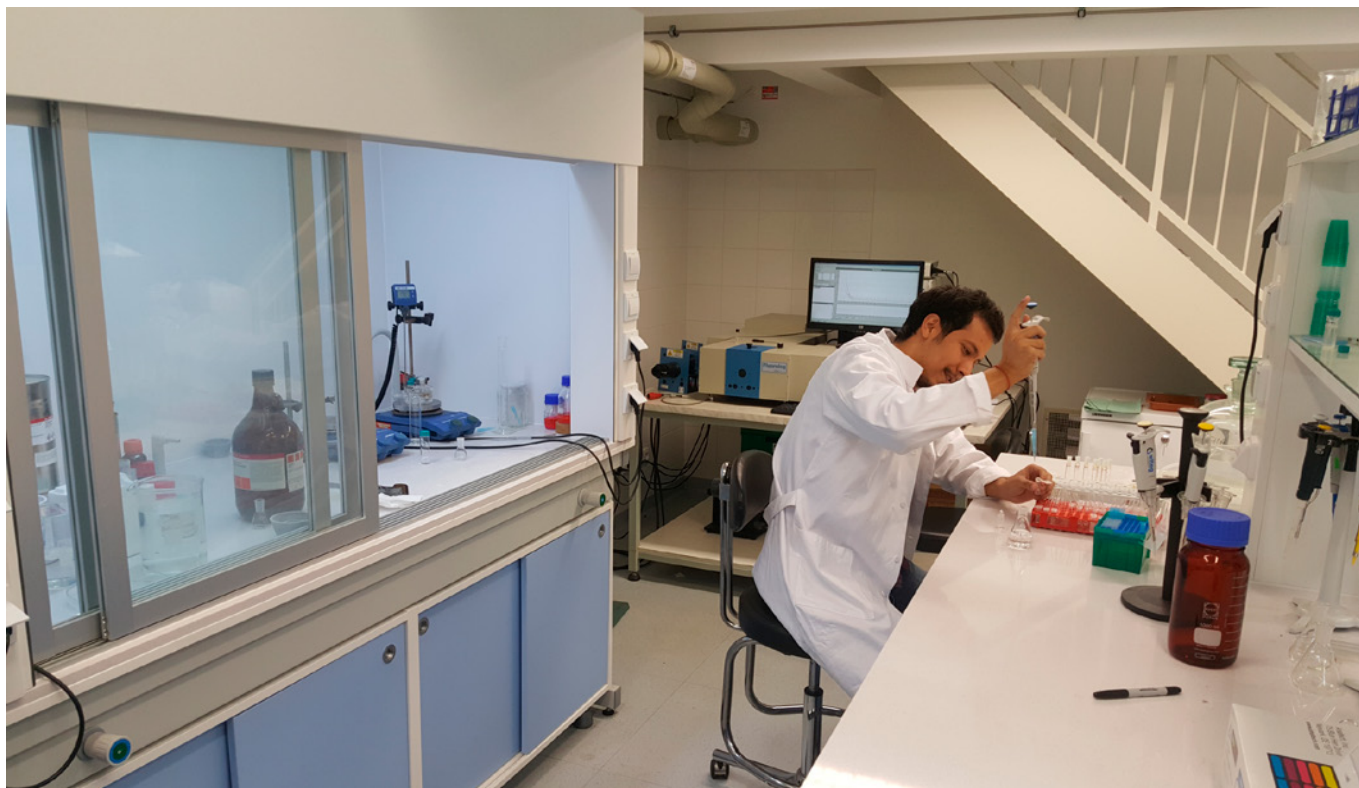
se nám vlastně mohou postavit samy od sebe. V podstatě k tomu stačí jedině: šikovně využívat přírodní zákony, které dění v těchto velikostních dimenzích ovládají.

OBLÍBENÉ MEZIFÁZE

V nanooblasti se vyskytují třídy jevů, které v našich velikostních škálách nehrají takovou roli. Jednu tvoří podivuhodné kvantové jevy, které však ani zde nemusí vždy přijít ke slovu. Další a mezi chemiky velmi oblíbenou třídou jsou procesy na takzvaných mezifázích – na rozhraních mezi prostředními tvořenými různými fázemi.

Mezifáze jsou jasně definovaným rozhraním, které odděluje homogenní





části (fáze) heterogenní soustavy. Uvnitř jednotlivých fází jsou fyzikální vlastnosti ve všech částech stejné a na mezifázi se pak skokově mění. Pojem fáze však nesmí být zaměňován s pojmem skupenství.

Rozdíl mezi těmito pojmy lze nejlépe ukázat na příkladech: v soustavě led – voda – vodní pára rozlišíme tři fáze a zároveň v ní jsou obsažena všechna tři skupenství vody. Naproti tomu v soustavě voda – olej lze zřetelně rozlišit dvě fáze, avšak obě jsou za daných podmínek v kapalném skupenství.

Pokud se molekula vody nachází uprostřed vodné fáze, je obklopena stejnými molekulami a všechny působící síly se vyruší. Až na chaotický tepelný pohyb tak zůstává taková molekula „na místě“. Jestliže je však molekula na mezifázi voda – vzduch nebo voda –

stěna nádoby, působí na ní okolní fáze z každé strany jinak.

Působící síly zde nejsou vykompenzované, což se projeví zakřivením povrchu vody, kapilárními silami a především povrchovým napětím.

V našich velikostních dimenzích nepředstavují síly na hranici prostředí žádný problém. „Tam dole“ však síly vládnoucí rozhraním ovlivňují chod věcí zcela zásadním způsobem.

SAMOSKLÁDÁNÍ A MICELY

Princip, který v souvislosti se samoskládáním můžeme využívat, je „snaha“ přírody minimalizovat energii – látky jakoby chtějí mít co nejmenší povrch. Příkladem může být voda v beztížném stavu. Molekuly, nebo častěji spíše supramolekulární komplexy, mohou pak být těmito silami nuceny k zaujímání jistého tvaru.

Když zůstaneme v našem světě, jsou příkladem tohoto jevu kulatá mastná oka na tučné polévce. Jestliže bychom chtěli mít v naší chemické polévce podobná nanooka, je třeba značně zvětšit jejich celkový povrch. K tomu je zapotřebí umístit na mezifázi zvláštní typ stavebních bloků. Příslušná molekula libovolné velikosti, kterou hodláme takto využít, by měla mít v různých částech různé vlastnosti. To proto, aby každou z těchto částí nutily působící síly dělat něco trochu jiného.

Dejme tomu, že jedna část molekuly je hydrofobní a druhá hydrofilní – ta první se snaží kontaktu s vodou vyhnout, zatímco druhá k ní směřuje. Takovým stavebním blokům se proto na mezifázi velmi „líbí“. Na základě nevykompenzovaných sil a hydrofobních efektů pak dokážou vytvořit nanostrukturu samy od sebe a skládat se do podoby segrego-

◀ **Vědci z laboratoře katedry fyzikální a makromolekulární chemie se v posledních letech zaměřili na výzkum amfifilie boranů. Nyní se hledají způsoby, jak unikátních vlastností těchto sloučenin využít.** *Foto archiv Pavla Matějčka*

vaných „nanovesniček“. Nebo se mohou spolu s ostatními bloky a okolním prostředím skládat za vzniku složitých „multikulturních aglomerací“.

Tímto způsobem mohou tyto bloky samy o sobě ve vodě vytvářet kulovité útvary, tzv. micely. Micely jsou vytvořeny tak, že se na povrchu vyskytují pouze hydrofilní (doslova vodomilné) hlavičky, zatímco uvnitř se nacházejí jen hydrofobní (tedy vodoodpudivé) ocásky.

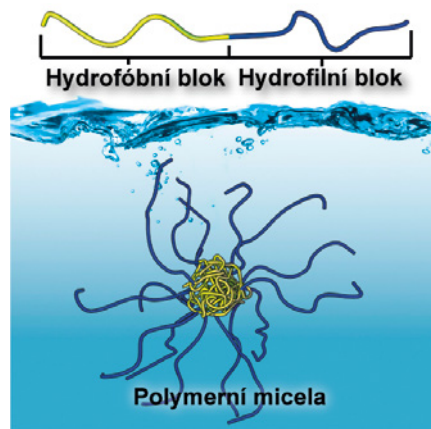
Běžným příkladem látky, která se na mezifázi shromažďuje a zároveň vytváří micely, může být mýdlo. Zatímco z vody se nám bublinu vytvořit nepodaří, přidáním mýdla do vody se v mezifázovém prostoru sníží povrchové napětí kapaliny. To je způsobeno nahromaděním surfaktantu – povrchově aktivní látky.

MNOHOSLBNÝ SVĚT BORU

Dříve vědci z Přírodovědecké fakulty UK studovali pouze polymery, které jsou v nanochemii velmi populárními stavebními bloky. I když měli skvělé výsledky, byli jen jedněmi z mnoha. Zabývali se výzkumem polymerních micel vznikajících hydrofobním efektem, ale také slepovali makromolekuly dohromady s pomocí menších molekul, například surfaktantů.

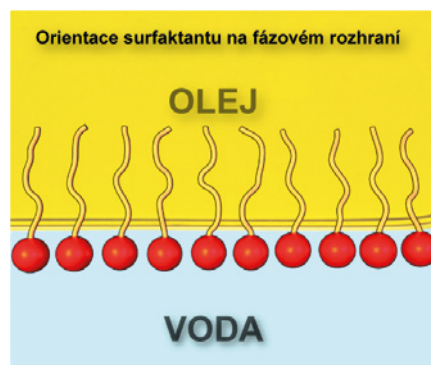
Již přinejmenším 10 let se však věnují dalším látkám, které mají také široký potenciál uplatnění – specifickým sloučeninám boru, tzv. boranům. Naučili se využívat klastrové sloučeniny boru jako stavební bloky v nanochemii, což jinde ve světě zatím není příliš běžné. I proto je

tým vědců pod vedením docenta Matějčka zatím poměrně malý. Velká část jejich výzkumu se soustředí na přesnou charakteristiku jedné unikátní vlastnosti boranů – tzv. amfifilii. Jde o výše popsanou současnou hydrofilii a hydrofobii.



▲ **Micela vzniká samoskládáním polymeru s jednou částí hydrofilní (modrý blok) a druhou hydrofobní (žlutý blok). V makromolekulární chemii se mu říká amfifilní blokový kopolymer.**

Autor David Vrbata



▲ **Fázové rozhraní mezi kapalinami s nahromaděnými molekulami surfaktantu (mýdla). Ty se orientují hydrofobní částí směrem k olejové fázi. Samovolně tak vzniká nanostruktura. Dochází ke snížení povrchového napětí a my si můžeme umýt ruce od tuku.**

Autor David Vrbata

Na klastrech boru je zajímavé zejména to, že se v jistém smyslu chovají v roztočích podobně jako typické amfifilní látky, ale nemají ve své molekule ani hydrofilní hlavičku, ani hydrofobní ocásek. Jsou totiž tvořeny v podstatě hydrofobními skupinami B-H, kde jsou však koncové atomy vodíku slabě záporně nabitě. Boranové klastry se proto rozpouští nejen ve vodě, ale i v tucích a dalších organických rozpouštědlech.

Struktura vody okolo rozpuštěného klastru je jiná než v okolí hydrofobního ocásku nebo hydrofilní hlavičky molekuly běžného mýdla, je takříkajíc někde mezi – je ve všech svých částech amfifilní. Takový klastr navíc interaguje s dalšími stavebními bloky (polymery, proteiny atd.) zcela jinak než běžné molekuly odvozené od uhlovodíků, a to díky tvorbě takzvané dvojvodíkové vazby, kterou předpověděl profesor Hobza z ÚOCHB v Praze.

HLEDÁNÍ VYUŽITELNOSTI

Momentálně se jedna kapitola výzkumu docenta Pavla Matějčka uzavírá. Následovat by mělo hledání praktického využití popsaných klastrů, což se již do jisté míry děje. Například v německých Brémách české výsledky skvěle zapadly do teoretického výzkumu tzv. chaotropních iontů. Vedle hydrofobicity a hydrofility totiž definují také superchaotropní efekty boranových klastrů, což souvisí se zvláštní strukturou vody v jejich okolí.

Kromě základního fyzikálně-chemického výzkumu lze o uplatnění boranových klastrů uvažovat zejména v nanomedicíně, ale třeba i v materiálovém inženýrství, výrobě nových typů elektrolytů v bateriích nebo při tvorbě nanorobotů. I když zatím není tak docela jasné, co by takový nanorobot vyrobený z boru měl vlastně umět. ●

Dopravní síť v buňce

O pohybech uvnitř buňky toho víme již dost, méně však o jeho důvodech

LENKA LIBUSOVÁ

Eukaryotická buňka je z pohledu nanosvětla rozsáhlým a zároveň vysoce uspořádaným prostorem, ve kterém nestačí, aby se jednotlivé molekuly pohybovaly volně difuzí. Ba naopak, v řadě případů buňka využívá nehomogenity vnitřního prostředí ve svůj prospěch a v takových případech je difuze molekul vlastně jevem nežádoucím.

DOVNITŘ A VEN

Buňka je navíc od okolí oddělena cytoplazmatickou membránou, která je sama o sobě významnou bariérou bránící vstupu řady látek do nitra i samovolnému výstupu z buňky prostou difuzí. Cytoplazmatická membrána proto obsahuje mnoho bílkovin, které se specializují na vnášení určitých látek do buňky či naopak vytlačování jiných látek ven.

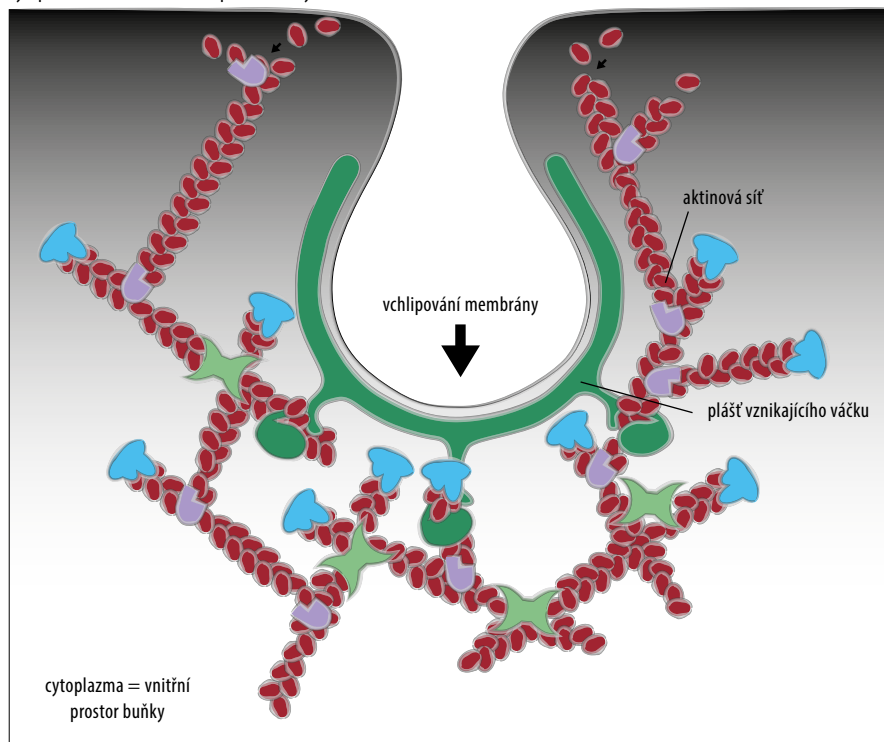
Dotyčné bílkoviny tvoří kanálky umožňující průchod molekul. Mohou to být buď přenašeče, které na jedné straně membrány rozpoznávají molekuly navážou a na druhé straně je zase vypustí.

Anebo to jsou receptory, které ční do mezibuněčného prostoru, vychytávají „své“ rozpoznávané molekuly, ale už je neumí transportovat do nitra buňky. Nezbyvá pak než tyto obsazené receptory i s nachytaným nákladem a částí okolní membrány do buňky „vcucnout“ ve formě váčku, tzv. endozomu.

KOLEJE A MAŠINY

Tím se dostáváme k problému vnitrobuněčné dopravy o jednu úroveň výše – netransportují se jednotlivé molekuly, ale velké supramolekulární komplexy, či dokonce celé buněčné organely. Ty mají nezanedbatelnou hmotnost i velikost, takže se do jejich rozpohybování často musí zapojit jakési molekulární stroje

cytoplazmatická membrána = povrch buňky



▲ **Aktinová síť napomáhá tvarování membrán při tvorbě váčků.** *Ilustrace Marie Hartmanové*

a dráhy, po kterých se mohou stroje pohybovat.

Nejnámějším systémem, o kterém se na středních školách v souvislosti s vnitrobuněčným transportem vyučuje, jsou mikrotubuly. Tyto trubičky, postavené z bílkoviny tubulinu, jsou dálnicemi připravenými pro pohyb molekulárních motorů (rovněž bílkovinných) – dyneinů a kinezinů.

Na takový miniaturní buněčný stroj se prostřednictvím bílkovinného nástavce čili adaptoru připevní dopravovaný náklad a motorové domény dyneinu či

kinezinu pak za spotřeby energie „kráčí“ po mikrotubulu a zároveň s sebou nesou např. mitochondrii, endozomální váček či molekulu mRNA. Ukazuje se však, že existuje mnohem více způsobů dopravy v rámci buňky.

STOPOVÁNÍ DOVOLENO

Velmi zajímavou možností, která souvisí s již představeným systémem dálnic ve formě mikrotubulů, je tzv. stopování. V odborné literatuře se skutečně označuje termínem „hitchhiking“ a výstižně popisuje jev, při kterém se další, sekundární náklad nepřipojuje přes adaptorový protein rovnou k molekulárnímu

motoru, ale naskočí na primární náklad, který je už motorem přemísťován. Připojí se tedy k nákladu na již započaté cestě, stejně jako si přisedne stopař do auta, které již má vytyčený cíl.

Stopovat mohou např. váčky zvané peroxizomy, některé komplexy bílkovin a mRNA, kapénky lipidů, ale také části endoplazmatického retikula. Primárním nákladem, který je obvykle schopen svést někoho dalšího, jsou endozomální váčky. Stopování se dostalo do centra pozornosti vědců teprve nedávno, takže zatím není jasné, jak je tento systém vazeb regulován a zda má pro náklad, který se pohybuje stopem, nějaké výhody oproti klasickému připojení na molekulární motor.

Podobnou úlohu ve vnitrobuněčném transportu jako mikrotubuly a kineziny/dyneiny může plnit i aktinová síť a po ní se pohybující bílkovinné motory myoziny. Systém pracuje na podobném principu, obvykle však nezajišťuje dopravu na delší vzdálenosti v rámci buňky, nýbrž jen lokální doladění polohy nákladu. Aktin však může být podstatou zcela jiného pohybu uvnitř buňky, a to dokonce bez přítomnosti molekulárních motorů.

POHYB CIZORODÝCH BAKTERIÍ

Jde o pohyb, který byl objeven nejprve u bakterií rodu *Listeria*, později i *Shigella* a *Rickettsia*. Jedná se o patogeny, které mohou být příčinou i lidských nemocí. Tyto bakterie aktivně pronikají do savčích tkání, mohou být pohlceny do nitra buňky, z fagozomu (zvláštního typu váčku) však dokážou uniknout. V hustém prostředí cytoplazmy by se však nemohly efektivně pohybovat. Na svém povrchu proto nesou speciální bílkoviny spouštějící masivní sestavování (polymeraci) aktinových stavebních jednotek přítomných volně v cytoplazmě savčí buňky do vláken, což vede k reaktivnímu pohybu celé bakterie.

Polymerace aktinu však pochopitelně nemůže probíhat rovnoměrně na celém povrchu bakterie, to by totiž ke kýženému pohybu nevedlo. Bílkoviny, které aktivují polymeraci aktinu, musí být umístěny asymetricky pouze na části povrchu bakterie, takže bakterie pak v mikroskopu vypadá, jako kdyby měla z aktinu ohon podobný kometě.

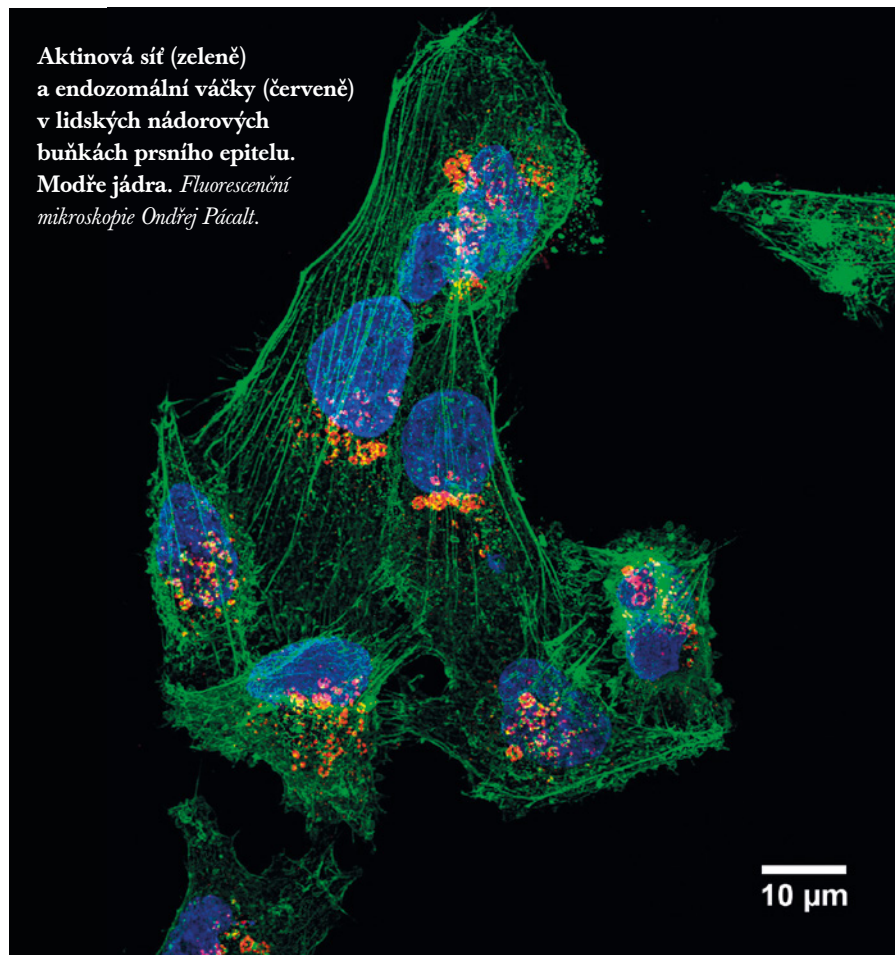
DŮVOD NEZNÁMÝ

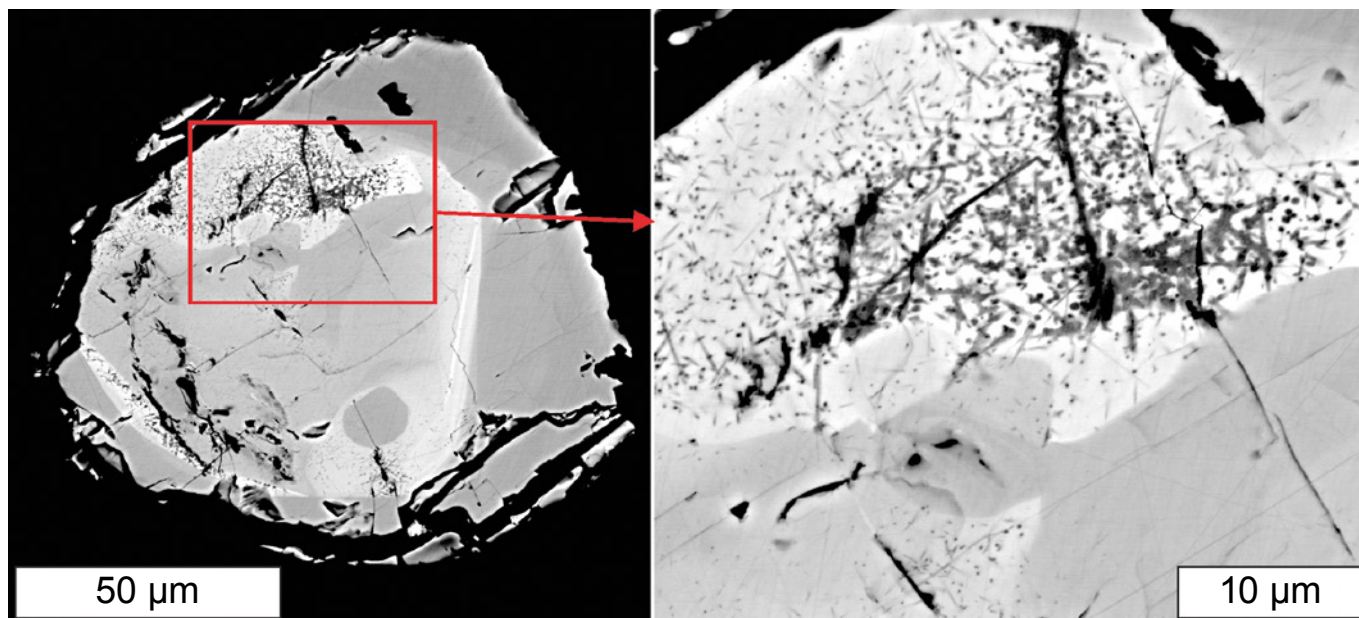
Řízená polymerace aktinových vláken na konkrétním místě však není žádnou specialitou patogenních bakterií. Savčí buňky ji běžně, byť ne tak nápadným způsobem, využívají při tvarování svých membrán. Pokud je na určitém místě třeba z ploché membrány vymodelovat

protáhlou vchlípeninu, která bude později odškrncena jakožto váček, spustí se v tomto místě tvorba aktinové sítě, která nezanedbatelnou silou formuje vznikající útvar.

V dnešní době již máme poměrně podrobně prozkoumány mechanismy vnitrobuněčného transportu. Víme tedy, jakým způsobem se jednotlivé organely či velké komplexy v buňce pohybují. Stále však nerozumíme tomu, proč jsou organely dopravovány na konkrétní místa v buňce a zda se jedná o proces náhodný, či sofistikovaně regulovaný. ●

AUTORKA PRACUJE NA KATEDŘE BUNĚČNÉ BIOLOGIE





Radioaktivní hodiny

Působení radioaktivity zanechává stopy, které umožňují datování hornin

RADIM JEDLIČKA, MARTIN RACEK

Nanočástice, nanotechnologie, nanostruktura, ... V dnešním světě se s předponou nano – setkáváme velice často, aniž si příliš uvědomujeme, co vlastně znamená.

Nanometr (z řeckého vavoc, trpaslík) znamená jednu miliardtinu metru neboli 10^{-9} m (0,000000001 m). Pro představu je to asi desetitisícinou tloušťky lidského vlasu.

V tomto měřítku už se pohybujeme na hranici velikosti molekul a atomů (průměry atomů se pohybují v rozmezí přibližně 0,05 až 0,52 nm). Jevy nebo předměty na této úrovni pochopitelně nelze pozorovat pouhým okem, k zobrazování nanočástic používají vědci elektronové mikroskopy.

VŠUDYPŘÍTOMNÁ RADIOAKTIVITA

Některé přírodní procesy z nanosvětla se nicméně mohou projevovat mikroskopicky, ba téměř makroskopicky. Jedním

z takových případů jsou tzv. štěpné stopy po radioaktivním rozpadu prvků v nerostech.

Ačkoliv má „radioaktivita“ v představách lidí převážně negativní konotace, je nutno říci, že přirozená radioaktivita je jevem v horninovém prostředí prakticky všudypřítomným. Radioaktivní izotopy prvků lze nalézt v mnoha horninotvorných minerálech.

Některé z nich jsou však schopny vázat významnější množství radioaktivních prvků (např. uranu či thoria). Může se jednat přímo o sloučeniny těchto prvků (uraninit, thorit, thorianit atd.), jejich výskyt je ovšem v běžných horninách vzácný. Mnohem častěji jde o sloučeniny, které nominálně tyto prvky neobsahují, ale do své mřížky jsou schopny pojmout jejich zvýšené koncentrace. Nejběžnějšími takovými minerály jsou zirkon, monazit nebo apatit, které se

v malém množství vyskytují téměř ve všech horninách – jedná se o takzvané akcesorické minerály.

JIZVY PO ŠTĚPENÍ

Co za procesy se v takovýchto minerálech obsahujících zvýšené množství radioaktivních prvků odehrává a jakým způsobem je a jejich důsledky můžeme pozorovat? A jaký užitek může takové pozorování přinést?

Uran a thorium jsou těžké prvky, které se skládají výlučně z radioaktivních izotopů. Tyto prvky podléhají radioaktivnímu rozpadu podél takzvaných rozpadových řad na konečný stabilní izotop olova. Během tohoto procesu

► **Uran obsažený v monazitu se může začít spontánně štěpit. Uvolněná energie narušuje krystalovou mřížku minerálu a vznikají trhliny. Ilustrace Martin Racek**

◀ **Štěpné stopy v krystalu monazitu vznikají ve zvýšené koncentraci v zónách s vyšším obsahem uranu (na snímku světlejší oblasti).** Foto Martin Racek

emitují různé typy záření: alfa (jádro He), beta (elektron) a gama (foton).

Kromě toho však tyto prvky podléhají tzv. spontánnímu štěpení, které se v přírodě týká pouze primárních izotopů thoria (^{232}Th) a uranu (^{235}U a ^{238}U). Spontánní štěpení je proces, při kterém se jádro atomu rozdělí na dvě obdobně těžká jádra společně s uvolněním několika neutronů a velkého množství energie.

Při tomto procesu se krystalová mřížka v bezprostředním okolí štěpeného atomu deformuje a tvoří tenké „jizvy“ (ang. fission tracks), dlouhé většinou od 1 000 do 15 000 nanometrů a široké první desítky nanometrů. Takové „škrábance“ jsou pochopitelně pro lidské oko nerozlišitelné. Po naleptání povrchu zrna, které štěpné stopy značně zvýrazní, je nicméně můžeme pozorovat za pomoci optického mikroskopu. I bez naleptání lze tyto úkazy studovat pomocí elektronového mikroskopu.

URČOVÁNÍ STÁŘÍ

Koncentrace štěpných stop roste s rostoucím obsahem radioaktivních prvků, zejména U a Th, které jejich vznik způsobují. Kromě toho je však počet štěpných stop závislý také na stáří daného minerálu – čím starší zrno je, tím více štěpných stop v něm vznikne.

A právě počet takových stop (a případně jejich šířka a délka) v krystalech se používá jako jedna ze základních metod v geovědní disciplíně zvané geochronologie. Ta se zabývá určováním stáří minerálů, hornin nebo kompletních geologických procesů.

Pokud zůstaneme u spontánního štěpení, právě znalost počtu a velikosti štěpných stop ve spojení s informací o koncentraci radioaktivních izotopů je klíčem k určení doby, kdy studovaný minerál vykrytalizoval.

Tato datovací metoda je ovšem omezena pouze na izotop ^{238}U . Ten jako jediný s ohledem na poločas rozpadu produkuje významné množství přirozených štěpných stop, zatímco příspěvek ^{235}U a ^{232}Th je zanedbatelný. Minerály, u kterých se tato metoda používá, jsou zpravidla apatit, titanit a zirkon, které nejčastěji obsahují uran v dostatečných koncentracích.

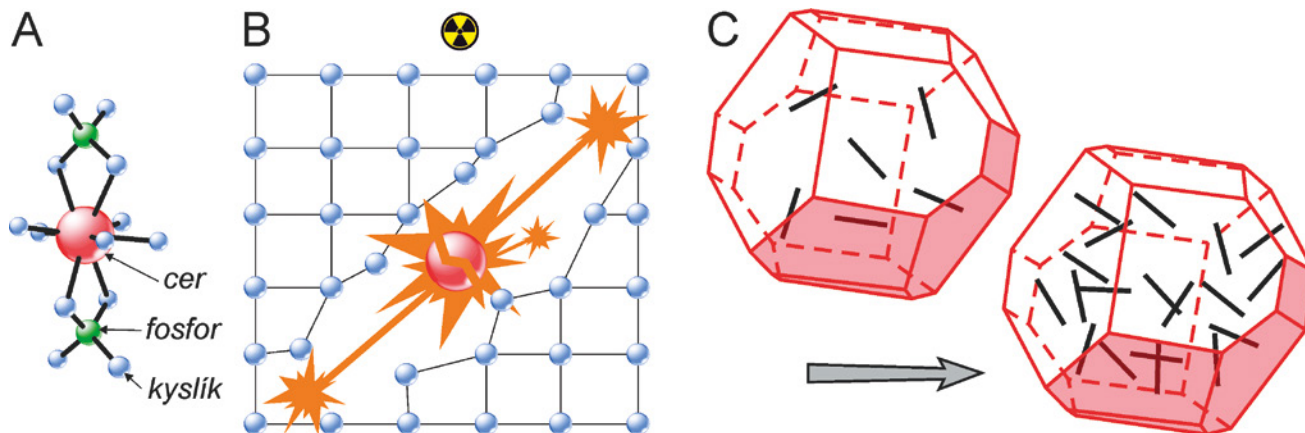
JEN NÍZKÉ TEPLoty

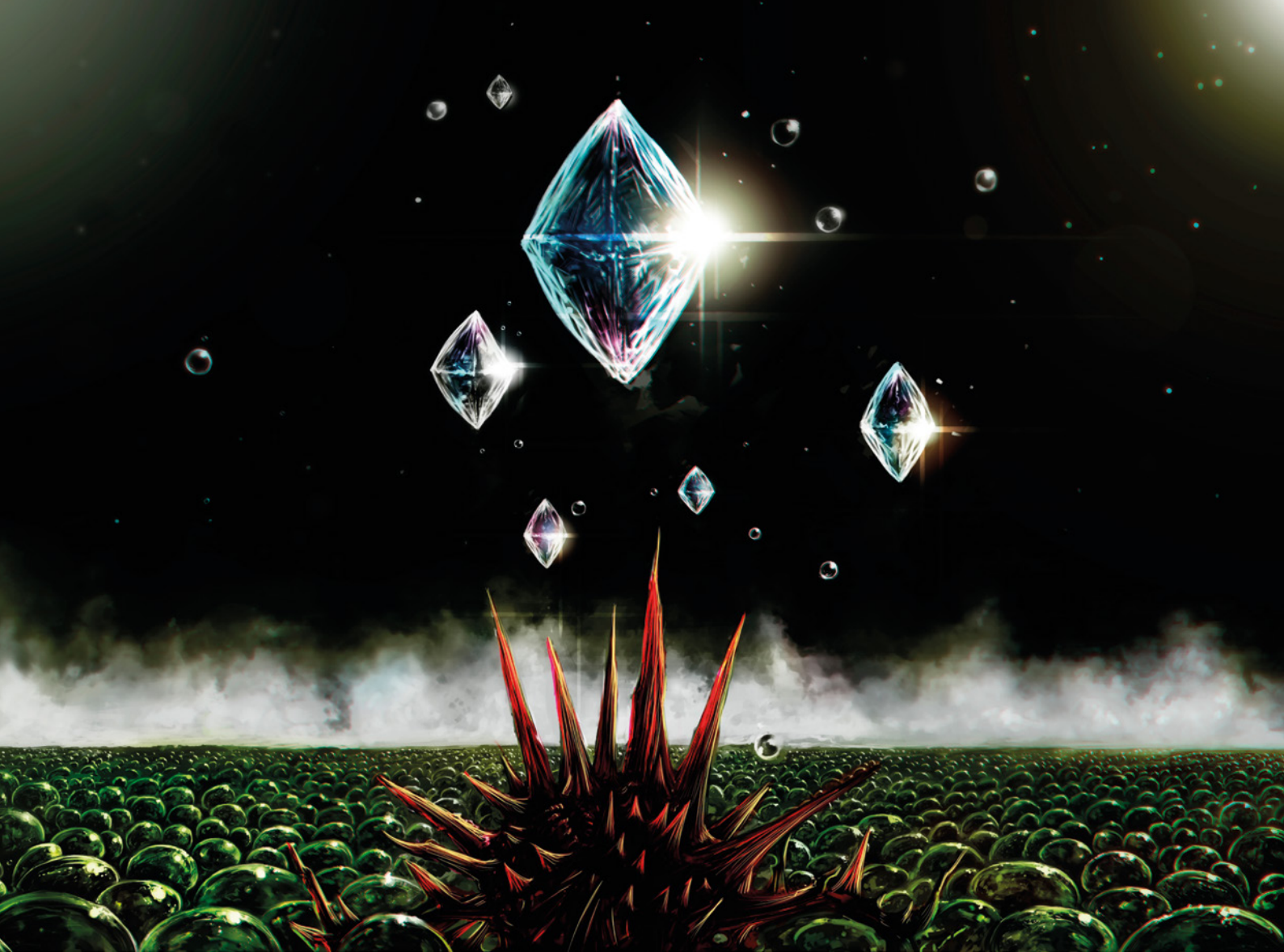
Vznik štěpných stop, které v minerálu pozorujeme, je kromě koncentrace uranu a času závislý především na teplotě. Pokud totiž teplota překročí určitou hodnotu (tzv. závěrnou teplotu), štěpné stopy se velmi rychle zahojí. Proto máme možnost pozorovat pouze ty stopy, které vznikly při poklesu teploty pod tuto hodnotu.

Závěrná teplota je u různých minerálů odlišná, nepřekračuje ovšem cca $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z toho plyne, že metoda určení stáří založená na počítání štěpných stop se používá pro datování poměrně nízkoteplotních procesů. Vhodnou kombinací datovaných minerálů s odlišnou závěrnou teplotou však lze docílit poměrně přesné představy o pohybu hornin z hloubky kolem 10 km směrem k povrchu.

Spontánní štěpení je tedy dobrým příkladem, jak se jevy s původem v měřítkách nanometrů mohou projevovat způsobem, který je již možno relativně snadno pozorovat pomocí elektronové, či dokonce optické mikroskopie a který nakonec můžeme prakticky využít k získání důležité informace o stáří geologických procesů. ●

AUTOŘI PRACUJÍ V ÚSTAVU PETROLOGIE A STRUKTURNÍ GEOLOGIE





Dobrodružství ve světě trpaslíků

Syntetická nanotechnologie má dlouhou historii a slibnou budoucnost

JAN HAVLÍK

Ačkoliv by se mohlo ze stránek časopisů zdát, že nanotechnologie jsou záležitostí několika posledních let, důkazy o jejich využití nalezneme již na přelomu starověku a středověku. Patří k nim například pozoruhodné Lykúrgovy poháry ze 4. stol. n. l., které jsou schopny měnit svou barvu v závislosti na typu osvětlení.

ŽÁDNÁ NÁHODA

Příčinou tohoto neobvyklého chování je nepatrné množství nanočástic slitiny stříbra a zlata o chemickém složení Au_3Ag_7 . Vědci předpokládají, že tyto nanočástice byly připraveny rozemletím kousků slitiny až na prach a jeho následným smísením s roztaveným

sklem. Velikost takto připravených nanočástic byla pouhých 50 nm, tedy tisíckrát méně, než je průměr lidského vlasu. Přesný poměr kovů obsažených ve skle navíc svědčí o tom, že tehdejší odborníci přesně věděli, co dělají a můžeme je tedy s jistotou označit za nanotechnologické průkopníky.

◀ **Speciálně upravené nanodiamanty dokážou označit rakovinné buňky. Díky tomu je můžeme pod mikroskopem spolehlivě identifikovat.** *Ilustrace Karel Cettl.*

FEYNMANOVO PROROCTVÍ

Skutečné pochopení možného dopadu nanotechnologií však přišlo až ve 20. století. Za jejich moderního vizionáře můžeme označit Richarda Feynmana, který již v roce 1959 ve své slavné přednášce „Tam dole je místa dost“ naznačil možný směr budoucího vývoje. V sugestivní řečnické otázce „Proč bychom nemohli zapsat na špendlíkovou hlavičku všech 24 dílů *Encyklopedie Britannica*?“ nastínil Feynman možnost ukládání obrovského množství dat do velmi malých objemů.

Dokonce sám navrhl způsoby, jakými by bylo možné s hmotou v takovýchto rozměrech manipulovat. V době sálových počítačů a děrných štítků to sice nejspíše působilo jako fantazírování o daleké budoucnosti, stačilo však pouhých 60 let a jeho myšlenky se začínají uskutečňovat – na moderní mikro SD kartu o velikosti nehtu se celá *Encyklopedie Britannica* vejde více než 500krát.

NEJDE JEN O VELIKOST

Jak velké je tedy takové „nano“? Pro hrubou představu můžeme využít třeba běžný kancelářský papír – jeho tloušťka je 100 000 nm. Anebo lidské nehty – ty rostou tempem 1 nm/s. Nanosvět se však od běžného světa kolem nás neliší jen svými rozměry. Platí v něm i trochu odlišné fyzikální zákony.

Díky nepatrné hmotnosti nanočástic můžeme například v podstatě zanedbat gravitaci. Významnou roli mají naopak kvůli malým vzdálenostem elektrostatické síly. Mimořádně důležité jsou také různé kvantové efekty, díky kterým mění nanomateriály své fyzikální vlastnosti pouhou změnou velikosti. Rozpůlením nanokrys-

talku, který pod UV světlem fluoreskuje zeleně tak můžeme například získat dva menší, které budou fluoreskovat modře.

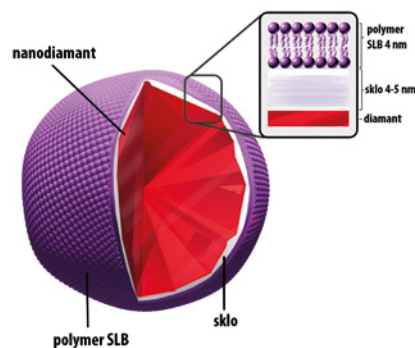
SHORA I ZDOLA

S těmito a mnoha dalšími záležitostmi se musí dennodenně potýkat každý, kdo se rozhodne v tomto podivuhodném světě něco nového vytvářet. První problém nastává už v okamžiku, kdy vědec začne přemýšlet, jak nový nanomateriál vyrobit. V principu má totiž dvě možnosti. Buďto může vzít velký kus látky a postupně ho rozbíjet na menší a menší částičky, dokud nezíská nanočástice požadované velikosti.

Nebo může vzít naopak jednotlivé atomy či molekuly a postupně je, podobně jako kostičky lega, spojovat do větších celků. První postup vědci nazývají „top-down“ a je typický spíše pro fyzikální metody. Druhý, stavebnicový, se označuje jako „bottom-up“ a velmi často je využíván v syntetické nanochemii. Ke chtěnému cíli mohou nicméně vést oba a je pouze na výzkumníkovi, který z nich zvolí jako vhodnější.

ZNAČKOVÁNÍ RAKOVINNÝCH BUNĚK

Samotnou přípravou nanočástic však práce vědců většinou nekončí, nýbrž začíná. Připravovaný materiál je totiž potřeba



▲ **Nanodiamant je napřed obalen tenkou vrstvou skla a poté pokryt vhodným polymerem.** *Ždroj ÚOCHB AV ČR.*

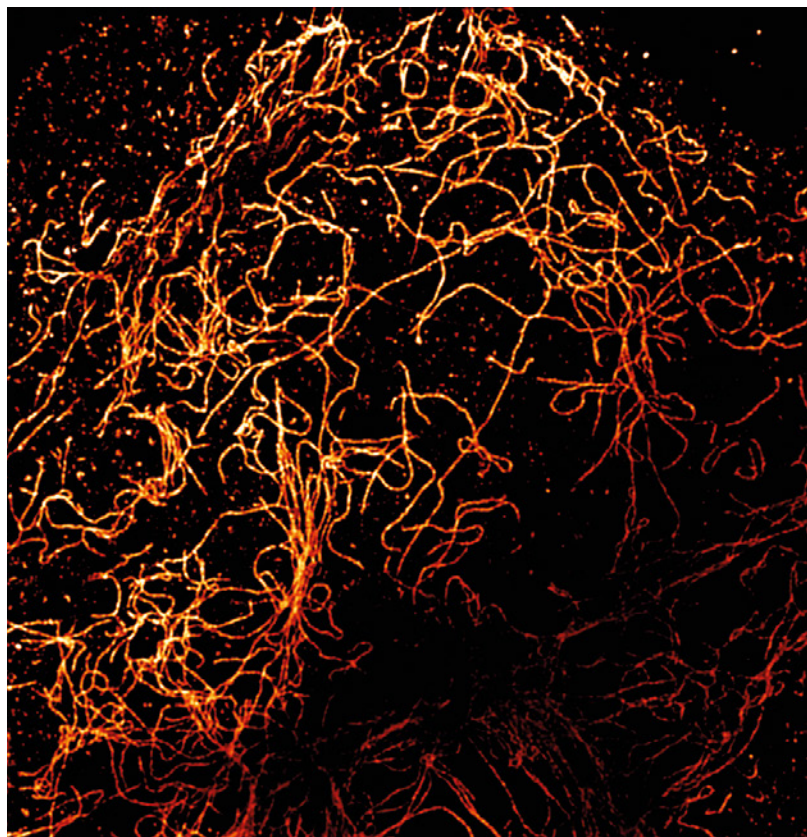
chemicky přizpůsobit pro požadované účely. Tento postup si můžeme demonstrovat na příkladu skutečného (pro naše účely poněkud zjednodušeného) projektu z laboratoře dr. Cíglera na UOCHB AV ČR. Jeho podstatou je příprava nanočástic schopných rozpoznat a viditelně označit rakovinné buňky mezi buňkami zdravými.

Jako základ připravovaných nanočástic zvolíme krystalky fluorescenčních nanodiamantů, které nám poslouží také jako svítící značka, neboť se v zeleném světle umí červeně rozzářit. Abychom získali částice s hladkým a kulatým povrchem, obalíme diamantové krystalky do tenké vrstvičky skla, podobně jako se obalují oříšky do čokolády, a následně k nim připojíme dlouhé řetězce vhodného polymeru.

Ty zabrání nechtěnému přilepení nanočástic na povrch zdravých buněk a zamaskují částice před pozorností ostrážitých bílých krvinek. Na závěr pak k polymeru opatrně připevníme i speciální cílicí molekuly, které umí přichytit nanočástice k rakovinným buňkám podobným způsobem, jako se chytají plody bodláku na vlněný svetr. Pokud se pak na takto označené buňky podíváme pod mikroskopem, přítomnost malých červených světýlek nám bezpečně prozradí, zda se jedná o škodlivé rakovinové bujení, nebo o buňky zdravé.

Podobných výzkumů, jako je ten výše uvedený, probíhá nyní ve světě i u nás celá řada napříč mnoha oblastmi vědy. Díky vzájemné spolupráci vědců z různých oborů také rychle roste složitost a důmyslnost jejich objevů. Zatímco my se začínáme v obchodech teprve seznamovat s prvními jednoduchými aplikacemi, vědecké laboratoře již usilovně pracují na nanostrukturách a zařízeních, které v příštích desetiletích změní náš svět k nepoznání. Feynman by byl nepochybně nadšen! ●

AUTOR PRACUJE V ÚSTAVU ORGANICKÉ CHEMIE A BIOCHEMIE AV ČR



Cesty pod povrch živého

Nové metody mikroskopování dramaticky zvýšily možnosti vědců

ONDŘEJ ŠEBESTA

Odedávna se lidé snaží spatřit věci, jež pro svou titěrnost unikají prostému oku. V tomto úsilí se jim stala mocným nástrojem mikroskopie. Od vynálezu prvního optického mikroskopu v 16. století vzniklo mnoho metod, jak miniaturní objekty zkoumat. Každá metoda má ovšem své limity rozlišení, které lze popsat jako schopnost mikroskopu odlišit od sebe dva objekty.

ZVĚTŠIT, ALE NEZABÍT

V biologii se nejčastěji používá optická, resp. fluorescenční, a elektronová mikroskopie. Optická mikroskopie vyniká v relativně jednoduché přípravě vzorků

a možnostech pozorovat živé objekty. Příprava vzorku do elektronového mikroskopu je oproti tomu náročnější a má specifická omezení. Čím však vyniká, je rozlišení čili míra pozorovatelných detailů.

V elektronové mikroskopii rozlišíme objekty o velikosti desítek či jednotek nanometrů. Standardní optickou cestou lze díky tzv. difrakčnímu limitu dosáhnout maximálního rozlišení přibližně 200 nm. Nebylo by ovšem krásné dosáhnout v optickém mikroskopu – třeba při pozorování živých vzorků – mnohem lepšího rozlišení?

ZHASÍNÁNÍ SVĚTLEM

Tuto otázku si kladl nobelista Stephan Hell, který v 90. letech sestrojil 4Pi mikroskop, který skládá obraz ze dvou stejných objektivů, což vlastně odpovídá pozorování jedním objektivem s dvojnásobnou numerickou aperturou. Tento mikroskop také významně zvýšil rozlišení v ose Z, které je tradičně několikrát horší než rozlišení v osách X a Y.

Hella při pobytu ve Finsku napadlo použít k překonání difrakčního limitu světla kombinaci vlastností fluorescence a výkonných laserů. Elektron excitovaný fluorescencí lze totiž nezářivě

◀ **Fluorescenční barvení intermediálních filament buněčného cytoskeletu, konkrétně proteinu vimentinu. Vpravo obrázek z konvenčního wide-field fluoreescenčního mikroskopu, vlevo obrázek získaný metodou strukturovaného osvětlení (SIM).** Foto Marie Olšinová.

srazit na jeho základní energetickou hladinu světlem o přesně dané vlnové délce. Jde o metodu STED – stimulated emission depletion –, která funguje tak, že se zhasí laser zformuje v okolí excitačního paprsku do tvaru kroužku. Tím se efektivně sníží velikost plochy, ve které při skenování konfokálním mikroskopem dojde k vyzáření fluorescence.

Tímto způsobem lze dosáhnout několikanásobně vyššího rozlišení, než poskytuje tradiční konfokální mikroskop. Správným tvarováním zhasícího paprsku lze dosáhnout i zlepšení v ose Z. Nevýhodou tohoto postupu je, že pro efektivní zmenšení excitační plochy je třeba velmi vysokých energií, které jsou často neslučitelné s udržením vzorku při životě.

V současnosti proto Stephan Hell pracuje na opačném přístupu, kdy bude speciálně tvarován excitační paprsek, v jehož středu molekula svítit nebude. Díky znalosti pozice paprsku bude možné přesně určit polohu molekuly a za použití mnohem menší energie získat superrezoluční obraz slučitelný s pozorováním živých buněk.

NAJDI MOLEKULU

Stephan Hell nazývá superrezoluční techniky obecně „hrou zapnuto–vypnuto“. V principu lze totiž překonat difrakční limit tak, že nebudeme pozorovat všechny svítící molekuly najednou, ale postupně. Na tomto

principu vznikla metoda „lokalizace jednotlivých molekul“ (single molecule localization microscopy – SMLM), u které je třeba molekuly nějakým způsobem rozblíkat.

V zorném poli se pak nachází několik difrakčně limitovaných bodů „rozmazaných“ molekul, v jejichž středech lze velmi přesně spočítat pozici svítící molekuly. Nasnímáním a vyhodnocením několika tisíců obrázků lze vytvořit mapu molekul a následně superrezoluční obrázek. S tímto nápadem přišel jako první Eric Betzig, který ale dlouho nevěděl, jak molekuly rozblíkat. Pomohl mu až objev fotoaktivovatelného zeleného fluorescenčního proteinu (pa GFP) Williamem Moernerem.

Nakonec doma v obýváku sestrojil mikroskop schopný postupně rozsvěcet a zhasínat molekuly pa GFP a výsledek publikoval. Lokalizačních metod existuje více a liší se převážně ve způsobu rozblíkávání molekul, tak aby jich v jednu chvíli svítilo v obrázku jen několik. V roce 2014 získali Hell, Betzig a Moerner společně za rozvoj mikroskopie Nobelovu cenu za chemii.

MIKROSKOPOVÁNÍ PŘES MŘÍŽKU

V roce 2000 byl postaven první superrezoluční mikroskop pracující na principu strukturovaného osvětlení – „structured illumination microscopy“ (SIM). Pokud je vzorek obsahující vysoké prostorové frekvence osvětlen známým a dobře definovaným opakujícím se vzorem, vznikne moiré s nižšími frekvencemi, které lze snadno zaznamenat. Pomocí

▶ **Vědci na PřF UK mají k dispozici špičkový nanoskop Zeiss Elyra PS.1, který využívá technologie strukturovaného osvětlení (SIM) a přesné lokalizace molekul (PALM/STORM).** Zdroj Flickr.com, ZEISS Microscopy, CC BY 2.0

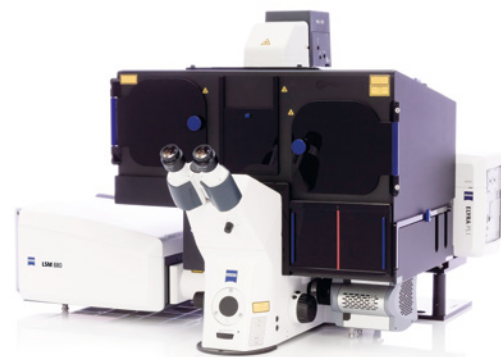
Fourierovy transformace se lze následně dopočítat obrazu s rozlišením zhruba dvakrát lepším, než je difrakční limit.

Výhodou SIM, na rozdíl od metody STED nebo SMLM, je absence speciální přípravy vzorku či specifických fluorescenčních barviček. Téměř každý vzorek vhodný pro konfokální mikroskop je vhodný i pro SIM. Iluminační vzor je pro vytvoření obrázku nutné několikrát posunout a pootočít, což je v případě pevně dané mřížky poměrně časově náročné. S nástupem moderních optických prvků, jako jsou elektronicky řízené prostorové modulátory světla, lze však vytvářet strukturované vzory mnohem rychleji a přesněji, což otevírá možnosti využití SIM i pro pozorování živých vzorků.

DALŠÍ VÝVOJ

Superrezoluční mikroskopie, zvaná též nanoskopie, neboť dosahuje rozlišení v řádu desítek nanometrů (1 nm = miliontina milimetru), podléhá v současnosti překotnému vývoji a otevírá cestu k poznání nejmenších detailů v biologických procesech. V tomto článku není prostor rozebrat dopodrobna veškeré SR techniky. Zvědavý čtenář si však již snadno najde více informací sám. ●

AUTOR JE VEDOUCÍM LABORATOŘE KONFOKÁLNÍ A FLUORESCENČNÍ MIKROSKOPIE





Osud nanočástic v přírodě

Do životního prostředí vstupují obtížně předvídatelné látky

JAROSLAV SEMERÁD

Částici můžeme nazývat nanočásticí, pokud má alespoň jeden rozměr v rozmezí 1–100 nm. V přírodě nejsou žádnou novinkou, na Zemi jsou přítomny od samého počátku. Vznikají během dramatických přirozených procesů, mezi které patří například vulkanická činnost nebo lesní požáry. Při nich vznikají prach a saze s částicemi o velikosti v řádu nanometrů, které se zároveň uvolňují do ovzduší.

Tvorba nanočástic provází i nenápadnější přírodní procesy, jako je eroze půdy či lámání vln v mořích a oceánech. A v neposlední řadě je dokázoáno za vhodných podmínek vytvářet a akumulovat také některé mikroorganismy.

VŠUDYPŘÍTOMNÉ PLASTY

Vlivem lidské činnosti dochází ke vzniku takových částic dnes a denně, a to takových, jaké v životním prostředí dosud neměly obdoby. Vznikají necíleně,

například jako vedlejší produkty při průmyslové výrobě nebo při obrušování pneumatik o vozovku. A jejich nepřehlédnutelným zdrojem je samozřejmě plastový odpad.

Působením různých fyzikálně-chemických dějů se nerecyklované plasty rozpadají na menší částice v řádech mikrometrů a nanometrů – mikroplasty a nanoplasty. Takovéto částice se následně dostávají do životního prostředí

◀ **Do jemna obroušené plasty se na plážích často mísí s pískem. Mechanickým a chemickým působením se částičky dále zmenšují až na mikro a nanouroveň.** Zdroj Flickr.com, autor Wolfram Burner, CC BY-NC 2.0

a v současnosti již byly zaznamenány jak v mořské, tak sladké vodě a rovněž ve vzduchu jako součást prachových částic.

Nanočástice se neliší od větších částic pouze svou velikostí v řádech nanometrů, ale i dalšími vlastnostmi. S klesající velikostí částice roste exponenciálně její aktivní povrch a dochází ke změnám jejich fyzikálně-chemických vlastností. Běžným jevem, který lze postřehnout pouhým okem, je například změna barvy u některých kovových nanočástic v závislosti na jejich velikosti.

TECHNOLOGICKÝ BOOM

Unikátními vlastnostmi nanočástic se zabývá nanotechnologie. Tento prudce se rozvíjející obor umožnil zapojení nanočástic do mnoha odvětví, a to především spojováním jednotlivých částic do větších celků při současném zachování jejich unikátních vlastností. Vzniklý materiál uměle poskládaný z nanočástic, který si drží stále alespoň jeden velikostní rozměr v řádech nanometru, se nazývá nanomateriál.

V posledních 20 letech došlo k velkému nárůstu zájmu o nanotechnologie a produkce uměle vyrobených nanočástic a nanomateriálů se zmnohonásobila. Tyto materiály prodělaly dramatický vývoj a v současnosti jsou již jejich nejmenšími konstrukčními prvky samotné

▶ **Snímek mikro a nanoplastů ve zdroji vody pořízený pomocí skenovací elektronové mikroskopie.** Autor doc. Martin Pivokonský, Ústav pro hydrodynamiku AV ČR.

atomy, což vytváří téměř neomezený prostor pro design nových nanočástic.

Nárůst produkce provázený rozšiřováním možností jejich využití v běžných produktech – od stříbrných nanovláken v ponožkách až po nanočástice oxidu titanu v zubních pastách – přispívá k jejich začleňování do životního prostředí, kde interagují s nejrůznějšími organismy, samozřejmě včetně člověka.

DŮVOD K OPATRNOSTI

Ze zkušeností získaných během ekologických katastrof minulého století si je lidstvo vědomo nutnosti nově vyrobené látky testovat a zkoumat jejich potenciálně negativní vliv na životní prostředí. Dříve než se začnou plošně využívat, je proto u všech nově vyvíjených nanomateriálů do jisté míry prověřována jejich toxicita. V posledních několika letech byla pozornost zaměřena především na chování a osud těchto látek v životním prostředí. Nejde jen o to, že nanočástice životní prostředí ovlivňují – tento komplexní systém také naopak ovlivňuje chování částic.

Po vstupu do životního prostředí se nanočástice shlukují a jen velmi mála část z nich si zachová svou velikost. Ve vodě vede shlukování neboli agregace k usazování a koncentraci některých



z nich u dna. Agregaci ovlivňuje mnoho faktorů. Některé pozitivně, jako například salinita vody, která silně podporuje shlukování nanočástic, jiné naopak negativně, když částice stabilizují nebo jejich shluky rozrušují.

Ke klasickým starým kontaminantům zejména z řad chemikálií se v současnosti přidává i mnoho nových. Z dosavadních studií je patrné, že nanoforma testovaných látek je výrazně toxicitější než forma klasická, a je možné, že některé z nanočástic budou obdobně působit i v životním prostředí.

TĚŽKO PŘEDVÍATELNÉ ÚČINKY

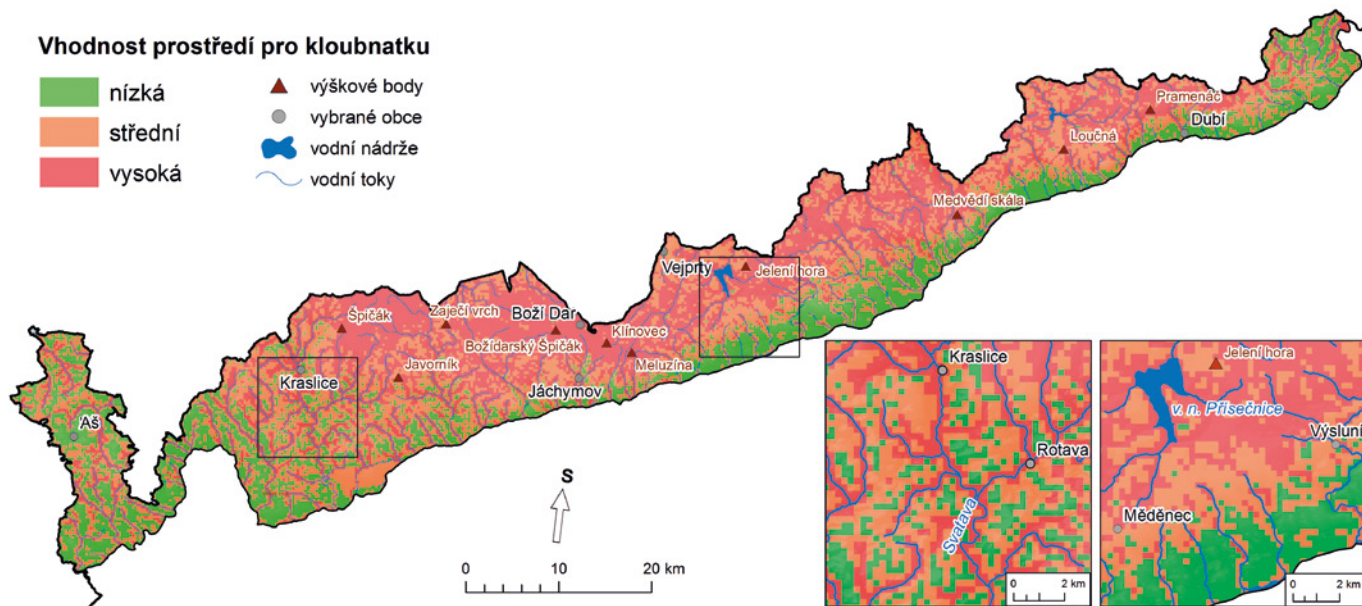
Výše uvedené agregáty (shluky) mají toxicitu zpravidla výrazně nižší. Vlivem sedimentace ve vodě se však u dna usazují daleko větší koncentrace nanočástic než v samotném vodním sloupci a mohou být mnohem nebezpečnější pro zde žijící organismy.

Dalším důležitým aspektem je zachytávání (sorpce) jiných kontaminantů na nanočástici z důvodu jejího velkého sorpčního povrchu. Tímto způsobem se mohou toxické kontaminanty vázat na nanočástice a tím se například odstraňovat z vody. Anebo se mohou na nanočástici naopak hromadit a eventuálně ji použít jako dopravní prostředek při putování mezi ekosystémy.

Při vývoji jakékoli technologie je nutné porozumět její podstatě, vyvarovat se všech nežádoucích efektů a minimalizovat tak riziko pro životní prostředí, kterého jsme součástí. S účinkem nanočástic se stále poji spousta nezdopovězených otázek, a je tedy namístě se osudem nanomateriálů i jejich vlivem na životní prostředí dále zabývat – a především využívat jejich potenciál s určitou obezřetností. ●

AUTOR STUDUJE NA ÚSTAVU PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Vhodnost prostředí pro kloubnatku



Nenápadný původce zkázy

Horské smrčiny v severních Čechách čelí další těžké zkoušce

VLADIMÍR ZÍKA, KAREL ČERNÝ

Krušné hory a jejich lesy prošly a dosud procházejí nejrůznějšími dramatickými proměnami a jedné z nich jsme svědky i v současné době. Před necelými deseti lety bylo v Krušných horách zaznamenáno rychle postupující poškození porostů smrku pichlavého (*Picea pungens*) – odolné náhradní dřeviny vysázené na imisních holinách.

Brzy se ukázalo, že chorobu způsobuje u nás prakticky neznámá mikroskopická houba. Její výzkum probíhající v těchto letech nejen že poodhalil historii jednoho zajímavého problému, ale potvrdil i úsloví, že všechno zkrátka souvisí se vším...

KLOUBNATKA ZNÁMÁ I NEZNÁMÁ

Mikroskopická houba nesoucí zvláštní jméno kloubnatka smrková (*Gemmanomyces piceae*) parazituje převážně na exotických druzích smrku, jejím nejčastějším hostitelem je smrk pichlavý.

Houba byla poprvé nalezena v roce 1906 ve Skotsku, kde způsobovala nepříliš významné usychání pupenů napadených stromů. Donedávna byla považována spíše za zřídka se vyskytující zvláštnost chladnějších oblastí Evropy a nebyla jí věnována téměř žádná pozornost. Nikdo nepředpokládal, jakou pohromou se může kloubnatka stát pro tisíce hektarů náhradních porostů v Čechách.

Podrobnějším studiem literatury se ukázalo, že oproti dosavadnímu mínění je kloubnatka v Čechách sice pravděpodobně nepůvodní, přesto ale starý známý. Poprvé zde byla zjištěna už v r. 1909 (celosvětově druhý nález) c. k. fytopatologem dr. Köckem. Houba byla zjištěna v okolí loveckého zámečku Kladská, kam ji dovezl z Německa spolu s okrasnými stromky smrku pichlavého tehdejší majitel panství, princ Schönburg-Waldenburg – mimo jiné milovník

pěstování exotických rostlin, např. bolševníku velkolepého.

Zpráva o kloubnatce zapadla, stejně tak jako další doklady o jejím výskytu u nás v následujícím desetiletí. Proč se tak stalo, když se dnes (nejen) v západních Čechách tak hojně vyskytuje? A proč vlastně z ničeho nic došlo o sto let později k epidemii choroby v Krušných horách? Jaké faktory rozšíření houby podmiňují a jak je vlastně v současnosti poškození v Krušnohoří rozloženo?

SIRNÝ PARADOX

Odpovědi na tyto otázky bylo možno získat pomocí série experimentů,

► **Kloubnatka napadá pupeny smrků pichlavých a způsobuje jejich typickou deformaci.** *Ždroj Flickr.com, autor Phoenix Wolf-Ray, CC BY*

◀ Mapa zachycuje oblasti Krušných hor, které jsou nejvíce zasaženy epidemií kloubnatky. Autor Vladimír Žyňa

terénních sledování a důkladných statistických vyhodnocení. Předně se podrobnější analýzou ukázalo, že kloubnatka smrková je chladnomilná houba oblibující spíše srážkově bohatší oblasti. Těžiště jejího výskytu by tudíž mělo spadat do boreálních lesů – v ČR pak do vyšších poloh srážkově bohatých pohraničních pohoří.

Do Krušných hor a sudetských pohoří byl smrk pichlavý masivně vysazován už od 60. let minulého století. Po desetiletí však na něm nebylo kupodivu pozorováno žádné poškození. Tento rozpor byl vysvětlen experimentem, který ukázal, že klíčení spor kloubnatky, kterými se houba šíří, je inhibováno sírou o nesrovnatelně nižších koncentracích, než kterých bylo u nás běžně dosahováno v důsledku znečištění ovzduší v 2. pol. 20. století. Zdá se tedy, že masivnímu šíření kloubnatky bránilo imisní zatížení – síra je nakonec dodnes běžně používaný, vysoce účinný fungicid.

K poklesu koncentrací síry pod kritickou hodnotu došlo až koncem 90. let v důsledku odsíření hnědouhelných

elektráren. A přelom tisíciletí je přesně ta doba, která byla statistickým modelem určena jako období počátku rozvoje epidemie kloubnatky v Krušných horách (Černý a kol. 2016).

NEJVÍCE OHROŽENÉ LOKALITY

Následoval rozsáhlý terénní průzkum, identifikace faktorů prostředí (porostních a environmentálních) podmiňujících rozvoj choroby a nakonec vytvoření map poškození porostů smrku pichlavého a vhodnosti prostředí Krušných hor pro kloubnatku smrkovou.

V průběhu prací se podařilo potvrdit, že intenzita poškození porostů je svázána s celou řadou porostních charakteristik (např. výška porostů, konkurence stromů atd.) a také environmentálních faktorů (např. průměrný úhrn srážek a průměrná teplota, přítomnost vodních toků, tvar reliéfu atd.).

Dále se nám povedlo určit porosty a oblasti, které jsou kloubnatkou ohroženy nejvíce a které naopak nejméně. Pokud výsledky zjednodušíme, můžeme říci, že nejvíce zatížené jsou nejvyšší polohy náhorní plošiny Krušných hor (v 6. a 7. lesním výškovém stupni), a to nejen ve východním Krušnohoří poznamenaném imisemi, ale i v západní

části hor, kde kloubnatka nezpůsobuje škody vzhledem k minimální přítomnosti smrku pichlavého.

Obecně se kloubnatce bude dařit na srážkově bohaté náhorní plošině Krušných hor (např. v okolí vodní nádrže Přísečnice) nebo v inverzních polohách zaříznutých údolí v západní části (např. Kraslicko). Menší poškození lze očekávat na prudších svazích a v nižších a teplejších polohách. Vzhledem k celkovému charakteru jsou ovšem Krušné hory pro kloubnatku smrkovou velmi vhodným prostředím.

SMRK NA INDEXU?

Výsledky výzkumu by mohly mít velký význam nejen v plánování přeměny porostů náhradních dřevin (tj. určení, které z nich by měly být přednostně nahrazeny a které mohou počkat), ale do budoucna možná i pro pěstování smrku ztepilého (*Picea abies*), který již je místy rovněž napadán, pravděpodobně v důsledku masivního infekčního tlaku.

Kalamitě v Krušnohoří by určitě měli věnovat zvýšenou pozornost lesní hospodáři ze Spojených států a Kanady. Kloubnatka totiž může představovat velkou hrozbu pro severoamerické boreální a horské jehličnaté lesy. V porovnání s českými škodami by se jednalo o skutečnou apokalypsu.

Článek vychází z výsledků projektu LD15148 s podporou MŠMT ČR Inva-ze *Gemmamyces piceae* v ČR. Rozšíření patogenu, jeho význam a epidemiologie choroby. ●

AUTOŘI PRACUJÍ VE VÝZKUMNÉM ÚSTAVU SILVA TAROUČY PRO KRAJINU A OKRASNÉ ZAHRADNICTVÍ, V. V. I.

◀ Vřečka a zdovité askospory kloubnatky smrkové (*Gemmamyces piceae*). Foto Karel Černý





Nanoplankton a původ uměleckých děl

Zkoumání zkamenělin pomáhá na nečekaných místech

KATARÍNA HOLCOVÁ

Oltářní plátna, obrazárny a galerie, ale i drobné sošky svatých: to vše má působit na naše city, vzbuzovat pocity krásy a povznášet nás nad každodenní povinnosti a starosti.

Nebyl by to však vědec, kdyby i v této atmosféře nekladl otázky, kdo, kdy, kde a jak tyto díla vytvořil. Kromě historiků umění do příběhu uměleckých děl stále častěji vstupují přírodovědci. Chemici určují složení barev, mineralogové identifikují přítomné minerály a geologové a paleontologové studují podkladové vrstvy, na které byly barvy nanášeny. A co zde hledají? Zkameněliny.

NANOFOSILIE A KŘÍDOVÉ ÚTESY

Vzorky z nesmírně cenných uměleckých děl mají objem často méně než krychlový milimetr, o jaké zkameněliny se tedy může jednat? Jde o fosilie z té nejmenší skupiny – nanoplanktonu. Nejčastěji se jedná o terčíky tvořené řasami skupiny Haptophyta, co jsou mořští planktonní bičíkovci. Útvary, o nichž je řeč, se nazývají kokolity.

Kokolity jsou tvořeny čistým uhličitánem vápenatým téměř bez příměsi hořčíku. Z toho je zřejmé, že bičíkovci si budovali masivnější schránky hlavně v obdobích, kdy mořská voda obsahovala minimální množství Mg. Poměr hořčíku a vápníku

se totiž v oceánské vodě cyklicky mění a tzv. kalcitický oceán s nízkým podílem Mg je doložen např. na konci druhohor v křídě. V době, kdy se na pevnině stahovala mračna nad existencí dinosaurů, se v moři natolik dařilo vápnitému nanoplanktonu, že z jeho několika mikrometrů velkých schránek vznikaly horniny. Jsou to známé bílé útesy dover-ské, rujánské a normandské.

Tento plankton se v oceánech vyskytuje i v současnosti. Na družicových snímcích jsou čas od času pobřežní oblasti zbarveny do bíla – to zrovna „kvete“ nanoplankton. Podobně jako u jiných druhů autotrofního planktonu existuje

◀ **Bílé útesy doverské jsou ve skutečnosti mohutnými křídovými sedimenty, které po sobě zanechal vápnitý nanoplankton.** *Zdroj Flickr.com, autor John+Elaine Chesterton, CC BY-SA 2.0*

sezóna, kdy se nanoplankton explozivně množí, až zakalí mořskou vodu.

PODKLAD MISTROVSKÝCH PLÁTEN

A nyní z moře zpátky k umění: jako podkladová vrstva pod výmalbu dřevěných soch a tabulových obrazů se totiž od gotiky používala hornina, která tyto útesy buduje – psací křída. Umělci ctíci tradici svého řemesla si z generace na generaci předávali technologické postupy a přivázeli materiál z oblastí, kde se tehdy psací křída těžila. Tradice přežila až dodnes – jako restaurátorská surovina se stále prodává křída rujánská, šampaňská a belgická.

Unifikace postupů přípravy podkladových vrstev by však výzkumníky měla spíš mrzet. Proč? Protože bez ohledu na dobu, místo a uměleckou dílnu se opakuje stále stejný příběh: všude nacházíme jako podkladovou vrstvu psací křídu. Naštěstí detailní rozbor prozradí daleko víc.

Jak taková podrobná „nanopaleontologická“ analýza probíhá? Při restaurování uměleckého díla je umožněno, aby si přírodovědec odebral jeden či několik málo vzorků podkladových a barevných vrstev. Vzorek má velikost několik milimetrů kubických, zaleje se do

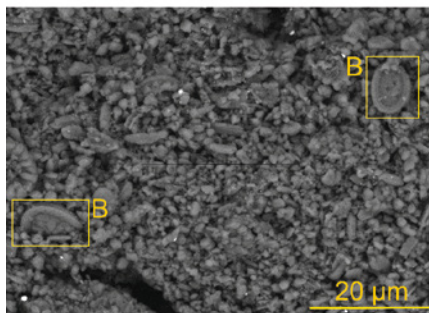
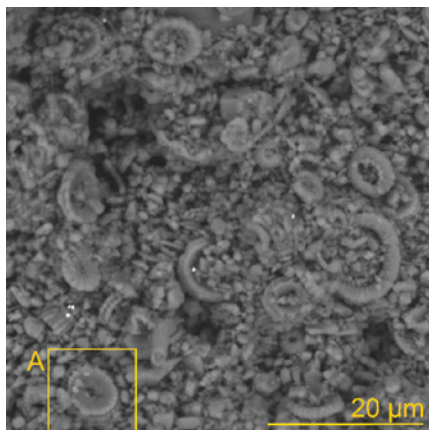
▶ **Vápnitý nanoplankton v podkladové vrstvě. A – *Arkhangelskiella maastrichtiensis* určující svrchně křídový věk horninového materiálu; B – *Watznaueria barnesae* indikující šampaňskou křídu. Řádkovací elektronový mikroskop.** *Foto Ž. Korbelová*

pryskyřice a pod mikroskopem poskytnete pohled lahodící srdci geologa.

V průřezu vzorku se podobně jako na geologickém profilu objeví několik vrstev. V každé vrstvě je zakonzervován čas, místo a okolnosti jejího vzniku, podobně jako je tomu v geologii. V případě uměleckého díla jsou to technologické postupy umělce a dílny, kde vznikalo nebo bylo restaurováno. Restaurování uměleckých děl není totiž moderní vynález, obrazy a sochy se opravovaly už ve středověku. Raně gotická socha tak může mít úpravy pozdně gotické, renesanční i barokní.

CO SKRÝVAJÍ VRSTVY

Ve vzorcích můžeme nalézt kokolity druhů *Arkhangelskiella cymbiformis* a *Arkhangelskiella maastrichtiensis*, které určují svrchně křídový věk horniny (kampán-maastricht). To odpovídá době usazování psací křídu. O původu uměleckého díla by



to ale zase tolik neřeklo – všechny dílny přece využívaly stejný materiál. Jenže to nemusí být vše! Mezi kokolity se může vyskytnout druh *Watznaueria barnesae*, který má raději teplejší moře a pochází nejspíš z oblasti tzv. šampaňské křídu. V Německu, kde sedimentovala rujánská křída, prakticky nežil.

Zajímavé informace může poskytnout i míra poškození nanoplanktonu. V některých podkladových vrstvách je nanoplankton téměř nepoškozený, jinde je značně rozlámaný a najdou se i takové, kde je zcela rozdrčený. Může být také dobře zachovaný na bázi, zatímco výše jsou kokolity silně rozdrčené.

Křídový materiál byl patrně před použitím namlet. Uvedené odlišnosti by pak mohly prozrazovat „rukopis“ určité dílny – některá preferovala nemletý materiál, jiná horninu mlela, případně používala rozemletý materiál jenom na povrchové uhlazení podkladové vrstvy.

SLIBNÁ BUDOUCNOST

Požehnáním pro výzkum jsou bohemští umělci, kteří nedovázeli předepsanou surovinu na podkladové vrstvy zdaleka, ale používali netradiční materiály ze své blízkosti. U barokních obrazů se zase jako podkladová vrstva používala terakota či keramický jíl. Tento jíl může být různého geologického stáří a původu, a datování věku horniny tak může poskytnout cenná data sloužící k odhalení místa vzniku uměleckého díla.

Naši „nanodetektivové“ jsou zatím stále začátečníci, o jejich služby při určení původu uměleckých děl se dosud opírá jen několik vědeckých prací. Jak ale budou jejich zkušenosti přibývat, poroste i zájem historiků umění o podobné služby. Máme se nepochybně na co těšit! ●

AUTORKA PRACUJE V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE



Chtěl bych se podívat do prvohor

Lesní požáry, výbuchy sopek a povodně mohou pro někoho být šťastnou událostí

JOSEF MATYÁŠ

Následky katastrof, které se odehrály před mnoha miliony let, zajímají například paleobotanika a geologa docenta RNDr. Stanislava Opluštila, Ph.D., z Přírodovědecké fakulty UK v Praze.

Jedna z vašich studií detailně popisuje nálezy v bývalém černouhelném lomu u obce Radnice na Plzeňsku. Čím vás toto místo zaujalo?

Nacházejí se zde zkameněliny stromových forem přesliček a plaviní z období mladšího karbonu. Jde o světově ojedinělou lokalitu, neboť flóra je zachována na místě růstu.

Jak k tomu došlo?

Přibližně před 314 miliony let vybuchla sopka v oblasti, kde je dnes město Cínovec, a sopečný popel zasypal velkou část severních a západních Čech. Padající popel vstřebal vlhkost z atmosféry, ztěžkl a zasáhl i rašeliniště u dnešní obce Radnice. Nejprve pohřbil podrost malých rostlin. Velké přesličky a plavuně nějakou dobu odolávaly, ale pak stále větší vrstva popílku polámala větve a nakonec padly i některé kmeny. Když popel zatížil rašelinu, vytlačil z ní vodu a vzniklo rozsáhlé mělké jezero. Z hladiny trčely jen pahýly mrtvých stro-

mů. Čechy se tehdy nacházely v oblasti rovníku, kde panovalo tropické podnebí a hodně pršelo. Deště splavily popel z okolních kopců do jezera a během velmi krátkého období, patrně několik měsíců, se na slehlé rašelině uložila vrstva přeplaveného popela mocná až 10 metrů.

Jak dlouho asi sopečná apokalypsa trvala?

Pravděpodobně šlo o jednorázovou záležitost, která probíhala nejvýše několik dní. Odhadujeme to na základě analogie s podobnými událostmi, jako například

◀ **Vrstvy sopečného popela v lokalitě Wuda ve Vnitřním Mongolsku skrývají až metr velké otisky vějířů kapradin. Pro paleobotanika je takový nález pochopitelně důvodem k velké radosti.**

Foto archiv Stanislava Opluštila

v Pompejích, kde popel padal více dnů. Popel, který zasypal rašeliniště, dnes tvoří asi 60 centimetrů mocnou vrstvu ve stropu radnické sloje. V čerstvém stavu však mohl popel sahat až do výšky okolo dvou metrů. Takové množství dokáže porost úplně zničit. Stromy bez větví a listů ztratily schopnost fotosyntézy a zahynuly.

Lomu u Radnic se někdy říká „karbonské Pompeje“. Co všechno se tam podařilo objevit?

V 80. letech, kdy v lomu ještě těžili černé uhlí, se o lokalitě dozvěděl geolog Karel Drábek z Národního muzea. Rychle zorganizoval tým několika studentů a zahájil záchranný výzkum. Jako gymnazista jsem tam tehdy viděl zkamenělé pařezy a také kmeny vyčnívající až šest metrů nad vrstvu sopečného popela. Nasbíraný materiál je dnes v Národním muzeu. V roce 2002 jsme zahájili výkopy, s přestávkami jich bylo do roku 2009 celkem šest, při kterých se podařilo zasypaný les postupně odkrývat a dokumentovat jeho strukturu a druhové složení. Popsali jsme listy a šištice několika druhů plavuní a přesliček a rozpoznali jsme tenké stonky ovinuté okolo kmenů velkých stromů. Pravděpodobně některé druhy tehdejších rostlin již ovládaly stejnou strategii jako dnešní

▶ **V severní Číně je na paleontologický výzkum vyčleněna obrovská plocha, podrobně je zatím prozkoumáno asi tisíc čtverečních metrů. Vyznačená síť umožní přesnou rekonstrukci lesa starého 300 milionů let.** *Foto archiv S. Opluštila.*

liány, aby se dostaly blíže ke slunečním paprskům. Nebo může jít o druhy parazitující na stromech podobně jako dnešní orchideje. Zachovaly se rovněž zbytky kutikuly, voskovité vrstvičky na povrchu listové pokožky s otvory, kterými rostlina dýchala a přijímala vlhkost z atmosféry. Podle hustoty průduchů lze určit, jak vegetace reagovala na klesající a stoupající množství vláhly ve vzduchu a v půdě.

Kdo se na výzkumu, kromě Přírodovědecké fakulty UK, podílel?

Západočeské muzeum v Plzni, které nechalo udělat výkopy a zajistilo terénní část prací. Dále odborníci z Národního muzea v Praze, Geologického ústavu Akademie věd ČR a České geologické služby.

Projděme se ještě pralesem v době před 300 miliony lety. Jak vysoké tam rostly stromy?

Víme, že existovalo hodně druhů plavuní a přesliček s velmi rozdílnou velikostí. Některé dosáhly výšky jen několika decimetrů, jiné měřily až 40 metrů. Nemáme sice celé stromy včetně koruny, ale našly se kmeny až o průměru dvou metrů nad patou stromu. Z toho pak lze vypočítat přibližnou výšku původního stromu.

Jakého věku se dožívaly?

V tropickém pralese byly stejně jako dnes jen minimální sezónní výkyvy



v úhrnu srážek a teploty, takže v kmelech nevznikají letokruhy. Stáří stromů se tedy určuje podle nepřímých důkazů. Původně odborníci předpokládali, že produktivního věku dosáhly karbonské plavuně a přesličky velmi rychle, během 10 až 25 let. Nedávno ale vznikla nová teorie, podle které nebyl metabolismus stromů tak rychlý a dospělosti dosáhly třeba až za 200 let.

Jaká teorie převáží?

Vycházejí články pro podporu obou teorií a odborníci se snaží svoje názory doložit. Zatím je to jako fotbalový zápas s vyrovnaným skóre.

Naleziště v Radnici je už zakonzervované. Kam nyní jezdíte na výzkumy?

Složením a druhovou pestroostí podobný les z období karbonu je i v severní Číně, kde ho popel zasypal do výšky jednoho metru. Nyní je tam poušť, takže čínští kolegové mohli pro výzkum vyčlenit obrovskou plochu. Doposud je zde probádáno přes tisíc čtverečních metrů. Jezdím tam s kolegy na expedice a už se nám podařilo najít například otisky vějířů kapradin a přesličkovitých rostlin o rozměrech kolem jednoho metru. Objevili jsme i celé vyvrácené stromy a také zatím nejstarší cykasy. Jde o unikátní nálezy, o kterých má koncem roku vyjít publikace s naší autorskou účastí v časopisu Review of Palaeobotany and Palynology.

Kdyby existoval stroj času, do jakého období v minulosti byste se chtěl podívat?

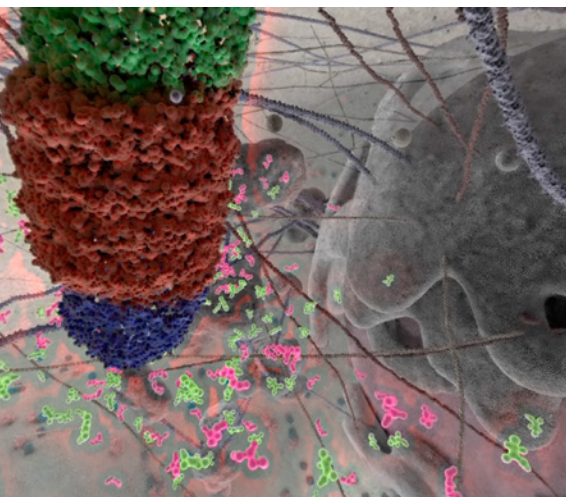
Zajímalo by mě, do jaké míry naše rekonstrukce vzhledu karbonských rostlin i rekonstrukce celého pralesa odpovídá realitě. Ideálně bych se rád podíval na lokalitu radnické sloje v období před 314 miliony lety. ●

AUTOR JE VOLNÝ NOVINÁŘ

Rostlina versus vetřelec

Firma Amgen otevřela dveře do fascinujícího světa rostlinné buňky ve 3D

JANA PILÁTOVÁ



Dále bude probírána buněčná signalizace, šíření informace o napadení pomocí fytohormonů a procesy spojené s buněčnou smrtí. A zabrousíme také na pole evoluční biologie a probereme to, co se dnes ví o vývoji vztahů hostitele a patogenu.

PRO KOHO JE SEMINÁŘ URČEN?

Seminář je vhodný pro studenty středních škol jako podpora a rozšíření výuky buněčné biologie. Předpokládáme základní znalosti o složení buněk, jejich organelách a procesech transkripce a translace.

Nabízíme erudované uvedení do problematiky buněčné biologie rostlin ve dvou vyučovacích hodinách s využitím našeho výukového materiálu ve virtuální realitě. K dispozici máme brýle pro virtuální realitu k zapůjčení; jejich počtem je limitovaný počet účastníků.

Studenti potřebují vlastní smartphone a sluchátka.

CENA SEMINÁŘE A DALŠÍ NABÍDKY

Pokud si vyberete tento seminář, může k vám do školy lektor s veškerým vybavením zdarma přijet. Všem školám zaregistrovaným na www.prirodovedci.cz nabízíme bezplatně dva semináře na školní rok dle vašeho výběru z naší nabídky Katalogu pro učitele: www.prirodovedci.cz/eduweb/ucitel/katalog. ●

AMGEN

▲ Ve speciálně vytvořeném 3D prostředí se divák může rozhlížet do všech stran. Brýle mají velmi jednoduchou konstrukci a rozumí si s většinou smartphonů.

Zdroj SciTech Visual, foto Petr Souček

Přírodovědci.cz představují horkou novinku, která právě vznikla na půdě Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Jde o unikátní výukový materiál využívající přitažlivé moderní technologie virtuální reality s 3D animací prostředí rostlinné buňky. Příběh je inspirován interakcemi rostlinných buněk s patogeny a představuje studentům obranné mechanismy, které jsou velmi účinné, ačkoliv rostliny nemají imunitní systém, jaký známe z živočišné říše.

Tímto fascinujícím tématem se zabývají ve své práci také sami autoři výukového materiálu na katedře experimentální biologie rostlin Ing. Mgr. Jana Pilátová a Mgr. Ivan Kulich, Ph.D., kteří pomáhali animaci připravit ve spolupráci s výtvarníkem Vilémem Duhou ze společnosti SciTech Visual. Projekt by nevznikl bez finanční podpory americké společnosti

Amgen a zprostředkování nadace King Baudouin Foundation.

ROSTLINY VS. HOUBY

Studenti se v 3D animaci rostlinné buňky ponoří do prostoru virtuální reality, kde mohou v přímém přenosu sledovat obranu rostliny zasažené útokem houbového patogenu na její list. Animace trvá necelých 12 minut a je doprovázena podrobným výkladem.

Studenti budou mít k dispozici pracovní listy pro práci během semináře a brýle pro virtuální realitu. Lektor provede studenty virtuálním světem rostlinné buňky s jejími specifiky včetně základů patofyziologie rostlinné obrany. Dozvědí se podrobnosti o strukturách rostlinných buněk, o funkcích jednotlivých organel i to, jak kooperují v boji s patogeny, a rovněž o výjimečných proteinových hráčích v rostlinné obraně.

Čtvrtstoletí s Americkým semestrem

Od 90. let pravidelně navštěvují naši fakultu američtí studenti a profesori



▲ Americký semestr oslavil letos čtvrtstoletí existence. Za tu dobu se z profesních partnerů stali blízcí přátelé. Foto René Volfík

Již 25 let probíhá každoročně na katedře sociální geografie a regionálního rozvoje tzv. Americký semestr – program vzájemné spolupráce mezi Přírodovědeckou fakultou UK a jednou z nejprestižnějších amerických univerzit Dartmouth College (New Hampshire, USA). Meziuniverzitní spolupráce, v rámci níž přijíždí do Prahy každoročně v březnu skupina amerických studentů, vznikla v roce 1994, a to především zásluhou prof. George Demko a jeho českých kolegů doc. Ivana Bičíka, prof. Dušana Drbohlava a dr. Ludvíka Kopačky.

Hlavním cílem programu, který se odehrává vždy od konce března do konce května, je poskytnout americkým studentům ucelený přehled o geografii Česka v kontextu vývoje Evropy a zvláště zemí střední a východní Evropy. V několika ucelených přednáškových blocích doplněných řadou tematicky navazujících exkurzí jsou studenti postupně

seznámeni se všemi podstatnými stránkami prostorového a sociálního vývoje Česka, zejména v posledních desetiletích.

Studenti tak získávají také základní přehled o české geografii. Po absolvování přehledové zkoušky na konci prvního měsíce programu, na přelomu dubna a května, zpracovávají studenti vlastní skupinové výzkumné projekty. Kromě studijních aktivit však mají účastníci programu dostatek prostoru také pro poznávání české a střeoevropské kultury a navazování odborných i přátelských kontaktů s českými studenty.

„Musíte milovat věci, které děláte. A to je podle mého názoru hlavní faktor úspěchu našeho společného Amerického semestru. Navzdory tomu, že to je vysoce institucionalizovaná a formální akce, mnozí z nás se na ni velmi těší, neboť američtí partneři – profesori – se

stali našimi dobrými přáteli. A pokud se přátelíte s „rodiči“, máte rádi i jejich děti – tedy naše americké studenty,“ popisuje svoji zkušenost s organizací profesor Dušan Drbohlav.

V rámci letošního, již 25. ročníku Amerického semestru hostila geografická sekce Přírodovědecké fakulty UK skupinu 10 amerických studentek a studentů, které doprovázela dr. Coleen Fox. V druhé části programu ji pak nahradila významná historická geografka a bývalá prezidentka Asociace amerických geografů dr. Mona Domosh.

Oficiální zahájení Amerického semestru s pořadovým číslem 25 proběhlo ve středu 28. března 2018 a program byl ukončen 2. června 2018. Zhruba v polovině programu proběhla u příležitosti letošního půlkulatého výročí založení Amerického semestru oslava v podobě odborně-společenského programu pro fakultní i širší veřejnost. Přední američtí geografové zde představili současnou podobu akademické i aplikované geografie v USA. „Velmi zdařilou součástí letošních oslav byly přednášky špičkových amerických geografů dr. Lee Schwarze a prof. Marie Price, které se uskutečnily 3. 5. 2018 v prostorách Přírodovědecké fakulty, Albertov 6,“ doplňuje doc. Eva Janská, spoluorganizátorka Amerického semestru.

Více informací o Americkém semestru naleznete na stránkách programu: <http://americanterm.natur.cuni.cz/>. ●



Phantom Models IV

Hrdličkovo muzeum člověka hostitelem čtvrtého dílu unikátní série

MARTINA GALETOVÁ



Foto Martina Galetová

Italský výtvarník Christian Fogarolli se dlouhodobě věnuje vztahu vědeckých disciplín a umění. Ve svém projektu *Phantom Models* se rozhodl zmapovat modely lidského mozku vytvořené před rokem 1885 profesorem anatomie na pražské univerzitě Christopherem Aebym a švýcarským inženýrem Alfredem Büchim. Modely znázorňují mozkové dráhy a nervová centra a byly vyrobeny pro vzdělávací a vědecké účely. Pátrání po nich komplikoval nejen časový odstup, ale i to, že byly zakoupeny institucemi po celém světě.

První tři výstavy pětidílné série se odehrály v Amsterdamu, Moskvě a Turíně a cyklus se uzavře v americké Filadelfii. Pražská část je v pořadí čtvrtá a na jejím vzniku se významně podílely Hrdličkovo

muzeum člověka a Národní lékařská knihovna.

Fogarolliho záměrem je dohledat dochované modely, zjistit jejich stav, vylepšit je a zároveň s nimi navázat dialog. Zaměřuje se na jejich formu, dekonstruuje je, reinterpretuje a oživuje. V případech, kdy se modely do současnosti nedochovaly, vytváří jejich rekonstrukce a umísťuje je do měst, kam byly původně zakoupeny.

To se týká i pražského modelu z roku 1885. Ten se nalézt nepodařilo, a umělec proto vytvořil jeho repliku, která použitými komponenty odpovídá ztracenému originálu. Nová plastika koresponduje s frenologickou lebkou stálé expozice muzea, která stejně jako

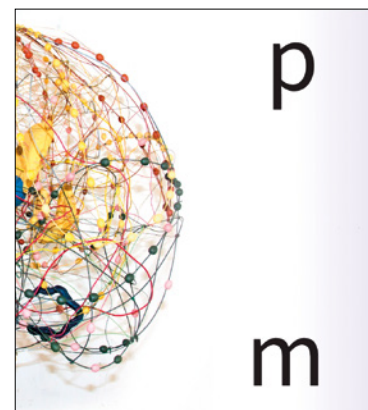
model Aabiho a Büchiho z roku 1885 využívá barevné odlišení jednotlivých funkčních oblastí mozku.

Fogarolli zapojil do instalace i stálé exponáty Hrdličkova muzea. Koncept chemické nerovnováhy mozku je například umělecky znázorněn jako „zásah“ (viz. obrázek). Historiografický rozměr projektu představuje dobová dokumentace související s originálním modelem. Tyto materiály byly objeveny ve spolupráci s Národní lékařskou knihovnou.

Phantom Models je kulturní projekt, který zhodnocuje vědecké a umělecké dědictví, vyzdvihuje výjimečnost architektury lidského mozku a ukazuje, jak prchavé a nestálé jsou hranice mezi jednotlivými disciplínami.

Výstava bude v Hrdličkově muzeu člověka Přírodovědecké fakulty UK k vidění do 26. června. Navštívit ji můžete v pracovní dny po předchozím objednání na adrese <http://muzeumcloveka.cz/cs/navstivte-nas/>. ●

AUTORKA JE KURÁTKOU HRDLIČKOVA MUZEA ČLOVĚKA



Přírodovědec Bohuslav Balbín

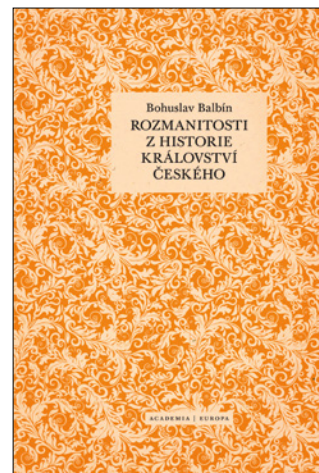
Dílo barokního učenice umožňuje srovnat českou přírodu 17. století s tou dnešní



Foto Nakladatelství Academia

nerostné bohatství, nejrůznější kuriozity, ale také rostliny a živočichy. Kniha se na počátku dubna 2018 stala absolutním vítězem Cen Nakladatelství Academia.

Rozmanitosti z historie Království českého, 616 stran, vydalo nakladatelství Academia ●



Jak se díval barokní učenec na přírodu, čím se odlišovaly Čechy na počátku baroka od těch současných a obstojí tehdejší přírodovědné poznatky ve světle moderní vědy? Odpovědi na tyto otázky zprostředkovává první kniha cyklu Rozmanitosti z historie Království

českého, jež v Nakladatelství Academia vyšla poprvé s původním latinským textem, i s českým překladem Jiřího A. Čepeláka a odborným komentářem přírodovědce Stanislava Komárka. Balbín v ní poutavě líčí polohu Čech, jejich povrch, vodní toky, léčivé prameny,

Patnáct let zkoumání smrku ztepilého

Kniha metodicky propojuje úrovně pozorování lesních porostů od buňky k satelitu

Smrk ztepilý, nejhojnější dřevina Česka, je citlivý vůči atmosférickému znečištění, kterým byly Krušné hory silně zasaženy ve druhé polovině 20. století. V několika kalamitních vlnách tam došlo k velkoplošnému poškození až odumírání smrkových porostů.

Víceborová monografie podává přehled metod hodnocení fyziologického stavu smrkových porostů, které autorský kolektiv částečně vyvinul a použil. První část knihy přibližuje obecný rámec problematiky, druhá část je

metodická, zaměřená zejména na metody spektroskopické, používané pro velkoplošné hodnocení vegetace pomocí dálkového průzkumu Země, ale i na metody studia struktury a biochemického složení listů. Třetí část ukazuje využití těchto metod pro studium smrkových porostů v Krušných horách od konce 90. let 20. století.

Metody hodnocení fyziologického stavu smrkových porostů, 401 stran, vydalo nakladatelství České geografické společnosti ●





Za rozsivkami do polárních krajů

Svědky klimatických změn hledají vědci i na velmi odlehlých místech

PETR SOUČEK

FOTO ARCHIV MARIE BULÍNOVÉ

Expedice na Antarktidu. I tak může vypadat pracovní náplň vědce z Přírodovědecké fakulty UK. Jednou z těch, kdo se nedávno do nehostinných oblastí za polárním kruhem vydal na zkušenou, byla i studentka hydrobiologie Marie Bulínová.

Spolu s kolegy z Institutu Antártico Argentino tři měsíce zkoumala habitaty v zátocě Naděje na Antarktickém poloostrově. Jde o jedno z nejrychleji se oteplujících míst naší planety, jehož

výzkum nám může poodhalit mechanismy probíhajících klimatických změn.

Marie se zaměřila na řasy rozsivky (*Bacillariophyta*), jednobuněčné organismy významné nejen pro velký podíl na globální produkci kyslíku (mořské rozsivky celosvětově produkují více kyslíku než tropické deštné lesy), ale i pro jejich bioindikační schopnosti. Podle rozsivek totiž můžeme velmi přesně posoudit kvalitu životního prostředí.

Vzorky získané ze sedimentárního jádra na dně místního jezera rovněž umožňují sledovat, jak se měnilo jeho prostředí v posledních až několika tisíci letech. Velkou překážkou je ovšem přesnost zařazení rozsivek do druhů, a tak prvním krokem bádání v rychle se měnícím prostředí je revize nalezených druhů. Právě tato činnost přinesla Marii pěkný úlovek – nový druh, jenž dostal jméno *Hantzschia zikmundiana*. ●



▲ Základna funguje permanentně, vojáci se na ní střídají po roce. Kromě malé laboratoře se zde nachází i kostel a škola pro děti vojáků. Za některými z vojáků totiž přijíždí i jejich rodiny.

◀ Základna Esperanza se nachází na špičce Antarktického poloostrova v zátoce Naděje. Zátoku objevila v roce 1902 Švédská expedice vedená Otto Nordenskiöldem.

► Argentinský ledoborec Irizar na své první plavbě po rozsáhlém požáru v roce 2007. Z Buenos Aires mu cesta trvá téměř 2 týdny. Dopravu a zázemí argentinských vědeckých základen zajišťují vojenské jednotky.

► V blízkosti základny se nachází velká kolonie tučňáka kroužkového (*Pygoscelis adeliae*) a tučňáka oslího (*Pygoscelis papua*). Dohromady čítají kolem 320 tisíc jedinců.





Odběr vzorků výzkumníkům často komplikuje počasí. Větrné poryvy zde dosahují až 346 km/h.



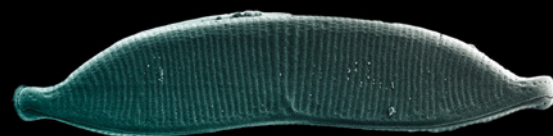
▲ Čas krmení. Tučňák oslí se svým mládětem. Když se mláďata zcela opeří, začnou si potravu, která sestává z naloveného drobného koryše Krunýřovky krillové (*Euphausia superba*), shánět sama a území kolonií se po zbytek roku vyprázdní.



▲ Mapování území dronem. Na snímku je částečně zasněžené jezero Boeckella, které dříve sloužilo jako zdroj pitné vody. Blízká kolonie tučňáka kroužkového však pitnou vodu z jezera znehodnotila.



▲ Osazenstvo letní výzkumné stanice Petrel na ostrově Dundee, další zastávky expedice. Kromě tří vědců ji tvořili dva armádní kuchaři, meteorolog, lékařka, zdravotní sestra, velitel a 13 dalších vojáků.

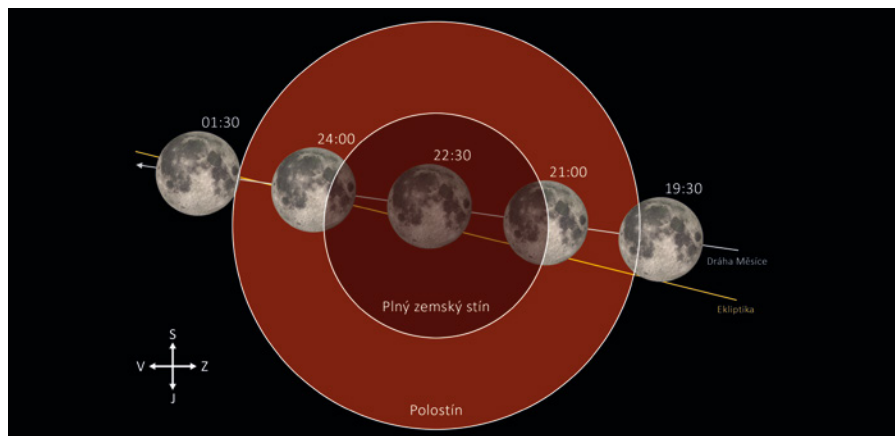


◀▲ Na konci roku se Marii podařil zajímavý objev: nový druh rozšivky z rodu *Hantuschia*. Byla pojmenována po slavném cestovateli Miroslavu Zikmundovi. Na Antarktidě tak nyní žije *Hantuschia zikmundiana*.

Hvězdný posel červenec–září 2018

Nohama na zemi, hlavou ve vesmíru!

JAN PÍŠALA



▲ Postup měsíčního kotouče zemským polostínem i plným stínem při úplném zatmění Měsíce 27. 7. 2018. Zatmění zkráší i naoranžovělá planeta Mars, kterou spatříme v úhlové vzdálenosti asi $5,5^\circ$ pod Měsícem. Všechny časy jsou uvedeny ve středoevropském letním čase (SELČ). Autor Jan Pišala

Léto je v plném proudu a přeje milovníkům astronomie. Hvězdnou oblohu zdobí řada jasných planet a dočkáme se i několika mimořádných nebeských úkazů. Ale pěkně popořádku. Nástup noci bude po celé prázdniny zvěstovat planeta Venuše. Coby výraznou večerníci ji zahlédneme již krátce po západu Slunce na soumrakové obloze nízko nad západním obzorem.

A jakmile se setmí, objeví se i další nápadné planety. Třeba žlutobílý Jupiter v souhvězdí Vah. V červenci jej můžeme pozorovat ještě po celou první polovinu noci, v následujících dvou měsících už ovšem jenom z večera nízko nad jihozápadem.

Na nebi nebude chybět ani naoranžovělý Mars v souhvězdí Kozoroha, který spatříme od července do srpna po většinu noci, kdežto v září jen v její první části. A opomenout nesmíme ani nažloutlý Saturn v souhvězdí Střelce. Výhled na něj

se však bude trvale zhoršovat. Zatímco v červenci na obloze vydrží téměř celou noc kromě rána, v srpnu už to bude jen první polovina noci a v září bude pozorovatelný pouze večer nad jihozápadem.

Vraťme se ještě na chvíli k Marsu. Ten se dne 27. července ocitne v opozici se Sluncem. Ale nejen to! Současně v červenci nastává i tzv. velká opozice Marsu, během níž planeta dospěje do nejmenší vzdálenosti od Země, čítající 57,6 milionu kilometrů. To bude mít hned dva pozitivní důsledky. Planeta bude oproti jiným částem stávajícího roku velmi jasná ($-2,8$ mag) a současně vzroste i úhlový průměr jejího kotoučku ($25''$). V dalekohledech na ní tudíž uvidíme více detailů.

A aby toho nebylo málo, proběhne 27. července i mimořádné úplné zatmění Měsíce. Jde přitom o nejdelší měsíční zatmění, které v následujících 11 letech

z České republiky zahlédneme. A to navzdory tomu, že přijdeme o počáteční polostínové a kratší úsek následného částečného zatmění. To totiž započne ve 20:25 SELČ, zatímco Měsíc se nad jihovýchodním obzorem objeví teprve až o dvacet minut později.

Zemský stín pak bude putovat od levého dolního směrem k pravému hornímu okraji měsíčního kotouče. Zcela se do něj Měsíc ponoří ve 21:30 SELČ, kdy začne úplné zatmění, které potrvá až do 23:13 SELČ. Plný zemský stín poté začne z Měsíce ustupovat směrem od jeho levého okraje a my budeme moci sledovat částečné zatmění, jež skončí devatenáct minut po půlnoci. Za ním bude ještě následovat i velmi nenápadná, polostínová fáze, která odezní v 1:29 SELČ.

Srpen bude již tradičně patřit meteorům. V noci z 12. na 13. srpna totiž nastává maximum aktivity meteorického roje Perseid a hvězdné nebe ve zvýšené míře protnou „padající hvězdy“, jimž se také přezdívá „Slzy svatého Vavřince“. Letošní pozorovací podmínky budou takřka ideální. Činnost roje vrcholí v období poblíž novu, takže sledování Perseid nebude rušit svit Měsíce. Při troše štěstí tak můžeme zahlédnout i několik desítek meteorů za hodinu.

A co přinese září? Za zmínku stojí například těsné setkání dorůstajícího Měsíce a Saturnu, k němuž dojde 27. září na večerní obloze nízko nad jihozápadem.

Pozn.: Lepší představu o pozicích popsaných nebeských objektů si můžete udělat třeba prostřednictvím počítačového planetária Stellarium (www.stellarium.org). ●

Malý ráj teplomilných druhů

Údolí Vltavy hostí v mnoha svých částech druhy, které u nás jinde nenajdeme

PETR SOUČEK



▲ **Rezervace Větrušické rokle existuje již téměř 50 let.** *Zdroj Wikimedia Commons, autor Patrik Paprika – vlastní dílo, CC BY-SA 3.0*

Blízké i vzdálenější okolí Prahy nabízí výletníkům celou řadu atraktivních cílů, ať už z oblasti kultury, historie, nebo přírody. Některé z nich se nacházejí doslova za humny a jejich návštěvu lze stihnout za jedině odpoledne. Patří mezi ně i národní přírodní rezervace Větrušické rokle.

Tato lokalita se nachází zhruba 15 km na severovýchod od Prahy na pravé straně Vltavy poblíž obce Husinec-Řež. Pohodlně se sem během půlhodiny dostanete příměstským vlakem. Ze zastávky Řež nejprve překročíte Vltavu po jediném mostě, který až do Kralup spojuje pravý a levý břeh řeky. Za řekou odbočíte vlevo a po červené značce se vydáte podél řeky k severu. Po pravé ruce budete míjet známý Ústav jaderného výzkumu, v jehož areálu provádí své výzkumy i řada vědců z PČF UK.

Větrušické rokle začínají přibližně po jednom kilometru. Ještě předtím si ale nenechte ujít jinou zajímavost – jeskyni Drábovnu na úbočí Velkého vrchu. Odbočka k ní se nachází 400 metrů za poslední budovou ÚJV. Pseudokrasová jeskyně se nalézá ve svislé tektonické puklině a na jejím vzniku se podílela také erozní činnost řeky. Pokud vám zbyde dost sil, vystoupejte od jeskyně až na Velký vrch a pokochejte se pohledem na řeku a krajinu na západ od Vltavy.

Po sestupu zpět vás čekají přibližně dva kilometry po úzké stezce, již z jedné strany lemuje řeka a z druhé příkré svahy Větrušických roklí. Skály jsou zde tvořeny horninami spilitem a buližníkem. Území má charakter slunných skalnatých strání, které v minulosti sloužily pastvě. Vypásání umožnilo výskyt řadě bylin, se kterými se jinde nesetkáváme: kavylu Ivanovu, bělozářce liliovité, pilátu

lékařskému, třemdavě bílé, konikleci lučnitému, tařici skalní či zlatovlásku obecnému. Nalezneme zde ovšem i kriticky ohrožené druhy: rohatec růžkatý, zárazu šupinatou a zárazu písečnou.

Lokalita je útočištěm několika vzácných teplomilných živočichů. K těm nejvýznamnější patří ještěrka zelená. Ta je největším druhem, který na našem území žije – dorůstá délky až 40 cm. Hnízdí zde i řada ptáků, za všechny jmenujme výra velkého.

Rezervace o rozloze 25 hektarů byla vyhlášena již téměř před 50 lety, v roce 1969. V současnosti ji ohrožuje zejména zemědělská činnost a také alternativní – severní – varianta Pražského okruhu.

Trasa podél rezervace vede nenáročným terénem a kromě výstupu k jeskyni je vhodná pro osoby v každém věku. Na jejím konci se nachází přívoz, který vás zaveze do Libčic nad Vltavou, odkud se příměstským vlakem dostanete zpět do Prahy. Pokud budete mít čas, můžete se buď občerstvit u zdejšího stánku, nebo navštívit Výzkumný ústav včelařský, kde lze zakoupit kvalitní med či výrobky z medu. Zdatní chodci mohou ještě vyrazit do 1,5 km vzdálených Máslovic, kde na ně čeká Muzeum másla. ●



Svíčka ze „sardinek“

V nouzi si lze posvítit leccím, třeba i rybí konzervou

JAKUB REŽŇÁK



▲ Olejové lampy bývaly v minulosti nejpoužívanějším osvětlením. Jejich konstrukce je velmi jednoduchá, vlastně stačí mít knot a vhodné palivo. Foto *Jakub Režňák*

Na internetu můžete najít spoustu návodů na výrobu různých domácích svíček, tento však mezi nimi pravděpodobně nenaleznete. Níže popsaná svíčka má své nesporné výhody, mezi které patří snadná a rychlá výroba a také to, že vydrží hořet několik hodin.

Co budete potřebovat

- rybí konzervu – musí obsahovat rostlinný olej (ne ve vlastní šťávě)
- knot do lihového kahanu nebo tlustý knot do svíčky, dlouhý min. 5 cm
- kladivo
- hřebík podobného průměru jako knot
- zápalky

Postup

Tento pokus provádějte pouze za dohledu dospělé osoby. Rybí konzervu použijeme v celku a neotevřenou. Nejprve udělejte pomocí hřebíku a kladiva

doprostřed víčka konzervy otvor. Připravte si knot o délce 5–10 cm. Knot prostrčte otvorem v konzervě tak, aby ven čouhal pouze malý kousek. Počkejte zhruba jednu minutu a svíčku zapalte.

Vysvětlení

Palivem této svíčky je olej. Knot zasunutý v plechovce olej nasává a ten postupně vzlíná vzhůru ven z plechovky, kde hoří. Víčko plechovky zabraňuje, aby se do plechovky dostal kyslík, a proto olej nemůže začít hořet i v plechovce. Olej se spaluje nedokonalě – kromě vodní páry a oxidu uhličitého vzniká při hoření i značné množství sazí (uhlíku).

CHEMIE SVÍČEK

Různé svíčky používají různá paliva. Určitě jste se setkali s parafínovými a voskovými svíčkami. Parafín je směs pevných alkanů (nasycených uhlovodíků)

a získáváme ho při zpracovávání ropy a hnědouhelného dehtu.

Voskové svíčky jsou vyráběny ze včelího vosku, který je podobně jako parafín směsí různých látek. Na rozdíl od parafínu není tvořený jen uhlovodíky, většinu směsi tvoří kyslíkaté deriváty uhlovodíků nazývané estery. Estery ve voscích se nejčastěji skládají ze 2 částí – alkoholu (např. myricylalkohol) a vyšší mastné kyseliny (např. kyselina cerotová). Obě složky vosku mají podobný počet atomů uhlíku jako uhlovodíky v parafínu, proto má vosk podobné fyzikální a chemické vlastnosti jako parafín.

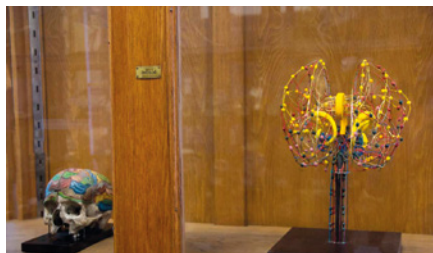
Oleje, které slouží jako palivo v našich svíčkách, jsou chemickým složením podobné voskům. Tvoří je rovněž směs esterů, na rozdíl od vosků však tyto estery obsahují 4 části: alkohol glycerol a 3 vyšší mastné kyseliny. Tyto mastné kyseliny mají na rozdíl od vosků menší počet atomů uhlíku, a navíc obsahují jednu či více násobných vazeb. To má za následek, že oleje jsou za běžných teplot kapalné.

TROCHA HISTORIE

Olejové lampy byly používány již od starověku. Jejich konstrukce se často lišila, byla různě vylepšována, ale základ byl vždy stejný: nádoba s olejem, postupně vzlínajícím vzhůru knotem, který se zapaloval. Jako palivo se používaly nejenom rostlinné oleje, populární byly lampy z velrybího oleje, který patřil mezi nejlepší paliva do olejových lamp. Olejové lampy byly během 19. století nahrazeny petrolejovými lampami a následně během 20. století elektrickými. V dnešní době jsou olejové lampy využívány především pro dekorativní účely. ●

Kalendář Přírodovědců

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



24. DUBNA – 26. ČERVNA 2018 VÝSTAVA PHANTOM MODELS IV

Hrdličkovo muzeum člověka hostí další výstavu z cyklu site-specifických temporálních výstav Phantom Models, která vznikla ve spolupráci s Národní lékařskou knihovnou a výtvarníkem Christianem Fogarollim. Phantom Models je kulturní projekt, který zhodnocuje vědecké a umělecké dědictví, vyzdvihuje výjimečnost architektury a ukazuje, jak prchavé a nestálé jsou hranice mezi jednotlivými disciplínami. Těšíme se na vás! Další informace na www.muzeumcloveka.cz.

Čas a místo: pracovní dny po předchozí domluvě, Viničná 7, Praha 2



23. KVĚTNA – 31. PROSINCE 2018 VÝSTAVA MIKULÁŠ KLAUDYÁN: PRVNÍ MAPA ČECH 1518

Mapová sbírka PŘF UK připravila výstavu, která představuje první samostatnou podrobnou mapu Českého království, její odvozeniny i rámec doby. Nazývá se podle lékaře a majitele tiskárny v Mladé Boleslavi Mikuláše Klaudyána. V současnosti probíhá odborný výzkum Klaudyánovy mapy na Geografické sekci, a proto budou představeny také moderní kartometrické analýzy. Výstava bude doplněna komentovanými prohlídkami (11. července, 22. srpna, 19. září, 17. října vždy od 14 hodin), přednáškami, video-projekcemi a pořady pro děti v rámci Týdne geografie (19. až 23. listopadu).

Čas a místo: po–pá 9:00–17:00, od 24. 5. do 31. 12. 2018 (kromě svátků), 2. patro Albertov 6, Praha 2



5. ZÁŘÍ 2018 FESTIVAL VĚDY 2018

Navštivte další ročník Festivalu vědy (dříve Vědecký jarmark), jehož hlavním letošním tématem budou technologie hýbající světem. Festival vědy je jedna velká vědecká laboratoř pod širým nebem, kde vám budou populárním a interaktivním způsobem představeny přírodovědné, technické i další obory. Samozřejmě nemohou chybět ani Přírodovědci.cz z Přírodovědecké fakulty UK! Máme připraveny chemické pokusy, biologické expozice, geografické i geologické workshopy. Vstup na akci je pro všechny zdarma, více informací naleznete na stránkách pořadatele www.festival-vedy.cz.

Čas a místo: od 8:30 do 18:00, Vítězné náměstí (Kulaťák), Praha 6



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

Nové PEXESO BEZOBRATLÍ

vydané u příležitosti **Velké výstavy bezobratlých**, která se koná ve dnech **8.–17. 6. 2018** v Botanické zahradě PŘF UK, Na Slupi 16, Praha 2.

Kupujte v našem e-shopu!



Více informací na:
www.prirodovedci.cz

Partneři výstavy:



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova

