

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ



Magazín Přírodovědecké fakulty
Univerzity Karlovy 03/2022

TÉMA ČÍSLA

Katalyzátory

Podivuhodné zeolity 8

Otužováním k hnědému tuku 14

Neobvyklá oslava kulatého výročí 32

Pro děti i dospělé

**NOC
VĚD
CŮ**



Všemi **SMYSLY**

30. 9. 2022



Hmat, sluch, čich, zrak a chuť — pět starých dobrých známých. Co na ně ale říká šestý smysl? Nebo zvířata a rostliny? A co všechno o nich umí prozradit věda? Otevřete nové dimenze vnímání, dejte věcem jiný rozměr a rozvíňte všechny smysly, budete je totiž potřebovat.

Projekt SCIENCzEch 22-23 je přidruženou akcí MSCA a Evropské občanské iniciativy podpořené programem Marie Skłodowska Curie actions.
Výzva: HORIZON-MSCA-2022-CITIZENS-01
(Marie Skłodowska-Curie actions European Researchers' Night 2022-2023).



www.nocvedcu.cz



Obsah



MILÍ ČTENÁŘI,

jistě se vám už někdy stalo, že jste nemohli pohnout s řešením matematické úlohy. Nebo chyběla inspirace pro napsání slohu. A pak jste se náhodou stali svědky či účastníky zcela nesouvisející události a najednou se vaše myšlenky daly jako zázrakem do pohybu. V přeneseném smyslu jste se právě setkali s katalyzátorem. Pro chemika je katalyzátor látkou, která vstupuje do reakce, ovlivní její průběh, a zase z ní nezměněna vystoupí. Celá řada reakcí by bez katalyzátorů vůbec neprobíhala, anebo by reakce probíhaly tak pomalu, že by na ně byl chemikův život příliš krátký. Katalyzátory jsou zkrátka velmi významné a v tomto čísle si některé z nich představíme, třeba zeolity a organokatalyzátory. A také enzymy – katalyzátory na pomezí chemie a biologie. A vůbec, i řada biologických procesů je katalyzována, jak si ukážeme na příkladech rozkladných procesů a termoregulace. O katalýze různých dějů ale mluvíme i v dalších oborech. Geologové ji znají třeba ze sopečných výbuchů, kde roli katalyzátoru hraje obyčejná voda. A katalýza se týká i společnosti – třeba politický geograf ví, že katalyzátorem konfliktu může být i nevinný fotbalový zápas. My doufáme, že se toto číslo stane katalyzátorem vašeho zájmu o přírodní vědy.

Příjemné čtení přeje

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

CO NOVÉHO

- 4 | Velcí kytovci v antropocénu
- 5 | Kde se vzaly elity?
- 6 | Biologická olympiáda znovu zlatá
- 6 | Tajemství jména
- 7 | Všechny lesy světa

TÉMA – KATALYZÁTORY

- 8 | Podivuhodné zeolity
- 12 | Enzymy, katalyzátory života
- 14 | Otužováním k hnědému tuku
- 16 | Asymetrická organokatalýza
- 18 | Oheň a voda
- 20 | Bylo tu, není tu...
- 22 | Katalyzátory etnopolitické mobilizace
- 24 | Proč nám čas neubíhá vždy stejně?

ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | Klimatologem Jejího Veličenstva

PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | Studentské stáže na PŘF UK
- 28 | Studenti luštili „tajemství jména“

3 | 2022 | ROČNÍK XI.

NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín
Přírodovědecké fakulty Univerzity
Karlovy

PERIODICITA

Čtvrtletník

CENA

Zdarma

DATUM VYDÁNÍ

29. 8. 2022

NÁKLAD

12 000 ks

EVIDENČNÍ ČÍSLO

MK ČR E 20877 | ISSN 1805-5591

EDITOR

Petr Souček
petr.soucek@natur.cuni.cz

REDAKČNÍ RADA

GEOLOGIE
Mgr. Vít Peřestý, Ph.D.
Mgr. Filip Tomek, Ph.D.

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

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

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

KOORDINÁTOR PROJEKTU

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

KOREKTURY

imprimis

GRAFIKA

Štěpán Bartošek

TISK

Trianglprint

ILUSTRACE NA OBÁLCE

Velmi pravidelnou 3-D strukturu a kyselost zeolitu ZSM-5 lze využít pro reakce katalyzované kyselinami, jako je izomerace a alkylace uhlovodíků.
Autor Václav Martinek

VYDAVATEL | 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
soulasem redakce a s uvedením zdroje.

© Přírodovědecká fakulta
Univerzity Karlovy 2022

STUDENTI

- 29 | Evropské univerzitní hry

KULTURA

- 30 | Věda je krásná 2022

NAŠE PUBLIKACE

- 31 | Ve městě to žije!

PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 32 | Neobvyklá oslava kulatého výročí

PŘÍRODOVĚDA AKTUÁLNĚ

- 36 | Ferrocen slaví jubileum

TIP NA VÝLET

- 37 | Moravská brána hlubin a dálav

VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | A hoří taky cukr?

KALENDÁŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 39 | Kalendář Přírodovědců

Velcí kytovci v antropocénu

Velryby čelí globálnímu oteplování, jejich výzkumu napomáhají šetrné metody

Velryba jižní patří podobně jako např. velryba grónská mezi pomalu se pohybující filtrátory planktonu. Velrybáři ji proto mohli snadno dostihnout, a zvíře navíc zůstává po smrti kvůli velkému množství tuku (na rozdíl třeba od plejtváků) na hladině. Obě vlastnosti se těmto velrybám staly téměř osudnými. Po vynálezu parního a dieselového pohonu lodí byly obrovské oceány jižní polokoule pro velrybáře běžně dostupné a používání harpunových děl vedlo v průběhu zhruba jednoho století k úbytku populací na zlomek původních počtů a k riziku vyhynutí druhu.

Propad velrybářství a vznik ochrany přírody sice populace velryby jižní zachránily, v posledních desetiletích se však ukazuje, že je čím dál víc ohrožují různé antropogenní faktory – např. kolize s lodní dopravou, hluk, znečištění, důsledky globálních změn klimatu a destrukce mořských ekosystémů. Mezinárodní tým, jehož součástí jsou i doktorandka Petra Nevečeřalová a její školitel Pavel Hulva z katedry zoologie Přírodovědecké fakulty UK, v sérii nedávno publikovaných vědeckých prací ilustroval, jakým problémům právě velryba jižní v antropocénu čelí.

Studie publikovaná v roce 2021 v časopise *Global Change Biology*, který je titulem č. 1 v oblasti vědy o ochraně biodiverzity, studovala změnu potravního chování velryby jižní. Analýzy stabilních izotopů z kůže ukázaly, že oproti konci dvacátého století hledají velryby jižní v současnosti potravu v severnějších oblastech. „Vlivem globálního oteplení se koryši označovaní jako kril – hlavní potrava velryby jižní – stahují směrem k Antarktidě, což mění prostorovou ekologii a snižuje



▲ **Mláďe velryby jižní při výskoku. Velryby skáčou jednak pro radost, jednak jde o formu komunikace. Po výskoku často zůstávají na hladině velké kusy odumřelé kůže. Právě toho vědci využívají pro neinvazivní sběr vzorků.** Foto Petra Nevečeřalová

reprodukční úspěšnost druhu,” říká docent Hulva. Zřejmě to souvisí s tím, že areál krilu se zmenšil a posunul na jih, a velryby se proto musely přeorientovat na jinou potravu, např. klanonožce. To s sebou ovšem nese problém nedostatečné výživy a nižší rychlosti reprodukce.

Ve studii publikované v časopise *Journal of Heredity* (2020) autoři ukázali, jakou roli hrají v globálních migračních trasách oblasti, kde se populace velryb po éře velrybářství zotavila, např. poblíž ostrova Jižní Georgie v jižním Atlantiku, kde bývala až do 60. let velká továrna na zpracování velryb.

Studie publikovaná letos v časopise *Global Ecology and Conservation* za pomoci genetických metod ukázala, jakou roli hraje v rámci globální populace velryby jižní její jihoafrická subpopulace. Mělká

šelfová moře jižních kontinentů totiž těmto kytovcům slouží jako „jesle“, kde odchovávají mláďata. Z demografických modelů plyne, že jihoafrická subpopulace je největší v rámci svého druhu, genetické parametry však potvrzují, že dochází ke změnám migračního chování a že populace trpí problémy, např. v ní roste příbuzenské křížení (inbreeding).

V případě africké subpopulace byl využit i unikátní neinvazivní způsob sběru vzorků pro genetické analýzy, který je v případě vzácných a atraktivních druhů zvláště žádoucí. „Tradičně se v cetologii využívají malé šipky vystřelované z kuše nebo pušky, které odeberou malý vzorek kůže. Zde byla jako zdroj DNA využita stará kůže, které se velryby zbavují např. při vyskakování z vody po připlutí z antarktických vod na místa porodů,” popisuje metodu Pavla Nevečeřalová. ●

Kde se vzaly elity?

Naši vědci zkoumají kořeny a vliv elit v zemích bývalé habsburské monarchie

VĚRA SLOVÁKOVÁ



▲ **Kamila a Josef Kaizlovi, červen 1901.** Josef Kaizl byl dlouholetým poslancem říšské rady a mezi roky 1898 a 1899 vykonával funkci ministra financí Předlitavska. Zemřel nečekaně dva měsíce po pořízení tohoto snímku. *Zdroj: Masarykův ústav a Archiv AV ČR, v. v. i., fond Josefa Kaizla*

Na jakých základech vyrůstaly moderní evropské společnosti? Kdo byli lidé, kteří vývoj těchto společností zásadním způsobem směřovali a ovlivňovali? Jak se proměňovalo postavení elit v různých režimech? Na tyto a další otázky odpovídá společný projekt historiků

a demografů, na němž se podílí týmy z Univerzity Karlovy a Akademie věd ČR. Zapojit se do něj můžete i vy!

I v současné společnosti pozorujeme rostoucí zájem o rekonstrukci rodinných vazeb či o pátrání po vlastních předcích a kořenech. „My bychom rádi všem těmto zájemcům usnadnili cestu alespoň v počátcích, ukázali, kde mohou s vlastním výzkumem začít nebo kam se mohou obrátit. Kontakt s veřejností je důležitý i pro náš projekt. Pokud by nás oslovili potomci námi zkoumaných elitních osobností, bezpochyby by nám to pomohlo prohloubit naše poznání. Z tohoto důvodu jsme nedávno spustili i webové stránky projektu www.elitesresearch.com, které by měly sloužit jako platforma jak pro odborníky, tak pro všechny zájemce o život našich předků,“ říká doc. Alice Velková z katedry demografie a geodemografie Přírodovědecké fakulty UK, hlavní řešitelka projektu, na němž se podílí i Masarykův ústav a archiv AV ČR, v. v. i. (spoluřešitel Vlad Popovici).

Projekt *Sociální mobilita elit ve středoevropských regionech (1861–1926)* porovnává a analyzuje Čechy a Sedmihradsko (tj. část dnešního Rumunska), jež se z vedlejších regionů habsburské monarchie staly v průběhu sledovaného období částmi samostatných států. Na této jejich cestě hrály zásadní roli společenské vrstvy podílející se na politické a administrativní správě, které jsou v rámci projektu chápány jako elity. Konkrétně se projekt zaměřuje na poslance českého zemského sněmu, provinciálního sedmihradského sněmu, říšské rady ve Vídni, uherského sněmu a parlamentů meziválečného Československa

a Rumunska. Pozornost je zároveň věnována i elitám působícím v exekutivě, tedy vyšším státním úředníkům. V rámci projektu jsou rekonstruovány jak široké příbuzenské sítě, tak průběh profesní kariéry výše uvedených příslušníků elit.

Projekt bude probíhat až do konce roku 2024. Již v tomto okamžiku je však možné konstatovat, že přináší zajímavé poznatky. Výzkum totiž odhalil, že elity byly mezi sebou propojeny mnohem více, než historici dosud tušili. Sňatkovými aliancemi vznikaly celé klany, které čítaly i několik desítek poslanců či vyšších státních úředníků. Poznání těchto vazeb nám může některé historické události či politická rozhodnutí ukázat ve zcela novém světle. Zároveň se objevují překvapivá příbuzenství, která existovala napříč politickými stranami či sociálními skupinami. Nejzajímavější příběhy vážící se ke zkoumaným osobám a jejich rodinným příslušníkům jsou publikovány na projektových webových stránkách v části *Ze života elit*. V rubrice *Elita měsíce* pak naleznete pravidelně aktualizované zajímavosti. Můžete se například seznámit s pestrými osudy Kamily Pišové, manželky předního mladočeského politika a rakouského ministra financí Josefa Kaizla.

Vydejte se s námi po stopách našich předků! Můžete se tak přímo stát objektem výzkumu a navíc se o vlastní rodině dozvědět mnohem více, než jste možná dosud tušili. ●



Biologická olympiáda znovu zlatá

V Jerevanu se konal 33. ročník Mezinárodní biologické olympiády (IBO)

Velkého úspěchu dosáhl v červenci tým českých biologických olympioniků. Na zlatou medaili dosáhl Marek Pavlica, který navíc obsadil prestižní 5. místo celkového pořadí. Stříbro získal Daniel Čičovský, bronz pak Matějové Pokorný a Vostrčil. Stabilním ziskem medailí pro všechny členy týmu se řadíme mezi nejlepší evropské země. Marek Pavlica svým výsledkem navázal na loňskou účast v distanční podobě biologické olympiády zvané IBO Challenge II, která byla organizována z Portugalska, a kde také dosáhl zlatého umístění.



▲ **Medaile si i letos odvezli všichni soutěžící.**

Před ním získal zlato Jiří Janoušek (IBO Challenge 2020), takže umístění

mezi 10 % nejlepších mladých biologů světa si čeští soutěžící drží už třetím rokem v řadě!

Celkem se letošní IBO zúčastnilo 237 soutěžících z 62 zemí světa. Vítězem celé soutěže se stal Yakov Dmitrievich Korobitsyn z Nezávislé olympijské delegace, sdružující studenty z Ruska. Tato delegace byla zároveň nejúspěšnější výpravou letošní soutěže. Po jedné zlaté medaili získali z evropských zemí také reprezentanti Bulharska (celkově 3. místo), Polska, Maďarska a Německa. ●

Tajemství jména

Výstava v Knihovně chemie rozkrývá původ názvů laboratorní techniky

RADEK CHALUPA, KAREL NESMĚRÁK

Chemická laboratoř má za sebou dlouhá staletí vývoje, od kuchyní a dílen řemeslníků, přes dílny alchymistů a prubířů a oficíny lékárníků až po moderní chemické laboratoře. A neméně dlouhý vývoj má za sebou i laboratorní technika, tedy nádoby, pomůcky a přístroje určené výhradně pro chemické práce. Ty nejstarší vychází z nádob kuchyňských, jak je patrné na pojmenování například jedné z nejběžnějších laboratorních nádob, kádinky, česky doslova malé kádě. Názvy laboratorního vybavení mají často eponymický základ čili obsahují jméno jejich objevitele nebo toho, kdo je zpopularizoval.

Právě na odkrytí tajemství pojmenování chemických nádob a pomůcek se zaměřuje výstava *Tajemství jména*, kterou můžete navštívit v Knihovně chemie PŘF UK. Na výstavě se setkáte s reakčními nádobami, pomůckami

k filtraci a destilaci a dalšími zástupci laboratorní techniky. Dozvíte se, kdo byli chemikové, po nichž jsou dané pomůcky nazvány, a co je vedlo k jejich konstrukci. Odkryjete tajemství některých názvů laboratorních zařízení, která překvapivě nenesou jméno po svém objeviteli. Zjistíte, které laboratorní pomůcky mají vztah k našim zeměpisným šířkám či které laboratorní zařízení má nejstarší eponymické pojmenování a naleznete ho i ve své domácnosti. V expozici jsou kromě obrazové dokumentace vystaveny i vybrané předměty z laboratorní techniky, včetně rekonstrukce slavného Hippokratova rukávu.

Výstavu je možné navštívit do 31. května 2023 v prostorách Knihovny chemie PŘF UK, Hlavova 8, Praha 2, pondělí–čtvrtek 8:00–17:00, pátek 10:00–12:00, vstup volný. ●



Foto Petr Souček

Všechny lesy světa

Globální analýza odhalila příčiny rozdílů v biodiverzitě lesních ekosystémů



Počet druhů stromů v místních ekosystémech je klíčovým měřítkem biologické rozmanitosti. Známe ekologické pravidlo říká, že počty druhů stoupají směrem od pólů k rovníku. Proč však tento trend není úplně univerzální a co všechno může ovlivňovat lokální biodiverzitu? Vědecký časopis *Nature Ecology and Evolution* právě zveřejnil studii, která na základě analýzy bezkonkurenční databáze srovnala druhovou bohatost lesů prakticky celé planety a objasnila příčiny rozdílů v diverzitě stromů na různých místech. Na studii publikované v tomto prestižním ekologickém časopise se podíleli i vědci z Přírodovědecké fakulty UK, konkrétně výzkumná skupina katedry ekologie pod vedením dr. Roberta Tropka a dr. Štěpána Janečka.

Mezinárodní uskupení 249 autorů z 50 zemí světa nasbíralo v minulosti data o více než 55 milionech stromů na 1,3 milionu výzkumných ploch, které reprezentují 97 % lesních ekosystémů světa. Jak autoři studie upozorňují, shromáždění

◀ **Vytvoření obsáhlé databáze rostlinných druhů by nebylo možné bez spolupráce vědců ze všech koutů světa. Významný podíl na ní mají také Češi.**

Foto archiv Roberta Tropka

dění takového množství dat a jejich následná analýza byly možné nejen díky spolupráci velkého počtu vědeckých kapacit z renomovaných institucí, ale i díky účasti lokálních vědců z jinak přehlížených tropických oblastí.

Významný podíl mají na výzkumu i české instituce. Kromě naší fakulty například Biologické centrum AV ČR, Botanický ústav AV ČR a několik dalších českých výzkumných institucí. „Hlavním autorům studie chyběla data z obtížně dostupných hor střední Afriky, a proto nás vyzvali, abychom se k uskupení připojili. Na Kamerunské hoře počítáme a měříme stromy při dlouhodobých výzkumech vztahů mezi rostlinami a jejich opylovači a při studiu denních i nočních motýlů“, prozrazuje Robert Tropek.

Studie podrobně popisuje nárůst druhové diverzity lesních porostů od subarktických oblastí směrem k rovníku. Jejím nejzajímavějším výsledkem je ovšem odhalení, že druhová diverzita stromů v tropických ekosystémech je mnohem vyšší, než předpokládaly předchozí modely. Zatímco většina odborníků se domnívala, že druhová bohatost stromů závisí takřka výhradně na teplotě a srážkách, studie ukázala, že v tropických ekosystémech diverzitu stromů velmi významně ovlivňují i další faktory, a to zejména půdní podmínky, členitost terénu a dlouhodobé působení člověka, resp. kombinace těchto faktorů.

„Studie mimo jiné přesně lokalizovala nejrozmanitější lesy na Zemi. Druhově nejbohatšími jsou tropické lesy v Amazonii s více než 200 druhy stromů na hektar. V mírném pásmu nalezneme největší rozmanitost ve středním Chile s až 50 druhy na hektar. Naše středoevropské lesy jsou v porovnání s obdobnými zeměpisnými šířkami v Jižní i Severní Americe a v Asii poměrně druhově chudé,“ říká Štěpán Janeček.

Takto rozsáhlá studie o lokální diverzitě lesů bude důležitá i pro jejich ochranu. Všechna data a statistické postupy jsou díky ní dostupné pro širokou odbornou veřejnost a budou využity pro ochranu lokálně i globálně cenných lesních porostů. Z velké části tropických lesů dosud takto podrobná data chyběla, případně nebyla centrálně dostupná. Nyní bude mnohem snazší stanovit priority v ochraně lesů a přikročit k jejich efektivní ochraně. „Tropické lesy jsou z globálního hlediska velmi významnými ekosystémy, jejich současný úbytek je však bezprecedentně silný. To pozorujeme i při dlouhodobých výzkumných projektech v Kamerunu a dalších oblastech Afriky,“ poznamenává Robert Tropek.

Hlavní autoři vytvořili rovněž videoabstrakt o studii a jejím významu. Pro jeho zhlédnutí načtete OR kód. ●





Podivuhodné zeolity

Křemičité materiály s mimořádným
nadáním pro chemickou katalýzu

MICHAL MAZUR, JAN PŘECH

◀ Krystaly přírodního zeolitu – skolecitu. Foto Shutterstock.com

Prohlédli jste si někdy složení pracího prášku? Možná jste ve výčtu složek zahlédli slovo *zeolit*. Pochází z řečtiny, přičemž *zeos* znamená *vroucí* nebo *vařící* a *lithos* je *kámen*. Název vystihuje pozorování švédského mineraloga Fridricha Axela Cronstedta, který v roce 1756 popsal tímto slovem křemičitý minerál, který při zahřívání uvolňoval značné množství vody. Ta kondenzovala na stěně křivule, ale krystaly minerálu se na rozdíl od hydrátů solí (např. modré skalice) nerozpadaly ani jinak neměnily. Vlastnost jistě kuriózní, ale v polovině 18. století bez praktického významu.

REVOLUCE V PETROCHEMII

Cronstedt by byl nejspíš překvapen, jakou revoluci způsobil jím popsaný minerál v chemickém průmyslu o dvě stě let později. Již v 60. letech 20. století byl poprvé využit při katalytickém krakování, kterým se získávají olefiny, benzín a nafta z těžkých ropných frakcí. V současnosti jsou syntetické zeolity zcela nepostradatelnými průmyslovými katalyzátory, adsorbenty a iontoměníči. Téměř zcela nahradily dříve používané katalyzátory, jako jsou H_2SO_4 , HF nebo $AlCl_3$. Stojí na nich také valná většina petrochemických katalytických procesů (třeba výroba a izomerace xyleneů, ze kterých se vyrábějí např. PET lahve).

S pomocí zeolitů se čistí plyny a suší rozpouštědla a ve zmíněném pracím prášku plní iontoměníčovou funkci, kdy zachytávají ionty Ca^{2+} a Mg^{2+} , které

▶ **Ropná rafinérie v Bangoku, Thajsko. Syntetické zeolity patří k nejdůležitějším katalyzátorům v petrochemickém průmyslu.**

Foto Shutterstock.com

by se jinak srážely v podobě vodního kamene. Životní prostředí nezatěžují, jejich chemické složení totiž v podstatě odpovídá obyčejnému říčnímu písku. Přírodní (těžené) zeolity se používají jako přísady do krmiv (adsorbují jedy), při úpravě půdy (adsorbují vodu), ve stavebnictví nebo při úpravě vody a dalších ekologických procesech. Světová roční spotřeba zeolitů je přibližně 5 milionů tun. Globální hodnota trhu zeolitů byla v roce 2022 odhadována na téměř 13 miliard USD a očekává se, že tento trh bude neustále růst.

PÓRY MOLEKULÁRNÍ VELIKOSTI

Zeolity se vyznačují kombinací silně kyselých center s mikropóry jednotných molekulárních rozměrů vykazující efekty tvarové selektivity a snadnou regeneraci. V přírodních podmínkách krystalizují z vodných roztoků křemičitanů za tzv. hydrotermálních podmínek, tedy při teplotách nad 100 °C. Můžeme je tedy najít třeba v sopečných sedimentech a v okolí horkých pramenů. Syntetické zeolity se

připravují v laboratoři nebo průmyslovém kotli. Do dnešního dne je známo asi 60 různých přírodních zeolitů a dalších 189 synteticky připravených struktur, což v kombinaci s různými příměsemi dalších kovů v mřížce i v mimomřížkových polohách představuje širokou paletu materiálů, jejichž vlastnosti je možné do značné míry „ušít na míru“ konkrétnímu použití. V průmyslové praxi se uplatňuje asi dvacet různých syntetických struktur. Ačkoli nelze s jistotou identifikovat, který zeolit byl ten objevený Cronstedtem, pravděpodobně šlo o stilbit.

Chemicky vzato jsou zeolity širokou skupinou krystalických mikroporézních křemičitanů, tedy materiálů, které jsou tvořeny tetraedrickými jednotkami (SiO_4) s příměsemi dalších kovů, kyselým charakterem a uspořádaným systémem mikropórů o průměru desetin nanometru (typicky 0,3–0,7 nm), což odpovídá velikosti jednotlivých malých molekul (vody, monoaromatických uhlovodíků



► Čistý zeolit je bílý prášek, ale pro průmyslové účely je s dalšími složkami zformován do pelet nebo extrudátů. Foto Shutterstock.com

atp.). Právě v těchto mikropórech se vratně adsorbuje voda, jejíž uvolňování Cronstedt pozoroval (pozn. adsorpce je proces, při němž dochází k zachycování částic plynu nebo kapaliny na povrchu pevné látky).

BOHATSTVÍ STRUKTUR

Zeolity jsou nejčastěji hlinitokřemičitany (některé atomy křemíku jsou tedy v mřížce nahrazeny hliníkem). Lze do nich ovšem zabudovat i jiné kovy, což vede k vzniku ferosilikátů, galosilikátů, titanosilikátů, borosilikátů nebo germanosilikátů. U struktur zeolitů s přírodními i syntetickými zástupci byla obvykle nejprve popsána přírodní forma a až poté připraven analog syntetizovaný v laboratoři. Existují však i výjimky: konkrétně průmyslové zeolity ZSM-5 a Beta byly nejprve syntetizovány v laboratoři a jejich přírodní analogy, mutinait a tschernichit, byly v přírodě nalezeny až mnohem později (což mimochodem zneplatnilo patenty týkající se jejich sktruktury).

Kromě krystalické struktury a chemického složení lze také měnit morfologii zeolitů (tvar a velikost jejich krystalů). Některým zeolitům lze dát třeba houbovitou strukturu, kdy v krystalech jsou kromě mikropórů také větší mezopóry (dle IUPAC póry 2–50 nm), které fungují jako molekulární dálnice pro objemnější molekuly reaktantů, nebo naopak ultrajemné filtry. Dalším druhem jsou vrstevnaté zeolity, které je možné vyrábět ve formě ultratenkých krystalů (tlustých jen 2–5 nm). Jejich výzkumem se zabývá skupina syntézy, katalýzy a pokročilých materiálů (vedoucí prof. Jiří Čejka) na katedře fyzikální a makromolekulární chemie PŘF UK.



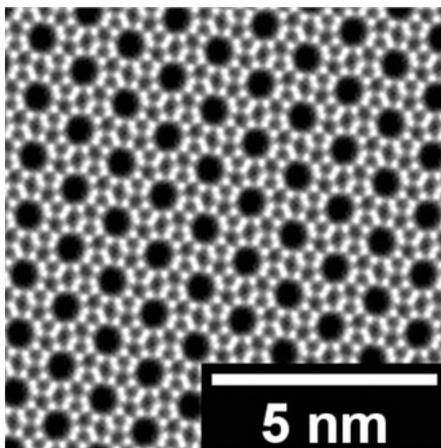
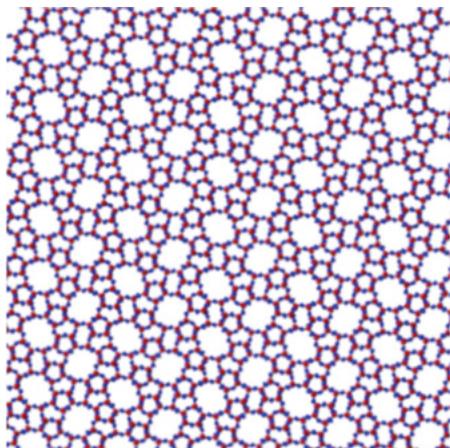
MOLEKULOVÁ SÍTA

Dobry katalyzátor by měl splňovat tři základní charakteristiky: měl by být *aktivní*, *selektivní* a *stabilní*. Zeolity odpovídají svým stechiometrickým složením písku a jsou i podobně stabilní (existují výjimky). Průmyslové zeolitové katalyzátory mohou být běžně vystavovány teplotám až kolem 700 °C.

Chemické složení zeolitu má mimo jiné vliv na jeho acidobazické vlastnosti, které následně řídí jeho aktivitu a selektivitu při přeměnách různých organických sloučenin. Například kyselá centra zeolitu ZSM-5 mají sílu (a tedy i katalytické účinky) srovnatelnou s koncentrovanou kyselinou

sírovou. Přitom jsou však centra pevně zabudována ve struktuře, takže nepůsobí korozi reaktoru ani vás nepoleptají.

Tvar a velikost pórů určují, které molekuly mohou a které nemohou vstoupit do kanálů a dostat se k aktivním centrům. Této vlastnosti se říká efekt molekulového síta a plyne z ní takzvaná tvarová selektivita zeolitů. Pokud se uplatní tvarová selektivita reaktantů, mohou do pórů zeolitu vstupovat pouze dostatečně malé molekuly. Jen ty mohou dosáhnout kyselých center a podstoupit chemickou reakci nebo být adsorbovány (např. separace lineárních alkanů od rozvětvených).



◀ **Model struktury zeolitu MFI a snímek získaný pomocí transmisního elektronového mikroskopu. Díky moderním mikroskopům je možné získat snímky v ultravysokém – atomárním – rozlišení.** Foto archiv M. Mazura

od mateřského materiálu. Tento způsob syntézy si můžete představit jako hraní si se stavebními jednotkami na atomární úrovni. Kvůli tomu se někdy této metodě přezdívá „LEGO chemistry“.

Dosud byl zeolit UTL „rodičem“ šesti nových zeolitů a tento počet se pravděpodobně v budoucnu zvýší. ADOR ovšem není omezen na modifikace zeolitu UTL, ale podařilo se například připravit zeolit IPC-12 z germanosilikátu UOV. Potenciál být „ADORable“ (ADORuschopné) má několik dalších germanosilikátů a na naší fakultě hledáme cesty k jejich přípravě. Pokud máte zájem o výzkum v této oblasti, připojte se k nám a „Staňte se přírodovědcem!“ ●

Uplatní-li se tvarová selektivita produktů, nemohou příliš objemné produkty unikat z pórů a dutin zeolitů do odtékající reakční směsi, čímž se zvyšuje selektivita vůči menším produktům (např. obohacení o p-xylen v disproporcionaci toluenu). Omezená tvarová selektivita přechodného stavu brání vzniku objemných přechodných stavů, a preferuje tedy reakce probíhající přes menší tranzitní stavy.

VÝRAZNÁ ČESKÁ STOPA

V nedávné době byla u nás skupinami prof. Čejky (viz výše) a prof. Nachtigalla objevena zcela nová metoda přípravy zeolitů. Česká metoda přípravy zeolitů vychází z přístupu „top-down“ (shora dolů, tzn. postsyntetická přeměna existující struktury). Tato metoda je založena na řízené a chemicky selektivní hydrolyze germanosilikátu UTL (každá zeolitická struktura má unikátní třípísmenný identifikační kód) na vrstevnatý zeolitový prekurzor IPC-1P. To je možné díky využití specifické struktury UTL zeolitu sestáva-

jíciho z hustých křemičitanových vrstev spojených jednotkami se značným počtem atomů germania. Tyto jednotky jsou méně stabilní a snadno odstranitelné.

Vrstevnatý prekurzor může být následně použit v postupu nazvaném ADOR, který má čtyři stupně: syntézu vhodného mateřského zeolitu (A = assembly), degradaci na vrstevnatý prekurzor (D = disassembly), řízenou organizaci vrstev do nového uspořádání (O = organization) a znovusestavení nového dceřiného zeolitu (R = reassembly) odlišného

AUTOŘI PŮSOBÍ NA KATEDŘE FYZIKÁLNÍ
A MAKROMOLEKULÁRNÍ CHEMIE

STRUKTURNÍ TYP ZEOLITU	KATALYTICKÝ PROCES
FAU (zeolit Y)	katalytické krakování, hydrokrakování, redukce NO _x , acylace
MOR (mordenit)	hydroizomerace alkanů, hydrokrakování, odparafinování, alkylace aromátů, oligomerace olefinů
MFI (ZSM-5, TS-1)	metanol na olefiny (MTO), metanol na benzín (MTG), krakování olefinů, oligomerizace olefinů, alkylace aromátů, izomerizace, disproporcionace, aromatizace, redukce NO _x , selektivní oxidace, hydratace, aminace, Beckmannův přesmyk, cyklodimerizace
*BEA (Beta)	alkylace benzenu, alkylace alifatických uhlovodíků, acetylace, Baeyer-Villigerova reakce, etherifikace
LTL (zeolit L)	aromatizace alkanů
MWW (MCM-22)	alkylace benzenu
CHA (SAPO-34)	methanol na olefiny (MTO)
AEL (SAPO-11)	hydroizomerizace alkanů s dlouhým řetězcem, Beckmannův přesmyk
ERI (Erionit)	selectoforming
RHO (zeolit Rho)	aminace
TON (Theta-1)	hydroizomerace alkanů s dlouhým řetězcem

► V současné době se katalyzátory na bázi zeolitů používají přibližně ve 130 z 850 průmyslových katalytických procesů (materiály SAPO-11 a SAPO-34 jsou siliko-alumino fosfáty – takzvané zeotypy, tj. materiály odvozené od zeolitů).

Enzymy, katalyzátory života

Život je sled chemických reakcí a bez efektivních katalyzátorů by nebyl možný

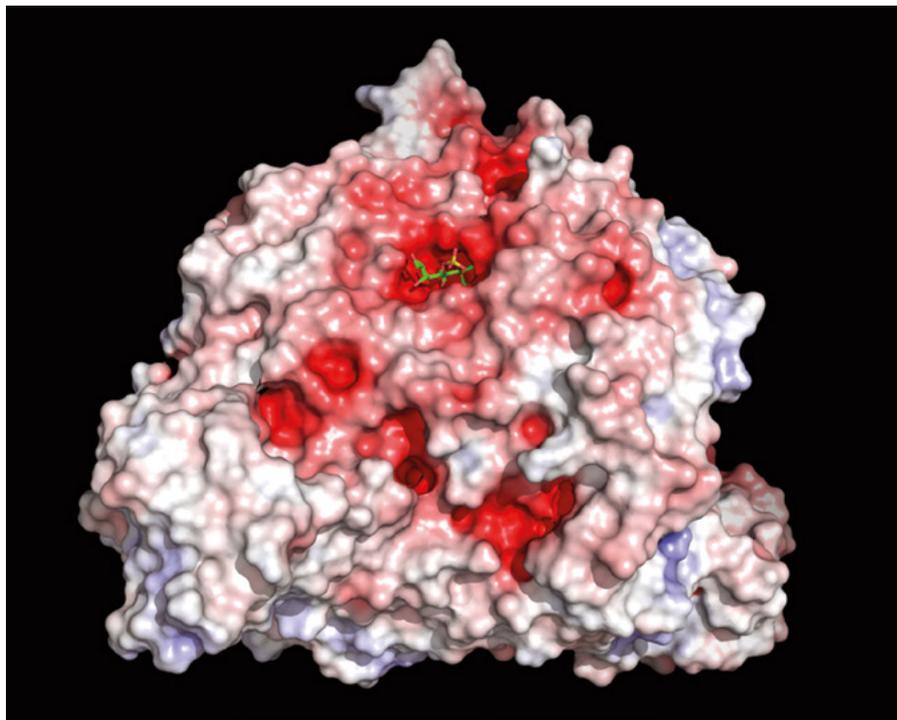
VÁCLAV MARTÍNEK

Živou buňku si můžeme představit jako složitou chemickou továrnu schopnou přeměňovat množství látek přes spoustu meziproductů na výsledné produkty a také energii potřebnou k životu. Chemické reakce, které tyto pro život zcela nezbytné přeměny zajišťují, by ale bez katalyzátorů neběžely nebo by probíhaly příliš pomalu. Aby život průběh svých reakcí umožnil či urychlil, potřebuje pak mnoho různých enzymů.

PŘEMĚNA CUKRU

Pro začátek si představme, že máme dvě chemické látky, např. sacharosu neboli řepný cukr a vodu, a potřebujeme je přeměnit na produkty – v tomto případě glukosu a fruktosu, které naše tělo dokáže použít např. při glykolýze. Tato reakce je energeticky schůdná, její produkty jsou tedy za daných podmínek stabilnější než reaktanty. Reakce by v popisovaném směru mohla ve vodě běžet samovolně, ale v čisté sterilní vodě k reakci za normálních podmínek nedojde ani po letech, a to proto, že reagující molekuly musí během své přeměny na produkty překonat energetickou bariéru.

Jak je tedy možné, že když vypijeme roztok sacharosy, objeví se nám v krvi nové molekuly glukosy a fruktosy již za 10 minut? Buňky střeva totiž produkují katalyzátor, který hydrolyzu sacharosy velmi efektivně urychluje. Můžeme si představit, že energetickou bariéru snižuje či obchází. V tomto případě je katalyzátorem enzym invertasa (či sacharasa). Každá molekula invertasy dokáže za sekundu katalyzovat hydrolyzu desítek až stovek molekul sacharosy. Z hlediska stravování tedy nezáleží na tom, jestli v potravě přijímáme směs glukosy a fru-



▲ Enzym invertasa s inhibitorem navázaným v aktivním centru. Invertasa zobrazená jako povrch zbarvený podle lokálního náboje (červené jsou oblasti s negativním nábojem a modré s pozitivním nábojem). Malá molekula zobrazená zeleně je inhibitor (kotalanol), který může blokovat aktivní centrum enzymu, do něhož by se jinak vázal jeho přirozený substrát – sacharosa.

ktosy nebo sacharosy, protože hydrolyza sacharosy je díky enzymům v našem střevě takřka okamžitá.

URYCHLUJE A TAKÉ ŘÍDÍ

Reakcí, které za fyziologických podmínek běží dostatečně rychle i bez pomoci enzymů, je jen minimum – drtivá většina chemických pochodů v buňkách proto musí být katalyzována enzymy. Různých enzymů jsou v každé buňce tisíce, přičemž některé z nich jsou schopné katalyzovat i více reakcí. Velice důležitou vlastností je také vysoká specifita enzy-

mů, co se týče toho, jaký druh reakce katalyzují a jaké substráty si vybírají. Nejvíce enzymů je v buňce lokalizováno v cytoplasmě, kde jsou většinou smíchány dohromady, ale to vzhledem k jejich specifitě vůbec nevadí. Dokonce je to výhodné, protože si své metabolity (substráty i produkty) mohou navzájem rychle předávat a tvořit tak efektivní metabolické dráhy.

Naprostá většina enzymů jsou bílkoviny čili proteiny, tvořené jedním či více polypeptidovými řetězci, někdy doplněnými

ještě o kofaktor. Kofaktorem může být např. malá organická molekula či kation kovu. Proteiny samy mívají poměrně složitou prostorovou strukturu i další vlastnosti, jako je třeba rozložení náboje na povrchu. Velmi důležité pak je, že mají oblast, která svým tvarem a dalšími vlastnostmi umožňuje přichycení molekuly substrátu, tzv. aktivní centrum.

AKTIVNÍ CENTRUM

Typické aktivní centrum je evolučně optimalizováno tak, aby se do něj molekuly substrátů ochotně navázaly a zdržely se tam dost dlouho na to, aby mohlo dojít k jejich reakci a následné přeměně na produkty. Aktivní centrum bývá nepravidelného tvaru a díky tomu jsou enzymy téměř vždy stereoselektivní, tedy rozlišují mezi izomery (v tom se liší od klasických katalyzátorů). Při vazbě do aktivního centra se substráty zorientují tak, aby byly v pozici ideální pro produktivní reakci. Kromě toho ještě enzym (někdy za pomoci kofaktoru) navodí podmínky, které onu přeměnu dále usnadňují – třeba tak, že stabilizuje přechodový stav vedoucí k meziproductům. Některé enzymy také se substráty

meziproducty samy tvoří. Ale to nejsou jediné triky, které příroda využívá. Má i řadu dalších mechanismů, jakými mohou enzymy reakce usnadňovat, a jejich studium je stále předmětem vědeckého zájmu.

JAK ENZYM VYPNOUT A ZAPNOUT?

Toho, že reakce bez přítomnosti enzymu v živých organizmech prakticky neprobíhají, využívají organismy k řízení svého metabolismu. Stačí totiž, že enzymy pro nežádoucí reakce prostě netvoří. Ale jak to udělat v případě, kdy organismus potřebuje rychle reagovat na měnící se podmínky a musí například nějaký enzym rychle vypnout a pak zase zapnout, a to opakovaně?

Protein, který většinu enzymu tvoří, je velká a pro buňku z pohledu energetických výdajů na syntézu dost nákladná molekula (jen na proteosyntézu jedné molekuly proteinu spotřebuje buňka tisíce ATP). Takže organismy, které dokážou své enzymy regulovat jednoduše a levně, mají velkou evoluční výhodu. Příroda proto využívá několik triků, jak enzym regulovat.

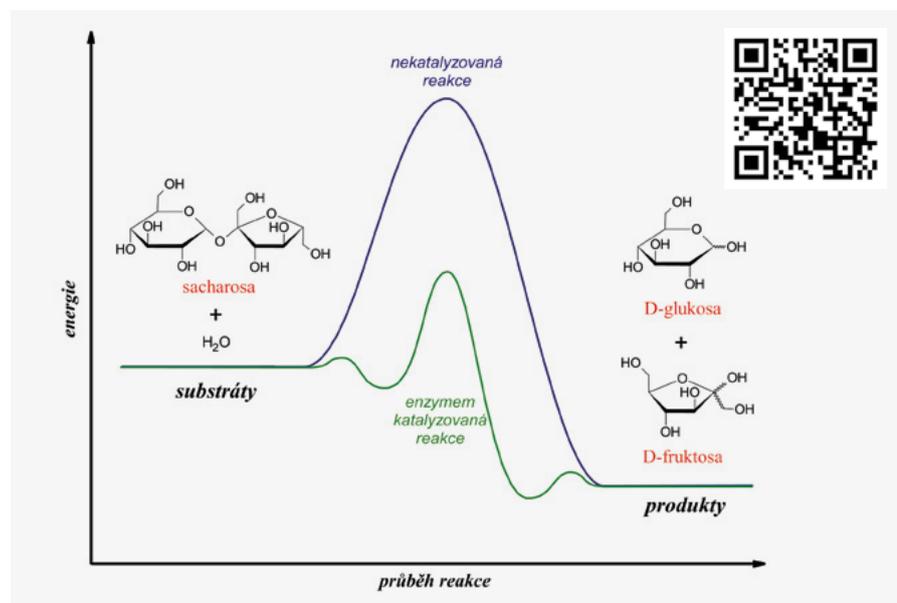
Jedním z nich je třeba připojení fosfátu na určité místo na povrchu enzymu. To dělají enzymy nazývané proteiny kiny a buňku to stojí jen jedno ATP. Výsledná změna tvaru a hlavně náboje proteinu (fosfátový zbytek v daném místě udělí proteinu záporný náboj) může enzym inaktivovat či naopak aktivovat (záleží na druhu enzymu). Do původního stavu se pak enzym vrátí tak, že z něj jiný enzym fosfát odštěpí.

Další běžnou možností vypnutí enzymové aktivity je využití malých organických molekul, kterým říkáme inhibitory. Může jím být molekula podobná substrátu, která obsadí aktivní centrum enzymu a substrát tam nepustí. Inhibitor má přitom takovou strukturu, že není schopen podstoupit reakci, kterou enzym umí katalyzovat, takže v aktivním centru dlouho setrvává beze změny, a tak jej blokuje. Když pak buňka koncentraci inhibitoru sníží, třeba jeho přeměnou na něco jiného nebo jeho odčerpáním někam jinam, začne enzym zase katalyzovat.

Inhibitory se lidé naučili využívat také v medicíně, kde řada přírodních, ale i syntetických léčiv funguje jako inhibitor pro konkrétní enzym související s onemocněním. Zajímavé animace enzymů naleznete na www.studiumchemie.cz/celek/enzymy nebo po naskenování QR kódu. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE BIOCHEMIE A KATEDŘE UČITELSTVÍ A DIDAKTIKY CHEMIE

◀ **Porovnání energetiky enzymem katalyzované a nekatalyzované reakce. Cesta, kterou jsou reaktanty přeměněny na produkty během enzymem katalyzované reakce, je většinou mnohem složitější než průběh nekatalyzované reakce. Přesto je cesta vedená enzymem mnohem rychlejší, jelikož nevede přes žádné energeticky příliš nevýhodné stavy.**





Otužováním k hnědému tuku

Katalyzátorem tvorby termogenní tukové tkáně je náš imunitní systém

MAGDALÉNA KRULOVÁ

Endotermní živočichové (lidově teplo-krevní), včetně člověka, jsou závislí na udržení konstantní tělesné teploty, zajišťované pomocí procesů termoregulace. Změnu vnější teploty hlídají pomocí termoreceptorů, což jsou nervová zakončení, která se nachází především v kůži. Jejich podrážděním dochází k aktivaci a přenosu informace do hypothalamu, který funguje jako termoregulační centrum. Pokud vnější teplota klesá, musí být spuštěny mechanismy, které zajistí zvýšení teploty tělesné. Její okamžitý nárůst zajišťuje tzv. třesová termogeneze. Při tomto mechanismu se

aktivují neurony, které inervují kosterní svalstvo. Spouští se rychlé a opakované kontrakce – spontánní třes. Při tom dochází k přeměně ATP (adenosintrifosfátu) na kinetickou energii bez vykonání práce. Vytvořená energie je uvolňována ve formě tepla.

BÍLÝ, HNĚDÝ, BĚŽOVÝ

Komplikovanějším způsobem termoregulace je netřesová, chemická termogeneze. Zde je zásadní přítomnost hnědé tukové tkáně. Ta je zcela odlišná od bílé tukové tkáně. Zatímco bílý tuk slouží jako zásobárna energie, tepelný

izolant a ochrana vnitřních orgánů, hnědá tuková tkáň je důležitá pro produkci tepla. Na rozdíl od tukových buněk bílého tuku, kde tuková kapénka zabírá až 90 % objemu buňky a buněčné jádro a orgány jsou zatlačeny do periferie, hnědé tukové buňky obsahují značné množství velkých a členitých mitochondrií, což je spojeno s přítomností cytochromu c, který tkáni dodává hnědou barvu.

Po dlouhodobější stimulaci chladových receptorů v kůži dochází k vyplavení stresových hormonů. Jsou aktivovány

◀ **Otužování prokazatelně přináší našemu tělu prospěch. Stimuluje například přeměnu našich nezdravých tukových zásob na efektivní tepelný zdroj.** Foto Shutterstock.com

hnědé tukové buňky, které začnou spalovat tuk a uvolňovat energii ve formě tepla, přičemž tuto funkci zajišťuje protein termogenin, přítomný v membráně mitochondrií. Hnědou tukovou tkáň najdeme ve velké míře u malých savců, u člověka ji využívají novorozenci, v dalších letech života se však její množství snižuje. Tento trend lze ale do jisté míry zvrátit. Při dostatečně dlouhém otužování získávají adipocyty (tukové buňky) bílé tukové tkáně morfologii a zabarvení tukové tkáně hnědé. Barva je však světlejší – béžová. Výsledkem jsou ostrůvky béžového tuku v bílé tukové tkáni.

ZDRAVÝ STRES

Ve všech typech tukové tkáně jsou přítomné miliony buněk imunitního systému, které se podílejí na řadě procesů, včetně reakce na teplotní změny. Obecně lze říci, že krátké vystavení chladu znamená pro organismus stres a spouští prozánětlivou polarizaci imunitního systému, která je v některých ohledech stejná jako reakce po napadení patogeny. Důležité je, že tato odpověď, spojená s produkcí specifických proteinů – cytokinů – iniciuje přeměnu bílých tukových buněk na béžové a tvorbu hnědé tukové tkáně. Následně pak vede k protizánětlivé odpovědi, která je pro organismus velmi prospěšná.

► **Hnědé a bílé tukové buňky se od sebe významně liší. Hnědé obsahují méně tuku a značné množství mitochondrií. Otužováním je však možné vytvořit z bílého tuku béžový, který je svou strukturou a funkcí podobný hnědému.**

Foto Shutterstock.com

Současné poznatky ukazují, že tvorba termogenní (tedy hnědé a béžové) tukové tkáně by bez přítomnosti různých typů buněk imunitního systému proběhla jen velmi omezeně. To lze velmi dobře prokázat pomocí zvířecích modelů, které mají geneticky odstraněný gen pro některou z molekul důležitých pro imunitní systém. Zároveň je však potřeba si uvědomit, že termogenní tuková tkáň je složená z celé řady různých typů buněk. Všechny buňky spolu neustále vzájemně interagují, aby udržely tkáňovou homeostázu. A navíc všechny buněčné typy reagují na signály z nervového systému, takže vzniká komplikovaná síť interakcí, jejíž podoba do značné míry závisí na rovnováze různých faktorů a kterou je poměrně těžké dešifrovat.

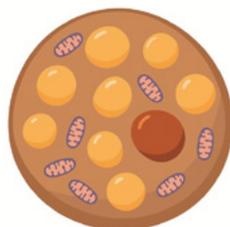
ROLE LYMFOCYTŮ

Nejpočetnějším typem imunitních buněk v tukové tkáni jsou makrofágy. Mělo se za to, že právě tato buněčná populace se bude na změnách tukové tkáně po otužování podílet nejvíce. To se ale potvrdilo pouze částečně. Současné studie překvapivě ukazují na zásadní roli zcela jiných buněk imunitního systému. Řeč je o $\gamma\delta$ T-lymfocytech, malé skupině T-lymfocytů, která vzhledem k tomu, že rozpoznává konzervované struktury na některých bakteriích, je schopna mnohem rychlejší imunitní reakce než „klasické“ $\alpha\beta$ T-lymfocyty.

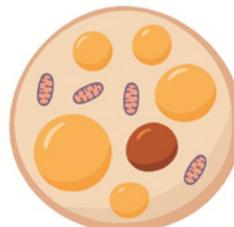
Zásadním zjištěním bylo, že myš, které chybí $\gamma\delta$ T-lymfocyty, není schopna se vypořádat s chladem. A stejný výsledek ukázalo i odstranění genu pro cytokin spojený s protiinfekční reakcí – interleukinu 17 (IL-17). Jeho působení jako katalyzátoru reakcí spojených s adaptací na chlad bylo prokázáno teprve nedávno a přesný průběh dějů spojených s otužováním stále není znám. Zdá se, že stresové signály pocházející z chladových receptorů aktivují $\gamma\delta$ T-lymfocyty přítomné v tukové tkáni a ty začnou produkovat IL-17, který působí na okolní buňky. Tím se spustí kaskáda dějů vedoucích ke zvýšené inervaci a vaskularizaci tukové tkáně, aktivaci dalších imunitních i neimunitních buněk a také k produkci termogeninu a tím i tvorbě tepla.

Svatým grálem současné léčby obezity je přeprogramování tukové buňky tak, aby více tuku spalovala, než uchovala. A právě to nabízí termogenní tuk indukovaný otužováním. Navíc je celkový výsledek chladové adaptace spojený s tvorbou protizánětlivého prostředí, čímž může otužování přinášet i další zdravotní benefity. Výzkum vlivu různých buněk imunitního systému na funkci termogenních adipocytů tak může poskytnout vzrušující perspektivy v oblasti léčby obezity a dalších metabolických poruch. ●

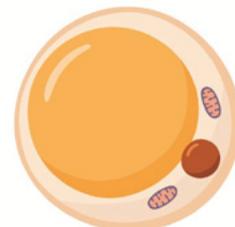
AUTORKA PŮSOBÍ NA KATEDŘE BUNĚČNÉ BIOLOGIE



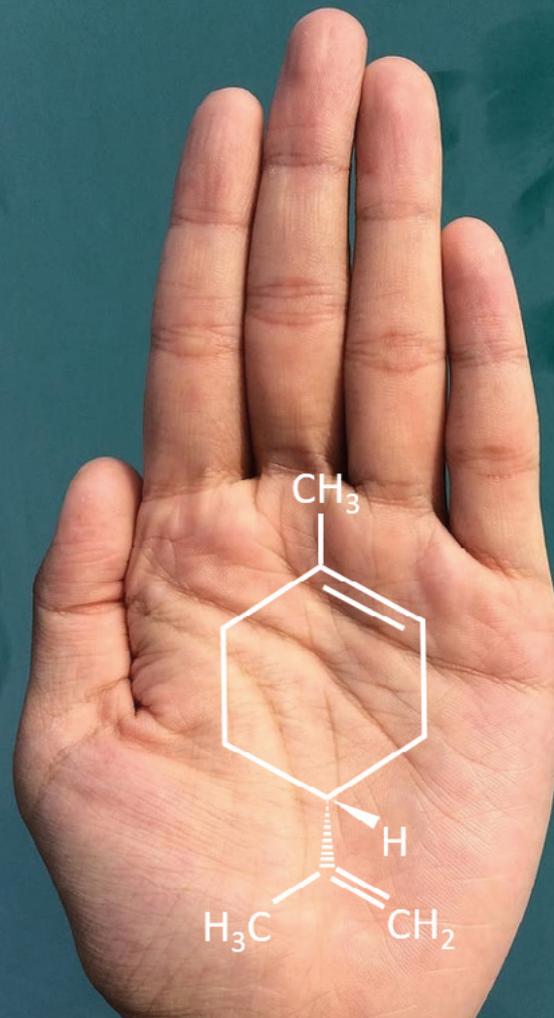
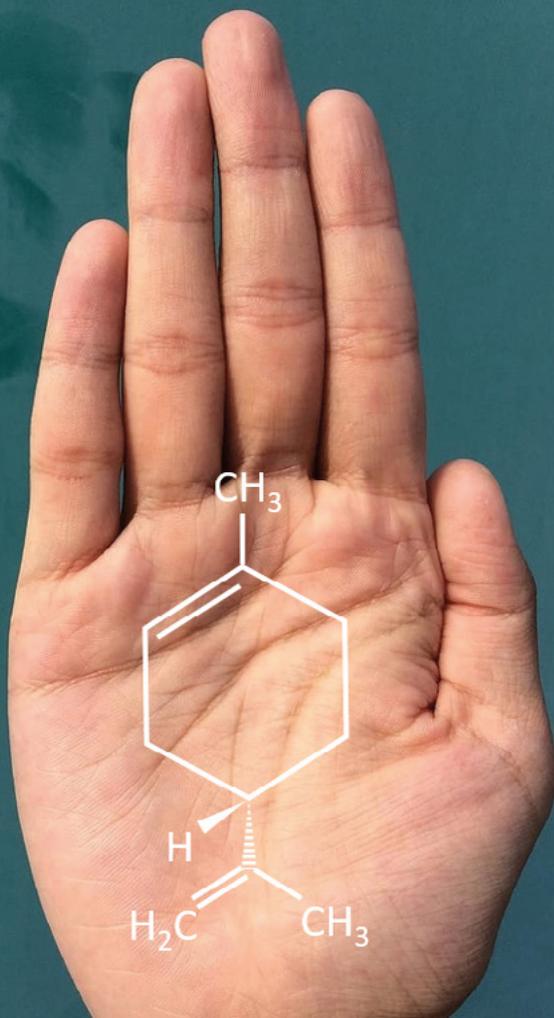
Buňka hnědého tuku



Buňka béžového tuku



Buňka bílého tuku



Asymetrická organokatalýza

Organické katalyzátory způsobily revoluci v syntéze opticky čistých látek

MARTIN KAMLAR, MICHAL URBAN

Abychom si mohli objasnit, co se skrývá pod tajemným názvem organokatalýza, je nutné nejprve porozumět termínům katalýza a katalyzátor. Pod pojmem katalyzátory si lze představit látky nebo materiály urychlující chemickou reakci, aniž by byly na konci reakce spotřebovány nebo pozměněny. Katalyzátory jsou v přírodě hojně zastoupeny. Jsou součástí všech živých organismů a v biochemii se jim říká enzymy. Tyto enzymy – biokatalyzátory – mají nejčas-

těji proteinovou povahu a jejich účelem je umožnit průběh specifické chemické reakce.

ZÁMEK A KLÍČ

Specifickou chemickou reakcí máme na mysli reakci, kdy enzym aktivuje jen určitý substrát, případně substráty na základě vzájemné afinity. Zjednodušeně si to lze představit na principu zámku a klíče – stejně jako zapadne klíč jen do určitého zámku, i substrát díky své struktuře

„zapadne“ do struktury určitého katalyzátoru. Tím dojde ke snížení energetické bariéry systému a spustí se chemická reakce, která by bez přítomnosti katalyzátoru vůbec neprobíhala nebo by byl její průběh velmi pomalý. Pro život jsou tedy takové látky zcela nepostradatelné.

SÍLA JEDNODUCHOSTI

Chceme-li takové enzymy využít v laboratoři pro přípravu zajímavých biologicky aktivních látek, můžeme narazit na

◀ **Známou chirální (opticky aktivní) látkou (molekulou) je například limonen. Zatímco R-limonen voní po pomerančích, S-limonen voní po citronech.**

řadu problémů, jako je složitost jejich struktury či jejich dost vysoká citlivost vůči reakčním podmínkám. S tím dále souvisí poměrně pracné izolační postupy zvyšující ekonomickou náročnost celého procesu. Proto vznikla potřeba podívat se na tuto problematiku z pohledu syntetického chemika a problém katalýzy zjednodušit využitím strukturně jednodušších organických sloučenin. Výhodou tohoto přístupu je, že se tyto relativně malé molekuly dají připravit známými syntetickými postupy z biologicky dostupných látek, jako jsou například aminokyseliny nebo sacharidy.

Díky své jednodušší struktuře vykazují takové organokatalyzátory solidní stabilitu vůči různým reakčním podmínkám. Důležitým aspektem těchto látek je, že i přes svou strukturní jednoduchost našly uplatnění v oblasti syntézy opticky čistých látek, která byla až donedávna doménou katalyzátorů na bázi komplexů přechodných kovů či enzymů. Vznikla tak nová oblast katalýzy, která se nazývá enantiomerní nebo asymetrická organokatalýza. Abychom si mohli představit, co tento termín znamená, musíme si nejprve vysvětlit některé základní pojmy, jako je stereochemie.

STEJNÝ, ALE JINÝ

Možná víte, že existují látky, které při stejném chemickém vzorci vykazují v prostoru různou geometrii. Pokud jsou takové molekuly svými zrcadlovými obrazy a nelze je ztotožnit, nazýváme je enantiomery (též chirální látky). Lze si je zjednodušeně představit jako pravou a levou ruku – na

▶ **Vybrání zástupci chirálních organokatalyzátorů.**

levou ruku si také jen těžko nasadíme pravou rukavici a naopak. Tato vlastnost je typická zejména pro uhlíkaté organické látky, u kterých jsou na jednom (nebo i více) atomu uhlíku navázány čtyři různé substituenty. Za objevem enantiomerů stojí Louis Pasteur, který zjistil, že při krystalizaci vinanu amonno-sodného vznikaly dva druhy krystalů, které byly vzájemnými zrcadlovými obrazy. Obecně mají enantiomery jedné látky stejné fyzikální vlastnosti, jako např. teplotu tání, varu apod.

Důležité ovšem je, že tyto enantiomery vykazují rozdílné chování v organizmech (biologické vlastnosti), které umí mezi dvěma enantiomery rozlišovat. Důvodem je interakce těchto prostorově přesně definovaných látek s enzymy přítomnými v organismu, které rovněž mají přesně dané prostorové uspořádání (chiralitu). To může mít za následek, že jeden enantiomer například voní jinak než druhý enantiomer téže látky. S tím se můžeme setkat například u látky karvon, kdy jeden enantiomer voní jako máta, zatímco druhý voní po kmínu. Obdobné chování vykazuje i limonen, jehož jeden enantiomer evokuje vůni citronu a druhý pomeranče.

V tomto případě nepředstavuje rozdílné vnímání vůně enantiomerů téže látky pro fungování organismu zásadní problém. Ten se však může objevit u látek, které mají na organismus podstatnější vliv. V případě léčiv s přesně definovaným prostorovým uspořádáním může nastat situace, kdy jeden enantiomer vykazuje žádoucí terapeutický účinek, zatímco ten druhý v lepším případě

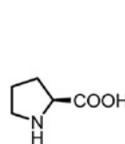
nikoliv. V horším případě může být opačný enantiomer dokonce toxický. Proto je důležité klást vždy důraz na přípravu léčiv o co nejvyšší optické čistotě.

NOBELOVA CENA

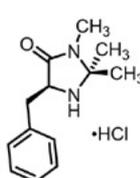
Průlom v této oblasti nastal na přelomu tisíciletí, kdy byly Benjaminem Listem a Davidem MacMillanem publikovány práce zabývající se využitím běžně dostupné aminokyseliny (L)-prolinu a chirálního derivátu imidazolidinonu, snadno dostupného z aminokyseliny fenylalaninu, jako organokatalyzátorů pro přípravu látek o vysoké optické čistotě. V následujících letech byly objeveny nové typy organokatalyzátorů, které dále rozšířily možnosti v přípravě farmakologicky významných látek. Lze zmínit například organokatalyzátory odvozené od chinolinových alkaloidů, jako třeba chinin, který je využíván také k léčbě malárie. V poslední době je předmětem zájmu v oblasti asymetrické organokatalýzy využití chirálních derivátů kyseliny fosforečné jako Brønstedových organokatalyzátorů.

Od svého objevu se organokatalýza etablovala jako svébytný obor organické chemie, který se neustále rozvíjí. Novým trendem je kombinace organokatalýzy s katalýzou pomocí přechodných kovů nebo fotokatalýzou nabízející nové možnosti přípravy opticky aktivních látek. Význam organokatalýzy dokládá fakt, že roku 2021 byla za její objev udělena Benjaminu Listovi a siru Davidu MacMillanovi Nobelova cena za chemii. ●

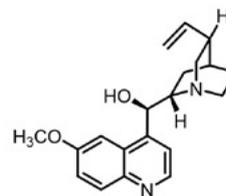
AUTOŘI PŮSOBÍ NA KATEDŘE ORGANICKÉ CHEMIE



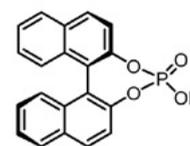
(L)-Prolin



derivát
imidazolidinonu



chinin

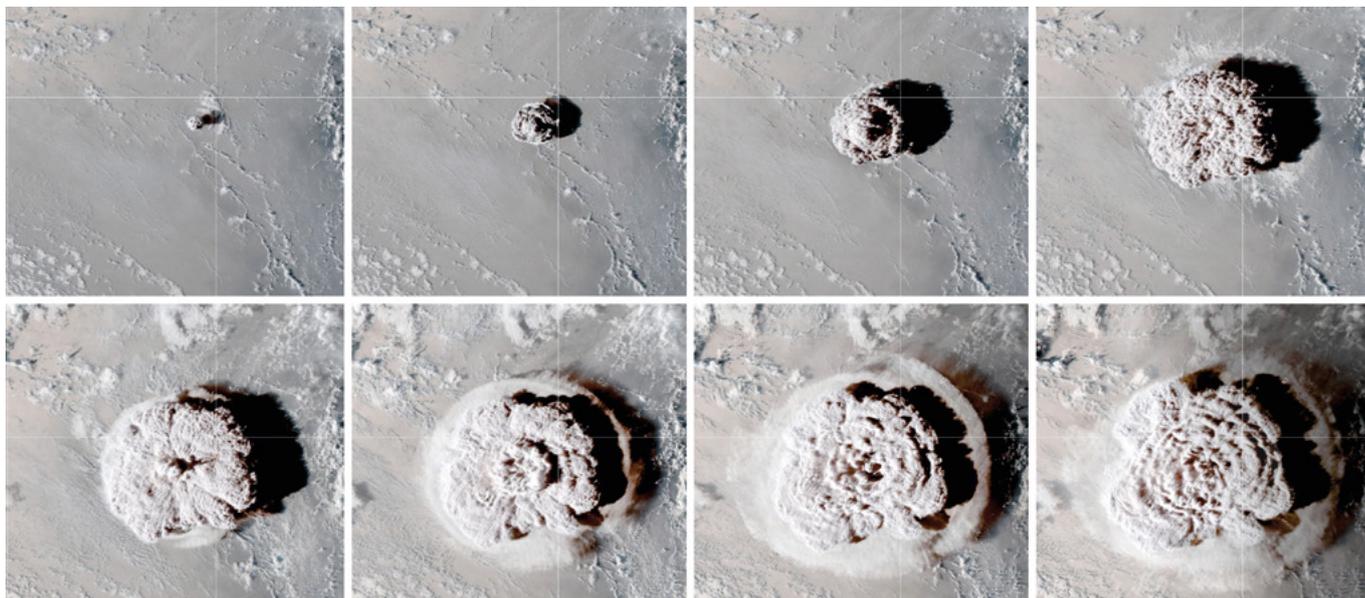


derivát
fosforečné kyseliny

Oheň a voda

Když je katalyzátorem nejběžnější kapalina planety

PETR VITOUŠ



▲ Vývoj explozivní fáze erupce Hunga Tonga-Hunga Ha'apai. Jednotlivé fotky jsou od sebe odděleny po 10 minutách. Celkově 4:10 až 5:20 Koordinovaného světového času. Zdroj NASA

Běžně není příliš známo, že explozivita a styl vulkanické činnosti nezáleží jen na chemickém složení magmatu, ale z velké míry také na obsahu sopečných plynů (vodní páry, oxidu siřičitého, oxidu uhličitého a dalších). Pokud je totiž plynů v magmatu relativně málo a jeho viskozita je nízká (dobře teče), plyny z magmatu jednoduše unikají a dochází k výlevným (neexplozivním) erupcím. Naopak v případě vysoce viskózních magmat, která bývají nabohacena plyny včetně vodní páry, je odplyňování mnohem složitější a také výrazně nebezpečnější.

EXPLOZIVNÍ ERUPCE

Výbuchu sopky předchází formování větších plynových bublin v magmatu těsně pod zemským povrchem. Jejich postupnou akumulací a propojováním

se začne vytvářet magmatická pěna. Ve chvíli, kdy je tlak plynu větší než stabilita magmatu v pění, dochází k její fragmentaci a vzniká explozivní erupce. V některých případech se ale může stát, že se magma dostane do vodou bohatého prostředí, například jezera nebo podzemního kolektoru vody. Vysoká teplota magmatu (700–1200 °C) okamžitě přemění okolní vodu na páru, což explozivitu celého systému výrazně zvýší.

Podle původu vyvrženého materiálu se dají explozivní erupce dělit na magmatické, freatické a freatomagmatické. První typ zahrnuje klasické vulkanické erupce, kdy je vyvrhovaný materiál juvenilní (původní magmatický) a stejně tak je magmatický i zdroj plynů a vody. Příkladem magmatické erupce může být slavný výbuch sopky St. Helens v roce 1980.

Druhý, freatický typ erupcí je odlišný v tom, že magma se dostane těsně pod zemský povrch, přemění okolní vodu na páru a ta způsobí podzemní erupci, která se šíří až k zemskému povrchu. Povrchovým projevem je pak výbuch okolních hornin (ne magmatu) a obrovského množství páry z maarového vulkánu. Jedním z příkladů je sopka Diamond Head nedaleko Honolulu na Havaji. V mnoha dalších případech se pak jedná o kombinaci, tedy o smíšený freatomagmatický typ erupcí.

ZROZENÍ OSTROVA

Proces freatomagmatické erupce byl poprvé popsán během vzniku nového ostrova Surtsey („ostrov Ohňového obra“) jižně od Islandu v letech 1963–1967 (podle něj je pojmenován tzv. surtseyský typ). Původní vrchol podmorského vulkánu se nacházel 130 metrů

pod hladinou, avšak během erupce, při které hrála významnou roli pára vzniklá z mořské vody, vyrostl až nad hladinu. Erupce surtseyského typu je charakterizována jako vysoce explozivní s výškou erupčního mraku až 20 km, tedy do spodní části stratosféry, a erupovaný materiál je často fragmentován na ty nejjemnější klasty sopečného popela.

Surtseyskou erupci jde poměrně snadno rozeznat – oblaka stoupající z kráteru (oblaka vulkanického popela) nejsou klasicky šedá, ale bývají černobílá. Bílá oblaka jsou čistou parou, zatímco černá barva je známkou přítomnosti sopečného popela. Ostrov Surtsey je dodnes přístupný pouze vědcům: vulkanologům a biologům zkoumajícím vývoj ekosystému na nově vzniklém ostrově.

HUNGA TONGA

V lednu tohoto roku otřásla měřicími přístroji, médií a sociálními sítěmi po celém světě poněkud zvláštní erupce jedné pacifické sopky. Hunga Tonga a Hunga Ha'apai, tak se jmenovaly dva sopečné ostrovy, které byly po erupci v roce 2015 spojeny do jednoho většího. Tento komplex se nacházel na svrchní části podmořského kalderového stratovulkánu zhruba 65 km severně od Tongatapu, hlavního ostrova Království Tonga (Oceánie, jižní Pacifik). Celá oblast tohoto ostrovního království je vulkanicky aktivní, neboť se nachází na subdukční zóně, kde dochází k podsouvání pacifické litosférické desky pod desku indoaustralskou. Tato oblast je zároveň součástí takzvaného ohnivého kruhu obepínajícího celý Pacifik.

► Schéma Surtseyského typu erupce.

1 – oblak vodní páry, 2 – „cypřišoidní“ mračno popela, 3 – kráter, 4 – voda, 5 – vrstvy lávy a popela, 6 – stratum, 7 – magmatický kanál, 8 – magmatická komora, 9 – hráz. *Zdroj Wikimedia Commons, autor Sénhur, CC BY-SA 4.0*

Po několika letech klidu, v prosinci 2021, začala sopka Hunga Tonga projevovat drobnější vulkanickou aktivitu, ale už 11. ledna 2022 byla prohlášena za neaktivní. Jednalo se ovšem pouze o krátké ticho před bouří. Sopečná aktivita se vzápětí obnovila a 15. ledna 2022 přišla mohutná surtseyská erupce, již sopka vyvrhla popel a páru až do výšky neuvěřitelných 58 km (tedy až do mezosféry)! Tímto se zařadila mezi freatoplinijské erupce, nejexplozivnější možné kategorie zaznamenané na naší planetě. V porovnání s jinými historickými freatoplinijskými erupcemi však vyvrhla o několik řádů méně juvenilního materiálu.

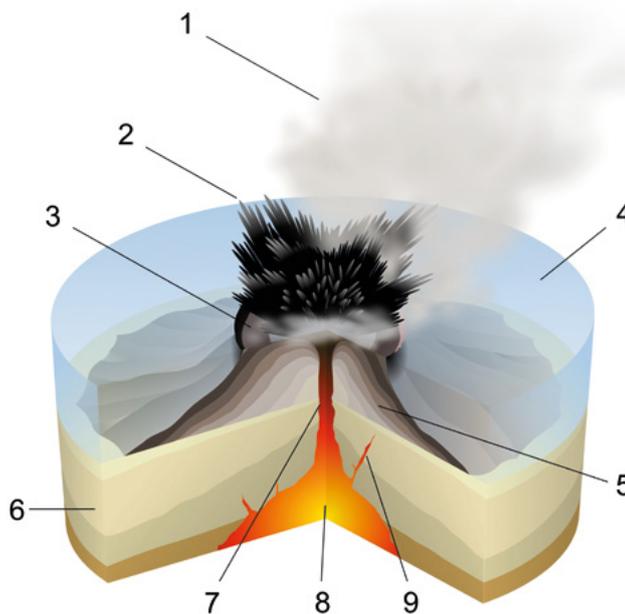
EXPLOZE, TSUNAMI, BLESKY

Takto prudká erupce byla způsobena právě přísunem v podstatě neomezeného množství páry vznikající varem okolního tropického moře. Exploze, která zmíněnou erupci doprovázela, je jednou z nejhlasitějších událostí zaznamenaných člověkem od slavné erupce indonéské sopky Krakatoa v roce 1883. Exploze Hunga Tongy byla slyšet až na 9 370 km

vzdálené Aljašce a tlaková vlna minimálně dvakrát oběhla celou planetu. Doprovodným jevem pak byla vlna tsunami, která ve větší míře zasáhla zejména okolní ostrovy a vyžádala si několik lidských obětí. Dostala se však až k pobřeží Jižní Ameriky a Japonska. Vznikla pravděpodobně kvůli kolapsu velké části spojených ostrovů Hunga Tonga a Hunga Ha'apai, ze kterých zbyly nad hladinou moře pouze drobné fragmenty.

Výrazným doprovodným jevem, i když už spíše estetickým, byla i silná aktivita blesků. V oblasti blízké místu erupce bylo zaznamenáno 200 až 300 tisíc blesků za hodinu. Pro srovnání, erupce Krakatoy v roce 2018 generovala přibližně 340 tisíc blesků za týden! A to nás na závěr opět vrací ke katalyzátoru jménem voda: statický náboj s výsledným výbojem v podobě blesku vzniká v erupčních mračnech třením mezi jednotlivými částicemi popela a krystalů ledu. ●

AUTOR JE DOKTORANDEM V ÚSTAVU GEOLOGIE
A PALEONTOLOGIE



Bylo tu, není tu...

Koprofágní brouci jako katalyzátory rozkladu trusu

DAVID SOMMER

Celosvětový úbytek hmyzu je dnes již nepopiratelným faktem. Proč je tato skutečnost tak alarmující? Hmyz je pro náš svět jistě velice významný – slouží třeba jako potrava velkému množství živočichů a člověk ho využívá například jako zdroj medicínských látek a dalších cenných produktů. Jeho hlavní role však spočívá v takzvaných ekologických službách. Mezi ty patří zejména opylování, nebo predace a parazitace zemědělských škůdců. A také dekompozice (rozklad) – ať již mrtvých těl, či odpadních produktů. Jen málokdo si uvědomuje, že právě posledně zmíněná funkce je jedním z nejzásadnějších dějů na této planetě.

URYCHLOVAČI ROZKLADU

Na dekompozici trusu se podílí celá řada organismů – od bakterií až po různé zástupce hmyzu. Právě hmyz rozklad nevábné hmoty výrazně urychluje. Koprofágie vznikla v rámci hmyzu několikrát nezávisle na sobě a za nejvýznamnější katalyzátory rozkladu trusu můžeme považovat zástupce čeledi chrobákovitých (Geotrupidae) a podčeledi vrubounovitých (Scarabaeinae) brouků, u kterých se dokonce vytvořila i unikátní rodičovská péče. Na základě potravních strategií můžeme tyto brouky rozdělit do tří gild.

GILDY KOPROFÁGŮ

První gildu bychom mohli pojmenovat přiléhavým českým názvem „hovniválové“ nebo „váleči“ z anglického označení *rollers*. Taxonomicky se jedná o zástupce tribu vrubouni (Scarabaeini). Sem patří jedni z nejznámějších brouků – skarabeové. Kdo by neznal pohled na slunce zapadající za písečnou dunu, když tu najednou vstupuje do záběru mohutný



▲ Výkálník pečlivý (*Copris lunaris*) je jedním z našich kriticky ohrožených koprofágních brouků. Má rád různé pastviny, ať už s ovce a krávy či divokou zvěří. Pod trusem vyhrabává i několik desítek centimetrů hluboké nory, kam poté zatahuje trus a samice zde klade vajíčka. Foto Lucie Hřízová, obora Bulhary, 2019

brouk valící si svoji kuličku. Ano, strategie těchto brouků spočívá v rychlém vytvoření kuličky z čerstvého trusu, kterou pak odkoulí do bezpečné vzdálenosti od původního zdroje a zahrabou do země. Svůj „poklad“ takto ochrání před nenechavými konkurenty a zároveň svému potomstvu zajistí vhodné mikroklima.

Druhou gildu bychom mohli označit – trochu nešikovně s odkazem na anglický termín *burrowers* – jako „tuneláře“. Taxonomicky sem řadíme

většinu zástupců výkálníků (triby Coprini a Oniticellini) a lejnožroutů (tribus Onthophagini), ale také chrobáky (čeleď Geotrupidae). Jejich strategie spočívá ve vyhloubení podzemní štolý přímo pod trusem nebo v jeho bezprostřední blízkosti. Z hlavní štolý vybíhá v různých schématech několik postranních štol, do kterých brouci uloží část čerstvého trusu.

Poslední gildou jsou takzvaní *dwellers*. Říkejme jim třeba „lejnomilci“. Sem náleží někteří příslušníci hnojníků

(tribus Aphodiini) a výkalníků (triby Eurysternini a Oniticellini). Tito brouci si vytvářejí hnízdo přímo v hromádce trusu.

NESNÁZE U PROTINOŽCŮ

Koprofágní brouci se podílejí na efektivním odstraňování trusu z přírody a prokazují nám tak významnou službu. Jak významná opravdu je, si ukážeme na konkrétním příkladu, za kterým budeme muset cestovat až k protinožcům.

Austrálie byla ve své historii soustavněji osidlována od začátku 19. století. Kolonisté dovezli kromě jiného také řadu hospodářských zvířat, která v tamní přírodě posléze způsobila nejednu obtíž. Kdo by neznal slavný příběh australských králíků? Málokdo už však ví, že negativně působil na místní přírodu i chov skotu.

Jak v Austrálii přibývalo usedlíků, přibývalo i hovězího dobytka. A přibývalo i něčeho, čeho by v běžných podmínkách přibývat nemělo – trusu. I když

fauna Austrálie hostí přes 250 druhů koprofágních vrubounovitých brouků, prakticky žádný není schopen efektivního rozkladu trusu dobytka. Místní druhy jsou potravně uzpůsobené na příjem trusu vačnatců a ten je od toho kravského v mnoha ohledech výrazně odlišný. Nebylo tedy, kdo by nevábný odpad odklízel.

HEJNA MUCH

Fenoménu hromadění trusu na pastvinách zpočátku nikdo nevěnoval pozornost. Trus na pastvinách vyschl a posléze mineralizoval, v důsledku čehož zabraňoval růstu trav a dalších rostlin vhodných ke spásání. Když už pastva nebyla možná, majitel zkrátka přehnal dobytek na jinou pastvinu.

Postupně však vhodných lokalit ubývalo, a co víc, v deštivějších obdobích roku trus na pastvinách nevyschl, ale sloužil jako živná půda k vývinu larev mnoha druhů dvoukřídlého hmyzu, zejména mouchy *Musca vetustissima* a bodalky *Haematobia irritans exigua*. Jejich populace posléze dosahovaly

hustoty statisíců až milionů jedinců. Dobytek, který byl tímto hmyzem bez ustání obtěžován, ztrácel váhu nebo nepřibíral a přestával dávat mléko. V extrémních případech vedlo soustavné obtěžování zvířata až k šílenství s následným úhynem. A nadšení jistě nebyli ani lidé.

ÚSPĚŠNÁ BIOLOGICKÁ KONTROLA

V polovině 20. století již byla situace neúnosná, a tak vznikl projekt „Australian Dung Beetle Project“, který vedl entomolog Georg Bornemissza. V zásadě spočíval ve vytipování konkrétních druhů evropských a jihoafrických koprofágních brouků, kteří by faunu Austrálie obohatili o rozkladače kravského trusu. Nakonec bylo vybráno 44 druhů z podčeledí chrobákovitých (Geotrupinae) a vrubounovitých (Scarabaeinae), z nichž bylo do přírody ve finální fázi projektu vypuštěno 26 druhů, přičemž introdukce byla úspěšná u 23 z nich. Dekompozice trusu na pastvinách se velmi rychle zvýšila a brzy dosáhla hodnot běžných pro naše podmínky. Zároveň došlo k redukci populací obtížného dvoukřídlého hmyzu o více než 90 %. Dodnes je tento počín považován za jeden z neúspěšnějších projektů biologické kontroly na světě.

I když se tedy většina lidí kouká na broučky pachtící se v nevábné a zapáchající hmotě skrz prsty, neuvědomuje si, že právě tyto tvorečky je chrání před tím, aby se v této hmotě nemuseli brzy plácát i oni. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE ZOOLOGIE

◀ Afričtí skarabeové jsou opravdu mohutní brouci, kteří mají významný podíl na odklizení trusu velkých kopytníků. Jejich kulička totiž může vážit i několik stovek gramů. *Fotografie David Král, Somaliland, 2022*





Katalyzátory etnopolitické mobilizace

Faktory, které mohou spustit či urychlit konflikt mezi koexistujícími národy

LIBOR JELEN

Při studiu nacionalizmu a národnostních konfliktů se často soustředí pozornost na mechanismy, kvůli kterým dochází ke spuštění nebo urychlení napětí a násilí mezi dvěma národy. Základní pravidlo je, že pokud dojde k ohrožení zájmů nějaké národnostní skupiny, bývá přirozenou reakcí jedinců zvýšená spolupráce uvnitř komunity, jejímž výsledkem je kolektivní akce pro zajištění její ochrany a další budoucnosti. Ona akce může mít za cíl prosazování politických (moc), ekonomických (zisk) či kulturních požadavků konkrétního národa (identita), a to často

na úkor konkurenční skupiny v rámci jednoho státu.

MOBILIZACE

Vzniká tak etnická soutěž, při které dochází k aktivaci jedinců, což je označováno jako etnopolitická mobilizace, která v extrémních případech může eskalovat v konflikt. Principy jejího vzniku je možné shrnout do dvou vysvětlujících přístupů, a to z hlediska (1) vztahu centrum–periferie, tedy kdy jeden národ dominuje nad druhým; (2) strukturálních změn ve společnosti,

které mění podmínky koexistence dvou (či více) národnostních skupin. V tomto článku se podrobněji podíváme právě na druhý přístup a pokusíme se vymezit základní skupiny katalyzátorů, které podmiňují a urychlují etnopolitickou mobilizaci.

Za primární faktor rozvoje nacionalizmu je považován proces společenské modernizace, která vede ke strukturálním i prostorovým změnám ve společnosti. Protože jsou tyto změny v mnoha společenských aspektech komplexní, lze

◀ **Kosovo je nezávislé od roku 2008, uznání se však dočkalo u necelé poloviny států OSN. Proti jsou pochopitelně v první řadě Srbové.** *Zdroj Shutterstock.com*

následně pro zjednodušení vymezit čtyři obecné definiční oblasti faktorů, které podněcují etnickou soutěž: etnodemografický, socioekonomický, kulturní a politický vývoj. Zde je nutné podtrhnout, že jednotlivé faktory nepůsobí izolovaně, ale vždy ve vzájemné interakci dle geografického a historického kontextu dané situace.

ETNODEMOGRAFICKÝ VÝVOJ

V rámci národnostně heterogenního prostředí je zvláště citlivá otázka nerovnoměrného populačního vývoje. Pokud jeden národ vyniká vyšší mírou porodnosti a celkově vyšším přirozeným přírůstkem, může to u ostatních skupin vést k pocitu ohrožení. Obava z brzkého „přečíslení“, úplné marginalizace či ztráty do té doby dominantní pozice v rámci politického systému je významným katalyzátorem nacionalismu. Nacionalistické či populistické politické elity bijí na poplach a chtějí problém „řešit“ dřív, než bude pozdě.

Silným katalyzátorem politické mobilizace je také migrace, zvláště pokud probíhá v důsledku konfliktu. Problém je, že demografický vývoj nelze zastavit či nijak zásadně změnit, a proto bývají v konfliktních situacích krajním řešením etnické čistky. Příkladem takových událostí mohou být národnostní problémy mezi Srby a Albánci v Kosovu či Armény a Azery v Náhorním Karabachu.

▶ **„Nezávislost je budoucnost. Nezávislost je důstojnost.“ Bohaté Katalánsko má k separatismu nejen jazykové a kulturní důvody.** *Zdroj Shutterstock.com*

SOCIOEKONOMICKÝ VÝVOJ

Sociální změny ve společnosti jsou neoddelitelně spojeny s její modernizací, která započala průmyslovou revolucí v 19. století. Ekonomický vývoj také spustil migrační pohyby, rostla konkurence a soutěžilo se o ekonomické zdroje, což v případě národnostně smíšených regionů mělo za následek intenzivnější mezeitnické kontakty a etnickou soutěž.

Katalyzátorem národnostní nesnášenlivosti, sporů, a dokonce i konfliktů se pak stává pocit sociální deprivace způsobený otevíráním nůžek v ekonomické prosperitě mezi různými národnostními skupinami. Tento princip byl (a stále je) hnacím motívem antisemitizmu, způsoboval problémy Arménům v Osmanské říši, ale projevuje se i v současnosti ve vyspělých státech. Nacionalismus Katalánců je například hodně motivován neochotou dělit se o bohatství se zbytkem Španělska.

KULTURNÍ VÝVOJ

Již zmíněná průmyslová revoluce byla také spojena s rozvojem vzdělanosti. Ten



podnítl zájem o kulturu a obecně identitu jedinců, a proto se 19. století v celé Evropě přezdívá doba „národního obrození“ anebo také zlatý věk nacionalismu. Hlavním prvkem konstrukce národních identit se stal rozvoj jazyků, respektive ustálení jejich jednotných forem. Na příkladu češtiny lze velmi dobře ilustrovat, jak zásadní roli hrály jazyk a literatura v budování českého národa, jak pomáhaly vymezovat se proti německé kultuře a staly se katalyzátorem etnické soutěže.

To platí i v současném světě. Jazyk je často chráněn zákonem a ustavení oficiálního či úředního jazyka či jakékoliv podobné změny jsou účinnými katalyzátory etnopolitické mobilizace, jak se o tom mohli nedávno přesvědčit na Ukrajině. S postavením svého jazyka nejsou ale spokojeni například ani Maďaři u našich slovenských sousedů.

POLITICKÝ VÝVOJ

Jako v zásadě nejefektivnější katalyzátor etnopolitické mobilizace bývá zmiňována změna politického režimu, zvláště pokud probíhá při demokratizaci národnostně pestrých zemí. Politická centralizace a represe autoritářského režimu dokážou poměrně efektivně tlumit národnostní spory či ambice menšin pro zlepšení jejich postavení. Avšak nacionalismus kvůli tomu nemizí, přežívá v latentním stadiu a v momentu oslabení diktatury a náznaku demokratických změn se velmi rychle ujímají aktivity různé spolky či politici s národnostními požadavky, jazykovou autonomií počínaje a separatizmem konče. Takovým příkladem je i rozpad Československa, který naštěstí proběhl relativně klidně. Bohužel jiné případy rozpadu mnohonárodnostních států vyústily v rozsáhlé národnostní konflikty (Jugoslávie, SSSR). ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE SOCIÁLNÍ GEOGRAFIE
A REGIONÁLNÍHO ROZVOJE

Proč nám čas neubíhá vždy stejně?

Subjektivní prožívání času ovlivňuje celá řada faktorů

KRISTÝNA MALENÍNSKÁ

Snad každý někdy zažil chvíli, kdy mu čas utíkal jako splašený, anebo se mu naopak nekonečně vlekl. Subjektivní vnímání času se totiž umí od času objektivního, měřeného hodinami, poměrně značně lišit a může si s naší realitou pěkně pohrávat. Jak je možné, že se nudná hodina ve škole tak neskutečně vleče, ale zároveň si o týden později ani nevzpomeneme, co jsme na ní probírali?

DĚTSTVÍ VS. STÁŘÍ

Výčet faktorů, které si s naší časovou realitou zvládají pohrávat, je celkem obsáhlý. Představme si malé dítě. Každý den prožívá ve znamení nových zážitků. Jeden takový den je v jeho vnímání času velkým kusem života. A teď si představme stařenku, jejíž denní program se už tolik nemění. Už neprožívá tolik nových zážitků a vjemů. Jeden den tvoří jen zrnko písku v čase prožitého života. Tyto dva příklady ilustrují dva hlavní faktory, které ovlivňují subjektivní vnímání. První je věk a s ním spojený poměr času, který dané události v životě zabírají. Druhý faktor ukazuje na novost situací, která z nich pak v našem mozku udělá, oproti již stokrát prožitým situacím, dlouhý a nezapomenutelný zážitek.

INTENZIVNÍ PODNĚTY

Vraťme se ale ještě k nudné hodině ve škole. Jak byste si asi pamatovali hodinu biologie, při které vás učitel nechá udělat pitvu prasečího srdce, oproti té, kdy jen přepisujete věci z učebnice do sešitu? První zmíněná verze hodiny biologie vás neskutečně bavila a rozhodně si ji, na rozdíl od té nudné, budete ještě dlouho pamatovat. V dané situaci je tomu ale paradoxně naopak – zábavná hodina uteče jako voda a nezáživná se potáhne donekonečna. Tímto způsobem si s naším



▲ Zkreslené vnímání času (a prostoru) je dobře zachyceno již v Carrollově knize **Alenka v říši divů**. Podle této knihy se dokonce jmenuje syndrom dysmetropsie. **Mimochodem, Alenka stavy změněného vnímání zažívala po konzumaci neznámých chemikálií.** *Zdroj Shutterstock.com*

vnímáním času umí pohrát naše emoce a také pozornost, kterou ubíhajícímu času věnujeme. Většina lidí si je podobných zásahů do vnímání času intuitivně vědoma, jen si neuvědomují, že zrovna emoce a pozornost jsou tím důvodem, proč je jedna hodina biologie tolik oslovila, a druhou si naopak vůbec nepamatují.

VLIV CHEMIE

Všechny výše zmíněné situace a faktory měnící vnímání času se týkají lidí. Výzkum jejich časové percepce je však poměrně složitý a mnohé metody jsou nemožné či eticky nepřijatelné. Díky výzkumu na laboratorních zvířatech se však můžeme ptát na mnohem širší

spektrum výzkumných otázek a máme možnost testovat i další aspekty v rozdílu mezi objektivním a subjektivně vnímaným časem.

Studium vnímání času u laboratorních hlodavců je primárně založeno na dalším významném faktoru – vlivu různých chemických látek. S jejich pomocí můžeme u potkanů či myši subjektivní vnímání času jak zrychlit, tak naopak výrazně zpomalit. Pro příklad můžeme srovnat účinek dvou známých látek – amfetaminu a THC. Vždyť právě i lidé užívající marihuanu, jež THC obsahuje, uvádějí jako jeden z účinků výrazné zpomalení času. Amfetamin svým účinkem vyvolává efekt opačný a jedinci pod jeho vlivem vnímají čas zrychleně.

STISKNI PÁČKU

V případě experimentů s laboratorními hlodavci ale zůstává zásadní otázkou, jak jejich vnímání času zkoumat, protože na rozdíl od lidí nemohou své pocity nijak verbalizovat. Potkanovi jen tak nenařídíme, aby nám zmáčkl tlačítko ve chvíli, kdy si myslí, že uplynulo 12 sekund. Nezbyvá než úlohu postavit tak, že si zvíře časem samo metodou pokus–omyl přijde na to, kdy je pro něj nejvýhodnější páčku či tlačítko zmáčknout. Pro tyto účely se obvykle používají takzvané operantní boxy. Ty experimentátorům umožňují naprogramovat nejrůznější varianty úlohy.

Nejčastěji se využívá verze, ve které je potkan nejdříve naučen, že při zmáčknutí páčky vypadne odměna. Dál se pak postupně učí, že je pro něj výhodné tuto páčku zmáčknout až po určité době, neboť před jejím uplynutím žádná odměna nevypadne a on by se jen zbytečně namáhal. Samotný test toho, zdali je zví-

ře dostatečně naučené na přesný časový interval, ale nastává až v poslední fázi experimentu. Zde se do již naučené úlohy zařadí i části, ve kterých žádné odměny nepadají a pouze se sleduje, kdy zvíře mačkalo páčku nejvíce.

ZPOMALIT I ZRYCHLIT

Zamyslete se ovšem nad tím, co se stane, pokud takto naučenému hlodavci podáte jednu z výše uvedených látek. Stále totiž bude úlohu plnit s pocitem, že je ve svých odpovědích velmi přesný, jeho subjektivní vnímání času však bude změněné. Potkan, který dříve mačkal páčku po 12 sekundách, ji pod vlivem amfetaminu zmáčkne již po 8 sekundách, a v případě THC naopak až po 16 sekundách. V okamžiku, kdy účinek látky pomine, se jeho odpovědi vrátí do normálu.

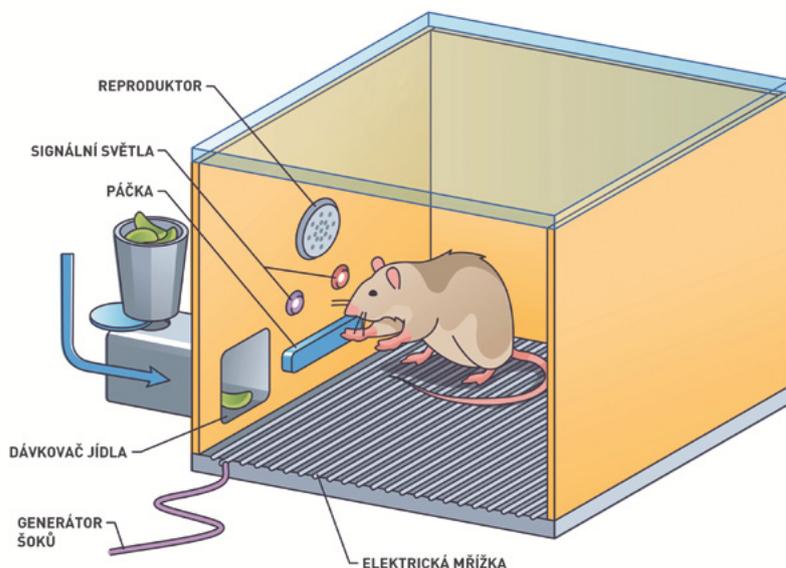
Pokud bychom ale potkanům či myším během učení v operantních boxech podávali tyto látky denně, nabylo by jejich zrychlení či zpomalení dlouhodobého charakteru a jejich výkon v experimentu by pak vlastně žádným způsobem ovlivněn nebyl. Začali by se

učit již ve stavu změněného vnímání, a tak by se tato změna v jejich výkonu dala vysledovat pouze v případech, že bychom jim danou látku z každodenního podávání vyřadili. Pak by byl účinek přesně opačný – potkan s podávaným amfetaminem by najednou mačkal páčku později, a v případě THC by se naopak ve své odpovědi zrychlil.

Popsali jsme zde jen jednu z nespočtu časových úloh, látek či jiných manipulací, které mohou vnímání času ovlivňovat. Výzkum vnímání času u laboratorních zvířat (především hlodavců) a lidských dobrovolníků je sice do značné míry odlišný, ale syntéza poznatků z obou těchto odvětví nám umožňuje posouvat výzkum této problematiky dál a hlouběji. Mějme však na paměti, že vnímání času zásadně ovlivňují nejen různé látky, ale i naše emoce, věk či pozornost. Vždy se tedy bude jednat o subjektivní proces, který nikdy nepůjde úplně zobecnit tak, aby platil vždy a pro všechny. ●

AUTORKA POSTGRADUÁLNĚ STUDUJE NA KATEDŘE FYZIOLOGIE

OPERANTNÍ BOX



► Schéma operantního boxu.

Zdroj Shutterstock.com



Klimatologem Jejího Veličenstva

Radan Huth získal prestižní ocenění Královské meteorologické společnosti

KATEŘINA FRAINDOVÁ

Klimatická změna, atmosférická cirkulace, statistika a aplikace statistických metod v klimatologii, to jsou oblasti odborného zájmu profesora Radana Hutha, který již více než 10 let působí na katedře fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty UK. V letech 2013–2021 zároveň zastával důležitou pozici ve významném klimatologickém periodiku. Za svůj přínos pro časopis byl nyní po zásluze oceněn.

V letošním roce jste získal ocenění Royal Meteorological Society Awards

and Prizes 2021 za nasazení, čas a obětavost, s nimiž jste se v průběhu let věnoval časopisu *International Journal of Climatology*. Jak jste se vlastně stal šéfredaktorem tohoto prestižního periodika?

To proběhlo tak, že mi jednoho dne zavolali od vydavatele Wiley a zeptali se, jestli bych jim nepomohl, a vzápětí, jestli bych nechtěl dělat šéfredaktora. Netuším, jakým příčiněním jsem si to zasloužil, avšak tento časopis byl vždy jakýsi „můj časopis“. *International Journal of Climatology* byl odedávna nejbliže mým

výzkumným zájmům. Moje první publikace v něm vyšla již téměř před třiceti lety a i nadále byl zpravidla mojí první volbou, kam článek poslat.

Co považujete za největší pozitiva a negativa, které s sebou nese takto významná pozice?

Pozitivum jsou určitě prestiž, finanční ohodnocení a to, že člověk přijde do kontaktu se spoustou lidí z celého světa, byť jenom písemně. Vejde také do povědomí většího množství lidí, než kdyby tuto věc nedělal. Negativum je naprosto jasné –

žrout času, jedná se skoro o „half-time job“. Každý týden jsem tomu věnoval minimálně den a půl, přičemž ke konci to již bylo časově neudržitelné.

Vymírání druhů na Zemi je v současné době bezprecedentně nejrychlejší v historii planety. Je možné toto říci i o změně klimatu?

Od zhruba posledního interglaciálu, odkdy jsme schopni v dostatečném rozlišení teplotu popsat nebo zrekonstruovat, je současná rychlost oteplování opravdu největší.

Globální nárůst teploty se udává kolem 1,2 °C od cca poloviny 19. století, což se může zdát ne až tak markantní. V čem tedy spočívá zásadní problém pro lidstvo či ekosystém?

Napadají mne dva důvody. Ne všude na Zemi roste teplota stejně rychle. Ten údaj je průměrem pomalého nárůstu teploty nad velkým oceánem a daleko rychlejším nárůstem teploty nad menší pevninou. S tím souvisí i to, že ve vysokých zeměpisných šířkách, kde jsou ekosystémy citlivější, je ten nárůst daleko větší. Tempo nárůstu zde může být v řádu 4–5 °C za století a to už je docela dost. Druhým důvodem je, že lidé i celá živá příroda jsou citliví ani ne tak na průměrnou teplotu, jako na extrémy. Ze statistiky vyplývá, že i relativně malá změna průměrné teploty s sebou nese velké a dramatické změny extrémů a četnost jejich výskytu.

Jedním z možných důsledků klimatické změny je kolaps atlantické cirkulace, který by mohl nastat kolem roku 2100. Co by to mělo za důsledky a jaká je pravděpodobnost?

Termohalinní cirkulace (cirkulace řízená slaností a teplotou vody), jejíž součástí je i Golský nebo Severoatlantický proud, má tendenci se s pokračujícím oteplováním zeslabovat. Jak klimatická změna postupuje, dochází k tání

ledovců. Dále způsobuje posun drah cyklon k severu, a tudíž bude na severu víc pršet. Oba tyto faktory znamenají přísun většího množství sladké vody do oceánu, čímž se zmenší hustota vody. S tím souvisí i zhoršení podmínek k zanořování. Problém je, že pokud dojde k zastavení atlantické cirkulace, už se znova nerozběhne. K opětovnému nastartování bychom museli nastavit podmínky nikoliv na původní stav, kdy cirkulace fungovala, ale ochladit klima daleko víc, prostě si udělat dobu ledovou. Nic však nenasvědčuje tomu, že by k zastavení mělo dojít. Je to zatím pracovní hypotéza.

Jak na oceán působí změna klimatu?

V současné době dochází jak k jeho oteplování, tak k jeho okyselování v důsledku pohlcování CO₂ (oceán nyní pohlcuje přibližně třetinu emisí CO₂). Oba tyto procesy přitom povedou do budoucna ke snížení absorpční kapacity oceánu. V důsledku oteplování dochází také k nárůstu hladiny oceánu, který je rychlejší, než se předpokládalo v projekcích před 20 lety. To však může být v důsledku podhodnocení přítoku při projekcích.

Některé vyspělé země (zejména Evropa) si dnes kladou za cíl snižovat emise skleníkových plynů. Má to však

význam, když největší producenti skleníkových plynů (např. Čína, Indie) v tomto směru nic nepodniknou?

Je otázka, zda to opravdu není kontra-produktivní. Tím, že Evropa a možná ještě další vyspělé země emise omezí, výroba a tím i produkce CO₂ se přelejí minimálně zčásti jinam. Výrobky, které se doposud vyráběly u nás v Evropě, se stanou nekonkurenceschopné, protože budou zatíženy daleko většími výrobními náklady. V důsledku toho budeme mít problém transformaci ufinancovat. Následně nás ty země, které neberou ekologické ohledy a nedodrží mezinarodní dohody, nejenomže ekonomicky převálkují, ale životnímu prostředí to nijak nepomůže.

Jaké postupy by tedy mohl vést k řešení klimatické změny?

Omezení emisí, sekvestrace (odchyťování ať už u zdrojů, nebo ze vzduchu a jejich ukládání) a ještě je třetí cesta, a to geoinženýring. Jedná se o zmenšení příkonu slunečního záření na Zemi buď zvýšením albeda, nebo snížením propustnosti atmosféry. Na rozdíl od ostatních opatření to má výhodu, že by to fungovalo okamžitě. Při snížení emisí totiž koncentrace skleníkových plynů začnou klesat až za desítky let. Avšak tato opatření s sebou nesou i svá rizika. ●

The image shows a blue award certificate from the Royal Meteorological Society (RMets). It features the RMets logo at the top left. The text on the certificate reads: "2021 AWARDS AND PRIZES International Journal of Climatology Editors' Award Dr Radan Huth FRMets". On the right side, there is a circular portrait of Dr. Radan Huth, a man with short brown hair, wearing a dark jacket over a light-colored shirt, smiling.

Studentské stáže na PŘF UK

Pátým rokem pokračuje projekt **Začni (si) s Přírodovědou**

Stáže jsou určeny nadaným a motivovaným studentům vyšších ročníků gymnázií nebo odborných škol. Pod vedením odborníků z naší fakulty mají zájemci možnost prohloubit své znalosti a dovednosti a okusit skutečnou vědu. Výstupem může (ale nemusí) být rovněž práce pro SOČ či jiný typ soutěže. Stáže budou probíhat dle časových možností jednotlivých mentorů, většinou v řádu hodin měsíčně v průběhu celého akademického roku, a to jak na fakultě či v terénu, tak distančně z domova, na základě konkrétní domluvy. Pokud máte mezi svými studenty takové, kterým by mohla stáž napomoci v jejich růstu, budeme rádi, pokud je o této možnosti informujete.

Pokud vás projekt zajímá, sledujte informace na našem webu www.prirodovedci.cz. ●



Studenti luštili „tajemství jména“

Již počtvrté se otevřely chemické laboratoře PŘF UK studentům středních škol

ALEXANDRA VANČUROVÁ

Na chemické sekci proběhla na konci května každoroční akce pro středoškoláky. Její téma vždy určuje výstava v Knihovně chemie. Po výstavě o prof. Heyrovském, nobelistovi, který působil na naší fakultě, následovala alchymie, při příležitosti vytvoření interaktivní periodické tabulky to byla výstava o její historii. Letos jsou to laboratorní pomůcky a osudy těch, jejichž jméno nesou.

V rámci celodenního programu studenti jako obvykle obešli čtyři stanoviště. Prvním byla komentovaná prohlídka výstavy z úst samotného autora. Poté navštívili dva workshopy přímo v laboratořích

katedry analytické chemie a katedry učitelství a didaktiky chemie, kde pro ně byly připraveny pokusy, a to tak, aby se mohl zapojit opravdu každý z nich. Poslední stanoviště prověřilo jejich znalosti a důvtip. Jde o místnost plnou chemických her, šifer a hlavolamů. Na každé zastávce pak dostávají za odměnu nápovědu a pokud posbírají všechna písmenka, mohou cestou domů ještě vymyslet správnou odpověď do soutěže.

Kapacita akce je 180 studentů a 12 učitelů a pokaždé je naplněna během několika hodin po otevření přihlašovacího formuláře. Další ročník proběhne na přelomu května a června 2023. ●



Evropské univerzitní hry

O pěkné sportovní výsledky Univerzity Karlovy se zasloužili i naše studentky a studenti



Po vynucené přestávce způsobené pandemií se opět konaly Evropské univerzitní hry (EUG). Jejich 10. ročník proběhl v polské Lodži a se svými 4459 účastníky ze 422 univerzit z 38 zemí světa se stal letošní největší multisportovní událostí v evropském univerzitním sportu. Na největší úspěch dosáhlo Univerzitní basketbalové družstvo žen, které získalo bronzovou medaili. Členkou tohoto týmu je i studentka naší fakulty Viktória Mesíková z katedry analytické chemie. Krásné 4. místo v taekwondu vybojoval Matěj Kaman, student 1. ročníku biologie – chemie.

Evropské univerzitní hry se konají každé dva roky pod záštitou Evropské asociace univerzitního sportu – EUSA. Jsou pořádány ve vybraných sportov-

ních odvětvích a startují na nich reprezentace univerzit, jak v kolektivních, tak v individuálních sportech. Obvykle se jedná o vítěze národních akademických mistrovství.

Na letošním ročníku v polské Lodži se soutěžilo ve 20 sportech: basketbalu 3x3, badmintonu, basketbalu, plážové házené, plážovém volejbalu, šachu, fotbalu, futsalu, házené, judu, karate, kickboxu, sportovním lezení, plavání, stolním tenisu (včetně para stolního tenisu), tenisu, volejbalu, vodním pólu a jako propagační sporty se představily také volejbal vsedě a para silový trojboj. Soutěže v basketbalu 3x3 a fotbalu byly rovněž považovány za evropskou kvalifikaci na univerzitní světové poháry (FISU).

◀ Jednou z členek bronzového družstva je i Viktória Mesíková z katedry analytické chemie (3. řada, 3. zprava). Trenérkami týmu jsou PaedDr. Věra Schätzová z katedry tělesné výchovy PŘF UK (3. řada, 1. zprava) a Mgr. Jana Müllerová z katedry tělesné výchovy Právnické fakulty UK (3. řada, 2. zprava). *Foto archiv KTV PŘF UK*

Kromě sportovních soutěží nabídl hry širokou škálu vzdělávacích, kulturních a společenských aktivit. V červenci se uskutečnilo několik vzdělávacích akcí, včetně konference o dobrovolnictví, workshopů o sociálních dovednostech, antidopingu, zdravotním postižení a inkluzi, kulatého stolu o duální kariéře a dalších zábavných a vzdělávacích aktivit.

Evropské hry univerzit v Lodži byly organizovány na základě licence Evropské asociace univerzitního sportu (EUSA) Technickou univerzitou v Lodži, Polskou asociací univerzitního sportu (AZS) a městem Lodž ve spolupráci s Institutem EUSA a několika partnery, včetně Ministerstva školství a vědy, národních a místních organizací cestovního ruchu, Polského olympijského výboru, národních a místních sportovních organizací, médií, a byly rovněž podpořeny programem Erasmus+ Evropské unie. ●



Věda je krásná 2022

Po roční pauze se letos opět koná oblíbená fotografická a výtvarná soutěž

Soutěž vyhlašuje a pořádá Přírodovědecká fakulta UK a je otevřena pro současné zaměstnance a studenty Univerzity Karlovy. Vypsána je též kategorie pro veřejnost, účastnit se jí mohou registrovaní přírodovědci na webu prirodovedci.cz. Hodnotit zaslání příspěvků může v rámci divácké soutěže kdokoliv i bez registrace, podmínkou je účet na sociální síti Facebook. Ze soutěže jsou vyloučeni organizátoři soutěže (uvedení v kontaktech na webových stránkách soutěže), odborní porotci a jejich přímí příbuzní.

HARMONOGRAM 12. ROČNÍKU SOUTĚŽE

- Spuštění registrace a příjem soutěžních příspěvků od 10. 10. 2022 od 12:00.
- Slavnostní vyhlášení vítězů proběhne 07. 12. 2022. Výsledky soutěže budou zveřejněny v pátek 08. 12. 2022 na facebooku soutěže a na webových stránkách Přírodovědecké fakulty UK.

SOUTĚŽNÍ KATEGORIE:

1. Vědecká mikrofotografie (A)
2. Vědecká fotografie (A)
3. Vědecká ilustrace a virtuální příroda (A) Věda zprostředkovaná tužkou, štětce nebo photoshopem, příroda z počítače (tj. vizualizace molekulárních či jiných struktur, fyzikálních či chemických jevů, grafické výstupy modelů atp.)
4. Objevitelská (pro veřejnost) Soutěžní příspěvky do objevitelské kategorie (registrace na prirodovedci.cz) mohou tematicky odpovídat kterékoli z výše uvedených (1-3), mohou doku-



V kategorii Vědecká fotografie se v roce 2020 stal vítězem Václav Bystřický se snímkem Dárek pro nevěstu.

mentovat odbornou práci v terénu, v laboratoři či cokoliv jiného spjatého s přírodovědným bádáním.

Soutěžní příspěvky se přijímají výhradně v digitální podobě, prostřednictvím webových stránek soutěže www.vedajekrasna.cz. Organizátoři soutěže si vyhrazují právo vyloučit (neschválit) takové příspěvky, které nesplňují přírodovědné zaměření soutěže, jakožto i příspěvky, které nevyhovují níže uvedeným parametrům, nebo příspěvky, které jsou obsahově v rozporu s českou legislativou. Organizátoři též mohou přeradit příspěvek do odpovídající kategorie.

Každý účastník může zaslat maximálně 5 samostatných obrazových příspěvků; seriál (max. 6 tematicky svázaných fotografií) se počítá za jeden příspěvek. Svá díla můžete přihlašovat do různých kategorií (tj. není nutno všechny své práce přihlásit do jedné kategorie). Do

objevitelské kategorie přírodovědců. cz je možné zaslat též 5 příspěvků či seriálů (viz výše), přičemž parametry jsou shodné s požadavky na příspěvky v akademických kategoriích.

Soutěžní příspěvky v akademických kategoriích budou hodnoceny dvěma způsoby:

- a) v odborné soutěži hodnocené porotou jmenovanou vyhlášovatelem soutěže (porotci jsou uvedeni na webových stránkách soutěže)
- b) diváckým hlasováním. Podrobnosti o způsobu hodnocení jsou uvedeny na příslušné stránce webu soutěže.

Více informací získáte načtením QR kódu. ●



Ve městě to žije!

Betonová džungle může být mnohem pestřejší než monokulturální les

Krajina za hranicemi města je dnes často nudná a jednotvárná. Možná tomu nebudete věřit, ale svou rozmanitostí a nevyzpytatelností je mnohem zajímavějším kusem přírody město, které se neustále mění a je překvapivě pestré. Pro mnohé živočichy a rostliny je tak daleko větší příležitostí. Kniha Planeta Praha vás zve na pátrání, co všechno je možné ve městě potkat a pozorovat. Ve městě to prostě žije!

Výprava do betonové džungle (nejen) hlavního města může mít různé podoby. Koho zajímá, co se klube před domem ze škvíry mezi fasádou a chodníkem, kde se vzal na dvorku ve vnitrobloku šnek, jak si poradí slípka zelenonohá, když jí z jejího hnízda vyžene psík, tomu bude neocenitelným pomocníkem nová kniha Planeta Praha. Jak dostane bělozubka šedá svá mláďata bezpečně přes obrubník, k čemu se může ptákům



Roháč obecný (*Lucanus cervus*).
Zdroj: Acrofilms

hodit cigaretový nedopalek, kde hledat rdesno ptačí a co komu udělal merlík, že dostal přívlastko smrdutý či zvrhlý? Tento nevšední průvodce ukáže, že i v leckterém zákoutí, kterého by si možná nikdo ani nevšiml nebo by ho obešel velkým obloukem, se odehrávají neuvěřitelné příběhy.

Kniha vznikala souběžně s natáčením stejnojmenného filmu, jenž vstoupil do českých kin 4. srpna. Stojí za ním režisér Jan Hošek se štábem odborných spolupracovníků a filmových kolegů. Odborníci se stali autory knižních textů, kameramani fotografy. A co nebylo natočeno, dohledala redakce v archívech botaniků, zoologů či historiků. Navíc knihu doplňují originální ilustrace. V 67 krátkých textech, rozdělených do 7 kapitol a doprovobených téměř čtyřmi stovkami fotografií a ilustrací, vezme publikace čtenáře na průzkum

více i méně známých lokalit. Uvidí díky ní Petřín, Karlův most, Stromovku, Letenskou pláň, Vyšehrad a smíchovské nádraží (nebo nádraží obecně) ze zcela nové perspektivy. A poskytne zajímavé informace o genezi a vývoji rostlinných a živočišných druhů, jež se staly plnohodnotnými obyvateli hlavního města a často přehlíženými sousedy.

„Různorodost je specifikum Prahy nejen v rámci Česka, ale i celé Evropy. Málokde najdeme tak unikátní město co do rozmanitosti území. Vyskytují se zde druhy vázané na stepi, mokřady, ale i na pralesy,“ říká jeden z autorů a hlavní poradce filmu, biolog Ondřej Sedláček z Přírodovědecké fakulty UK. ●

Planeta Praha. Ondřej Sedláček, David Storch, Petr Šípek, Jan Albert Šturma. JAKOST 2022, 336 stran.



Neobvyklá oslava kulatého výročí

V Brně proběhlo vyzdvížení a analýza ostatků zakladatele genetiky

TEXT A FOTO PETR JAN JURAČKA

Jak často za život se stane, že člověk může držet v ruce lebku génia, o němž se mnohokrát učil ve škole a po kterém jsou pojmenovány univerzita, vědecká stanice v Antarktidě, planetka ale i kráter na Měsíci? Fotografovat čerstvě exhumované ostatky a pozůstalost Gregora Johanna Mendela se může zdát být prazvláštní oslavou dvoustých narozenin, umíte si ale představit důstojnější poctu

zakladateli genetiky, než přečtení jeho genomu?

Opat augustiniánského kláštera ve Starém Brně byl vyzdvížen z hrobu za spolupráce hned několika institucí – Masarykovy Univerzity v Brně, Senátu ČR ale i samotného opatství. Zkrátka tajné spiknutí, jak má být! Kostra slavného biologa však pro mě nebyla tím nejzajímavějším článkem, který jsem fotografoval pro českou

redakci časopisu National Geographic. Tou největší „peckou“ dozajista byly hned tři mikroskopy, které Mendel používal ke své práci. Kromě jejich překrásného ozdobného vzhledu a roztomilých čepiček na okulárech mě na nich fascinovalo to hlavní – že fungují a že je přes ně dodnes velmi dobře vidět. Optika je ostrá, chod jemný a kdybychom jim dopřáli drobný mechanický servis, mohly by i dnes sloužit k seriózní vědecké práci. ●



◀ Ostatky Gregora Johanna Mendela byly po jeho smrti uloženy do augustiniánské hrobky na Ústředním hřbitově v Brně. Mendel byl prvním zde pohřbeným katolickým knězem.

▲ Do augustiniánského kláštera sv. Tomáše (Starobrněnského kláštera) založeného ve 14. století Eliškou Rejčkovou vstoupil Mendel roku 1843. O 25 let později se stal jeho opatem.

▶ Situaci při vyzdvížení ostatků komplikoval mimo jiné fakt, že kromě Mendela obsahoval hrob ostatky čtyř dalších augustiniánů. Cínová rakev Gregora Johanna Mendela se nacházela v hloubce 2,5 metru.



Po exhumaci následovala řada
podrobných měření a analýz včetně
izolace DNA. Díky tomu víme mimo jiné
s naprostou jistotou, že ostatky opravdu
náleží G. J. Mendelovi.





K ochraně okulárů mikroskopů se za Mendelových dob používaly roztomilé čepičky.



◀◀◀ Mendel se ve své době musel spokojit s mnohem skromnějšími výzkumnými nástroji, než jaké vědci využili při rozboru jeho ostatků. V první řadě s literaturou – jeho oblíbenou knihou byla např. *O původu druhů* Charlese Darwina. O tom, že tuto slavnou knihu intenzivně četl, svědčí značné množství jeho „biologického materiálu“ (vlasy, vousy, řasy) v ní zachyceného. Tento materiál byl také analyzován kvůli srovnání DNA.

◀◀ Kromě knih měl ale k dispozici i několik mikroskopů. Ten největší pocházel z vídeňské dílny Simona Plössla a jeho výroba prý trvala tři roky.

◀ Gregor Johann Mendel žil a působil ve Starobrněnském klášteře po 40 let. Z toho celých devět věnoval výzkumu zákonů dědičnosti, které shrnul v knize *Pokusy s rostlinnými hybridy* (1866). Za života se však žádného ohlasu nedočkal, jeho přínos pro biologii byl rozpoznán až na počátku 20. století.

Ferrocen slaví jubileum

Uplynulo 70 let od přípravy korunovačního klenotu organokovové chemie

MAGDA KŘELINOVÁ

Píše se rok 1952. V americkém Pittsburchu izolují vědci Thomas J. Keally a Peter L. Pauson v rámci svého výzkumu neznámou oranžovou látku, která je stabilní na vzduchu, ve vodě, a dokonce i v koncentrované kyselině chlorovodíkové. Svůj objev následně publikují v časopise *Nature* a světlo světa tak spatří pozoruhodná látka – ferrocen.

Keally a Pauson okamžitě význam svého objevu poznali, nedokázali nicméně správně určit strukturu nově připravené látky. To se podařilo krátce nato vědcům z Harvardovy univerzity a z Technické univerzity v Mnichově. Své jméno dostal ferrocen podle benzenu, jemuž se svým aromatickým charakterem podobá. Sendvičová struktura molekuly byla v 50. letech minulého století revoluční a o 20 let později, v roce 1973, vynesla oběma svým objevitelům Nobelovu cenu.

Dnes je ferrocen jednou z nejvýznamnějších sloučenin organokovové chemie. Jeho význam spočívá především v obrovské variabilitě aplikací, z nichž ani dnes stále neznáme všechny. Velmi rozsáhlé uplatnění nachází ferrocen například v katalýze – jeho sloučeniny se používají pro urychlení či umožnění průběhu chemických reakcí. Pokud je ferrocenový ligand (součást komplexní sloučeniny vázaná na centrální kov) chirální, umožňuje to jeho využití v enantioselektivní katalýze. Lze tudíž syntetizovat opticky čisté látky, což je důležité v jejich dalších aplikacích. Optické izomery (látky se stejným složením, ale odlišnou strukturou) se totiž mohou významně lišit svými biologickými vlastnostmi, například jeden z nich může být užitečným léčivem a druhý silně toxický.



Některé sloučeniny našly široké uplatnění i v průmyslové katalýze a v poslední době se stále rozšiřuje i paleta reakcí, v nichž jsou využitelné. To je umocněno schopností dobře definované reverzibilní oxidace ferrocenu, který tak může sloužit v redoxně řízených katalyzátorech, jejichž chování závisí právě na redoxním stavu obsaženého ferrocenu.

Dalším odvětvím aplikací ferrocenu je farmaceutický výzkum. Ačkoliv momentálně není žádná sloučenina ferrocenu schválena pro klinické využití, je ferrocen součástí mnoha molekul ve vývoji nových léků například na rakovinu prsu či malárii. V začátcích se jednalo o výzkum využití hlavně jednoduchých ferrocenových solí, které mají schopnost přispět ke smrti buněk. V současné době se pozornost vědců přesouvá hlavně ke komplikovanějším komplexním sloučeninám, kde je ferrocen spojen s další částí. Tím dochází ke kombinaci více účinků a mohou tak vznikat funkční léky, které je zároveň možné například dobře zacílit do konkrétní tkáně nebo fluorescenčně značit a sledovat tak jejich pohyb v organismu. Fakt, že prozatím nelze tyto sloučeniny posunout k reálným aplikacím, je dán hlavně komplexitou biologických procesů.

Nízká toxicita, reverzibilní oxidace i výjimečná stabilita předurčují ferrocen k mnoha dalším praktickým aplikacím. Významné jsou jeho sloučeniny například v materiálové chemii. Již pár let po jeho objevu byla publikována efektivita ferrocenu jakožto aditiva do pohonných hmot ve snaze postupně nahradit toxické sloučeniny olova a získat tzv. bezolovnatý benzín. Ferrocenové sloučeniny nacházejí využití také v optických a elektronických materiálech či jako zdroje železa při přípravě nanočástic, které samy mají nespočet aplikací (např. právě v elektronice).

Chemie ferrocenu zažila od jeho objevu obrovský rozvoj, který přinesl spoustu praktických aplikací. Výzkum jeho sloučenin však ani dnes, po 70 letech, neutuchá, ba naopak se velmi rychle rozvíjí. Ferrocen si díky svým unikátním vlastnostem rychle upevnil svou pozici v mnoha různých odvětvích chemie a stále má mnoho co nabídnout.

Zpracováno dle článku prof. Petra Štěpničky v časopise Dalton Transactions: <https://doi.org/10.1039/D2DT00903J>.

Moravská brána hlubin a dálav

Z malé lokality na severní Moravě vzešlo hned několik velikánů

MICHAELA ZEMKOVÁ



Vlevo jeskyně Šipka, vpravo památník Sigmunda Freuda v Příboře. Foto Jakub Kocurek a Shutterstock.com



Při severním okraji Moravské brány, kudy odedávna táhli mamuti (a s nimi i lidé), leží souměstí Štamberku, Kopřivnice a Příboru. Jde o místo pozoruhodné jak z hlediska prehistorie – pod nedalekým vrchem kotouč se nachází známá jeskyně Šipka, tak z hlediska historie moderní – narodila se zde totiž celá řada významných osobností.

Ve zmíněné jeskyni Šipka učinil místní učitel Maška v roce 1880 objev světového významu: fragment dětské čelisti – první nález neandrtálce u nás. Mezi dobovými vědci poté zuřila debata, zda se opravdu jedná o nález jiného druhu člověka či pouze o nějaké deformované kosti současných lidí. Maška se klonil k první variantě, a ta byla později také potvrzena.

Poblíž jeskyně sedával v dětství Zdeněk Burian, výtvarník neodmyslitelně spojený s dobrodružnými příběhy pro mládež a také prehistorickou faunou a florou, a maloval své první črty. Nejspíš si představoval dávné světy a snažil se je přenést na papír. Burianův génius nespočívá jen v malířské technice a rea-

lismu, ale také ve schopnosti vtáhnout diváka do příběhu. Rekonstrukce pravěkého světa začal vytvářet od roku 1935 ve spolupráci s paleontologem Josefem Augustou. Ve Štamberku pečuje o jeho památku muzeum Zdeňka Buriana.

Úhoř říční je ryba, která se rozmnožuje v hlubinách Sargasového moře, jako larva se vznáší v oceánu, mládí tráví v evropských řekách. Právě úhoř si kdysi vybral v Příboře narozený Sigmund Freud ke svému bádání a pokoušel se najít jejich pohlavní orgány. Neuspěl. Pohlaví úhořů se totiž během jejich života dá rozlišit až těsně před pářením v oceánu. Sigmund Freud však zůstal fascinován skrytými tajemstvími a začal pronikat do hlubin lidské duše. Stal se světově známým jako zakladatel psychoanalýzy. V Příboře sice prožil pouze první tři roky života, dle své vlastní teorie ovšem roky stěžejní.

Pokud v Kopřivnici navštívíte muzeum Tatry (slavná automobilka je dalším významným „rodákem“), zastavte se u modelu Tatra 802. Ta připomíná další

osobnost narozenou ve Štamberku, cestovatele Jiřího Hanzelku z druhé výpravy nerozlučné cestovatelské dvojice Hanzelky a Zikmunda. Moravská brána je prostě branou do hlubin a dálav.

A výčet by mohl dále pokračovat – vždyť v Kopřivnici nespátřil světlo světa nikdo menší než čtyřnásobný olympijský šampion Emil Zátopek.

Tyto a mnoho dalších informací najdete na stránkách projektu „Živá mapa – topografie dějin vědy v českých zemích“ na www.historyofscience.cz (společný projekt kateder Přírodovědecké fakulty UK – katedry filosofie a dějin přírodních věd a katedry geografie). Zde si můžete hledat libovolná místa v mapě Česka či v rozšířené verzi mapy nazvané E-atlas listovat provázanými místy a osobnostmi s nimi spjatými. ●



A hoří taky cukr?

Oxidaci sacharózy pomáhá překvapivý katalyzátor

JAKUB REŽŇÁK

Jednou z oblíbených otázek bývá, co vše vlastně může hořet. Pokud jste někdy zkoušeli zapálit cukr, určitě jste zjistili, že to není zas tak jednoduché. Je to vlastně docela překvapivé vzhledem k tomu, že chemickým složením má cukr velmi blízko dřevu či papíru.

Co budete potřebovat

- kostkový cukr
- zápalky
- technický líh nebo tekutý podpalovač
- nehořlavou nádobu (např. kovovou misku)
- popel
- kapátko
- ochranné brýle
- laboratorní plášť nebo bavlněné triko

Bezpečnost při pokusu

Při tomto pokusu používáte technický líh nebo tekutý podpalovač. V obou případech se jedná o vysoce hořlavou kapalinu, proto pokus nikdy nedělejte sami, ale pod dohledem dospělého. Pracujete s otevřeným ohněm, je tedy nutné mít ochranné brýle a laboratorní plášť či alespoň bavlněné triko. V případě potřísnění hořícím lihem totiž laboratorní plášť ani triko ze 100% bavlny nezačnou hořet. Před zapalováním se vždy ujistěte, že nádoba s lihem je mimo dosah otevřeného plamene.

Postup

Do nehořlavé nádoby umístěte dvě kostky cukru a jednu z nich posypejte popelem. Na kostky kápněte kapátkem pár kapek lihu. Nádobu s lihem odložte do bezpečné vzdálenosti. Kostky zapalte sirkou a pozorujte, co se bude dít.

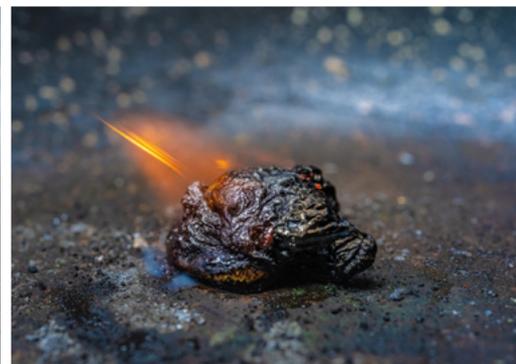


Foto Petr Jan Jiručka

Pozorování

Nejdříve začne hořet líh, který jsme na kostky nakapali. Líh hoří převážně modrým plamenem, který je špatně vidět. Vlivem tepla začíná cukr kapalnět, hnědnout a po chvíli černat. Pokud není přítomen popel, vyhoří během necelé minuty líh a kostka cukru velmi rychle zhasne. Na kostce posypané popelem se po vyhoření lihu plamen zmenší a zežloutne. Kostka dále černá a hoří ještě několik minut. Na jejím povrchu vzniká černý povlak, který se postupně zvětšuje, až se celý povrch kostky obalí černou vrstvou.

Co se děje během hoření kostky?

Při zapálení kostky nejdříve začne hořet líh. Ten slouží jen k tomu, aby zkaramelizoval část cukru a zapálil

následně vzniklý karamel. Cukr ovšem hoří velmi neochotně. Přidaný popel funguje při hoření cukru jako katalyzátor. Katalyzátory jsou látky, které usnadňují průběh chemické reakce. Cukr postupně hořením uhelnatí a vznikají saze spleené zbytky karamelu. Teplota hoření cukru je příliš nízká a vzniklé saze se proto dále nespalují a hromadí se na povrchu kostky.

Proč zrovna popel?

Popel je směsí nespalitelných látek. V případě popelu ze dřeva se jedná převážně o oxidy a uhličitany vápníku, draslíku a hořčíku. Zastoupeny jsou také oxidy dalších kovů. Oxidy kovů fungují jako katalyzátory spousty různých reakcí a v našem případě tedy slouží k oxidaci cukru. ●

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.



3. ZÁŘÍ 2022

SCIENCE FESTIVAL NA DESÍTCE

Přijďte 3. září 2022 od 10 do 22 hodin do areálu Gutovka společně s dětmi poznávat vědu a udělat tečku za prázdninami. Science festival na Desítce po roce opět nabídne malým návštěvníkům dvacet originálních vědeckých atrakcí. Pod vedením skutečných výzkumníků si tady předškolní a školní děti na vlastní kůži vyzkouší, jak zábavná může věda být. Přítomni budou i Přírodovědci. cz. Letos kromě vědců navíc potkáte skupinu Kašpárek v rohlíku. Více na sciencefestival.cz.

Čas a místo: 3. září 2022, park Gutovka, Gutova 39, Praha 10 – Strašnice



5. 9. – 5. 12. 2022

VÝSTAVA PRAŽSKÁ PŘEDMĚSTÍ

Zveme vás na již třetí zastávku výstavy, která se věnuje proměnám sociálního prostředí okrajových částí dynamicky rostoucí pražské metropole od období industrializace do současnosti. Jejím

cílem je zachytit nejen viditelnou fyzickou strukturu, ale i svébytné složení obyvatelstva a neviditelné sociálním klima rezidenčních lokalit. Kromě informací o městě v podrobnosti čtvrtí, městských částí, obvodů nebo katastrálních území zobrazených pomocí kartografického vyjádření, nabízí autoři výstavy také řadu detailních informací o vybraných pražských předměstích.

Čas a místo: 5. 9. – 5. 12. 2022, Albertov 6, 2. patro, předsálí Mapové sbírky



17. ZÁŘÍ 2022

ZAŽÍT MĚSTO JINAK

Třetí zářijovou sobotu budou opět stovky ulic a veřejných prostranství po celém Česku patřit sousedům a sousedkám a jejich umu. Uskuteční se už 17. ročník sousedských slavností Zažít město jinak. Akce letos proběhne i v areálu Albertova, v ulicích Horská a Studničkova. Přítomni budou i Přírodovědci.cz. Více na zazitmestojinak.cz.

Čas a místo: 17. září 2022, celý den, Albertov, ulice Studničkova a Horská, Praha 2



30. ZÁŘÍ 2022

NOC VĚDCŮ – VŠEMI SMYSLY

Noc vědců (a samozřejmě i vědkyň) nechává zvědavé návštěvníky nakouknout pod pokličku bádání a výzkumu, a to nejen v mnoha institucích po celé České republice, ale i po celé Evropě. Fakulty Univerzity Karlovy, včetně té Přírodovědecké, budou u toho! Můžete se těšit na přednášky a praktické ukázky nejen na hlavní téma letošního ročníku, které nese název Všemi smysly. Aktuální informace a program najdete na nocvedcu.cz.

Čas a místo: 30. září 2022, bude upřesněno

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



11. JUNIORSKÁ VĚDECKÁ KONFERENCE

21.–22. 10. 2022 | Přírodovědecká fakulta UK



Baví tě poznávat, zkoumat a bádát?

Je ti 10-19 let a zajímají tě přírodní nebo technické vědy?
Tak se přihlas na konferenci, kde si vyzkoušíš roli vědce
a podělíš se o své poznatky s dalšími nadšenci.

Registrace od 1. 9. na www.prirodovedci.cz



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova



PŘÍRODOVĚDCI.CZ



Ekologická
výchova v Praze



Neuron

NADAČNÍ FOND NA PODPORU VĚDY