

Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ

Magazín Přírodovědecké fakulty
Univerzity Karlovy 04/2023

TÉMA ČÍSLA

PALEOEKOLOGIE

Do útroby trilobity 8

Po dálnici do křídly 14

Hmyzí teploměr 22



Staň se přírodovědcem na Karlovce!



Univerzita
Karlova



Studuj na Přírodovědecké fakultě
Univerzity Karlovy. Podej si přihlášku
do 29. 2. 2024 a staň se přírodovědcem!



Přírodovědcem.cz



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova



Obsah



MILÍ ČTENÁŘI,

v tomto čísle Přírodovědců vás seznámíme s oborem paleoekologie. Ta je již nějakou dobu základním pilířem vědních oborů, které se ohlížejí do minulosti. Fossilní organismy jsou důležitým zdrojem informací o měnících se podmínkách života na naší planetě. Kromě zkamenělin jako takových, pracujeme i s dalšími ukazateli změn prostředí (sedimentologií a geochemií). V kombinaci se stále se zlepšujícími laboratorními a vizualizačními metodami (mikroCT, synchrotrony) nahlédneme hlouběji do dávných ekosystémů a interakcí mezi fosiliemi a prostředím.

Nejnovější článek (z časopisu *Nature*) nám v nejmenších detailech přiblíží stravování trilobitů. Ontogenezi stejné skupiny si ukážeme na larvách slavné lokality Fezouata. V mladších obdobích se vypravíme za mineralizovanými kmeny dřevin do jižních Čech a nahlédneme do myanmarského jantaru. Další články nám dají odpovědi na otázky ohledně změn chemismu oceánů v minulosti nebo toho, co v křídovém moři požíralo amonity. Z doby (geologicky) zcela nedávné se nám představí mikrofosilie hmyzu ze šumavských jezer a článek s tématem vývoje moderního oboru paleoekologie toto číslo uzavře.

Příjemné čtení přeje

prof. RNDr. Martin Košťák, Ph.D.
zástupce ředitele Ústavu geologie
a paleontologie PŘF UK

CO NOVÉHO

- 4 | Líska místo buku
- 5 | Dva nové ERC granty pro naši fakultu
- 6 | Objev v labyrintu střev
- 7 | Vědci si posvítí na „georizika“

TÉMA – PALEOEKOLOGIE

- 8 | Do útrob trilobita
- 12 | Zakousněte si, prosím!
- 14 | Po dálnici do křídý
- 16 | Jak žily larvy dávných členovců
- 18 | Příběh pohřbené kokosféry
- 20 | Eusocialita lapená v jantaru
- 22 | Hmyzí teploměr
- 24 | Paleoekologie pro 21. století

ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | SGA Student Chapter Prague

PŘÍRODOVĚDCI UČITELŮM

- 28 | Cesty života: od opic k lidem

STUDENTI

- 29 | Večer s přírodovědeckými spolky

KULTURA

- 30 | Literatura na čerstvém vzduchu

NAŠE PUBLIKACE

- 31 | Nový průvodce prehistorií
- 31 | Atlas sedmdesáti let vývoje

PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 32 | Paleopoklady z šuplíku

PŘÍRODOVĚDA AKTUÁLNĚ

- 36 | Otevřené okno do mikro- i nanosvěta

TIP NA VÝLET

- 37 | Potápěčem v Koněprusech

VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Molekulární kaviár

4 | 2023 | ROČNÍK XII.

NÁZEV

Přírodovědci.cz – magazín
Přírodovědecké fakulty Univerzity
Karlovy

PERIODICITA

Čtvrtletník

CENA

Zdarma

DATUM VYDÁNÍ

6. 12. 2023

NÁKLAD

11 000 ks

EVIDENČNÍ ČÍSLO

MK ČR E 20877 | ISSN 1805-5591

EDITOR

Petr Souček
petr.soucek@natur.cuni.cz

REDAKČNÍ RADA

GEOLOGIE
Mgr. Lukáš Laibl, Ph.D.
Mgr. Filip Tomek, Ph.D.

GEOGRAFIE

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

BIOLOGIE

Mgr. Martin Čertner, Ph.D.
doc. RNDr. Petr Šmejkal, 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

Trilobit *Bohemolichas incola* se na ordovickém mořském dně krmí malými bezobratlými živočichy.
Ilustrace Jiří Svoboda

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 souhlasem redakce a s uvedením zdroje.

© Přírodovědecká fakulta
Univerzity Karlovy 2023

Líska místo buku

Nový pohled na evropskou vegetaci před příchodem *Homo sapiens*

Dosavadní učebnice biologie a lesnictví se shodují na tom, že nebýt člověka, byla by velká část Evropy přirozeně pokryta hustými lesy. Teprve naši předkové, praví dosud platná teorie, měli krajinu zásadně proměnit – kácením lesů, vysoušením bažin a obděláváním vřesovišť měli vytvořit rozmanitou krajinu luk, vřesovišť a pastvin, tedy kulturní krajinu. Nový výzkum vedený univerzitou v dánském Aarhusu a publikovaný v magazínu *Science Advances* naznačuje, že v evropské krajině ani v poslední době meziledové (před cca 100 tisíci lety, tedy před příchodem moderního člověka), kdy panovalo mírné klima podobné tomu dnešnímu, hustý les nepřevládal. Členem širokého mezinárodního týmu byl i Petr Kuneš z katedry botaniky Přírodovědecké fakulty UK.

BOJ O SVĚTLO

O sluneční světlo se ve světě rostlin velmi tvrdě soupeří. A vítězí stromy, které svými korunami dosahují nejvýše, a mohou tak zachytit nejvíce světla. Například v bukových lesích nemohou růst takřka žádné menší stromy a keře. Podle dosud platné teorie by v lesích poslední doby meziledové měly dominovat právě takové vysoko rostoucí stinné stromy – smrk, lípa, buk a habr.

V nové studii však výzkumníci, kteří pracovali s pylovými daty z velké části Evropy, došli k závěru, že ve vegetaci převažovaly rostliny, kterým se v hustém lese nedaří. Díky analýzám subfosilního pylu dokázali například určit, že velké plochy krajiny pokrývala líska, tedy keř, který v hustém lese běžně nenajdeme. Líska prospívá ve volné



▲ Rekonstrukce krajiny posledního interglaciálu v evropském lesním biomu mírného pásma v souladu s pylovými odhady struktury vegetace. Raně temperátní vegetace – vlevo směs vyšších stromů a keřů lísky obecné a otevřená vegetace s převahou trávy; vpravo otevřená travnatá vegetace střídající se s lehkými lesy a lemovaná uzavřeným lesem se stromy odolnými vůči stínu. Megafauna – vlevo daněk evropský (*Dama dama*), vpravo vyhynulý slon *Palaeoloxodon antiquus*.

Zdroj původní studie, autor Brenman Stokkermans

krajině, případně v otevřeném nebo narušeném lese a dobře snáší působení velkých zvířat.

VLIV MEGAFaUNY

Pokud však v tehdejší Evropě nerostl hustý les, jak potom její krajina vypadala? Podle nové studie pokrývala 50 až 75 procent krajiny otevřená nebo polootevřená vegetace, přičemž hlavními ekologickými činiteli byli tehdejší velcí savci – zubři, koně, bizoni, sloni a nosorožci. Ti spotřebovávali velké množství rostlinné biomasy, čímž zamezovali vzniku souvislých stromových porostů. Kromě nich nelze vyloučit ani další faktory, jako jsou povodně a lesní požáry, neexistují však žádné doklady, že by takové disturbance hrály hlavní roli.

Lesní požáry totiž například podporují růst borovic, ve zkoumaných vzorcích však výskyt borovice nijak nevybočoval.

Přímé důkazy o působení velkých zvířat sice výzkumy nepřinesly, v současných evropských lesích, ve kterých se dosud velká zvířata, například zubři, vyskytují, však můžeme vidět podobný jev. Nepřímé důkazy poskytují rovněž nálezy brouků z poslední doby meziledové z Britských ostrovů. Přestože existují různé druhy brouků, kterým se daří v lesích s častými lesními požáry, v subfosilních datech nebyl nalezen žádný z nich. Zkoumané subfosilie patřily z velké části broukům žijícím na exkrementech, což opět naznačuje, že části krajiny byly hustě osídleny velkými býložravci. ●

Dva nové ERC granty pro naši fakultu

Evropská výzkumná rada podpoří naše zoology a botaniky

Zuzana Musilová a Matyáš Fendrych uspěli ve výzvě Evropské výzkumné rady a získali ERC Consolidator grant. Zuzana Musilová z Katedry zoologie PŘF UK bude zkoumat zrakové adaptace hlubokomořských ryb. Projekt Matyáše Fendrycha z Katedry experimentální biologie rostlin PŘF UK se zaměří na tzv. rychlou auxinovou odpověď v různých částech rostlinného těla.

2x foto Petr Jan Jaračka



MOHOU HLUBOKOMOŘSKÉ RYBY VIDĚT BAREVNĚ?

Evropská výzkumná rada ocenila grantem výzkum Zuzany Musilové, která zkoumá hlubokomořské ryby známé svými mimořádnými adaptacemi, včetně jejich zdokonalených smyslových systémů. Fascinující je, že u některých hlubokomořských ryb se vyvinul jedinečný zrak, který jim možná umožňuje vidět barvy. „Budu studovat

funkční evoluci tohoto zrakového systému a díky tomu se mohou zaměřit na limity obratlovčího oka v extrémním prostředí. Zaměřím se na zásadní otázku, zda mohou hlubokomořské ryby vidět barevně. Pro vnímání světla má sítnice obratlovců dva typy fotoreceptorů, tyčinky pro vidění za šera a čípky pro barevné vidění za denního světla. Mnoho hlubokomořských ryb ale čípky postrádá, což je činí barvoslepými. Nový zrakový systém u některých ryb je založený čistě na kombinaci různých tyčinkových opsínů a možná toto omezení překonává. Bud' umožňuje rozlišovat barvy, nebo jde o „supercitlivé“ tyčinky vnímající jakékoliv světlo bez ohledu na jeho barvu. Ať tak či tak, takovýto zrakový systém se nevyskytuje u žádného jiného obratlovce,“ uvedla ke svému výzkumu zooložka Zuzana Musilová, která dlouhodobě zkoumá genom hlubokomořských ryb a jejich možnost evolučního přizpůsobení životu nejen v extrémním prostředí hlubin, ale také ve dvou různých prostředích, se kterými se díky své biologii během svého života setkávají.

JAK SE KOŘENY ROSTLIN ORIENTUJÍ V PŮDĚ?

Rostlinný biolog Matyáš Fendrych z Přírodovědecké fakulty zase zkoumá fenomén rostlinné biologie – auxin. „Auxin má naprosto ústřední roli v regulaci růstu rostlin. Bez něj by tu žádné rostliny, tak jak je dnes známe, nebyly,“ říká biolog, kterému se nedávno podařilo v kořenu modelové rostliny huseničku (*Arabidopsis thaliana*) objasnit takzvanou rychlou auxinovou odpověď. Ta rostlinám slouží mimo jiné k tomu, aby byly kořeny schopny rychle prorůstat půdou a dobře se v ní orien-



tovat. „Nyní chceme zjistit, zda je tato odpověď ‚specialitou‘, která se vyvinula v kořenech huseničku, nebo je to více obecný děj, který se odehrává i v jiných částech rostlin a u jiných druhů, jako jsou například trávy,“ popisuje svůj výzkum Matyáš Fendrych, jehož další výzkum bude možný právě díky prestižnímu Consolidator grantu (ERC). ●



European Research Council

Established by the European Commission

Objevy v labyrintu střev

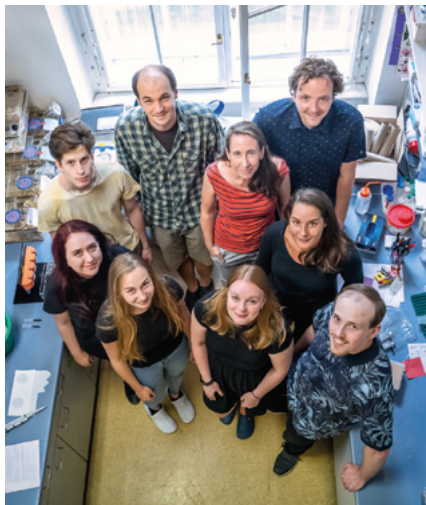
Čeští vědci popsali nový typ imunitní odpovědi proti střevním bakteriím

VERONIKA RUDOLFOVÁ

Ve střevě máme spoustu různých bakterií, které jsou pro nás nějakým způsobem výhodné – pomáhají nám trávit, dávají nám vitamíny a dalo by se říci, že školí náš imunitní systém. Už dlouho je známo, že střevní mikrobiom je velmi důležitý. Zároveň je ale potřeba tyto bakterie nějak kontrolovat, protože jinak by se mohly přemnožit a způsobovat závažné choroby nebo jinak poškodit náš organismus.

Mezinárodní tým vědců objevil nový typ imunitní odpovědi na střevním epitelu a současně popsal i mechanismus, který celý systém reguluje. Na studii publikované v prestižním imunologickém časopise *Journal of Experimental Medicine* se podíleli Tomáš Brabec a Jan Dobeš a další členové Laboratoře mikrobiální imunologie z Přírodovědecké fakulty UK ve spolupráci s vědci z laboratoří Martina Schwarzera a Dominika Filippa z Akademie věd ČR a Jakuba Abramsona z Weizmannova institutu věd v Izraeli.

Nová studie se zaměřuje na jednu konkrétní bakterii, která je v imunologii dobře známá. „Segmentovaná filamentózní bakterie, neboli SFB, je studovaná především u myši, ale mají ji i jiní obrat-



lovci včetně člověka. U lidí ji nacházíme jen v relativně specifických kontextech. Zdá se, že západní dieta SFB bakterii úplně nesvědčí, ale například ve střední Africe se dají najít lidé, kteří tuto bakterii běžně mají,” představuje studovanou bakterii Tomáš Brabec.

Jedním z hlavních mechanismů imunitního systému je takzvaná antigenně specifická odpověď, která slouží k rozpoznávání a eliminaci cizích molekul v organismu. „Zjednodušeně řečeno to funguje tak, že v těle existují takzvané antigen prezentující buňky, kde MHC molekuly slouží jako jakési podstavce pro prezentování částí proteinů – například z bakterií, což vede k nastartování specifické imunitní odpovědi,” vysvětluje Jan Dobeš. Předchozí studie ukázaly, že MHCII molekulu můžeme najít i na epiteliálních buňkách střeva. „Střeva mají obrovský povrch, takže MHCII

◀ **Imunitní reakce na bakterie SFB ve střevě.** Foto Katarína Kováčová

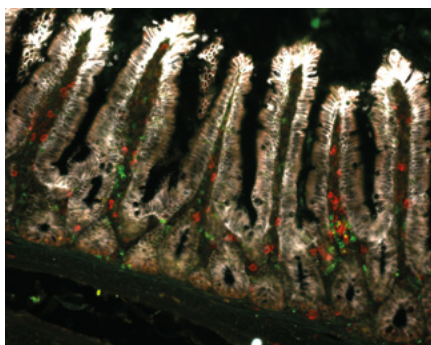
◀ **Tým Laboratoře mikrobiální imunologie, kterou před třemi lety založil Jan Dobeš.** Foto Petr Jan Juračka

pozitivních buněk v nich můžeme mít obrovské množství. Je proto dost paradoxní, že dosud nikdo netušil, proč tam jsou a co tam vlastně dělají,” dodává Tomáš Brabec.

Studie vznikala nezávisle v Izraeli a v Praze a vědci byli po celou dobu odkázáni na laboratoř Martina Schwarzera, která je schopna produkovat bezmikrobní myši a cíleně je osazovat SFB. „Díky metodě single cell RNA sekvenování jsme byli schopni zjistit úplně všechno, co se s danou buňkou děje, aniž bychom se museli zaměřit na analýzu konkrétní imunitní reakce,” vysvětluje zvolenou metodu Tomáš Brabec.

Výsledkem neúnavného tříletého pátrání a využití moderních přístupů je objev nového typu imunitní odpovědi namířené proti bakterii SFB. Při této imunitní odpovědi dochází k tvorbě specifických enzymů, takzvaných granzymů, v T-lymfocytech, buňkách, které antigen prezentující buňky aktivují. Autoři studie tak popsali nový typ imunitní odpovědi i mechanismus, který celý systém reguluje. Ukázali také, že MHCII na epitelu, T-buňky produkující granzymy i přítomnost bakterie SFB regulují rychlost obnovy střevního epitelu. ●

Pozn: Na konci listopadu obdržel Tomáš Brabec za výzkum problematiky střevních bakterií a jiných mikroorganismů v lidském střevě Mimořádnou cenu poroty Česká hlava 2023.



Vědci si posvítí na „georizika“

Naše fakulta se prosadila ve výzvě operačního programu Jana Amose Komenského (OP JAK)

Na přírodní a antropogenní georizika se pod vedením profesora Vojtěcha Ettlera z Ústavu geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů zaměří nový projekt podpořený z OP JAK. Fakulta bude v tomto projektu hlavním řešitelem. Cílem je podrobné studium hrozeb ve svrchních sférách planety Země, pochopení příčin jejich vzniku a kvantifikace možných dopadů na lidskou společnost. „Myslím, že všichni lidé vnímají, že četnost a intenzita některých negativních přírodních procesů se zvyšují. Každou chvíli slyšíme o nějakých přírodních katastrofách, které se často dějí nejen ve vzdálených koutech zeměkoule, ale i za našimi humny. Jsou to zejména extrémní jevy v atmosféře i na zemském povrchu, které souvisí s klimatickou změnou. Významné srážkové události a s nimi související povodně, erozní činnost a sesuvy jsme zaznamenali již dříve, ale nyní přicházejí delší období sucha a stále rizikovější přírodní požáry nejen v semiaridních oblastech, ale i v oblastech mírného pásu. A to nemluvíme o znečištění prostředí (půdy, povrchové a podzemní vody i atmosféry), které je antropogenního původu a patří mezi významná rizika na zemském povrchu,“ popisuje situaci profesor Ettler.

Projekt se však neomezuje pouze na teoretické studium georizik. Důraz je kladen na integraci získaných dat a jejich následnou aplikaci v praxi.



Zásadním výstupem projektu má být návrh monitoringu a předpověď rizik, včetně návrhu na zmírnění jejich dopadů. Předpokladem pro pochopení přírodních i antropogenních rizik je terénní monitoring a charakterizace ohrožení na jednotlivých modelových lokalitách. Řešitelé projektu se budou pohybovat nejen v oblasti střední Evropy, která je pro nás klíčová, ale také v polárních oblastech Grónska či semiaridních částech Evropy a subsaharské Afriky, které jsou vhodnými „přírodními laboratořemi“ pro výzkum tohoto typu. Na základě získaných dat plánuje výzkumný

tým zejména v závěrečné fázi projektu vytvořit a optimalizovat komplexní nástroje pro predikci rizik, například varovné systémy pro státní správu či softwarové a modelovací nástroje.

„Přírodní i antropogenní georizika jsou ze své podstaty velmi komplexní procesy a vyžadují vysokou míru interdisciplinarity v rámci přírodovědných oborů. Jsme proto velmi rádi, že projektu se kromě Přírodovědecké fakulty, Matematicko-fyzikální fakulty a Centra pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy zúčastní ještě dalších devět klíčových partnerských institucí z České republiky (zejména ústavy Akademie věd ČR jako je Ústav fyziky atmosféry, Ústav struktury a mechaniky hornin, Ústav informatiky a Ústav výzkumu globální změny, ale také Česká geologická služba, Český

hydrometeorologický ústav, univerzitní pracoviště na Masarykově univerzitě, Ostravské univerzitě a České zemědělské univerzitě v Praze). Předpokládáme, že výzkumné týmy fungující v rámci projektu napříč obory posunou naše znalosti týkající se této problematiky. Nedílnou součástí projektu je pak spolupráce s řadou špičkových zahraničních pracovišť i se soukromými subjekty“, shrnuje Vojtěch Ettler. ●

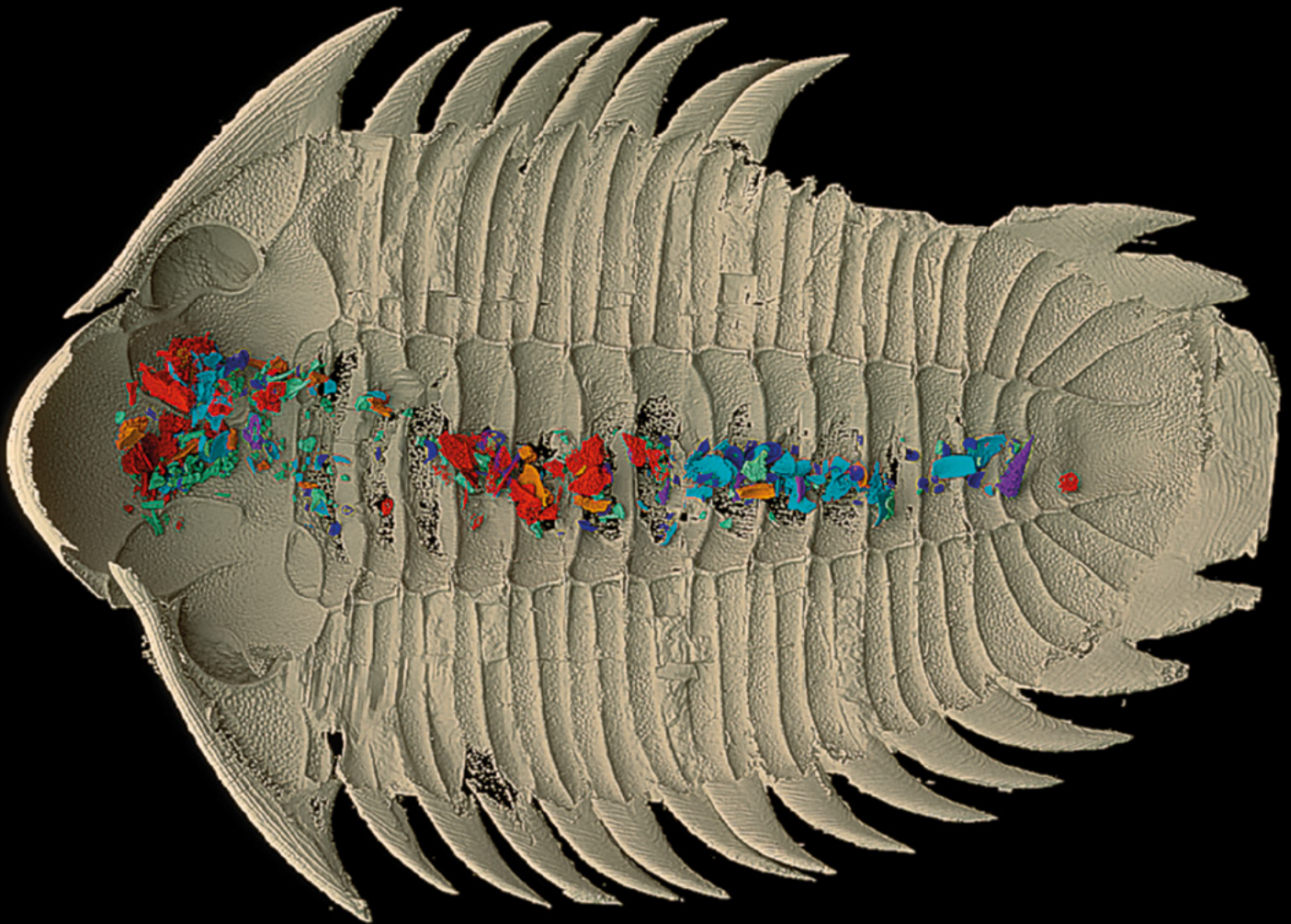


**Operační program
Jan Amos Komenský**

Do útrob trilobita

Jak žil a čím se živil prvohorní organismus?

VALÉRIA VAŠKANINOVÁ



Třírozměrná rekonstrukce trilobita *Bohemolichas incola* při pohledu zespodu (ventrální pohled), krunýř je v béžové barvě, obsah trávicího traktu je barevně rozlišený podle různých fosilních skupin. Zdroj *Nature*, autor V. Vaškaninová, CC BY 4.0

Paleoekologie je věda studující vztahy mezi dávnými organismy a jejich tehdejším prostředím. Zatímco dnes dokážeme ekologické vztahy zkoumat přímo, u pravěkých organismů jsme často odkázáni jen na jejich zkameněliny. I přesto dokáže současná věda rekonstruovat dávné potravní sítě, chování živočichů nebo procesy, které probíhaly v zaniklých ekosystémech. S pochopením těchto procesů nám může významně pomoci pozorování současné přírody.

Nové paleontologické metody nicméně postupně otevírají dříve nepředstavitelné možnosti. Umožňují nahlédnout do paleoekologie a dokonce do paleofyziologie živočichů, kteří vymřeli před téměř půlmiliardou let! Příkladem mimořádně úspěšné aplikace takových metod je studie nedávno publikovaná v prestižním časopise *Nature* (Kraft et al, *Nature* vol. 622). Podílelo se na ní hned několik vědeckých institucí (Přírodovědecká fakulta UK, Uppsala University, Zápa-dočeská univerzita v Plzni, Česká geologická služba), vedoucím týmu byl Petr Kraft z Ústavu geologie a paleontologie PŘF UK. Předmětem studie byl organismus, který je v Česku hojně nacházený a mezi širokou veřejností velmi známý a oblíbený – trilobit.

ZNÁMÝ I NEZNAMÝ

Trilobiti žili na Zemi po dobu 270 milionů let, od kambria až do konce permu (asi před 521–252 miliony let) čili pouze v prvohorách. Z hornin celého světa máme doklady o více než 20 000 druzích. Navzdory četným nálezům měli však vědci donedávna k dispozici pouze dílčí informace o trávicí soustavě a stravovacích návycích této skupiny členovců.

► **P. Ahlberg a V. Vaškaninová**
v operační místnosti Evropského
synchrotronu v Grenoblu. *Foto Boris Ekt*

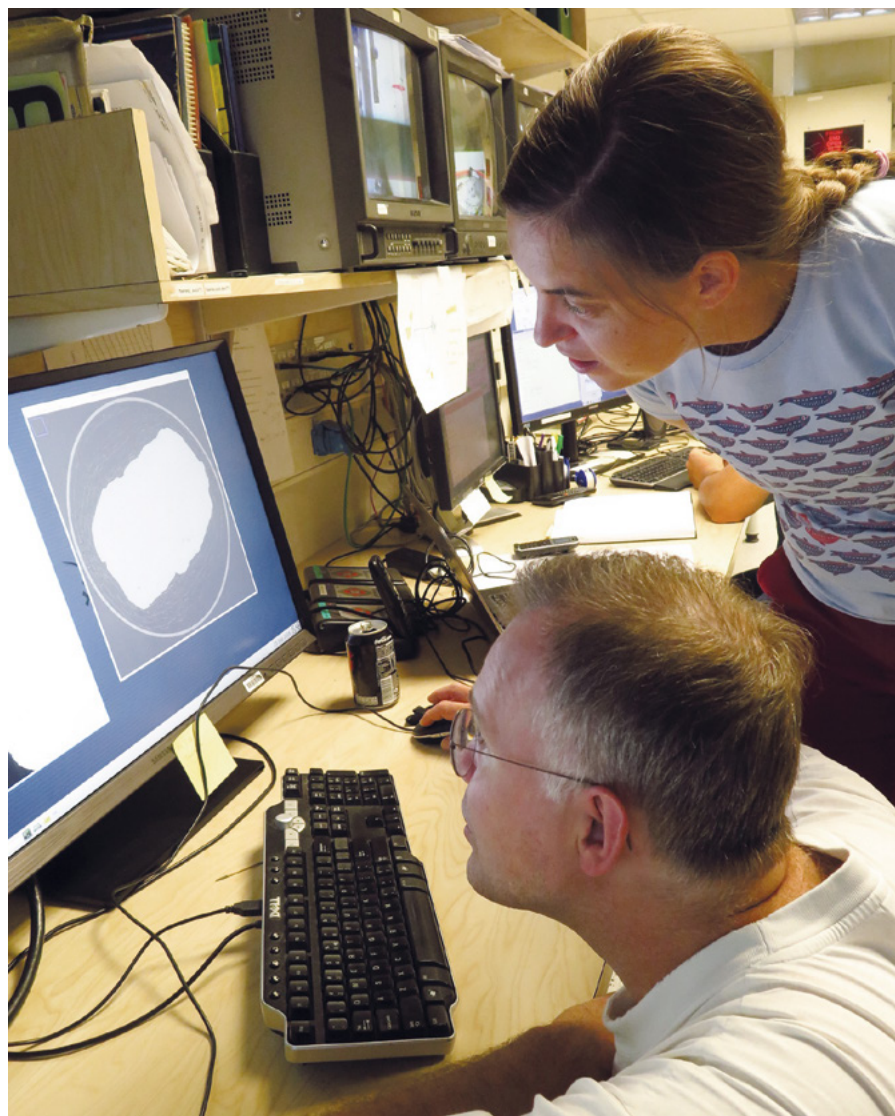
Nebyli totiž objeveni žádní jedinci se zbytky potravy přímo ve výlčích nebo otiscích střeva..

Životní styl trilobitů i jejich potravní strategie byly odvozovány pouze z různých nepřímých indicií, zejména tzv. funkční morfologie. O tom, zda trilobit plaval, nebo se zahrabával, zda byl spíš dravec, nebo mrchožrout, svědčil především tvar jeho krunýře. Významným pomocníkem takového výzkumu je princip tzv. aktualismu, který se používá v paleontologii

i geologii. Funkční morfologie fosilních skupin je odvozována z pozorování jejich současných zástupců, samozřejmě pokud existují. U vyhynulých trilobitů je to obtížnější a využívají se znalosti o jim blízce příbuzných členovcích. Opravdový průlom na poli paleofyziologie trilobitů tak přinesla až aplikace špičkových technologií českými vědci.

TRILOBIT OD ROKYCAN

Rokycanské kuličky, na jejichž objevu se v roce 1855 podílel i známý francouzský

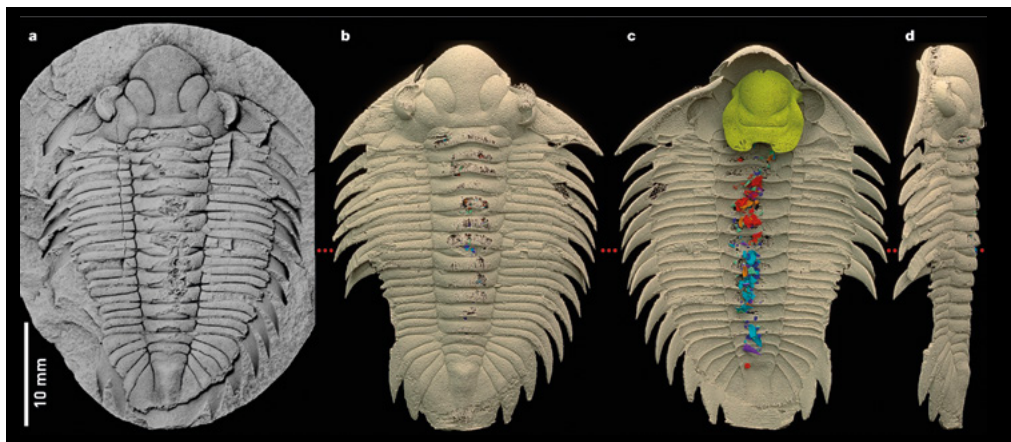


paleontolog Joachim Barrande, jsou kulovité kameny, tzv. nodule, které je i v dnešních dnech možné najít v okolí tohoto západočeského města, a to na polích v době orby. Kuličky byly původně uloženy v břidlicích – jednalo se o desítky metrů mocný sled zpevněného mořského bahna, který obsahoval několik vrstev s těmito nodulemi. V nedávné geologické minulosti se břidlice dostaly na zemský povrch a byly postupně erodovány a odneseny. Pevné a odolné kuličky, které působení těchto vlivů bez úhony vydržely, se hromadily v půdě.

Nalezené kuličky se obvykle „rozloupávají“ kladivem a s trochou štěstí v nich lze najít trojrozměrně zachovalé zkameněliny. Právě tímto způsobem nalezl v roce 1908 trilobita *Bohemolichas incola* rokcanský učitel a sběratel Karel Holub. Tento trilobit, který původně žil na mořském dně v oblastidnešního Barrandienu v období středního ordoviku, se po několika letech ocitl ve sbírkách rokcanského muzea (dnes Muzeum Dr. B.



▲ **Trilobit *Ectillaenus Katzeri* uvnitř tzv. rokcanské kuličky.** Zdroj Wikimedia Commons, autor Mojmir Churavy – vlastní dílo, CC BY-SA 4.0



▲ (a) Fosilie trilobita (pozitiv) v noduli (pobělené chloridem amonným). (b-d) Virtuální model skenu vzorku v dorzálním (b), ventrálním (c) a levém bočním (d) pohledu. Krunýř v béžové barvě, hypostom žlutě, obsah trávicího traktu v odstínech červené a modré. Červená přerušovaná čára označuje anomální polohu pátého a šestého segmentu.

Zdroj Nature, autor V. Vaškaninová, CC BY 4.0

Horáka), kde spočíval další desítky let. Až začátkem nového tisíciletí paleontologové začali uvažovat, že drobné schránky, viditelné v odštípnuté osní části trupu, by mohly představovat zachované zbytky potravy v trávicím traktu. Nebylo je ale možné blíže zkoumat, aniž by byla vzácná fosilie zničena.

„VYJMUTÍ“ Z KULIČKY

Naději na nedestruktivní pohled dovnitř, do kuličky obklopující trilobita, dalo až rozšíření použití technologie synchrotronové tomografie v paleontologii. Čeští vědci ji s úspěchem využili již v roce 2020 při zkoumání fosilních rybových obratlovců, kteří žili na území Čech před cca 400 miliony lety. Za pomoci synchrotronu se jim tehdy podařilo proniknout pod povrch horniny a vnést více světla do počátků vývoje zubů obratlovců. Jejich studii tehdy publikoval jiný prestižní časopis, *Science* (viz magazín Přírodovědci.cz 3/2020). Trilobit *Bohemolichas* se tedy stal další českou fosilií, která putovala do francouzského Grenoblu a byla zkoumána pomocí Evropského synchrotronu (ESRF).

Synchrotron je obrovský kruhový urychlovač elektronů, které vytvářejí vysokoenergetické elektromagnetické, tzv. synchrotronové záření. Paprsek elektronů urychlených téměř k rychlosti světla vyvolá při dopadu na vzorek záření dostatečně tvrdé, aby prozářilo materiály velké hustoty. Díky tomu lze zkoumat zkameněliny uzavřené v horninách v rozlišení s přesností tisícín milimetru. Výsledkem jsou řezy zkoumaným objektem podobné těm z nemocničních CT přístrojů.

ČÍM SE ŽIVIL BOHEMOLICHAS

Skenování trilobita byl ovšem pouze první krok. V dalším, neuvěřitelně pracném postupu byly za pomoci rekonstrukčního softwaru ručně rozlišeny jednotlivé struktury a zbytky potravy. Vznikl tak unikátní třírozměrný model zkoumané fosilie. Ten byl posléze nasnímán ve virtuálním fotografickém studiu, což zvýraznilo hloubku obrazu a vznikl tak velice informativní a také velmi efektní obrázek.

Výsledky výzkumu dalece předčily očekávání. Díky příznivým okolnostem zachování zkoumaného trilobita se

podářilo odvodit i dříve nepředstavitelné detaily o způsobu výživy a trávení těchto pravěkých tvorů. Podle obsahu jeho trávicí soustavy bylo možné dovodit, že se *Bohemolichas incola* pohyboval po mořském dně a požíral především mršiny drobných bezobratlých.

Nepohrdl však asi ani živou kořistí. Vlastně spořádal, na co přišel, a to včetně pevných částí, tedy i schránek a jejich zbytků! Nebyl nijak vybíravý, co se týká složení potravy, pouze se soustředil na drobná sousta, která prošla ústy. Pokud se rozhodl pro sousto větší, tak jen takové, které byl schopen rozdrtit. Protože k drcení používal zesílené báze končetin, které měly omezenou pevnost, byl nucen vybírat si tenké a křehké schránky. Na dně měl k dispozici různé bezobratlé, třeba lasturnatky nebo drobné ostnokožce, které vědci dokázali určit dokonce až na úroveň druhů.

TRÁVICÍ SOUSTAVA

Díky tomu, že byl objeven jedinec s trávicí soustavou souvisle naplněnou pevnými schránkami jeho potravy, mohli

vědci zrekonstruovat i její tvar, včetně neočekávané přítomnosti dvou žaludků v hlavové části. Mimořádné „přecpání“ trilobita dává tým do souvislosti se specifickým obdobím v jeho životním cyklu, jako je například příprava na pravidelné svlékání krunýře při růstu.

Je zajímavé, že i tenkostěnné vápnitě schránky jsou v trávicím traktu zcela neporušené, s ostrými hranami a výběžky. Nebyly tedy vystaveny kyselému prostředí, které by je alespoň naleptalo, nebo dokonce zcela rozpustilo. Z toho plyne, že prostředí trávicí soustavy tohoto trilobita bylo prakticky neutrální nebo možná lehce alkalické. Protože se s podobným znakem můžeme setkat u dnešních mořských koryšů či klepítkačů, ukazuje to na velmi starý společný původ fyziologie trávení členovců. A rovněž na podobné zastoupení trávicích enzymů.

SPOLEČNÝ KONEC MRCHOŽROUTŮ

Po smrti se tento mrchožrout sám stal potravou. V kuličce byly objeveny početné stopy jiných, drobných mrchožroutů,

kterí se zavrtali do mršiny trilobita pohřbené v poloze na zádech mělce v bahnitěm dně. Z vyhloubených „tunelů“ lze odvodit, že se zaměřili na měkké tkáně, přičemž se důsledně vyhýbali střevu. Mrchožrouti pravděpodobně vnímali chemické signály, které jim prozradily, že v trávicím systému trilobita ještě pokračuje aktivita trávicích enzymů a že jim zde hrozí smrtelné nebezpečí v podobě „strávení mrtvolou“.

Ale i oni měli smůlu – velmi záhy je uvěznila pevná kulička rychle se tvořící kolem mrtvého trilobita. Svědčí o tom nepřítomnost únikových stop. Takovou interpretaci umožňuje jednak tafonomie, nauka, která zkoumá aspekty zachování, jednak výzkum fosilních asociací, jejichž součástí trilobiti jsou. Společně s aktualizovanou funkční morfologií tvořily uvedené metody řetězec výzkumných postupů, který umožnil zasadit přímé pozorování potravy ve střevě do kontextu úchvatné historiky o poslední večeři trilobita v rámci prvohorního ekosystému, který obýval.

Paleofyziologie, výraz použitý také v názvu studie, není úplně novým oborem (připomeňme například studie o teplotnosti dinosaurů), ovšem rozšíření tohoto výzkumného směru umožní až větší rozmach používání nedestruktivních metod v paleontologii. Výrazně se tím usnadní chápání vymřelých tvorů jakožto živých organismů. ●

AUTORKA PŮSOBÍ V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE
A JE SPOLUAUTORKOU STUDIE

Pozn. kompletní studii si můžete prohlédnout po načtení QR kódu.



▲ Synchrotron ve francouzském Grenoblu (ESRF) je rozsáhlé výzkumné zařízení, které pomáhá vědcům studovat jinak nedostupné vnitřní struktury, například u fosilií.
Ždroj Wikimedia Commons, autor Rama, CC BY 2.0



Mosasaurus – obávaný predátor
křídového moře. Zdroj Shutterstock.com

Zakousněte si, prosím!

Stopy po zubech predátorů pomáhají rekonstruovat dávné potravní řetězce

MARTIN MAZUCH

S takovou pobídkou jste se už jistě setkali při příležitosti vernisáže, rautu, svatby, pohřbu nebo jiné podobné situace, kde vás číšník či hosteska vybídli k ochutnání vybraných pokrmů. V přírodě samozřejmě nikdo nikomu nic k snědku nenabízí. Naopak, živá „potrava“ má obvykle nepříjemnou vlastnost udělat vše pro to, aby se potravou nestala. Řeší to různými způsoby – rychlým pohybem, zbarvením, zhoršenou stravitelností či různými pevnými schránkami a štíty zabraňujícími útoku na to měkké a chutné uvnitř. Díky tomuto antagonismu není na jídlo moc klidu, takže dost „drobečků“ od hostin se dostane mimo trávicí soustavu pojídače. I proto se paleontologové nezděravě setkávají se

zbytky hostiny dávno minulé. Vzhledem k možnostem zachování se nejčastěji jedná o zpevněné části těla, na kterých pak můžeme ve vzácných případech sledovat více či méně úspěšné pokusy o konzumaci. Se dvěma takovými příklady z našeho území se seznámíme dále.

JE LIBO STEHÝNKO?

V úplně prvním čísle Přírodovědců z roku 2012 si mohli čtenáři přečíst o pozůstatcích prvního popsaného českého dinosaura – později pojmenovaného *Burianosaurus augustai*. Tato fosilie se skládá z jediné, ale velmi dobře zachovalé levé stehenní kosti, která se našla v plážových, tedy mořských pískách nedaleko Kutné Hory.

Právě náleзовé okolnosti vedly badatele k úvahám, jak se do tohoto, pro fosilizaci nevhodného prostředí kost dostala. Po nálezu dalších velkých objektů v písku (úlomky ruly, korálů a dalších) bylo jasné, že sem byla vyvržena při události dostatečně dynamické, jako je bouře či tsunami. Jen ta totiž mohla takto velké objekty v jeden okamžik dopravit na pláž a ihned je pohřbit pod dostatečnou vrstvou materiálu, který by je ochránil před erozí způsobenou příbojem.

Detailní průzkum kosti přinesl řadu zajímavých zjištění. Na jejím povrchu se našly okusové stopy po organismech různé velikosti. Vzhledem k jejich charakteru a na

základě znalostí živočichů českého svrchnokřídového moře bylo možno určit hlavní strávníky. Linie drobných rovnoběžných vrypů byly způsobeny žraloky o velikosti do 1 metru s malými (do 5 mm) ostrými zuby (např. zástupci skupiny Lamnidae). Větší, eliptické vtisky pak mohli způsobit rozměrnější žraloci, například z rodů *Cretodus* nebo *Cretoxyrhina*, mající i několikacentimetrové zuby. Zajímavé byly i otisky na průřezu okrouhlých zubů, které lze přiřadit několika tehdejším vrcholovým strávníkům, jako byli mořští plazi – mosasauři – nebo velké kostnaté ryby (např. rod *Xiphactinus*). Jak naznačuje výskyt limonitizované konkrce kolem koncové části stehenní kosti, na hostinu nebylo mnoho času. Konkrce svým tvarem poměrně přesně sleduje průběh kolenních šlach a vazů a svědčí o tom, že trochu měkké tkáně zůstalo na kosti ještě po pohřbení na pláži.

TAKÉ MÁME „MOŘSKÉ PLODY“

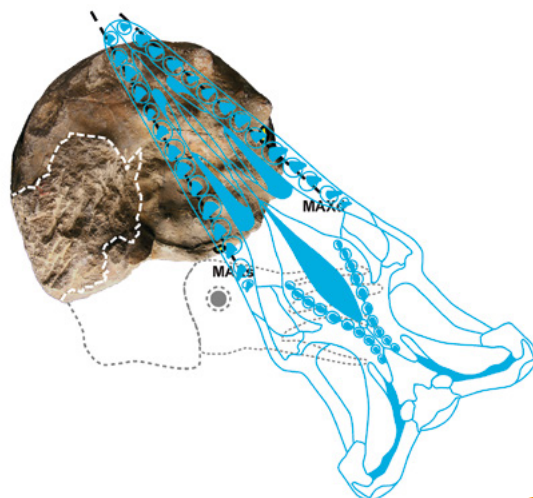
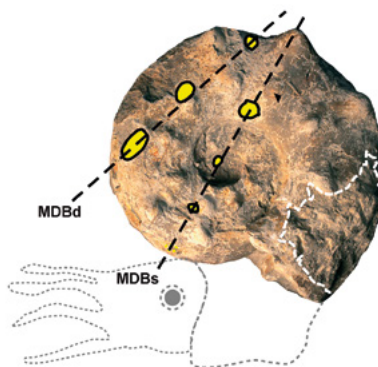
Schránka amonita *Mammites nodosoides* vystavená ve vitríně na chodbě v přízemí budovy děkanátu PFF UK na Albertově je krásným příkladem, že některé stopy může mít vědec denně před očima, a přesto si jich nemusí všimnout. Až po několika letech veřejné expozice této schránky si jeden z kolegů všiml zajímavých pravidelně zaoblených otvorů. Díry na schránkách měkkýšů jsou sice poměrně běžné, například po zásahu dravých plžů, těchto však bylo více a kromě toho byly v pravidelných odstupech uspořádány do dvou sbí-

► **Zbytek schránky amonita *Mammites nodosoides* bez obývací komory, s žlutě vyznačenými otisky zubů uspořádaných v sbíhavých řadách. Modře vyznačena pozice lebky mosasaura při útoku. Při délce lebky kolem 60 cm by se jednalo o jedince 4–6 m dlouhého. Foto a kresba M. Mazuch**

havých řad. To naznačovalo, že vznikly v jeden okamžik, nejpravděpodobněji řadou zubů.

Velikost zbytků schránky amonita (cca 30 cm) a odstup, velikost a tvar otvorů naznačovaly, že se jednalo o většího predátora s kuželovitými zuby. Tím se výběr zúžil pouze na několik možných pachatelů, které dosud známe z české křídové pánve a okolních oblastí – žraloci, velké kostnaté ryby, plesiosauři a mosasauři. Ze zástupců těchto skupin mají pouze poslední zmiňovaní kuželovité, na průřezu kruhové až oválné zuby uspořádané ve dvou sbíhavých řadách v úhlu odpovídajícím řadám otvorů na schránce amonita.

Kromě mosasaurů sice existují i specializovaní zástupci ryb a žraloků, jejichž oblé zuby jsou adaptovány na potravu s pevnou schránkou, takové zuby však většinou nevytvořily jednotlivé otvory, ale spíš schránku rozdrtily na drobné fragmenty. Dalším náznakem, že se jednalo o mosasaura, je i to, že na pravé straně schránky je méně otisků než na levé. Pro lepší úchop kořisti měli totiž tito plazi přibližně uprostřed spodní čelisti přidatný kloub. Ta díky tomu zanechávala jinou stopu než čelist horní.



Mosasauři byli poměrně oportunističtí dravci a jejich útok na cokoli živého nebyl ničím neobvyklým. Díky rozložení otvorů po zubech tušíme, jakou taktiku využíval tento druh při útoku (nejen) na amonity. Útok byl patrně veden z hloubky směrem vzhůru a cílil primárně na měkké tkáně (hlavu a chapadla) a obývací komoru hlavonožce, která je vzhledem ke své velikosti i nejkřehčí. Otisky po jednotlivých zubech se zachovaly na vnitřních, pevnějších závitěch schránky.

DIGESTIV

Tyto dva příklady z českého křídového moře jsou jen přibližnými scénáři, jak docházelo k získávání a konzumování potravy tehdejšími „vrcholovými gurmány“. Je ale zřejmé, že se vyplatí sledovat i takto osobní návyky některých zástupců fauny, a to na pouhých zbytcích, které jim odpadly od úst. Mimochodem, v české křídové pánvi se vyskytuje mnoho pozůstatků starých 100 milionů let, které různým predátorům odpadly na druhé straně trávicí soustavy. Tyto zbytky nazýváme koprolity a lze na nich sledovat mimo jiné třeba kvalitu trávení některých výše zmíněných jedlíků. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE



Po dálnici do křídý

Rostliny klikovského souvrství přináší svědectví o životě v druhohorách

VERONIKA VESELÁ
OLEKSANDRA CHERNOMORETS
JANA ČEPIČKOVÁ

Svrchní křída, tedy poslední období druhohor, začíná asi před 93 miliony lety a končí masivním vymíráním před 66 miliony lety. Má významný vliv na geologický a biologický vývoj českého území: z pohledu paleobotaniky se jedná o zásadní období, které přineslo globální změny ve flórách. V ekosystémech po dlouhé době nadvládý přestaly dominovat nahosemenné rostliny a ustoupily na nové podmínky lépe adaptovaným rostlinám krytosemenným. Významné změny v prostředí lze dobře sledovat v několika českých lokalitách světového významu, které umožňují studovat prostředí s odlišným vývojem a ekologickými nároky.

Mezi takové lokality řadíme třeba lom Pecínov u Nového Strašecí, jehož sedimenty zaznamenávají vývoj říční-mořského prostředí, nebo lokality sladkovodního klikovského souvrství v jižních Čechách. Právě klikovské souvrství je několik posledních let v hledáčku paleobotaniků. Nedávno zahájená stavba dálnice D3 z Prahy do Rakouska poskytla vědcům zcela jedinečný přístup k jinak nepřístupným horninám poblíž Českých Budějovic a stala se tak vysoce cenným zdrojem fosilií všech typů. Zcela jedinečné jsou místní nálezy makrofosilií – fosilních dřev a fragmentů listů, sloužících jako ukazatel konkrétních

klimatických podmínek. Z rostlinných mikrofosilií jsou významné zejména palynomorfy (spory a pyly), jejichž společenstva lze využít pro přesné datace sedimentů.

DŘEVO NEJEN NA PODPAL

Stavba nové dálnice přilákala v letech 2021 a 2022 značnou pozornost nejen vědecké veřejnosti, když během ní bylo objeveno pět impozantních fosilních stromů, z nichž nejdelší dosahoval úctyhodných 11 metrů. Jde o největší nález kmene rodu *Paraphyllanthoxylon* známý z východní polokoule. Výzvou se ovšem pro týmy paleobotaniků z Jihočeského

◀ **Exkavace sedmimetrového fosilního kmene při stavbě nové dálnice u Českých Budějovic.** *Zdroj archiv Národního Muzea*

a Národního muzea stalo vyzvednutí a transport dalšího nálezu kmene o délce 7 metrů. Přemístit ho v celku do Prahy se podařilo až po dvou dnech intenzivní práce desetičlenného týmu.

Všechny vzorky byly nejprve analyzovány na přítomnost letokruhů (vrstev buněk tvořených kambiem během jednoho vegetačního období). Na první pohled totiž vykazovaly struktury, které tvarem připomínaly letokruhy. Při podrobnější analýze se ovšem ukázalo, že se jedná pouze o projev fosilizace kmene. Některé vzorky však naznačují přítomnost traumatických událostí během života stromů, což je doloženo přerušáním růstu buněk. Tato přerušení podle všeho nesouvisí se sezonními změnami teploty ani s dostupností vody. Proto se vědci kloní k závěru, že traumatické události zaznamenané v anatomické stavbě dřeva byly způsobeny rozsáhlými záplavami.

LISTOVNÍ TAJEMSTVÍ

Z listových fosilií lze v ideálním případě získat velké množství informací. Pokud není k dispozici celý list se žilnatinou (nebo jeho větší část), je třeba podívat se na něj v detailu. K tomu slouží tzv. kutikulární analýza. Úlomky listů jsou mechanicky odděleny od horniny a postupně vystaveny působení několika chemikálií. Při následném pozorování pod mikroskopy lze vidět struktury, jako jsou průduchy, buňky, různé výrůstky,

▶ **Stratigraficky významný pyl *Pecakipollis* sp.** Vlevo fotografie ze světelného a vpravo ze skenovacího elektronového mikroskopu.

Autor Veronika Veselá

vráskování, ztlustěliny apod., které jsou užitečné pro zařazení listů do systému a popisu paleoekologie.

Listové kutikuly bylo možné v některých případech přiřadit čeledím Juglandaceae a Platanaceae a možným raným krytosemenným rostlinám. Kromě toho se podařilo najít fosilie, které s největší pravděpodobností rostly pod vodní hladinou. Takové rostlinné fragmenty zpravidla nemají průduchy, které by jinak používaly pro výměnu plynů, zato jsou zpevněny různými strukturami tak, aby je vodní proud příliš nepoškodil.

MALÝ PYL – VELKÁ VĚDA

Na první pohled drobné a nevýznamné palynomorfy, tedy spory a pylová zrna všech druhů rostlin, se využívají v mnoha vědních oborech. Každého asi napadne archeologie, svůj význam však prokázaly i ve forenzních oborech nebo potravinářství. Pyly jsou všude kolem nás, a to nejen během otravných pylových sezon, ale i ve fosilním záznamu v různých typech sedimentů.

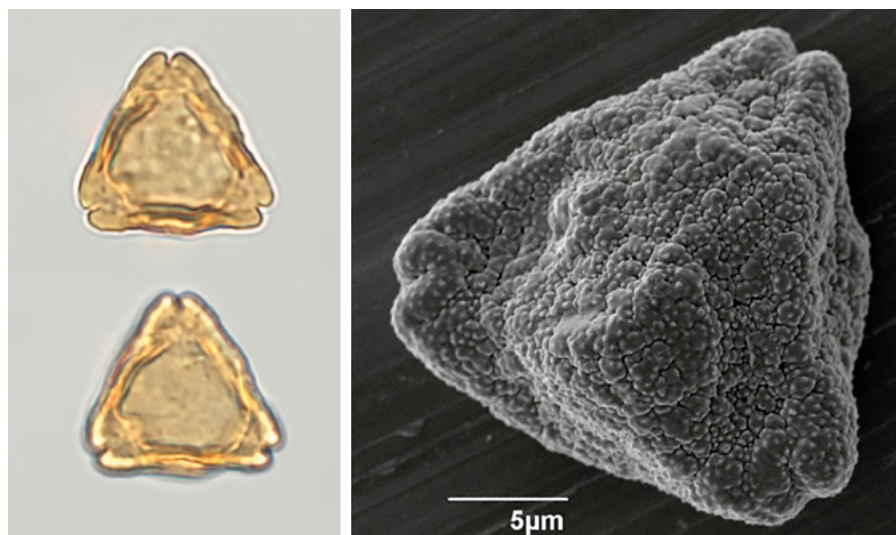
Díky jejich všudypřítomnosti, obrovskému množství a jedinečnému chemickému složení (obsahují sporopolenin,

chemicky velmi odolnou sloučeninu) poskytují důležité informace o složení daných rostlinných společenstev a díky své rychlé evoluci jsou i výborným ukazatelem stáří konkrétních hornin či vrstev v geologických profilech.

Po rozpuštění jílovců odebraných při stavbě dálnice v Českých Budějovicích bylo získáno početné společenství reprezentované převážně pyly krytosemenných rostlin. Druhy *Pecakipollis* a *Quedlinburgipollis*, patřící do takzvaného normapolového komplexu, se ukázaly jako velmi užitečné pro zpřesnění stáří dané lokality. Díky práci desítek vědců totiž známe jejich přesné stratigrafické rozsahy, právě tyto druhy se v historii naší Země setkávají jen ve velmi krátkém období zvaném střední santon, tedy před zhruba 84 miliony lety.

Multidisciplinární přístup k paleoekologickému výzkumu otevírá bohatou studnici poznání o minulých ekosystémech. Spojením těchto zdrojů informací můžeme minulé prostředí rekonstruovat s větší přesností a získat komplexní pohled na jeho vývoj. ●

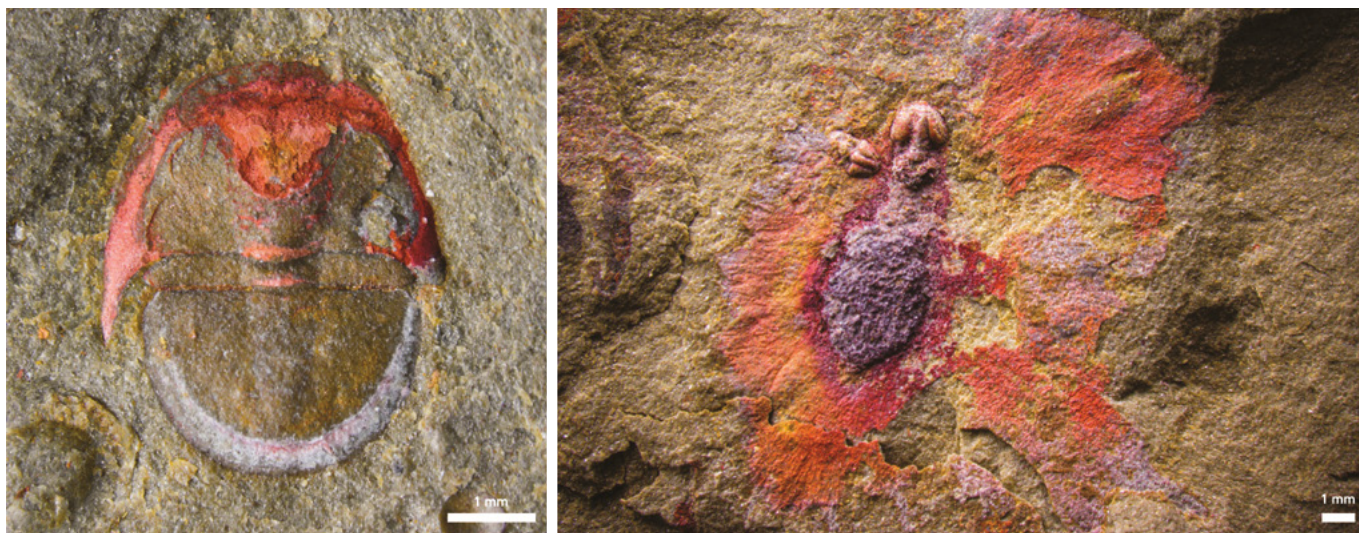
AUTORKY PŮSOBÍ V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE



Jak žily larvy dávných členovců

Unikátní zkameněliny odhalují paleoekologii nedospělých trilobitů

LUKÁŠ LAIBL



▲ Mláďata trilobitů *Platypeltoides* (nalevo) a *Indiligens* (napravo) z fezouatských břidlic. Fialová skvrna s červeným lemem na obrázku napravo je fosilie houbovce. Autor Lukáš Laibl.

Členovci jsou tvorové s článkovanými končetinami, mezi které patří třeba pavoukovci, stonožky a koryši včetně hmyzu. S více než 1 200 000 popsány druhy a obrovským množstvím jedinců se jedná o neúspěšnější skupinu živočichů, která kdy na Zemi existovala. Kromě druhové bohatosti jsou členovci zajímaví i svým neméně rozmanitým vývojem. Někteří z nich během svého růstu procházejí dokonalou proměnou, u jiných žijí mláďata i dospělci v jiném prostředí, a ještě u jiných se mláďata rodí jako miniaturní verze dospělých jedinců. Jak ale vypadal vývoj členovců, kteří vyhynuli před stovkami milionů let? A mohou se nám jako zkameněliny zachovat i jejich drobná larvální stadia?

Je pravdou, že ve fosilním záznamu se zachovávají především dospělci, zatímco larvy a mláďata jsou nesrovnatelně vzácnější. Těla dospělých

jedinců jsou často jednoduše odolnější, a tak mají větší šanci zachovat se jako zkameněliny po miliony let. Na některých paleontologických lokalitách ale existovaly natolik příznivé podmínky pro zachování zkamenělin, že zde můžeme najít i drobná, nedospělá stadia. Taková místa existují i v Čechách. Nedaleko Týřovic na Křivoklátsku se nachází lokalita Pod hruškou, odkud byly popsány miniaturní larvy trilobitů staré asi 500 milionů let. Podobně unikátní jsou také tzv. fezouatské břidlice v Maroku, které se usazovaly v mělkém moři na počátku ordoviku (před asi 480 miliony lety). Právě zde bylo objeveno množství larev a mláďat dávných členovců.

TRILOBITÍ MIMINKA Z FEZOUATY

Trilobiti patří mezi nejhojnější zkameněliny fezouatských břidlic. Dodnes bylo v lokalitách nedaleko marockého města Zagora nalezeno asi 40 druhů těchto

vymřelých členovců, včetně těch, u nichž se zachovaly končetiny nebo zbytky trávicí trubice. Není tedy překvapivé, že trilobití larvy a mláďata jsou na některých lokalitách fezouatských břidlic celkem hojně. Doposud se podařilo tato drobná stadia objevit asi u deseti druhů trilobitů. Můžeme z tvaru, velikosti a zachování těchto stadií vyčíst něco o jejich způsobu života?

Larvy některých trilobitů z Fezouaty jsou, ve srovnání s jinými druhy, neobvykle velké. Například u druhu *Platypeltoides magrebiensis* jsou asi dvakrát až třikrát větší než u blízce příbuzných trilobitů. U dnešních mořských bezobratlých je velikost larev ovlivňována mimo jiné množstvím žloutku ve vajíčku. Je tedy možné, že někteří trilobiti z této lokality měli rovněž na žloutek bohatá vajíčka. Taková vývojová strategie s většími žloutkovými zásobami může

být výhodná v místech, kde je přísun živin výrazně sezónní. Dnešní lokality fezouatských břidlic se v ordoviku nacházely ve vysokých zeměpisných šířkách nedaleko jižního polárního kruhu, tedy přesně v místech, kde lze sezónní přísun živin předpokládat.

Pro přežití v polárním moři to však nebyla jediná strategie, kterou trilobiti vyzkoušeli. Drobní jedinci rodu *Indiligens* byli nalezeni na těle ordovického houbovce (živočišné houby) a uvnitř kolonie dávných polostrunatců – graptolitů.

Na rozdíl od larev rodu *Platypeltoides* byla tato mláďata miniaturní a je možné, že se před predátory ukrývala v odumřelých graptolitech nebo mezi trny houbovců. Stejně tak je ale možné, že jim houbovci nebo mrtví graptoliti sloužili jako potrava.

LARVY Z URYCHLOVAČE ČÁSTIC

Kromě larev trilobitů se ve fezouatských břidlicích zachovávají i larvy jiných, mnohem podivnějších členovců. V prvohorních mořích byla poměrně hojná dnes již vymřelá skupina Marrellida.



Její zástupci měli hlavový krunýř s dlouhými trny, po jejichž obvodu byly ještě menší trny. Fezouatští marrellidi tak vypadali trochu jako koruna palmy se zpeřenými listy. Jejich několik milimetrů dlouhé larvy se na Fezouatě zachovaly dokonce včetně končetin. Důkladné studium na synchrotronovém urychlovači částic v Institutu Paula Scherrera ve Švýcarsku odhalilo každý detail těchto miniaturních zkamenělin, od drobných drápků až po jemné chloupky na končetinách.

Právě studium končetin larev marrellidů naznačuje mnohé o jejich způsobu života. Na hlavě měly pár smyslových tykadel, dále pár robustních končetin sloužících k orientaci nebo k ukotvení na mořském dně a pár kráčivých končetin. První dva páry nohou na trupu sloužily také k chůzi, zatímco zadní trupové končetiny, vybavené trny a jemnými chloupky, nejspíše sloužily k zachycování drobných organických částic, kterými se zvíře živilo. Všechny trupové končetiny rovněž nesly žaberní výběžky používané k dýchání.

Zajímavé je, že dospělí jedinci marrellidů měli velmi podobné končetiny jako jejich larvy. Navíc se dospělci nacházejí na stejných lokalitách a ve stejných vrstvách jako tyto larvy. Můžeme tedy předpokládat, že dospělci i larvy žili podobným způsobem a živili se stejnou potravou. Vývoj těchto dávných členovců tak byl mnohem jednodušší než ten, který známe u většiny dnešních druhů.

Drobná vývojová stádia jsou klíčovou součástí dnešních ekosystémů a nejinak tomu bylo i v dávné minulosti. Výzkum a studium larev vymřelých živočichů nám tak může pomoci pochopit řadu obecnějších ekologických a evolučních fenoménů. ●

AUTOR PŮSOBÍ V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE A NA GEOLOGICKÉM ÚSTAVU AVČR



Příběh pohřbené kokosféry

Destičky vápnitého nanoplanktonu informují o dávném prostředí

FILIP SCHEINER, KATARÍNA HOLCOVÁ

Paleoekologie je vědní obor zabývající se rekonstrukcí ekosystémů v minulých dobách. Jeho hlavním zdrojem informací jsou převážně fosilie a jejich pozůstatky, cílem je pak zrekonstruovat podmínky a prostředí, v němž dávné organismy žily. Pro vědce je ovšem přínosný i další osud fosilií, a to zjištění, jaké prostředí panovalo v daném místě a době, kdy organismy byly už dávno po smrti a byly součástí sedimentu.

MODELKY Z MOŘÍ A OCEÁNŮ

Jednobuněčné zelené řasy (skupiny *Coccolithophorida* a *Coccolithophyceae* z ranku *Haptophyta*) jsou zástupci mořského fytoplanktonu (fotosyntetizujících organismů žijících ve vodním sloupci). Jejich typickým znakem je to, že vytvá-

řejí malé destičky z uhlíčitanu vápenatého, které následně na povrchu buňky tvoří souvislý obal. Ten nejspíš plní ochrannou funkci či pomáhá s fokusací světla (i když poslední výzkumy to úplně nepotvrzují). Jejich velikost je velmi malá, přibližně první jednotky až desítky μm ($10 \mu\text{m} = 0,01 \text{ mm}$).

Ve fosilním záznamu se tyto skupiny objevují spolu s dalšími mikroorganismy, které řadíme mezi tzv. vápnitý nanoplankton, už ve svrchním triasu (cca 225 milionů let). Jsou prakticky využitelné např. v biostratigrafii (datování stáří hornin na základě fosilií), paleoklimatologii a již zmíněné paleoekologii. To, co v sedimentárním záznamu nalézáme, jsou právě jednotlivé destičky jejich

obalu, tzv. kokolity, a vzácně i celý tento obal, tzv. kokosféru. Jednotlivé druhy vápnitého nanoplanktonu bývají velmi často úzce vázány ke konkrétnímu prostředí, ve kterém žijí či žily, což z nich činí vhodné kandidáty pro paleoekologické studie.

PO SMRTI

Díky kokolitkám může vápnitý nanoplankton vědce informovat o dávném prostředí i po tom, co jednotlivé buňky odumřou. Relativně malá velikost kokolitek a jejich mineralogické složení (orientované krystaly CaCO_3) určují, že jsou citlivé na změny chemismu mořské vody. A to je právě jedna z klíčových vlastností pro interpretaci paleoprostředí. Po završení životního cyklu buňka odumírá a kokosféra se

◀ **Velice rozšířeným druhem jednobuněčných řas vytvářejících tzv. kokolity je *Emiliana huxleyi*. Vyskytuje se ve všech oceánech vyjma polárních oblastí. V příznivých podmínkách dokáže vytvořit plochy o velikosti až 100 000 km², které se poznají podle nápadné změny barvy mořské vody označované jako „white water“.**

Zdroj Shutterstock.com

následně rozpadá na jednotlivé kokolity, které se začnou vodním sloupcem zvolna snášet na mořské dno, kde se po dosednutí stávají součástí sedimentu.

Chemismus mořské vody, resp. jednotlivých vodních mas, hraje během celého tohoto putování podstatnou roli. Zcela zásadním parametrem je zde hodnota pH, která je funkcí koncentrace jednotlivých iontových párů v mořské vodě. Tento systém je poměrně složitý, ale zjednodušeně se dá říct, že pH je také funkcí koncentrace uhličitánových iontů (CO₃²⁻), což má dále vliv na nasycení mořské vody karbonátovými minerály, definované jako Ω (saturační stav). To dohromady určuje, zda v systému panují vhodné podmínky pro vysrážení uhličitánových minerálů (Ω > 1), či naopak dochází k jejich rozpouštění (Ω < 1). Kolísání pH a s ním spjatá změna chemismu mořské vody je tak ve výsledku příčinou buď koroze a rozpouštění kokolitů, nebo naopak vytvářením nárostů.

Vlastnost kokolitů reagovat formou dobře pozorovatelných tvarových změn na chemismus vody, primárně změny

▶ ***Emiliana huxleyi* je tvořena jedinou buňkou, která obsahuje řadu vnitřních organel. Nejvýraznějším rysem buňky je povrch krytý kokolity.**

*Zdroj NASA, autor Stig Bjarte Haugen/
Norwegian Institute of Marine Research*

pH, je z vědeckého hlediska nesmírně zajímavá a právě v paleoekologii dobře využitelná. Umožňuje totiž nahlédnout a rekonstruovat environmentální parametry ovlivňující usazování a ranou diagenézi (proces měnící složení a strukturu) studovaných hornin.

SOUČASNÝ VÝZKUM

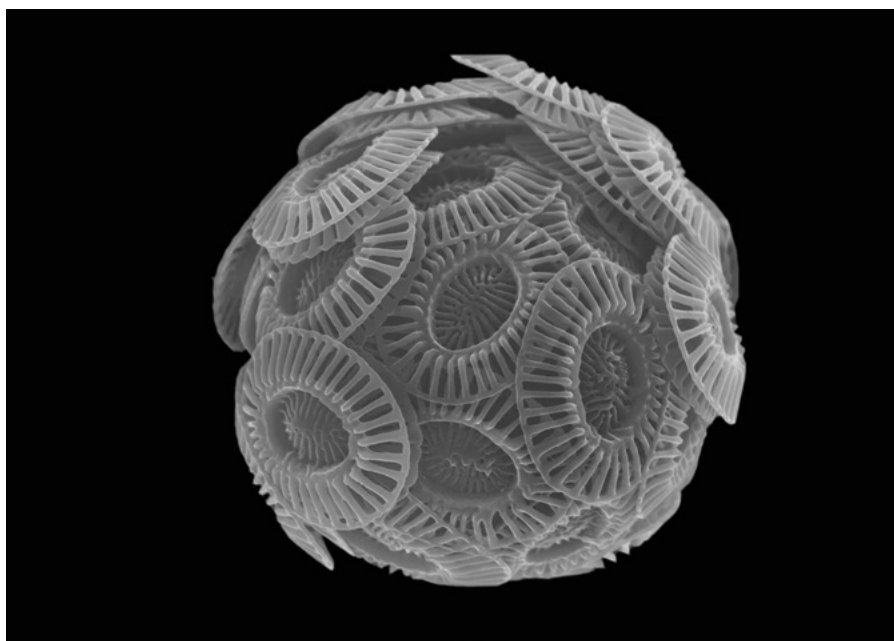
Nedávný výzkum na půdě naší fakulty zahrnoval sérii experimentů, při nichž postupně docházelo k řízenému kolísání pH. Následně byly vyhodnocovány pozorované efekty – koroze, rozpouštění a tvorba nárostů – na třech tvarově odlišných typech kokolitů. Ukázalo se, že změny tvaru kokolitů způsobené kolísáním pH jsou nesmírně rychlé a mohou se projevovat již v řádech několika hodin. Podle očekávání pak ve sledovaných společenstvech kokolitů dochází ke změnám ve prospěch forem, které jsou odolnější vůči rozpouštění, a ke zvýšení míry koroze jednotlivých kokolitů.

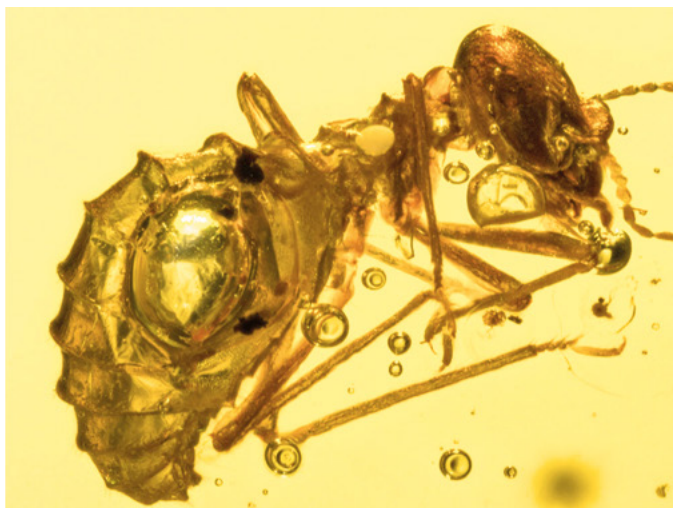
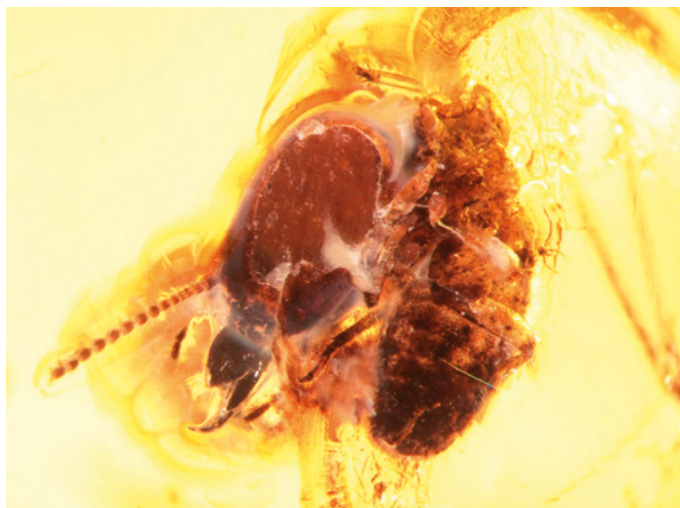
Experimenty zároveň potvrdily, že při extrémním kolísání pH mohou být kokolity zcela rozpuštěny či pozměněny do té

míry, že nemohou být určeny a klasifikovány. To znamená, že ve fosilním záznamu může být absence kokolitů pouze druhotným jevem spojeným s kolísáním pH v paleoprostředí. Celkově se ukázalo, že výskyt kokolitů ve fosilním záznamu je ovlivněn mnoha rozličnými faktory. Kromě chemismu vody je to např. minerální složení sedimentu, přítomnost bakteriálních komunit nebo výskyt kokolitů ve speciálních substrátech (např. v tzv. fekálních peletách, tedy drobných živočišných exkrementech).

Tyto poznatky hrají důležitou roli rovněž při výzkumu cyklu uhlíku a vápníku ve světových oceánech, jehož jsou tyto skupiny řas důležitou součástí. Podobné tvarové změny totiž do jisté míry probíhají i v důsledku acidifikace oceánů přímo za života těchto organismů. Ty jsou na změny chemismu mořské vody nuceny reagovat, což se odráží na vzhledu novotvořených kokolitů (na snížené produkci kokolitů; na velikosti a tloušťce jednotlivých kokolitů). Ale to už je zase jiný příběh. ●

AUŘI PŮSOBÍ V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE





Eusocialita lapená v jantaru

Již v dávných dobách se někteří živočichové stali mistry v týmové práci

DORIS FOXOVÁ, LUCIA ŠMÍDOVÁ

Mnohobuněčné organismy jsou obrovskou a velmi různorodou množinou organismů – patří do ní jak zelené řasy, tak i vyšší primáti včetně člověka. K jejich vzniku, tedy ke spojování buněk, jejich specializaci a vzájemné spolupráci začalo docházet již v dávném prekambriu. S postupem času se pak objevovaly stále komplexnější formy organizace. V rámci fylogeneze (vývoje druhů) můžeme sledovat jakési hierarchické uspořádání, které je vysvětlováno tzv. tříděním z hlediska stability, jež přírodní výběr vysvětluje na základě stabilních struktur. Na vrcholu této hierarchie je eusocialita, která je považována za jednu z nejsložitějších forem uskupování organismů. Jak v průběhu evoluce vznikla a kdy ji poprvé můžeme sledovat ve fosilním záznamu?

DOMÉNA HMYZU

Eusocialita je fascinující jev a čas od času se vrací otázka, zda i samotní lidé nejsou vlastně eusociální živočichové. Eusociální je takové seskupení živo-

čichů jednoho druhu, které zpravidla zahrnuje několikero generací, jež se starají o potomstvo a práci si rozdělují, častokrát v rámci kast. To je v některých ohledech skutečně podobné tomu, co vidíme u lidí. Eusocialita je však mnohem komplexnějším fenoménem. Existuje na škále od primitivní eusociální, kdy vznikají dvě skupiny – jedna množící se a jedna pracující, až po velmi komplikované organizace tvořené i válečníky. Právě rozčleněním do těchto skupin se eusocialita liší od sociality.

Dnes eusocialitu známe například u vos, včel, mravenců a termitů. Nejde o fenomén striktně omezený na bezobratlé živočichy, eusociální společenstva vytváří i někteří zástupci z čeledi rypošovitých (Bathergidae), kteří obývají náročná prostředí pouští, kde se ukrývají do podzemí a žijí se tam sice výživnými, ale málo četnými kořeny. Jde však o jediný případ eusociality u savců a vznikl v miocénu před 23 miliony lety.

MYANMARŠTÍ TERMITI

Vznik eusociality je možné sledovat mimo jiné na základě fosilního záznamu. Ten nám pomáhá pochopit časový rámec jejího počátku. Zajímavé je, že eusocialita se v geologické historii objevuje vcelku pozdě. Nejstarší přímý důkaz pochází ze studia myanmarského jantaru. V této fosilní pryskyřici křídového stáří (přibližně 100 milionů let) se našly všechny kasty termita druhu *Krishnatermies yoddha*. Zachovali se jak neplodní dospělci bez křídel v roli dělníků i vojáků, tak rozmnožující se jedinci.

Radiaci termitů můžeme datovat na počátek křídý a jejich oddělení od švábů na konec jury, což z nich dělá nejstarší eusociální skupinu. Nejblíže k termitům jsou dřevem se živící švábi rodu *Cryptocercus*, žijící pod kůrou stromů, kteří vykazují biparentální péči o potomstvo, tedy péči obou rodičů. Předpokládá se, že právě uzavřené prostředí pod kůrou zapříčinilo blízký kontakt s ostatními jedinci populace a vedlo ke vzniku eusociality.

◀ **Vlevo termítí voják z baltského jantaru s masivními kusadly. Tato kasta chrání ostatní termity před predátory. Vpravo dominikánský miocenní termít.**

Foto vlevo Corentin Jouault, foto vpravo Shutterstock.com

VOSY, VČELY, MRAVENCÍ

U blanokřídlých vznikla eusocialita víc-krát nezávisle na sobě u několika skupin vos, mravenců a včel. Vosy jsou známy jako sociální organismy, ačkoliv ze všech jejich druhů projevuje sociální chování jen pětina. Zvláštností je, že stejně jako některé včely umí vosy přecházet mezi socialitou a solitérním způsobem života, zatímco například u mravenců již taková možnost neexistuje. Mravenci totiž dosáhli bodu, ze kterého není návratu. Dosáhnout tohoto bodu trvá evoluci několik milionů let, a geologicky mladší eusocialita u blanokřídlých proto asi není natolik fixní jako u eusociálně starších organismů. Nejstarší fosilie eusociálních vos známe z paleogénu, ačkoliv pravděpodobně fosilní hnízdo nazvané *Brownichnus favosites* posouvá existenci eusociálních vos na konec křídly.

Historie včel sahá do počátku spodní křídly a úzce souvisí s vývojem krytosemenných rostlin. Včely sice často bývají modelovými organismy pro eusociální chování, tuto formu sociality však vykazuje pouze 6 % všech včelích druhů. Ve skutečnosti žije většina z nich samotářským způsobem života. Eusocialita vznikla u včel pravděpodobně pětkrát nezávisle na sobě. U sociálních opylujících včel, jako je důvěrně známá včela medonosná, vznikla eusocialita

▶ **Dosud nepopsaný druh okřídleného termíta z myanmarského jantaru. Svatební let, během kterého se páří okřídlení jedinci, probíhá zpravidla jednou za pár let.** Foto Hemen Sendi

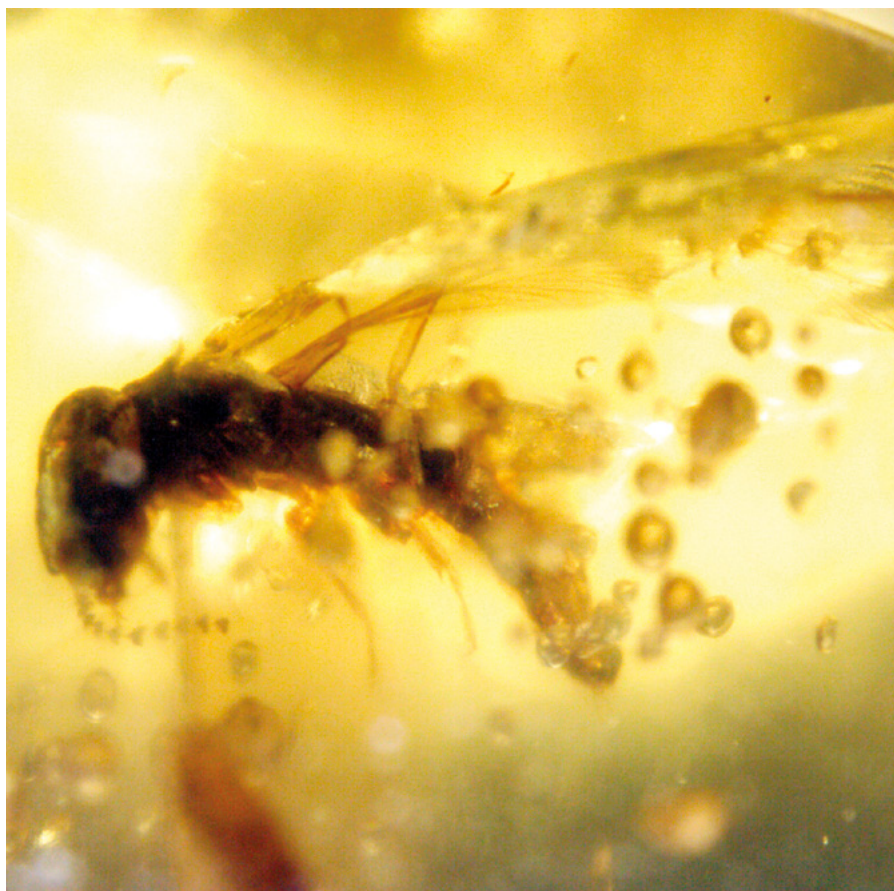
jednou u jejich společného předka. Stáří eusociality u včel se odhaduje na 65 milionů let, neboť z tohoto období byly učiněny nejstarší nálezy dělnic druhu *Cretotrigona prisca* v jantaru z New Jersey. Nepřímým důkazem eusociality je taky nález fosilizovaných chodeb včel starých 100 milionů let. Ty se podobají těm, jež vytvářejí včely čeledě Halictidae, které v současnosti vykazují mnoho typů sociality včetně eusociality.

Vývojově starší jsou zmínění eusociální mravenci, kteří se ve fosilním záznamu objevují již ve spodní křídly. Snad nejpozoruhodnější z nich je podčeleď dravých mravenců Haidomyrmecinae (tzv. pekelní mravenci). Mravenčí kasty ovšem bývají ve fosilním záznamu

zastoupeny zpravidla pouze dělníky. Vojáci jsou v jantaru velmi vzácní, kvůli svojí velikosti se totiž v tomto médiu špatně zachovávají. Královny se vzhledem k nižší početnosti zachovávají pouze ojedinele.

Na základě studia v jantaru dochovaných bezobratlých eusociálních organismů je možné alespoň částečně zrekonstruovat evoluci sociálního chování, které umožňuje nahlédnout do fascinujícího fenoménu eusociality. Ta je skvělým příkladem, jak může spolupráce vést k úspěchu, a také dokladem toho, jak složité a funkční systémy jsou organismy schopné vytvořit pro své přežití a prosperitu. ●

AUTORKY STUDIJÍ V ÚSTAVU GEOLOGIE A PALEONTOLOGIE





Hmyzí teploměr

Jak studovat změny klimatu v nejmladší geologické minulosti?

DANIEL VONDRÁK

Klima se v minulosti měnilo a mění se i nyní. Ekosystémy jsou na změny nuceny reagovat a stejně tak lidská společnost. Pro druhy, které by se nestačily přizpůsobit, může totiž být návazná změna životního prostředí fatální. Současné změny klimatu jsou specifické tím, že na nich mají podíl i antropogenní procesy. Základem změn klimatu je tedy dynamika způsobená přírodními procesy, jejíž nástavbou jsou právě vlivy naší civilizace. Celkově jde o nesmírně komplexní systém, o kterém stále mnoho nevíme.

Nové cenné informace o něm lze získat třeba tak, že dobře poznáme historii klimatických změn. Dlouhodobý pohled do minulosti a zamyšlení se nad příčinami již proběhlých výkyvů klimatu jsou klíčové pro porozumění vývoji přírody a kontextu v současnosti pozorovaných změn, jakož i pro predikce scénářů budoucího vývoje. Jak ale klima v minulosti studovat, když nemáme k dispozici stroj času?

PROXY DATA

Klíčem k rekonstrukcím klimatického vývoje v minulosti jsou tzv. proxy data,

v tomto případě nepřímé indikátory parametrů klimatu v určité době. Zdroji proxy dat pro období závěru čtvrtohor jsou např. záznamy v ledovcovém ledu polárních oblastí, letokruzích stromů, krápnících a různých typech sedimentů. Nicméně, čím hlubší minulost nás zajímá, tím obtížnější je nalézt vhodné paleoklimatické přírodní archivy, jak zdroje proxy dat nazýváme, a jejich studiem podrobně rekonstruovat klimatické změny.

Představme si, že nás zajímá historie klimatu v kontextu aktuálních klimatických změn. V takovém případě je vhodné

◀ **Příkladem paleoklimatického přírodního archivu jsou sedimenty na dně Plešného jezera na Šumavě.** Foto Daniel Vondrák

cílit na detailní časové rozlišení, které nám umožní zachytit i výkyvy klimatu kratší než jedno století. Pokud navíc chceme provést rekonstrukci nějakého parametru klimatu kvantitativně, stojíme před opravdu nelehkým úkolem. Jedním z možných řešení je studium zbytků hmyzu, které se za vhodných podmínek dlouhodobě uchovávají v některých typech sedimentů. Doba uchování může přesahovat i časovou škálu čtvrtohor.

HMYZ POMÁHÁ

Nejužitečnější zbytky hmyzu, které lze pro paleoklimatické rekonstrukce využít, náležejí broukům a pakomárovitým. Současná ekologie a geografické rozšíření brouků jsou ve srovnání s jinými skupinami hmyzu dobře známy. Díky jejich propojení s instrumentálně naměřenými daty z meteorologických stanic můžeme rekonstruovat třeba



průměrnou teplotu nejteplejšího a nejmraznějšího měsíce roku či průměrné roční srážkové úhrny v minulosti. Tento přístup samozřejmě předpokládá, že ekologické preference jednotlivých druhů se v čase mění jen velmi pomalu a že nalezené zbytky patří druhům dodnes žijícím. Další výhodou je, že chitinizovaná částí broučích těl lze najít v různých typech sedimentů, zejména pokud mají pro jejich zachování příhodné vlastnosti, konkrétně nízké pH a absenci kyslíku, které zpomalují chemický a bakteriální rozklad chitinu. Nevýhodou využití analýzy zbytků brouků je však potřeba velkých vzorků sedimentu, obvykle o objemu alespoň dva litry.

O pakomárovitých toho na úrovni druhů víme oproti broukům málo. Jde o jednu z čeledí dvoukřídlého hmyzu, u které většina jejich zástupců má vodní larvy. Nálezy hlavových schránek těchto larev jsou v jezerních sedimentech natolik početné, že je můžeme se srovnatelným výsledkem analyzovat v tisíckrát menších vzorcích než zbytky brouků. Hlavní výhodou pakomárovitých je však velmi úzká vazba mezi rozšířením většiny druhů a letními teplotami prostředí. Pakomárovití se díky tomu staly těžko postradatelnými pomocníky při rekonstrukování teplotních změn v několika posledních glaciálních cyklech. Díky nim také máme základní představu o odlišnostech klimatické historie různých regionů. Historie klimatu je totiž do určité míry regionálně specifická.

◀ **Dospělý samec pakomára *Micropsectra radialis*.** Tento druh obývá vysokohorská a arktická jezera, na území Česka vyhynul po konci poslední ledové. Foto Daniel Vondrák

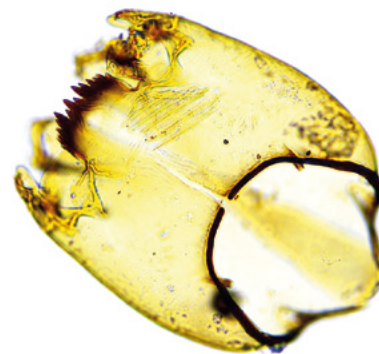
▶ **Hlavová schránka larvy pakomára rodu *Chironomus* extrahovaná z jezerního sedimentu.** Foto Daniel Vondrák

ROZBITÝ TEPLOMĚŘ

Analýzu hlavových schránek pakomárovitých lze díky jejich hojnosti provést ve vrtech jezerními sedimenty i ve velmi detailním kroku vzorkování. Výsledná rekonstrukce se obvykle provádí pro teplotu nejteplejšího měsíce roku (na severní polokouli je jím červenec) a kalibruje se dle recentních ekologických nároků pakomárovitých zjištěných v určité geograficky blízké jezerní oblasti s dostatečně širokým teplotním gradientem. Vzhledem k minimu větších přírodních jezer na území Česka lze u nás ke kalibrování využít existující data ze Západních Alp, Polska, Karpat a Skandinávie.

Někdy se však „hmyzí teploměr“ rozbije a získaná rekonstrukce není relevantní. Stává se tak nejčastěji v případech, kdy v historii zkoumané lokality ovlivňoval faunu pakomárovitých jiný parametr prostředí více než teplota. Vše zlé však může být pro něco dobré, a tak můžeme neplánovaně získat třeba detailní informaci o obdobích nedostatku kyslíku u jezerního dna. Nechme se tedy překvapit tím, jak bude „hmyzí teploměr“ fungovat při aktuálně probíhajícím výzkumu sedimentů šumavských jezer. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA ÚSTAVU PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



Paleoekologie pro 21. století

Studium minulých událostí nám umožňuje připravit se na budoucnost

PETR KUNEŠ

Téměř před deseti lety se sešla skupina předních paleoekologů, aby diskutovali prioritní otázky, které by mohly posunout obor studia a zároveň měly zásadní význam pro rozhodování při ochraně přírody. Z několikadenní diskuze vyplynulo 50 „žhavých“ otázek, seskupených do několika tematických celků. Týkaly se 1) interakce člověka a prostředí, 2) změn biodiverzity a vzniku nových ekosystémů, 3) dynamiky ekosystémových procesů či 4) syntézy tzv. multiproxy záznamů.

Během následujících deseti let se paleoekologický výzkum opravdu významně posunul, a to nejen globálně, ale i v našem prostředí. A přinesl odpovědi na řadu otázek uvedených ve studii i na výzvy, jichž současné století zdrojem. Paleoekologie je přitom bez nadsázky exkluzivní disciplínou, která dokáže definovat variabilitu ekosystémů před vlivem člověka, např. kvantifikovat změny diverzity nebo odpověď ekosystémů na disturbance.

ANTROPOCÉN

Otázkou dlouhodobé interakce člověka a prostředí se zabývá koncept nové geologické epochy antropocénu, který se v paleoekologii i jiných disciplínách již zabydlel. Aby však mohla být tato epocha jasně vymezena, je zapotřebí najít zřetelný globální zlom, událost či signál. A zatímco je tento „počátek“ stále předmětem vědeckých diskuzí, česká věda přispěla k významnému příspěvku k tomuto konceptu v globální studii paleoekologických dat. Její výsledky ukazují akceleraci vegetačních změn již v posledních 4 000 letech a je z nich patrné, že tyto změny dokonce předčily ty na konci doby ledové. Na jejich základě lze bez přehánění tvrdit, že v tomto



▲ **Národní parky mohou fungovat jako laboratoře vztahů ve fungování ekosystémů a jejich dlouhodobé dynamice. Horský smrkový les v oblasti Březniku a Velké Mokrůvky v NP Šumava 16 let po orkánu Kyrill a následné kůrovcové kalamitě.**

Foto Petr Kuneš

procesu hrál zásadní roli člověk, a to již dlouho před průmyslovou revolucí.

HLEDÁNÍ PŘIROZENÉHO STAVU

Paleoekologie je nezastupitelnou disciplínou i při hledání výchozích podmínek, tedy jakéhosi přirozeného

stavu, který nás informuje o tom, co a jak chránit a případně co obnovovat. Zde sehrála roli velmi inovativní metoda kvantitativní rekonstrukce vegetace, která využila databáze palynologických výsledků a údajů o produkci a šíření pylu a ukázala, že ve všech oblastech našeho

území, od nížin až po hory, existovaly během holocénu tři hlavní vegetační vývojová stadia. Protože jde o odhady vegetačního pokryvu, můžeme je porovnat se současnou vegetací a případně navrhnout období, kde bychom mohli čerpat inspiraci pro nalezení dostatečně přirozeného stavu.

To není vůbec nic jednoduchého – pokud totiž jdeme jen nedávno do minulosti, např. do období raného středověku, lidský vliv je stále dost značný. Naproti tomu ve vzdálenější minulosti, např. před začátkem zemědělství, zažívala příroda velmi odlišné klimatické nebo pedologické podmínky. Při hledání výchozích podmínek se našťestí můžeme značně poučit i z historických pramenů. Ty často odkazují na zásadní změny v managementu lesů, jako tomu bylo např. na jižní Moravě ve 14. století, kdy došlo k člověkem podmíněnému rozvoji místních doubrav. Lépe rozklíčovat můžeme i původnost jehličnatých lesů ve vyšších polohách, pokud porovnáme data z lesnických záznamů a právě kvantitativních rekonstrukcí vegetace. Ta ukazují, že už na konci 18. století, tedy již před zásadní změnou lesního managementu, byly jehličnany velmi četnou složkou lesů.

POŽÁRY A OCHRANA

Pro ekosystémy jsou důležité i disturbance, např. požáry, jejichž role bývá v současnosti často diskutována v souvislosti s velkou zátěží lesů. Syntéza holocenní požárové aktivity pro vylíšené hlavní vegetační typy ukazuje, že požáry byly zejména v borových

► **V klidových zónách národních parků můžeme dobře pozorovat rychlost regenerace a změny diverzity. Na snímku vyhořelý borový les 17 let po požáru u Havraní skály v NP České Švýcarsko.**

Foto Petr Kuneš

a smrkových lesích velmi časté; naproti tomu buk požáry spíše potlačoval. A to v posledních dvou stoletích platí i o člověku. Téměř úplné vyloučení požárů z ekosystémů a katastrofální lesnické hospodaření zřejmě hrají významnou roli v nárůstu současných disturbancí, a to nejen požárů. Paleoekologie přitom poskytuje cenné informace při studiu ekosystémů, které více podléhají více tradičnímu managementu, a ukazuje, jak by ekosystémy mohly lépe fungovat, pokud by byla zachována alespoň elementární požárová dynamika.

Jedním z hlavních posláních ochrany přírody je i ochrana biodiverzity. Paleoekologie umožňuje porozumět příčinám a následkům vymírání druhů během kvartéru, ale i dob předešlých. V kvartéru je to důležité tím spíše, že se tak děje v úzkém vztahu s činností člověka. Můžeme tak lépe rozklíčovat momenty mizení důležitých druhů, jako jsou velcí herbivoři, a následně se případně připravit na další možné podobné budoucí události. Celkové trendy ovšem vesměs ukazují, že

diverzita v době poledové roste. Mnohdy je tomu tak vlivem migračních procesů nastartovaných velkými změnami klimatu a uspišených v posledních 4 tisících letech vlivem člověka, který diverzitu lokálně zvyšuje nezáměrnou nebo cílenou introdukcí nepůvodních druhů.

Člověk je zřejmě schopen měnit i přirozené procesy změn diverzity, jak ukazuje studie na dlouhodobých změnách diverzity rostlin a měkkýšů napříč různými archeologickými obdobími. Během holocénu opakovaně ovlivnil třeba závislost diverzity na teplotě. Mnohdy se to díky intenzivně obhospodařované krajině stalo nevratným – například po kolapsu římského impéria se ne všechny ekologické zákonitosti vrátily do původního stavu. Otázkou pro zbytek 21. století pak zůstává, zdali vůbec můžeme s relativní nepředvídatelností ekologických vztahů v rychle se měnícím prostředí nárůstu teplot a extrémních událostí konzistentně pracovat. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE BOTANIKY



SGA Student Chapter Prague

Spolek, který studentům geologie pomáhá otevřít bránu do světa

PETR SOUČEK

Na PŘF UK funguje momentálně celá řada spolků a zájemci se s nimi mohli seznámit na konci října na tradiční akci Přírodovědci sobě, o které se více dočtete v rubrice Studenti. Mezi spolky s nejdelší tradicí (zal. 2002) patří SGA Student Chapter Prague. Tento spolek se neomezuje pouze na zájmové komunitní setkávání, ale nabízí svým členům řadu možností, kterými mohou významně obohatit své studium a prospět i své budoucí (nejen) vědecké kariéře. Na historii a současnost SGA jsme se ptali jeho aktuálního prezidenta Jiřího Kleppa.

Jak spolek SGA Student Chapter Prague funguje? A jak se stát členem?

Spolek kromě Přírodovědecké fakulty UK spadá i pod mezinárodní společnost SGA. The Society for Geology Applied to Mineral Deposits (zkráceně pouze SGA) je mezinárodní vědecká společnost, která podporuje vzdělávání především v rámci ložiskové geologie. Celosvětově má SGA více než 1 300 aktivních členů, mezi které se řadí přední odborníci, výzkumníci a také studenti univerzit. V současnosti je po celém světě 22 studentských chapters a ta pražská je právě nejstarší z nich. Tak jako každá chapter má i vedení SGA své předsednictvo (výkonný výbor), mezi které patří prezident, viceprezident, generální sekretář, pokladník, manažer propagace a viceprezident pro studentské záležitosti. Česká republika má v tomto vedení velmi silné zastoupení (generálním sekretářem je Jan Pašava a viceprezidentkou pro studentské záležitosti je Anna Vymazalová z České geologické služby).

Nejčastěji se studenti do spolku hlásí na vánočním večírku, kde zaplatí registrační poplatek 10 eur. Po tomto příspěvku se



Foto Jan Mrázek

zájemce stane plnohodnotným členem a může čerpat všechny výhody spolku.

Fakultní spolek SGA se od ostatních spolků na první pohled liší hlavně výrazným mezinárodním přesahem.

Co to přesně znamená v praxi? Jezdí členové spolu například organizovaně do zahraničí?

Ano, mezi hlavní cíle našeho spolku patří organizování exkurzí a různých výjezdů do terénu, pořádání seminářů,

krátkých kurzů a konferencí. Díky členství ve spolku mají studenti možnost navštěvovat běžně nepřístupná místa nejen v Česku, ale i ve světě. Jako člen se též můžete vydat na prestižní konference. Já osobně jsem byl letos v září v Curychu na 17th Biennial SGA Meeting a loni na studentské konferenci v Ženevě. Na obou akcích jsem měl možnost seznámit se s předními odborníky ze světa geologie a poznat se i s kolegy z ostatních chapters.

Pražská odnož má již více než dvacetiletou tradici, spolkem již musela projít celá řada známých geologů. Koho řadíte mezi nejvýznamnější členy SGA?

Přesně tak, členů během celé historie spolku bylo mnoho. Z mého pohledu jsou všichni členové stejně důležití a významní, neboť spolek může správně fungovat jen tehdy, má-li aktivní členskou základnu. Právě to, že v průběhu let nedošlo k žádnému narušení jeho kontinuity, vnímám jako jednu z největších předností spolku. Vedení spolku se jednou za čas přirozeně obmění a každá nová skupina přinese něco nového. Jsem rád, že mohu svými plány navázat na aktivity předešlých prezidentů, kterými byli Anna Vymazalová, Petr Drahota, Emílie Pilátová, Jakub Trubač, Kateřina Schlögllová Dolejšová, Luboš Vrtiška, Ondřej Krátký, Jan Kulhánek, Štěpán Jaroměřský a Jan Kamenský. Všichni zmínění se v minulosti podíleli na vedení spolku a dnes již řada z nich vykonává různé funkce – kurátor národních sbírek, ředitel ÚGMNZ, vedoucí útvaru geochemie a laboratoří v České geologické službě, ...

Geologická sekce sestává ze čtyř ústavů. Pro koho je členství v SGA nejpřínosnější? A jak je to se členstvím studentů jiných fakultních programů? Je nějak omezeno?

Primárně se zaměřujeme na ložiskovou geologii, mineralogii a na aktivity spojené s těžbou surovin a životním prostředím. Spolek je tedy určený především pro studenty z Ústavu mineralogie, geochemie a nerostných zdrojů. Avšak naše aktivity v průběhu let přilákaly i studenty z Ústavu petrologie a strukturní geologie či Ústavu geologie a paleontologie. Členství však není omezeno tím, z jakého ústavu studenti jsou, nejdůležitější je jejich zájem a aktivita. Jsme otevření a moc rádi vítáme každého nového člena se zájmem o ložiskovou geologii.

Jaké další možnosti se členům nabízejí? Které z nich vy sám považujete za nejužitečnější?

Kromě výše zmíněných exkurzí a zahraničních výjezdů nabízí SGA studentům přístup k jednomu z nejuživanějších a nejvíce citovaných (Q1, IF 5.206) geologických časopisů *Mineralium Deposita* a pravidelně vydávaným SGA News. Osobně vidím největší výhodu v tom, že

se každý člen může sám či ve skupině angažovat a svými nápady se podílet na chodu spolku. Náš spolek je místo, kde si každý člen může vyzkoušet organizaci exkurzí a rozvíjet komunikační, plánovací a další dovednosti, nezbytné pro vědeckou kariéru. Mohou potkat známé vědce a spolupracovat s nimi a dostat se tak k unikátním kontaktům, které jsou ve vědě cenné a jež mohou v budoucnu použít například při hledání práce v oboru.

Na začátku letošního roku se kompletně obměnilo představenstvo SGA. Jaké představy o budoucnosti spolku coby nový prezident máte?

Určitě bych chtěl vytvořit nová mezinárodní partnerství s dalšími chapters. Rád bych zúročil kontakty získané na mnou dosavadně navštívených mezinárodních konferencích a exkurzích. Mým velkým cílem je popularizace geologie mezi dalšími studenty a zájemci. Chci ukázat, že geologie není pouze o kamelech a frontální výuce. ●



Cesty života: od opic k lidem

Seznamte se s evolucí a místem člověka v ní v Hrdličkově muzeu

Objednejte se (viz QR kód) na workshop, který ověří a prohloubí vaše znalosti o světě primátů. Během dvou didaktických her si připomeneme klasifikaci recentně žijících primátů, jejich vzhled a anatomické znaky. Probereme si evoluční osudy jednotlivých skupin a budeme stopovat posledního společného předka primátů do časů, kdy světu vládli dinosauři. Během práce projdeme základní koncepty evoluční a teoretické biologie. To vše s podporou muzejních exponátů a prezentací. S sebou si student odnese pracovní list, který shrnuje vše probrané a velkou přehledovou tabulku evoluce primátů ve vztahu ke klimatu, fauně a floře a geologickým událostem.

- **trvání workshopu 2,5 hodiny (+ 1 hodina komentované prohlídky)**
- **minimální počet účastníků 8, maximum počet 12 + pedagogický doprovod**

Workshop je na rozdíl od ostatních doprovodných programů, které HMČ nabízí, určen přednostně pro skupiny studentů s předpokladem skládání maturitní zkoušky z biologie případně skupinám studentů, kteří navštěvují semináře z biologie nebo odborné kroužky. Z důvodu obsahové a časové náročnosti programu a také vzhledem k velikosti depozitáře je maximální počet studentů omezen na 12.

Vhodnou cílovou skupinu workshopu jsou tedy studenti obvykle ve 3. ročníku vyššího gymnázia či odborné školy nebo v 7. ročníku víceletého gymnázia. Souvisí to se školskými výukovými programy, kdy se biologie člověka obvykle probírá ve tomto ročníku studia. Navrhovaný



program počítá s tím, že studenti mají již probranou látku z oboru zoologie, a tudíž základní znalosti o klasifikaci primátů a jejich rozlišení. Workshop si v tomto směru klade za cíl upevnit znalosti nabyté při výuce ve škole. Předpokládá se také, že se studenti orientují v problematice evoluce lidského rodu. Látka je probírána nejen v hodinách biologie, ale také v hodinách dějepisu, obvykle v 1. ročníku studia. Většina zájemců o workshopy má navíc za sebou komentovanou prohlídku muzea, která vyčleňuje dostatečný časový prostor detailním informacím o tématu evoluce lidského rodu. Třetí předpoklad je základní znalost stavby buňky, funkce DNA a principů dědičnosti.

Dvouapůlhodinový program počítá s jednou přestávkou, která může trvat

v rozmezí 5–10 minut. Délku i vhodnou dobu pro vyhlášení přestávky volí lektor. V případě dobrých podmínek a motivovanosti studentů je možné přestávku vynechat.

Školní skupiny často využívají nabídku propojení komentované prohlídky sbírek muzea a workshopů. V těchto případech je doporučeno absolvovat komentovanou prohlídku v rozsahu maximálně 60 minut před konáním workshopu. ●



Večer s přírodovědeckými spolky

Říjnová akce Přírodovědci sobě byla oslavou fakultní spolkové činnosti

VERONIKA RUDOLFOVÁ



Foto: Mazyšák Hřmáček

Na konci října proběhla každoroční prezentace spolků fungujících na PřF UK. Letos naposledy se organizace ujaly senátorky Kristýna Bubeníková a Anna Altová. Zahájení akce muselo kvůli mimořádnému zájmu studentů proběhnout ve Velké geologické posluchárně.

Úvodní slovo pronesl již tradičně děkan Přírodovědecké fakulty prof. Jiří Zima, který vyjádřil radost nad tím, že se spolková činnost na fakultě stále rozvíjí a studenti tak mají kromě studijních povinností možnost přijít i na jiné myšlenky. Na něj navázal předseda akademického senátu Radim Perlín, který vyzdvihl důležitost kulturního a společenského života na fakultě.

V současné době působí na fakultě úctyhodných 25 spolků a velká část z nich se na akci v dvouminutových prezentacích účastníkům představila. O jejich činnosti si poté bylo možno popovídat i méně formálně u stolků, kde byl prostor pro obšírnější debaty. K družné atmosféře přispěl velkou měrou i obvyklý koutek s občerstvením.

Kromě fakultních spolků byl letošní program obohacen o několik netradičních příspěvků. Sérii vystoupení zahájila iniciativa Studentská Hybernská, která se snaží propojovat studenty napříč obory i školami. Tato iniciativa pomáhá s organizací akcí či nabízí různé prostory pro jejich realizaci, ať už jde o debaty, přednášky, workshopy, výstavy či koncerty. Mezi účastníky večera nechyběl ani

projekt *memes for geography teens* nebo celouniverzitní queer spolek Charlie, který na univerzitní scéně působí již deset let a pořádá například oblíbené deskovečery.

A co na letošní ročník spolkové akce říkají organizátorky? „Naplnily jsme Velkou geologickou. Co víc si člověk může přát?“ říká Anna Altová a se smíchem dodává: „Příště naplníme Karolinum!“ Organizátorky si pochvalovaly prezentace i hojnou účast spolků. „Letos dorazilo víc spolků a měly opravdu hezky připravené prezentace,“ hodnotí Kristýna Bubeníková a Anna Altová dodává: „Taky přišlo mnohem víc studentů, co ve spolcích nejsou, takže se zdá, že se nám tentokrát podařilo akci lépe propagovat.“

Velkým zájmem byl mile překvapen i bývalý studentský senátor Jakub Petříček, který před šesti lety toto setkání poprvé organizoval: „Tenkrát se přišlo podívat čtyřicet lidí a stačily nám dvě basy piva. Je hrozně krásné vidět takový zájem o studentské spolky. Dneska se dokonce narážel druhý sud.“ Bohužel, ani jedna z organizátorek už za rok akci pořádat nebude. Ale Anna Altová se o budoucnost neobává: „Věřím, že Radim Perlín zasáhne svojí přísnou rukou i svým přísným hlasem a najdou se za nás vhodní nástupci.“ Doufejme, že i s novými organizátory bude akce dále vzkvétat a nabývat na oblíbenosti. ●

Celý text si můžete přečíst na webu fakulty (načtete QR kód).





Literatura na čerstvém vzduchu

V amfiteátru na albertovských stránách se uskutečnil třetí ročník autorského čtení

V úterý 10. října proběhlo za příjemného počasí literární setkání s lyrikem, prozaikem, překladatelem a básníkem města Prahy pro rok 2023 Petrem Borkovcem. Držitel mnoha literárních cen, jakož

i nominací na Magnesii Literu za prózu i poezii, představil výběr ze své starší i nové povídkové tvorby. Účast spisovatelky, autorky legendárního Hrdého Budžese, Ireny Douskové byla bohužel

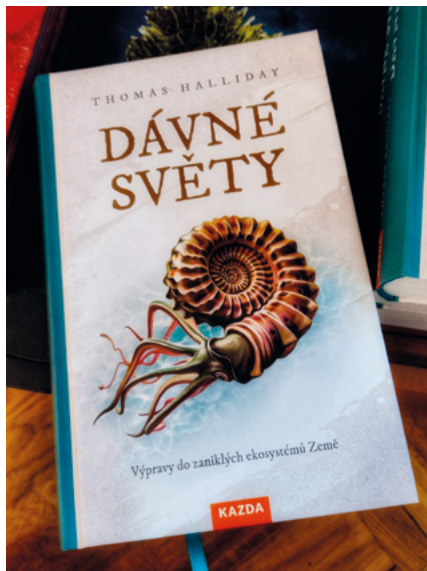
odřeknuta. Akci uspořádal Pražský literární dům ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou UK a městskou částí Praha 2, moderoval ji ředitel Pražského literárního domu David Stecher. ●



Nový průvodce prehistorií

Vyšla skvělá paleontologická publikace pro začátečníky i pokročilé

Kniha *Dávné světy* je strhující cestou do minulosti, při níž se seznámíte jak s dobou ledovou, tak i s prvními výskyty mikrobiálního života před 550 miliony let. Obsahuje 16 kapitol, které odpovídají jednotlivým nalezištím, přičemž každá představuje jedno obecné téma. Kromě toho v nich naleznete také mapy, poukazující na změny, jimiž Země prošla a ilustrace zobrazující vyhynulé druhy. Každé prostředí i živočišný druh jsou detailně popsány a vy tak získáváte pocit, jako byste se právě ocitli na jiném místě a v jiném čase. Můžete se tak podívat do savan pliocénní Keni, kde budete svědky skupiny australopitéků prchajících před krajtou na akácii nebo



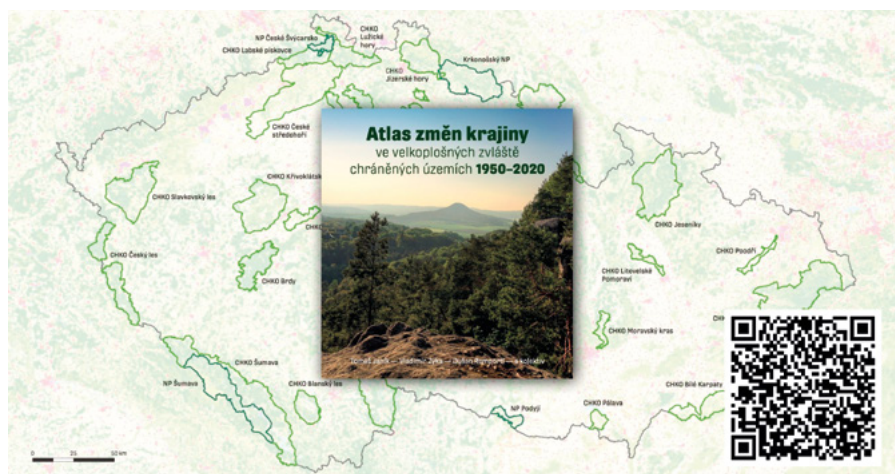
budete mít možnost rozhlédnout se po solných pánvích, které se díky proudu vody z miocénního Atlantského oceánu zrovna stávají Středozezemním mořem. Nemusíte se však obávat přehnaně odborně psaného textu – kniha je psána jednoduchým stylem a je velmi čtivá. Místy až téměř lyrická, jak se do příběhu zapojují autorovi myšlenky o minulosti, přítomnosti i budoucnosti. Odbornou korekturu knihy provedl dr. Lukáš Laibl, který působí v Ústavu geologie a paleontologie PŘF UK. ●

Dávné světy. Výpravy do zaniklých ekosystémů Země.

Thomas Halliday, KAZDA 2023, 464 stran

Atlas sedmdesáti let vývoje

Historie proměn krajiny chráněných území na mapách



Rozsáhlý autorský kolektiv z Výzkumného ústavu Silva Taroucy pod vedením Tomáše Janíka připravil obsáhlou publikaci „Atlas změn krajiny ve velkoplošných

zvláště chráněných územích 1950–2020“. Atlas shrnuje a završuje pětileté úsilí (součást projektu monitoring krajiny) analyzování změn krajinného pokryvu

a člověkem vybudovaných struktur v českých chráněných krajinných oblastech a národních parcích v období od 50. let 20. století do současnosti.

Atlas je dělen do 30 kapitol. Každá pojednává o jednom konkrétním území. Dílo poskytuje ucelenou informaci o vývoji krajiny v jednotlivých oblastech a navíc zdůrazňuje společné trendy, nebo naopak zvláštnosti, kterými se daná území vyznačují. K jeho vzniku významně přispěli i geografové z PŘF UK. **Pro online verzi načtete QR kód.** ●

Atlas změn krajiny ve velkoplošných zvláště chráněných územích 1950–2020.

Specializovaná mapa s odborným obsahem. Janík, T., Zýka, V., Romportl, D. VUKOZ 2023, 132 stran

Historická (2. pol. 19. století)
replika lebky rodu *Toxodon*
z pliocénu a pleistocénu Jižní
Ameriky.



Paleopoklady z šuplíku

Co ukrývá albertovský depozitář zkamenělin?

FOTO PETR JAN JURAČKA

Muzea jsou trochu jako ledovce – z toho, co obsahují, vidí návštěvníci vždy jen „špičku“. Většina často velmi rozsáhlých sbírek se skrývá – v depozitáři. Ten je zpravidla přístupný pouze vědcům, kteří sem přicházejí bádát, čas od času však kurátor svolí a pustí dovnitř i nadšence s fotoaparátem, díky němuž se s obsahem šuplíků a skříní může seznámit i široká veřejnost. Takto nedávno pronikl

Petr Jan Juračka se svolením dr. Martina Mazucha do paleontologických sbírek Chlupáčova muzea historie Země, které se nachází v suterénu budovy děkanátu Přírodovědecké fakulty UK na pražském Albertově. Z jeho „lovu“ vám přinášíme malou ochutnávku. Pokud vás fosilní poklady zaujaly, můžete si některé z nich prohlédnout i přímo v muzeu. To je otevřenou každou středu od 10 do 17 hodin.

Další informace o provozu muzea
naleznete po načtení QR kódu. ●





▲ *Ellipsocephalus hoffi* (Schlotheim, 1823) jeden z nejběžnějších středokambrických trilobitů jineckého souvrství.



Svrchnokřídová kostnatá ryba rodu *Spaniodon* z Libanonu.

Svrchnojurský vápenec typu „ammonitico rosso“ z polského Rogoźnika se zbytky fauny (amonit a brachiopod).



▲ Karbonská prvosemenná rostlina *Rhacopteris elegans* od Stradonic.



▲ Aulakoceratidní triasový hlavonožec rodu *Atractites*.

Svrchnojurský amonit
rodu *Perisphinctes*.



▲ Lilijice druhu *Scyphocrinites elegans* ze
svrchního siluru karlsštejska.



▲ Směs devonských koněpruských útesotvorných
fosilí (mlži, ramenonožci a další).

Otevřené okno do mikro- i nanosvěta

Skenovací elektronový mikroskop čeká ve Viničné na vaše výzkumy

JANA NEBESÁŘOVÁ, MIROSLAV HYLÍŠ

Skenovací (rastrovací), česky řádkovací elektronový mikroskop (dále „SEM“) byl dlouhá léta považován za přístroj, který poskytuje nádherné fotografie neviditelného mikrosvěta kolem nás. Dosud nicméně zásadním způsobem nepřispěl k významným objevům v biologickém výzkumu. To je asi i důvodem, proč za jeho vynález nebyla udělena Nobelova cena, ačkoliv se stal velmi populárním mikroskopickým nástrojem. Často je používán i pro poměrně malá zvětšení, protože je schopen poskytovat snímky s velkou hloubkou ostrosti, které vyvolávají dojem třírozměrného zobrazení pozorovaného objektu.

Je paradoxní, že od počátku SEM použijeme k pozorování biologických objektů, přestože k tomuto účelu vlastně nejsou vhodné. Elektrony se totiž jako světlo chovají pouze ve vakuu. Celý vnitřní prostor mikroskopu proto musí být vyčerpán na poměrně vysokou hodnotu vakua. Biologické objekty však obsahují velké množství vody, která by se z nich po vložení do pozorovací komory mikroskopu bouřlivě uvolňovala, a je tedy nutné je před vlastním pozorováním v SEM vody zbavit. V praxi nejčastěji používáme sušení, předtím ale biologické vzorky stabilizujeme fixací. K tomu slouží roztoky chemických sloučenin, jako je například glutaraldehyd nebo oxid osmičelý.

Po vysušení se vzorek nalepí na vhodný nosník a potáhne tenkou vrstvou dobře vodivého kovu (Au, Pt). Takto připravený suchý biologický preparát umožňuje pozorovat povrchovou strukturu, často ale poznamenanou artefakty, jako jsou tvarové změny nebo změny velikosti. To se snaží napravit kryoelektronový



▲ Fotografie Viktora Sýkory s názvem „Ztracen v nekonečném prostoru“ byla pořízena v Laboratoři elektronové mikroskopie PŘF UK a získala 2. místo v soutěži Věda je krásná 2022. Na snímku je obrněnka – mikroskopický mořský bičíkovec, který ve skutečnosti měří kolem jedné desetiny milimetru.

SEM, který umožňuje pozorovat hluboce zamrazené biologické preparáty při teplotách pod minus 100 °C.

V posledních letech zažívá SEM mimořádný rozvoj. Nejnovější kapitoly představují metody zaměřené na 3D rekonstrukce analyzovaného preparátu. V principu jsou založeny na snímcích dané oblasti získaných na sériových řezech ze vzorku zalitého do pryskyřice. Vzájemně se tyto metody liší tím, jak jsou sériové řezy připraveny a jak velkou oblast můžeme s jejich pomocí rekonstruovat.

A na závěr dobrá zpráva. V covidovém roce 2021 byly v Laboratoři elektronové mikroskopie PŘF ve Viničné instalovány dva nové mikroskopy. První z nich, SEM JEOL 2001T, je rychlý rutinní přístroj s intuitivním ovládáním pro malá

zvětšení, druhým je špičkový SEM JEOL 8001T s vysokou rozlišovací schopností v řádu jednotek nm. Kombinace obou mikroskopů přináší obrovské možnosti zobrazování širokého spektra biologických vzorků.

O spektru využití mikroskopů v Laboratoři elektronové mikroskopie se více dozvíte po načtení QR kódu.

Krásné snímky pořízené za pomoci SEM naleznete na stránkách fakultní soutěže Věda je krásná www.vedajekrasna.cz v sekci Vědecká mikrofotografie. ●



Potápěčem v Koněprusech

Vydejte se prozkoumat prvohorní útes na Zlatém koni

LUKÁŠ LAIBL

Nedaleko Berouna můžete spatřit „korálový“ útes a nemusíte se kvůli tomu vůbec namočit. Je totiž starý asi 410 milionů let a tehdejší teplé moře už z těchto míst dávno zmizelo.

Na počátku devonu, tedy v prvohorách, ležela oblast dnešních středních Čech v tropickém pásu jižně od rovníku a byla zalita mořem. Na některých místech, například v okolí dnešních Koněprus, se nacházely mělčiny, které byly ideálním prostředím pro rozvoj korálnatců a dalších útesotvorných organismů, např. vápnitých řas nebo podivných vymřelých houboců, tzv. stromatopor. Ty pak poskytovaly útočiště více než 400 druhům dalších živočichů.

Na mořském dně, mezi porosty korálů a lilijic, žili mechovky a ramenonožci, živící se filtrováním drobných organických částeczek z mořské vody. Všudypřítomní trilobiti požírali organické zbytky nebo jiné živočichy. Plži jazykovou páskou seškrabávali řasové porosty na dně, a někteří z nich dokonce žili na kališích lilijic. Nade dnem lovili hlavonožci s rovnou či stočenou schránkou, trnoploutví a pancířnatí rybovití obratlovci a místy



Foto Petr Jan Jaračka

se mihli i korýši s podivným krunýřem připomínajícím lastury mlžů.

Do dnešní doby zůstaly po devonském útesu bílé či našedlé koněpruské vápence, jejichž výchozy můžete spatřit na mnoha místech národní přírodní památky Zlatý kůň nedaleko Koněprus. V západní

části bývalého Houbova lomu je zastávka naučné stezky s příznačným názvem „Paleontologické naleziště“, kde je možné sbírat v sutí zkameněliny. Nejlepší metodou sběru je pouhé otáčení a důkladné prohlížení kusů vápence, který hojně zkameněliny obsahuje.

Nejčastěji narazíte na různé „mušle“, což jsou v drtivé většině zkamenělé schránky ramenonožců. Dále jsou zde hojné ulity mořských plžů, kostry korálnatců, kolonie mechovek připomínající krajku nebo jednotlivé články ze stonků lilijic, které trochu vypadají jako podložky pod šrouby. S trochou štěstí můžete najít i hlavy či ocasní štíty trilobitů nebo přímé či stočené schránky hlavonožců.

Pokud se budete chtít podívat na to, jak koněpruský útes na počátku devonu vypadal, můžete se vydat hned na tři místa. Od jara 2024 bude možné navštívit expozici nového

návštěvníckého střediska Dům přírody Českého krasu. Pokud máte cestu do Prahy, můžete si model koněpruského útesu prohlédnout v expozici Okna do pravěku Národního muzea nebo v interaktivním muzeu Trilopark v pražských Nuslích. Na všech místech si své nálezy můžete také určit. ●

Molekulární kaviár

Vyrobte dětem efektní náhražku slavné pochoutky

JAKUB REŽŇÁK



2x foto archiv Přírodovědci.cz

Alginátový kaviár je jednou z oblíbených látek v molekulární kuchyni a můžete jej využít k vylepšení vašich oblíbených nápojů.

Co budete potřebovat

- kuchyňskou váhu (s přesností na 0,1 g)
- 1,8 g alginátu sodného
- 3,5 g pevného chloridu vápenatého (potravinářského), nebo 7 ml 30% roztoku téže látky
- 250 ml ovocné či jiné šťávy na tvorbu želé
- injekční stříkačka o objemu alespoň 10 ml
- větší nádobu o objemu alespoň 1000 ml
- menší nádobu o objemu alespoň 500 ml
- sítko
- 2 g citronanu sodného (pro práci s kyselou šťávou)

Při dodržení zadaných množství ingrediencí získáte přes 250 ml „kaviáru“.

Postup

Pokud používáme vysoce kyselou šťávu (např. citronovou), rozpustíme nejdříve 2 g citronanu sodného ve 250 ml šťávy.

Jinak můžeme citronan vynechat. Poté přidáme ke šťávě 1,8 g alginátu sodného a důkladně rozmícháme. Alginát sodný se rozpouští velmi pomalu a pro rozpouštění a míchání je dobré použít ponorný mixér a mixovat do úplného rozpuštění alginátu. Pokud se šťáva příliš napění, nechte ji odstát v lednici nejméně 1 hodinu. Mezitím můžete pokračovat přípravou vápenaté lázně. Do větší nádoby nalijte 500 ml vody, přidejte 3,5 g chloridu vápenatého a pořádně promíchejte. Do menší nádoby nalijte čistou vodu. Šťávu s alginátem poté kapejte injekční stříkačkou do vápenaté lázně. Na dně lázně se začnou tvořit pevné kuličky, které necháme v lázni 30–60 sekund a následně je sítkem posbíráme a promyjeme v nádobě s čistou vodou. Tím zastavíme další tuhnutí a smyjeme hořkou chuť chloridu vápenatého. Vzniklý kaviár je jedlý a můžete jím zpestřit váš jídelníček.

CO JE TO ALGINÁT SODNÝ?

Alginát sodný je jedlý polysacharid, který získáváme z některých druhů mořských řas. Je špatně rozpustný ve vodě, protože jeho molekuly tvoří dlouhé řetězce.

CO SE DĚJE PŘI VZNIKU KAVIÁRU?

Vápenaté kationty z roztoku reagují s alginátovými anionty ve šťávě a vzniká alginát vápenatý. Tyto kationty začnou propojovat a síťovat jednotlivé alginátové řetězce. Vzniklé sítě jsou již příliš velké a přestávají být rozpustné ve vodě. Vzniklý alginát vápenatý vytváří tvrdou vrstvu na povrchu kuliček. Pokud vzniklé kuličky vytáhneme z vápenaté lázně včas, jádro kuliček zůstane stále tekuté.

K ČEMU JE CITRONAN SODNÝ?

Citronan sodný se používá v nápojích jako regulátor kyselosti. Pokud je šťáva moc kyselá, alginát na sebe nemůže vázat vápenaté kationty a zůstává v jednotlivých rozpustných řetězcích. V kyselé šťávě buď pevná vrstva vůbec nevzniká, nebo vzniká velmi pomalu.

TIP

Vyzkoušejte, co se stane s alginátovým kaviárem, když jej necháte 24 hodin v čerstvé citronové šťávě. A zkuste, zda se stejně bude chovat i v méně kyselých kapalinách. ●



Seznam bakalářských programů

Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy



Univerzita
Karlova

Biologie

- Bioinformatika
- Biologie
- Biologie se zaměřením na vzdělávání
- Biologie se zaměřením na vzdělávání pro sdružené studium
- Ekologická a evoluční biologie
- Molekulární biologie a biochemie organismů

Chemie

- Biochemie
- Chemie
- Chemie a fyzika materiálů
- Chemie se zaměřením na vzdělávání
- Chemie se zaměřením na vzdělávání pro sdružené studium
- Klinická a toxikologická analýza
- Medicinální chemie

Ochrana prostředí

- Ochrana životního prostředí

Combination of biology, chemistry and physics

- Science (taught in English)

Geografie

- Aplikovaná geografie, specializace:
Fyzická geografie a geoinformatika
Sociální geografie a geoinformatika
- Demografie, specializace:
Demografie se sociální geografii
Demografie se sociologií
Demografie s historií
- Geografie a kartografie
- Geografie se zaměřením na vzdělávání
- Geografie se zaměřením na vzdělávání pro sdružené studium
- Hydrologie a hydrogeologie
- Vědy o Zemi

Geologie

- Geologie
- Geologie se zaměřením na vzdělávání pro sdružené studium
- Geotechnologie
- Hospodaření s přírodními zdroji
- Hydrologie a hydrogeologie
- Praktická geobiologie
- Vědy o Zemi

Den otevřených dveří **19. - 20. 1. 2024**

www.prirodovedcem.cz
www.natur.cuni.cz



Přírodovědcem.cz



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova



Univerzita
Karlova



Den otevřených dveří na PřF UK 19.–20. 1. 2024



Přírodovědce.cz



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova