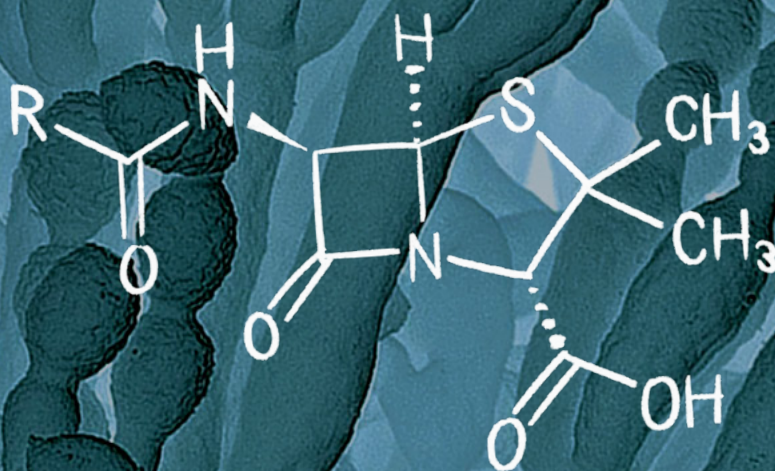


Př

PŘÍRODOVĚDCI.CZ



TÉMA ČÍSLA

ANTIBIOTIKA

Magazín Přírodovědecké fakulty
Univerzity Karlovy 03/2023

Antibiotika – ano, či ne? 8

Bakterie, houby a ježci 16

Šutroskop 32

Pro děti i dospělé

NOC
VĚD
CŮ

6/10

2023

Tajemství

„Nejkrásnější, co můžeme prožívat, je tajemno. To je základní pocit, který stojí u kolébky pravého umění a vědy,“ řekl Albert Einstein, zatímco od stolu změnil svět.

Zažijme tento pocit společně a nechejme vědu vyzradit její největší tajemství.

Zkoumejte, objevujte a bavte se poznáváním. Na co hledáte odpověď?

Osvobodte svou zvědavost a odemkněte bránu k podivuhodným tajům celého světa.

www.nocvedcu.cz





Obsah



MILÍ ČTENÁŘI,

i když si to mnozí z nás nechtějí připustit, všichni někdy potřebujeme pomoc. A to nejen v práci či ve škole, ale třeba též se zdravím. Každý zažil období, kdy jeho tělo strádalo, a hledal léčivou látku, která by mu trochu ulevila. Při běžných nemocech nejčastěji saháme po analgetikách-antipyretikách (paracetamol, ibuprofen), látkách snižujících teplotu a bolest a často působících též protizánětlivě. Někdy se jedná o jednodenní záležitost, ale pokud nás sužuje přemnožený nepřátelský mikroorganismus, odcházíme od lékaře navíc s jinými léky – antibiotiky. A původní plány se rozplynou jako pára nad ranní kávou.

Antibiotika, látky inhibující množení mikroorganismů, představují v poslední době velmi diskutovanou skupinu léků. Někteří k nim vzhlížejí, jiní je odmítají. Někteří o ně doktory žádají, ač je nepotřebují, jiní je přestanou užívat, jen co je jim trochu lépe. A další je pro jistotu neberou vůbec. Nemůžeme se pak divit, že výsledkem je rezistence mikroorganismů na současná antibiotika a že počet úmrtí způsobený takovými bakteriemi celosvětově rapidně vzrůstá. Pojdme se proto společně podívat na některá fakta a zajímavé fenomény spojené s antibiotiky v příspěvcích tohoto čísla Přírodovědců.

Příjemné čtení přeje

prof. RNDr. Jan Veselý, Ph.D.,
vedoucí katedry organické chemie

CO NOVÉHO

- 4 | Čichám, čichám ve vodě i na vzduchu
- 6 | S košíkem, ale i s oštěpem
- 7 | Léto plné olympijských medailí

TÉMA – ANTIBIOTIKA

- 8 | Antibiotika – ano, či ne?
- 12 | Hrozba s plísní na povrchu
- 14 | Když na rychlosti záleží
- 16 | Bakterie, houby a ježci
- 18 | Co způsobila Petriho miska s plísní
- 20 | Kudy tečou, tudy léčí?
- 22 | Antibiotika v rostlinách
- 24 | Záludná „anti“-antibiotika

ROZHOVOR S PŘÍRODOVĚDCEM

- 26 | Vědeckým pracovníkem na zkoušku

STUDENTI

- 29 | Skvěle zmapovaný systém
- 29 | Když doučují studenti vysokých škol

3 | 2023 | ROČNÍK XII.

NÁZEV
Přírodovědci.cz – magazín
Přírodovědecké fakulty Univerzity
Karlovy

PERIODICITA
Čtvrtletník

CENA
Zdarma

DATUM VYDÁNÍ
12. 9. 2023

NÁKLAD
10 000 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.
Mgr. Petr Šípek, Ph.D.
Mgr. Veronika Rudolfová

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

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

KOREKTURY
imprimis

GRAFIKA
Štěpán Bartošek

TISK
Trianglprint

ILUSTRACE NA OBÁLCE
Penicillium soosanum. Na snímku jsou konidiofory s konidii, kterými se tato houba nepohlavně rozmnožuje. SEM, zvětšení 2500×. Foto Alena Kubátová

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

KULTURA

- 30 | Dialog biologů s umělci
- 30 | Polární objevy s českou stopou

NAŠE PUBLIKACE

- 31 | Barokní vzdělanec ve víru doby
- 31 | Malá tajemství přírody

PŘÍRODOVĚDCI OBRAZEM

- 32 | Štutroskop

PŘÍRODOVĚDA AKTUÁLNĚ

- 36 | Pestré pouště

TIP NA VÝLET

- 37 | Ponořte se do Džbánů

VYZKOUŠEJTE SI DOMA

- 38 | Sloní zubní pasta

KALENDÁŘ PŘÍRODOVĚDCŮ

- 39 | Kalendář Přírodovědců

Čichám, čichám ve vodě i na vzduchu

Výzkum obojživelných ryb naznačuje, že čichový systém je schopen rychlé adaptace

Některé ryby umí vylézat z vody a trávit určitý čas na souši. Nejčastěji se to děje v noci a z českých ryb to dělají například úhoři. Vědci z Přírodovědecké fakulty UK ukázali, že takovéto ryby mají pravděpodobně vylepšený čich. Analýza genomu a mozku dvou set druhů ryb naznačuje, že se čich takzvaných obojživelných ryb přizpůsobil novému způsobu života, a to zvýšením počtu čichových receptorů a zvětšením čichových laloků. O tomto tématu pojednává nová studie právě publikovaná v *BMC Biology*, na které se zásadním způsobem podíleli vědci z katedry zoologie – Zuzana Musilová a Demian Burguera z výzkumné skupiny rybí evoluce (FishEvo) a Pavel Němec, Kristina Kverková, Yicheng Zhang a Francesco Dionigi ze skupiny smyslové a evoluční neurobiologie.

KOMPLEXNÍ SMYSL

Zuzana Musilová a její tým studují smyslové soustavy ryb. Dosud se věnovali převážně zraku, ale jejich pozornost přitahují i další smysly, například čich, který je o poznání méně prozkoumaný. „U čichu také známe molekulární podstatu receptorů, což jsou bílkoviny schopné detekovat různé látky. Můžeme se proto zaměřit na geny kódující tyto proteiny a studovat jejich evoluci, tedy množení nebo naopak mizení jednotlivých genů,“ popisuje Zuzana Musilová. Velice zajímavé je také následné mozkové zpracování látek vnímaných čichem neboli odorantů. Čichové neurony vedou vzruch do přesně lokalizovaných míst čichového laloku, což je oblast mozku zodpovědná za zpracování čichových vjemů.

Některí savci, například sloni, disponují velice dobrým čichem a mají tisíce kopií těchto čichových receptorů. Dokonce



▲ Keříčkovec ambrizenský (*Channallabes apus*) se pohybuje na souši bez problému, umí tam i aktivně vyhledávat potravu. Foto Zuzana Musilová

i u člověka, který není zrovna čichový specialista, najdeme stovky kopií, což ukazuje, že čich je skutečně komplexní smysl. Předchozí studie zahrnovaly jen malý počet druhů ryb, ale shodně uváděly nízký počet receptorových genů ve srovnání s mnoha suchozemskými živočichy. „Nás zajímalo, jak je to u ryb, protože se jedná o velmi diverzifikovanou skupinu a pro mnoho jiných genů disponují větší diverzitou než ostatní skupiny obratlovců,“ vysvětluje pozadí studie Zuzana Musilová.

VÝLETY NA SOUŠ

Genomická analýza odhalila vzrušující zjištění – repertoár genů pro čichové receptory se u mnoha obojživelných ryb

rozšířil! „Jedná se o takzvané obojživelné ryby, které v noci vylézají ven z vody. Tyto ryby tráví na souši někdy i hodiny – jdou tam buď cíleně lovit, nebo dělají tzv. terestrické exkurze, tedy pohyb za nějakým konkrétním cílem. Do této skupiny patří třeba i náš úhoř, který se po souši dokáže dostat z jedné vodní plochy do druhé,“ popisuje Demian Burguera. Ukázalo se, že množství čichových receptorů odráží biologii těchto ryb, konkrétně to, že jsou schopné využívat čich ve vodě i na souši.

Autoři studie objevili obdobný trend u více linií ryb, u kterých se nezávisle na sobě vyvinula schopnost prozkoumávat souš. V jejich databázi však chyběla jed-

na skupina ryb, která byla pro tuto studii mimořádně zajímavá: keříčkovci, kteří zároveň umí dýchat vzduch. Tyto ryby jsou známe svými poměrně dlouhými terestrickými exkurzemi. Předchozí studie jiných autorů navíc jasně prokázala, že se na souši podle čichu dokonce orientují. Proto se vědci pro tuto studii zaměřili specificky na keříčkovce, které detailně analyzovali, aby následně potvrdili zmnožení počtu čichových genů ve srovnání s příbuznými druhy, které na souš nevylézají.

RECEPTORY A MOZEK

Již předchozí studie ukázaly, že obojživelníci (žáby, mloci apod.) mají také poměrně velkou diverzitu olfaktorických receptorů, a to jak těch, které jsou běžné u ryb, tak i těch, které známe u suchozemských savců. „Čichat ve vzduchu a čichat ve vodě znamená detekovat jiné rozpuštěné látky, takže na to jsou potřeba různé receptory,“ vysvětluje Zuzana Musilová. „Existuje mnoho typů odorantů, které jsou díky svým chemickým a fyzikálním vlastnostem přítomny pouze ve vzduchu nebo ve

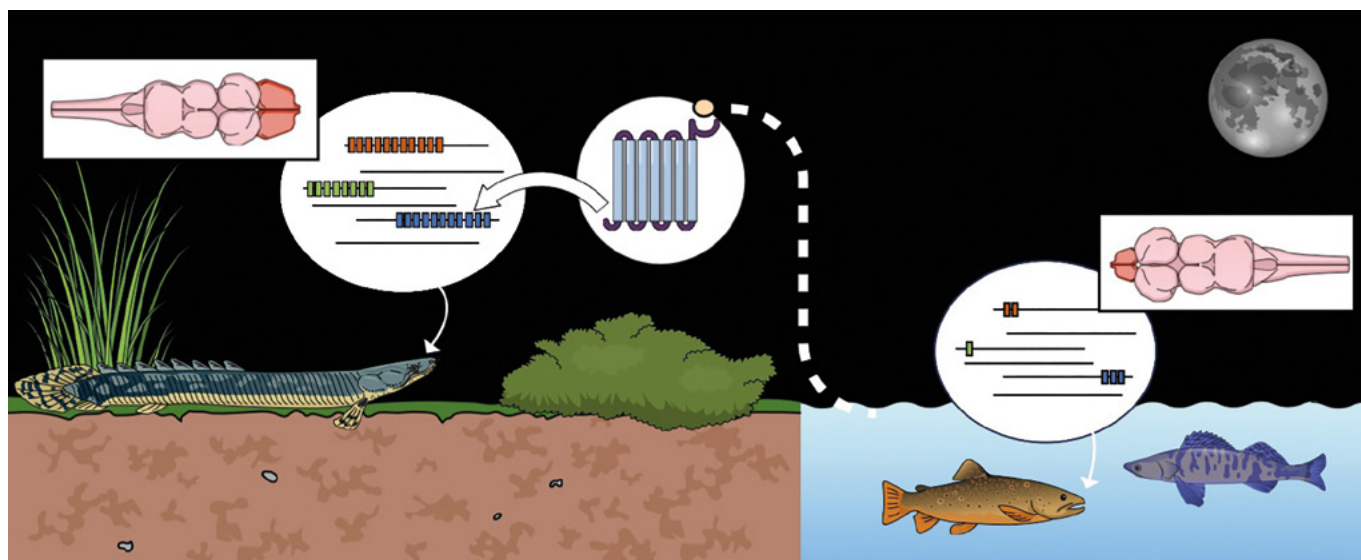
vodě. Jsou známy i molekuly, které jsou rozpustné ve vodě i těkavé ve vzduchu. Předpokládáme, že funkcí mnoha z těch čichových genů, které zvýšily svůj počet v genomech ryb pohybujících se na souši, by mohla být detekce právě těchto molekul,“ přibližuje výsledky studie Demian Burguera. Autoři se proto domnívají, že pro tyto linie ryb bylo evolučně výhodné vyvinout lepší čich vhodný pro oba typy prostředí.

Do další části výzkumu se zapojil tým neurobiologů pod vedením Pavla Němce, který zkoumal čichový lalok 24 druhů obojživelných ryb. Tato část mozku odpovídá za zpracování čichových vjemů a jeho relativní velikost (tj. velikost čichového laloku oproti velikosti celého mozku) odráží míru důležitosti, jakou pro dané druhy čich hraje. Ukázalo se, že relativní velikost čichového laloku jasně koresponduje se způsobem života – čich je opět více vyvinut u obojživelných druhů než u ostatních skupin ryb. Zajímavé je, že jediný analyzovaný druh, u kterého najdeme právě plicní struktury pro dýchání vzduchu, je

bichir. Bichiři jsou starobylá skupina paprskoploutvých ryb, a představují tak nejstarší příběh o suchozemské aktivitě mezi rybami. Ukázalo se totiž, že bichir má zdaleka nejpropracovanější čichový systém z celého souboru dat a má například sadu receptorů, které měli předkové dnešních obratlovců a které u dalších ryb téměř vymizely.

RYCHLÁ EVOLUCE

Závěry uvedené studie jasně ukazují, že čichový systém je pravděpodobně schopen velmi rychle (v evolučním čase) reagovat na určité ekologické výzvy, jako je například pohyb ryb na souši. Dojde ke zmnožení a diverzifikaci čichových receptorů, aby bylo vyhověno novým smyslovým potřebám. Autoři článku spekulují, zda k něčemu podobnému mohlo dojít před stovkami miliónů let při přechodu našich „rybích“ předků z vody na souš, kde se později vyvinuli suchozemští obratlovci. Je pravděpodobné, že známé evoluční změny, jako je třeba přeměna ploutví v končetiny, byly doprovázeny také významnými změnami smyslového vnímání. ●



▲ Ryby vylézající na souš hlavně v noci mají více receptorových genů pro čich. Díky tomu lépe zachytávají různé pachy ve vodě i na souši a mohou tak snáze najít potravu nebo se orientovat.

S košíkem, ale i s oštěpem

Boření mýtu o mužích jako lovcích a ženách jako sběračkách

VERONIKA RUDOLFOVÁ



◀ Žena z kmene Awá s loveckým lukem a šípy v brazilském domorodém území Caru. Foto Scott Wallace, Getty Images

záměrně. Nejde tedy jen o příležitostné zabíjení zvířat, na která ženy při výkonu jiných prací narazí, naopak se zdá, že cílem jejich záměrného lovu je nezřídka velká zvěř. Analýza také odhalila, že ženy se aktivně podílejí na výuce loveckých praktik a že často využívají rozmanitější zbraně a lovecké strategie než muži.

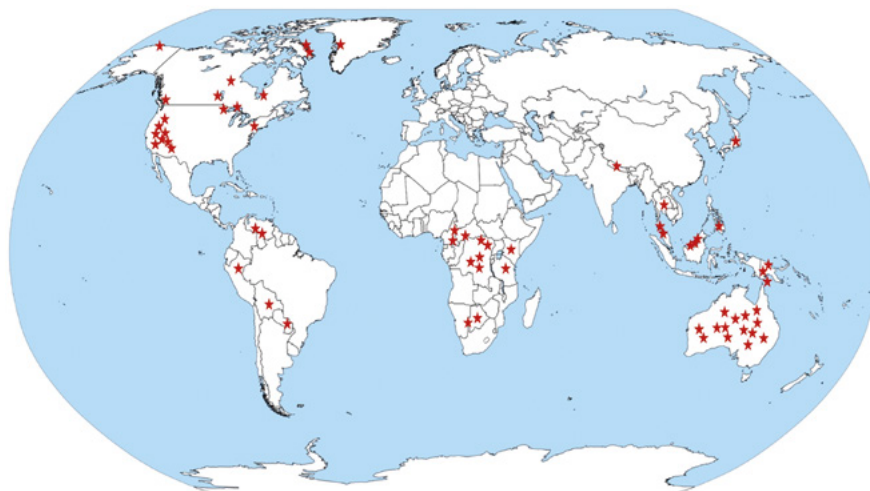
Tato zjištění naznačují, že v mnoha lovecko-sběračských společnostech jsou ženy zkušenými lovkyněmi a hrají při lovu důležitou roli, což odporuje dlouho zažitým představám. Autoři upozorňují, že stereotypy mužů jako lovců a žen jako sběraček ovlivňovaly předchozí archeologické studie. Vyzývají proto ke kritickému přehodnocení dřívějších důkazů a nabádají k obezřetnosti budoucí výzkumníky před nesprávným uvažováním o rozdělení rolí jednotlivých pohlaví. ●

Mezi laickou i odbornou veřejností panuje přesvědčení, že v lovecko-sběračských společnostech muži obvykle lovili zvířata, zatímco ženy sbíraly rostlinné produkty. Stále více archeologických důkazů z lidské historie však tuto představu zpochybňuje – v mnoha společnostech byly například ženy nalezeny pohřbené vedle nástrojů k lovu velkých zvířat. Potvrzuje to i nejnovější článek profesorky Cary Wall-Scheffler ze Seattle Pacific University v časopise PLOS One, který ukazuje, že ženy v lovecko-sběračských společnostech po celém světě nejsou jen sběračkami, ale často také obratně loví velkou zvěř. Profesorka Wall-Scheffler působila v předcházejících měsících v rámci Fulbrightova stipendia na Katedře antropologie a genetiky PŘF UK.

Ve zmíněné studii vědci analyzovali údaje z 63 sběračských společností po celém světě, včetně společností v Severní a Jižní Americe, Africe, Austrálii, Asii a oceánské oblasti. Výsledky ukazují,

že ve více než třech čtvrtinách těchto společností loví ženy, což odporuje rozšířenému názoru, že loví výhradně muži, zatímco ženy sbírají.

Bez zajímavosti nejsou ani zjištění, že ženy loví bez ohledu na své mateřské postavení a více než 70 procent jejich lovu se děje



▲ Mapa světa s lokalizací 63 analyzovaných lovecko-sběračských společností.

Léto plné olympijských medailí

V červenci se uskutečnil 34. ročník IBO a v srpnu 19. ročník iGeo



Medaile z IBO. Foto Jan Černý

BIOLOGICKÁ OLYMPIÁDA

V Al Ain, na hranicích s Ománem, ve Spojených arabských emirátech (UAE) se uskutečnil po mnoha stránkách mimořádný ročník Mezinárodní biologické olympiády (IBO). Původně se měl konat v Rusku, vzhledem k okolnostem však bylo už vloni jasné, že se tak nestane. Na poslední chvíli se podařilo – s velkým přičiněním Lenky Libusové (Katedra buněčné biologie PFF UK), předsedkyně IBO, získat novou hostitelskou zemi.

UAE se soutěž podařilo uspořádat navzdory krátkému času velice kvalitně – s přispěním mezinárodního týmu expertů (např. Janem Černým, členem international advisory board, opět z PFF UK). Soutěž se zúčastnilo rekordních 79 zemí – celkem skoro 300 soutěžících, kteří si to „rozdali“ v molekulární biologii rostlin, biochemii, bioinformatice a evoluční etologii (témata praktických úloh) a teoretických úlohách, z nich většina by mohla být součástí minimálně bakalářské zkoušky.

Za pozornost stojí, že vítěz Ústředního kola BiO a držitel stříbrné medaile z loňské IBO, Daniel Čičovský, vzdal své účasti ve prospěch jiného studenta – aby co nejvíc soutěžících z Česka zažilo neopakovatelnou atmosféru prestižní mezinárodní soutěže! A jak uspěli naši účastníci? Již podesáté za sebou všichni získali medaile! Letos se jednalo o dvě bronzové – Anežka Zamouřilová, Martin Kubeš – a dvě stříbrné medaile – Matěj Pokorný a Šimon Vlach. Mimochodem, Dan Čičovský, Anežka Zamouřilová i Matěj Pokorný jsou přijati na naší fakultu na nový bakalářský studijní program SCIENCE!

GEOGRAFICKÁ OLYMPIÁDA

Letošní ročník iGeo se uskutečnil v indonéském Bandungu, největším městě provincie Západní Jáva. Tento rok byl po dlouhé covidové pauze první, kdy byla mezinárodní olympiáda uskutečněna prezenčně. Indonésie se hostitelství soutěže ujala ve velkém

a zorganizovala nezapomenutelnou akci pro 177 soutěžících a team leaderů ze 46 zemí světa.

iGeo se konala od 8. do 13. srpna 2023. Součástí soutěže byl písemný test, práce v terénu (v tomto případě v tropickém lese) a multimediální test. Naši republiku reprezentovali čtyři soutěžící – nejspěšnější řešitelé celostátního kola Zeměpisné olympiády. A tento výběr na iGeo se povedl, protože ukořistil 3 medaile. Stříbro získal Jonáš Fischer z Gymnázia Zikmunda Wintra v Rakovníku (fakultní škola PFF UK!). Bronzovou medaili si odváží Štěpán Varhaník z Gymnázia Josefa Ressela v Chrudimi a Šimon Hradecký z Gymnázia Kolín. Ani čtvrtému reprezentantovi, Lukáši Poulovi z Gymnázia Boženy Němcové v Hradci Králové, se nevedlo špatně, skončil těsně pod pódiem. Celkově se český tým umístil na krásném 15. místě, což je jeden z nejlepších výsledků, kterých kdy naše reprezentace na iGeo dosáhla. Příští, již 20. ročník, se uskuteční v irském Dublinu. ●



Medailisté iGeo. Foto Facebook iGeo



Antibiotika – ano, či ne?

Bez antibiotik se zatím neobejdeme, vývoj
alternativ je ovšem nezbytný

STANISLAV SMRČEK

◀ **Růžová barva – *Geosmithia sp.*, zelená a žlutozelená – *Penicillium sp.* *Geosmithia* i *Penicillium* jsou producenty různých antibiotik, nejznámější jsou asi *P. chrysogenum* a penicilin (antibakteriální) či *P. griseofulvum* a griseofulvin (antifungální). Foto Petr Jan Juračka**

Antibiotickou léčbu podstoupí každý rok v naší zemi statisíce pacientů a je nezpochybnitelné, že se s její pomocí podaří zachránit obrovské množství životů. Antibiotika se využívají především k potlačování bakteriální infekce a v terapii těchto stavů jsou v podstatě nezastupitelná. Pojem antibiotika navíc nelze chápat jenom ve vztahu k humánnímu lékařství, široce jsou využívána i ve veterinárním lékařství a nakonec i v řadě vědních laboratorních disciplín, kdy je potřeba provádět experiment bez přítomnosti nežádoucích mikroorganismů, jako jsou například v laboratoři kultivované tkáňové kultury.

Navzdory tomu se jedná o skupinu léčiv, která je v současnosti mimořádně diskutována. V posledních letech se objevuje stále větší množství informací týkajících se jejich používání, nadužívání a zneužívání, přičemž uváděná fakta a závěry či interpretace jsou často nejasné či diskutabilní. Pokusme se nyní na problém antibiotik nahlédnout střídavým způsobem na základě faktů a současné reality.

DOBA PŘEDANTIBIOTICKÁ

Pokusy léčit hnisavá onemocnění či nehojící se rány jsou uváděny, byť velmi nepřesně, už ve zprávách ze starověku nebo středověku. Jednalo se o postupy,

▶ **Objevitel penicilinu a laureát Nobelovy ceny sir Alexander Fleming.**

Zdroj Wikimedia Commons, kolekce Imperial War Museums, volné dílo

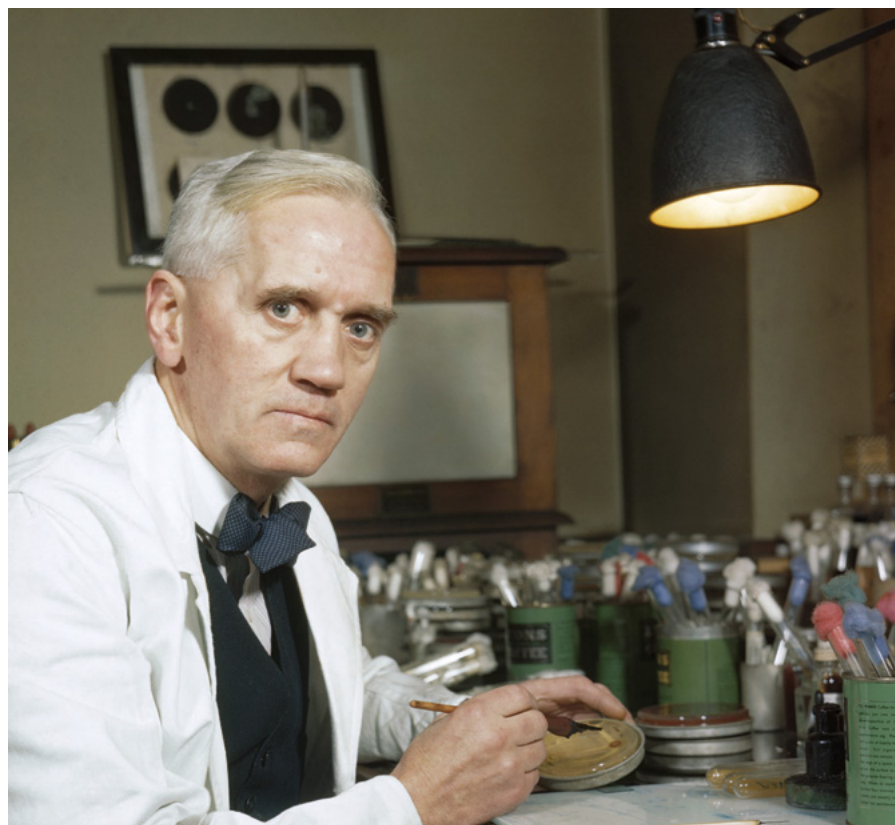
kteří vycházeli ze zkušenosti – kupříkladu při kládání plesnivého chleba na nehojící se rány nebo používání sloučenin rtuti a arzenu při léčbě hnisavých infekcí. Vědecky podložená antiinfekční terapie však vznikla až později, zhruba ve druhé polovině 19. století, kdy byla prokázána souvislost mikroorganismů s infekčními chorobami. Cesta k antibiotikům, jak je známe dnes, byla však ještě velmi dlouhá. Nejprve se používala pro mikroorganismy toxická barviva, poté sloučeniny arzenu (salvarsan) a posléze i sulfonamidová antibakteriální chemoterapeutika (prontosil). Ta však byla objevena a dosáhla širokého využití až v první polovině dvacátého století a v modifikované podobě se používají dodnes.

Antibakteriální účinek některých plísní, jehož objev nastartoval masivní výzkum antagonismu mezi různými

mikroorganismy a posléze vedl k objevu penicilinu, je znám již od počátku 70. let 19. století. Vlastní objev penicilinu (1928) je sice právem připisován Alexandru Flemingovi, který při svých kultivacích mikroorganismů na agarových půdách zjistil, že na agarech kontaminovaných plísní *Penicillium notatum* docházelo k odumírání kultivovaných bakterií, nicméně řada úspěšných pokusů o léčbu infekcí extrakty z vhodných mikroorganismů byla provedena už dříve, na konci 19. století. I po Flemingově objevu ovšem stále přetrvával problém s izolací a čištěním účinné antibakteriální substance, což bylo vyřešeno až v průběhu 2. světové války.

ZASTAVIT ČI ZAHUBIT

Opusťme teď historii a věnujme se modernímu pojetí antibiotik, tak jak je známe ze současné praxe. Mohli byste



namítnout – proč složitý výzkum, když známe spoustu sloučenin, které mikroorganismy spolehlivě zabíjejí? Například peroxid vodíku, chlornan sodný, manganistan draselný, formaldehyd nebo kvartérní amoniové sloučeniny, které známe pod názvem Ajatin nebo Septonex. Mezi těmito obecně dezinfekčními látkami a antibiotiky je ovšem jeden zásadní rozdíl, který před více než 100 lety definoval německý imunolog a chemik Paul Ehrlich, a ten spočívá v tom, že obecně dezinfekční látky sice hubí mikroby, ale jsou obdobně devastační i pro buňky jejich hostitele, což znemožňuje jejich celkové podávání. Antibiotika se oproti tomu vyznačují vysokou inhibiční aktivitou vůči mikroorganismům a jen minimálně škodí léčenému organismu. Jsou tedy



▲ **Antibiotika se využívají proti vnitřním i vnějším infekcím. Na kožní onemocnění se aplikují ve formě zäsypů či masť. Na snímku lék framykoin obsahující směs antibiotik neomycinu a bacitracinu. Zdroj Wikimedia Commons, autor Wesalius – vlastní dílo, CC BY-SA 4.0**

jakousi řízenou střelou do organismu, která cílí na patogenní bakterie.

Působení antibiotik proti bakteriím můžeme rozdělit na bakteriostatické, kdy dochází k zastavení růstu a množení bakterií a léčený organismus si s oslabenými bakteriemi poradí imunitními reakcemi, a baktericidní, kdy dochází k usmrcení bakterií a léčený organismus musí pomoci imunitního systému pouze odstranit již neživé bakterie. V některých případech je mezi bakteriocidním a bakteriostatickým působením rozdíl pouze v použité koncentraci antibiotika v plazmě. Některá z antibiotik se však používají jen v bakteriostatických koncentracích, protože dosažení baktericidní koncentrace v plazmě by vedlo k neúměrnému nárůstu vedlejších či nežádoucích účinků.

OD IZOLOVÁNÍ K SYNTÉZE

Původní myšlenka využití izolovaných substancí z kultur se s rozvojem syntetických metod postupně posunula od modifikovaných izolovaných látek až k plně syntetickým sloučeninám vykazujícím antibiotické vlastnosti. Existuje tak řada skupin antibiotik, které jsou řazeny podle chemické struktury. Běžně jsou známá penicilinová antibiotika, kam patří peniciliny (penicilin G, penicilin V, amoxicilin) a cefalosporiny (cefadroxil, cefalexin) a představují skupinu tzv. beta-laktamových antibiotik. V humánní a veterinární farmakoterapii se však používá i řada dalších, jako například makrolidy (klarithromycin, azithromycin), amfenikoly (chloramfenikol), aminoglykosidy (neomycin, tobramycin), linkosamidy (klindamycin), polypeptidová antibiotika (bacitracin) a tetracykliny (doxycyklin).

K nim přináležejí taktéž skupina výše zmíněných sulfonamidů (sulfamethoxazol) a chinolony či fluorované chinolony (kyselina nalidixová, ciprofloxacin).



Poslední tři uvedené typy se dříve označovaly jako antibakteriální chemoterapeutika, v současné době už jsou všechny tyto látky běžně zahrnovány pod název antibiotika. Konkrétních látek – antibiotik – je velké množství, výše jsou uvedeny pouze příklady, a to ve formě tzv. generických názvů. To jsou názvy mezinárodní, přípravky vydávané v lékárně jsou potom takzvaně hromadně vyráběné léčivé přípravky, kde vlastní název určuje výrobce, generické označení musí nicméně být na balení rovněž uvedeno.

JAK TO FUNGUJE

Mechanismus působení antibiotik není u různých skupin jednotný a zahrnuje několik principů, jako je inhibice syntézy buněčné stěny, inhibice syntézy bílkovin či nukleových kyselin. Některá z antiinfektiv pak modifikují funkci cytoplazmatické membrány mikroorganismů. Obecně lze říci, že určitá skupina antibiotik, tak jak byla uvedena, vykazuje přibližně stejný mechanismus účinku. Z hlediska užití se antibiotika dělí na dvě základní skupiny – antibiotika s úzkým spektrem,

Takto vypadal v roce 1951 penicilin G vyráběný newyorskou firmou CSC Pharmaceuticals.

Zdroj Shutterstock.com



např. penicilin V, a antibiotika širokospektrální, třeba tetracyklin. Rozdíl je v množství bakteriálních kmenů, které je daná látka schopna potlačit. Někdy i malá změna ve struktuře sloučeniny má za důsledek dramatickou změnu v antibakteriálním spektru. Například amoxicilin se považuje za širokospektré antibiotikum, i když je jenom chemickou modifikací úzkospektrého penicilinu.

Pro léčebný efekt je zásadní nastavení správné koncentrace antibiotika v plazmě. Vyšší koncentrace mohou způsobit nežádoucí účinky, které nebývají nijak závažné (trávicí potíže spojené se zmenšením množství přirozených bakterií ve střevech, zvýšení citlivosti pokožky vůči UV záření, vzácněji

► *Staphylococcus aureus* (zlatý stafylokok) pod skenovacím elektronovým mikroskopem (SEM). Jeho multirezistentní kmeny (MRSA) dělají velké starosti lékařům i vědcům a podněcují vývoj nových léčiv.

Zdroj Shutterstock.com

alergie), větším problémem je ovšem poddávkování nebo špatná spolupráce pacienta, kdy dojde k vynechání dávky nebo k nepravidelnosti v podávání. V těchto případech se sníží plazmatická koncentrace a vzhledem k tomu, že mikroorganismy se vyznačují určitým rozpětím citlivosti, dojde k přežití nejodolnějších patogenních jedinců, kteří si vytvoří obranné mechanismy proti antibiotikům a s těmito vlastnostmi se potom dále množí. Vyvine se tak populace bakterií, která se stává omezeně citlivou či necitlivou vůči antibiotiku. To je princip vzniku bakteriální rezistence. Nepříjemné je na tom i to, že informace o rezistenci si mohou bakterie předávat i mimodruhově, což zmnožuje množství rezistentních patogenů.

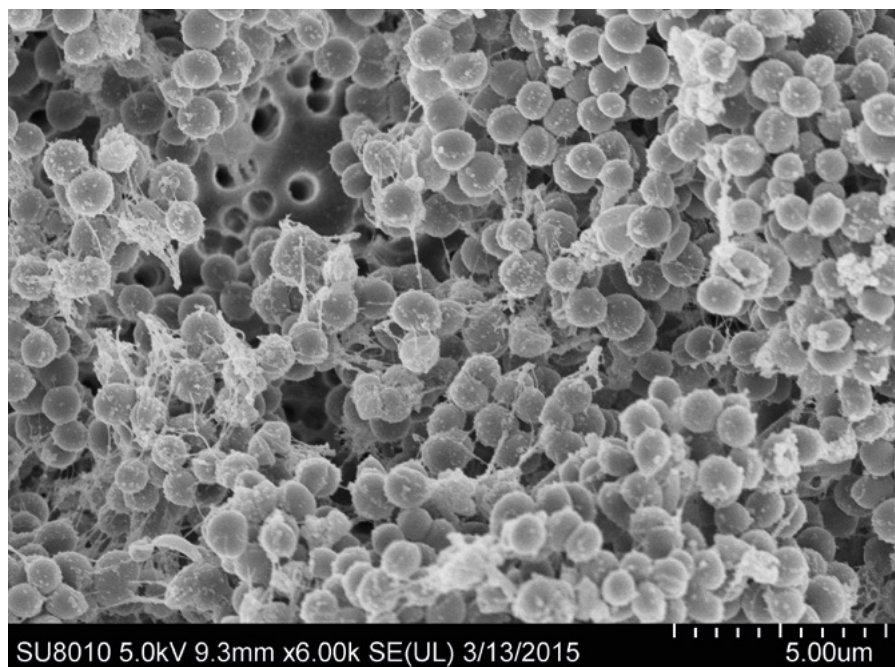
REZISTENCE A BUDOUCNOST

Vznik rezistence je v současné době hojně diskutovaným tématem. Zvláště v nemocničním prostředí, kde se antibiotikům často nedá vyhnout, vznikají multirezistentní kmeny, např. MRSA (multirezistentní *Staphylococcus aureus*).

Řešením je samozřejmě uvážení preskripce antibiotik a nepoužívání antibiotik na rané fáze virových infekcí, protože tyto látky na viry nepůsobí. Na druhé straně je však nutné bakteriální infekce odpovídajícím způsobem léčit, protože i docela běžná neléčená onemocnění, jako třeba angína, mohou způsobit vážné poruchy, a to i trvalého rázu.

A co by se stalo, kdyby antibiotika přestala být obecně účinná? Existuje možná náhrada těchto léčiv jinými? Určitou alternativou mohou být například kovové nanočástice, které mají dezinfekční vlastnosti, nadějnější se ale jeví použití bakteriofágů jako přirozených virových nepřátel mikroorganismů. V této oblasti probíhá intenzivní řada výzkumů a už bylo vyvinuto i několik komerčních preparátů založených na tomto principu. Největší přínos této technologie spočívá právě v použití na multirezistentní bakterie, u kterých běžná antibiotika selhávají. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE ORGANICKÉ CHEMIE



Hrozba s plísní na povrchu

Dokáže lidstvo účinně bojovat s patogenními houbami?

ONDŘEJ BASZCZYŃSKI

Od slavného objevu penicilinu Alexandrem Flemingem [1928] uběhlo téměř století, během kterého došlo k mohutnému rozmachu vývoje antibiotik. Pod slovem antibiotikum si lze snadno představit skupinu látek účinných hlavně proti bakteriím. Ale bakterie nejsou to jediné, co rostliny a živočichy ohrožuje – těžké následky končící smrtí mohou mít rovněž infekce způsobené fungálními patogeny: kvasinkami a plísněmi. Týká se to zejména skupiny pacientů s oslabenou imunitou například při transplantaci, léčbě rakoviny, cukrovce či tzv. postcovidovém syndromu.

NENÍ HOUBA JAKO HOUBA

Houbaření u většiny lidí evokuje oblíbenou zálibu milovníků přírody spočívající v chození po lese a hledání a sběru hub. Kromě oblíbených jedlých hub existují ovšem i houby patogenní, které člověka a jiné organismy napadají. Zajímavostí je, že se jedná o eukaryota, tedy mnohobuněčné organismy mající pravé jádro. Mezi takové patří i člověk. A právě podobnost buněčného aparátu mezi houbou a člověkem představuje komplikaci při vývoji účinných léčiv – antimykotik.

Vědcům je v současnosti známo přibližně 150 tisíc druhů hub, ale odhaduje se, že na světě existuje 2,2–3,8 milionu druhů. To znamená,

► **Konidiofory kropidláku žlutého (*Aspergillus flavus*).** Konidie je nepohyblivá spora houby vzniklá nepohlavním způsobem. Jedná se o velice nebezpečnou plíseň produkující karcinogenní aflatoxin. Foto Alena Kubátová



že naprostá většina druhů není dosud ani popsána. Ze známých druhů jich fungální infekce způsobuje přibližně 300. Mezi nejznámější patří například kvasinky *Candida albicans* nebo plísně *Aspergillus fumigatus*. V roce 2022 vydala Světová zdravotnická organizace (WHO) historicky první seznam fungálních patogenů ohrožujících veřejné zdraví. Kromě výše uvedených patří do seznamu s nejvyšší prioritou například *Candida auris* a *Cryptococcus neoformans*. Tyto fungální patogeny dokážou infikovat jak jednotlivé tkáně, tak systémově celého jedince, což má zpravidla za následek dlouhou a komplikovanou léčbu. V některých případech může terapie trvat řadu měsíců i let.

ANTIMYKOTICKÝ ARZENÁL

Většina antimykotik, tj. léčiv působících proti plísněným onemocněním, která máme k dispozici, cílí na buněčnou stěnu hub. Ta se totiž od stěny lidských buněk liší svým složením a strukturou. Část léčivých látek pochází z přírodních zdrojů, například od mikroorganismů žijících v půdě, které vedou „chemickou válku“ s ostatními mikroorganismy. Jde třeba o *Streptomyces nodosus*, produkující amfotericin B, nebo *Glarea lozoyensis*, produkující pneumocandin B0, ze kterého jsou odvozeny moderní echinokandiny.

Existuje ovšem také řada syntetických antimykotik. Mezi ta nejdůležitější patří azoly. Azoly zahrnují širokou skupinu látek, které inhibují syntézu ergosterolu – steroidní látka důležitá pro

► **Bílý povlak na jazyku nemusí nutně znamenat kandidózu, přesto je zapotřebí tento příznak sledovat a v případě trvání léčit. Jde o infekci, kterou vyvolává kvasinka *Candida albicans*.**

Zdroj Shutterstock.com

fluiditu buněčné stěny hub. K moderním azolům patří například itraconazol, vorikonazol a flukonazol, které je možno podávat orálně i injekčně. Azoly jsou široce používány rovněž v kosmetice – ketokonazol se kupříkladu přidává do šampónů proti lupům. Za zmínku stojí i použití azolů na ochranu rostlin v zemědělství.

Kromě výše uvedených látek, které cílí na buněčnou stěnu hub, máme jen omezené množství alternativ. Nejznámější z nich je flucytosin, který se svým účinkem oproti všem předešlým látkám liší – v těle hub se specificky přeměňuje na fluorouracil, který po fosforylaci inhibuje syntézu DNA patogenu.

NOVÁ ANTIMYKOTIKA?

Léčba fungálních infekcí není komplikovaná jen kvůli omezenému množství různých tříd antimykotik. Dalšími problémy jsou zvýšená toxicita těchto látek a vznik rezistence patogenů. Právě rezistence patogenních hub vyvolává u lékařů značné obavy. Některé kvasinky, jako *Candida auris* (MDR – multidrug resistantní), vykazují rezistenci hned proti několika třídám antimykotik. V anglosaské literatuře se tak zařazují mezi tzv. superbugs. Takové MDR organismy jsou vysoce nakažlivé a způ-



sobují infekce s těžkým průběhem, které se obtížně léčí. Navíc se dokážou velmi dobře šířit i v nemocničním prostředí. Je zřejmé, že pokud má být lidstvo schopno v budoucnu těmto hrozbám čelit, je nezbytně nutné vyvinout nová účinná antimykotika.

HOUBY A RAKOVINA?

V roce 2022 publikoval prof. Ravid Straussman zajímavou studii zabývající se přítomností některých druhů hub v blízkosti nádorů, tzv. tumor microbiome. Při studiu 35 různých typů nádorů pomocí nástrojů molekulární biologie objevil specifické kmeny hub s úzkým profilem pro jednotlivé nádory a následné klinické projevy. Pochopení interakce patogenů s nádory a imunitním systémem může do budoucna vést k převratu v léčbě rakoviny.

NÁVRAT DO BUDOUCNOSTI

Současný vývoj nových antimykotik je zaměřen na nové třídy látek, které inhibují specifické buněčné dráhy hub. Jedním z posledních úspěchů v této oblasti byla příprava látek, jako jsou fosmadogepix, ibrexafungerp a olorofim, které inhibují syntézu glykolipidů, glukánů a pyrimidinů (v tomto pořadí). Další možností, jak obejít rezistenci a snížit toxicitu léčiv, je vývoj tzv. proléčiv. Ta vznikají pozměněním struktury původního léčiva. Ve srovnání s vývojem nového léku *de novo* se totiž jedná o časově i finančně výrazně méně nákladnou variantu. Proléčivo se pak v ideálním případě aktivuje přímo v místě infekce či bezprostředně v patogenu. Vývojem proléčiv se mimochodem zabývají i vědci na Přírodovědecké fakultě UK, konkrétně ve skupině „Medicinná chemie a doručení léčiv“. Uvedená skupina získala v roce 2019 historicky první startupový grant *Nadace Experientia*. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE ORGANICKÉ CHEMIE

Když na rychlosti záleží

Jaká doba je potřebná pro určení citlivostí bakterií na antibiotika?

TOMÁŠ JEČMEN

Díky vědeckému pokroku může klinický mikrobiolog současnosti pravdivě a hrdě prohlásit: „Dejte mi biologický vzorek pacienta a několik dní v moderně vybavené laboratoři a já vám spolehlivě určím, jakou bakterii obsahuje a na jaká antibiotika je rezistentní.“ Z hlediska vědy jde jistě o něco úžasného, nároky nevděčné medicíny však neznají mezí: „Několik dní?! A za několik hodin by to nešlo?“

OD ÚVODNÍ K CÍLENÉ

Pro efektivní cílenou léčbu infekce je zásadní spolehlivá charakterizace původce onemocnění, a biologické vzorky pacientů jsou proto podrobovány mikrobiologické diagnostice. Lékaři v neodkladných případech přistupují k úvodní léčbě infekce, která je zvolena na základě obecných klinických kritérií, aniž by byl znám původce a zohledněna jeho citlivost na různá antibiotika. Dřívější zahájení účinné léčby totiž vede k rychlejšímu uzdravení pacientů, snižují se náklady na jejich pobyt v nemocnici a u závažných stavů, jako je systémová zánětlivá reakce organismu na infekci (sepsel), roste šance pacientů na přežití. Teprve později případně dochází na základě výsledků testů k úpravě úvodní léčby na cílenou – přechod na antibiotika cílící na užší spektrum mikroorganismů, nebo naopak nahrazení méně vhodných léčiv účinnějšími. Ovšem jaká doba je k tomu potřeba? A šla by zkrátit?

STANDARDNĚ, ALE POMALU

Mikrobiologická diagnostika začíná příjmem a evidencí vzorku klinickou laboratoří, v přípravné fázi jsou získány čisté kultury patogenů postupy závisujícími



Stanovení citlivosti antibiotik diskovou difúzní metodou (tzv. Bauer-Kirbyho test). Bakteriální kolonie pokrývá místa bez antibiotik a rovněž okolí disků s antibiotiky, vůči kterým je testovaná bakterie rezistentní. Zdroj Shutterstock.com

na typu vzorků (krev, moč, hlen, ...). Ty jsou následně identifikovány a souběžně je testována jejich citlivost na antibiotika. Obojí je pak sděleno ošetřujícímu lékaři – při použití standardních metod obvykle do 36–72 hodin od odběru vzorku.

Celková doba stanovení citlivosti patogenů na antibiotika spadá do širokého intervalu (i v rámci jedné klinické laboratoře), převážně v důsledku nestejné rychlosti a dynamiky růstu různých mikroorganismů určující délku jednotlivých kultivačních kroků. Kultivace trvající 12–24 hodin pro rychle se množící mikroorganismy je prováděna u vzorků s malým počátečním množstvím patogenu (např. krev pacienta se sepsí) nebo tehdy, pokud je nutné nejprve patogen izolovat ze směsi (např. z hlenu pacienta se zánětem dýchacích cest) a poté jej namnožit.

Čistá a dostatečně početná kultura je následně identifikována v řádu několika hodin sekvenací nukleových kyselin nebo v řádu desítek minut pomocí hmotnostněspektrometrické biotypizace. Paralelně je kultura 16–24 hodin kultivována na agarové plotně s papírovými disky obsahujícími antibiotika a následně je z plotny odečten výsledek – souvislý bakteriální povlak porůstá místa bez antibiotika a okolí disků s antibiotiky, vůči kterým je testovaná bakterie rezistentní, zatímco v okolí disků s antibiotiky, na která je bakterie citlivá, je růst potlačen. Obdobnou časovou náročnost má také druhá ze standardních metod, při které jsou bakterie kultivovány v kapalném

► **Hmotnostní spektrometrie (MALDI-TOF) je metoda vysoce přesná a rychlejší než jiné metody. Je vhodná pro velkou oblast mikroorganismů.** Autor Tomáš Ječmen

médium s různou koncentrací antibiotik na mikrotitrační destičce. Podle jamek, ve kterých není po skončení inkubace spektrometricky detekován bakteriální růst, je určena nejen citlivost na antibiotika, ale i jejich minimální koncentrace, při které již inhibují růst patogenu.

Celkový čas stanovení může dále narůst o prodlevy mezi jednotlivými kroky testování, nebo být naopak zkrácen větší automatizací a také nahrazením stávajících postupů rychlejšími.

JE POTŘEBNÁ „DOBA LETU“?

Bakterie se v novém prostředí (např. po přenosu do média s antibiotikem) nejprve adaptují na změnu a poté se, pokud jim to podmínky dovolují, začnou množit. Antibiotickou rezistenci jsme pak schopni určit v okamžiku, kdy

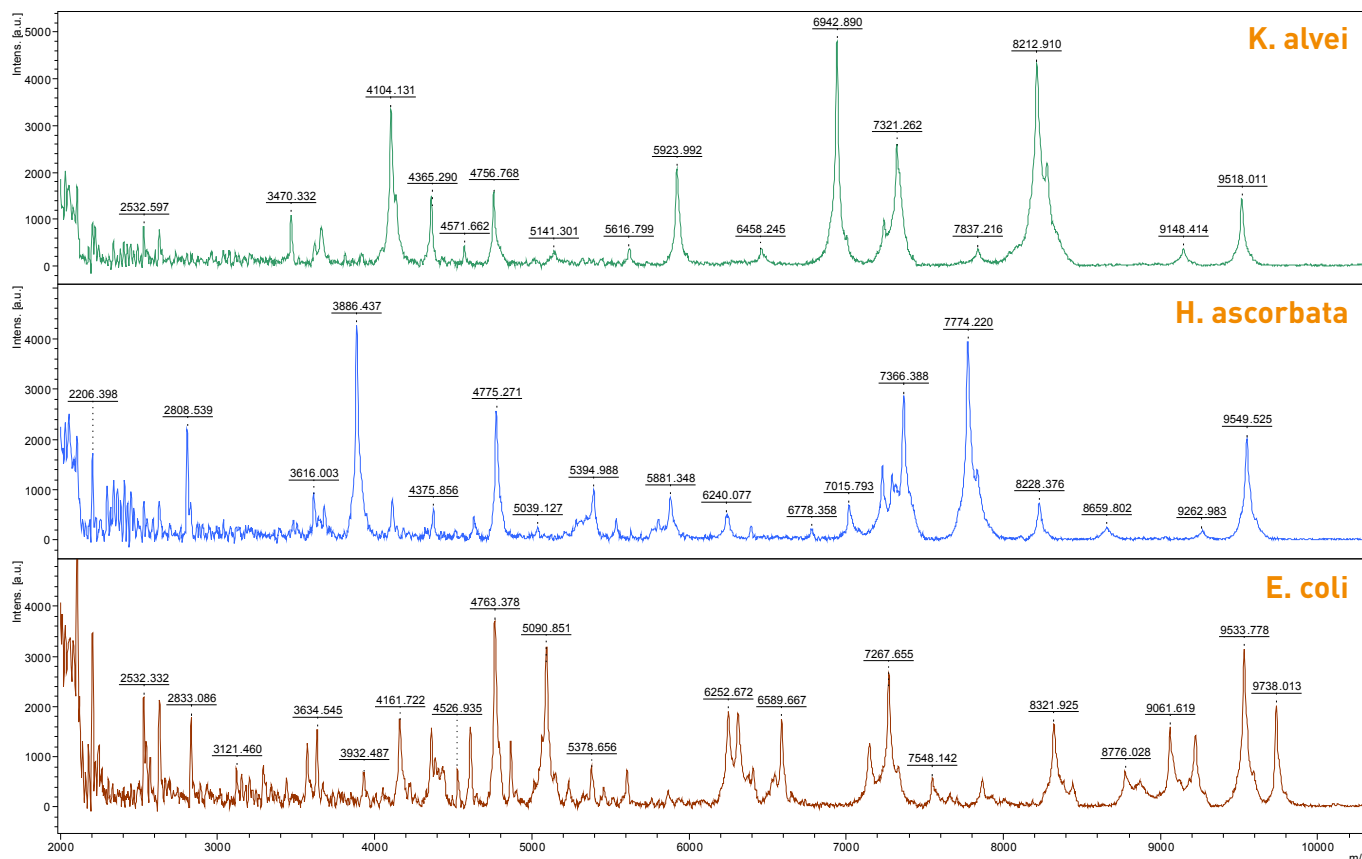
dokážeme zmnožené bakterie detekovat a odlišit tak podmínky, kdy je bakteriální růst inhibován a kdy ne. Pro urychlení testování je proto klíčové zvolit metody detekující již velmi malé počty bakterií. Pro svou vysokou citlivost, rychlost, nízké náklady na změřený vzorek, míru automatizace a schopnost souběžné detekce a identifikace mikroorganismů se jeví výhodnou hmotnostní spektrometrie s maticí asistovanou laserovou desorpční/ionizační (MALDI) a analyzáto-rem doby letu (TOF, angl. time of flight).

Obdobně jako v případě standardní metody na mikrotitrační destičce jsou bakterie kultivovány na terčičku v kapkách média s antibiotiky. Médium je však odstraněno již po 4–5 hodinách a jednotlivé pozice s uchycenými bakteriemi jsou převrstveny nízkomolekulární maticí. Ta při měření

absorbuje energii laseru, pomáhá převést vzorek do plynné fáze a jeho molekulám (zde bakteriálním proteinům) dodává náboj. Ionty jsou poté urychleny elektrickým potenciálem a je určena doba jejich letu trubicí analyzátoru. Ionty se stejnou počáteční kinetickou energií, ale nižší hmotností získají vyšší rychlost, a dopadnou tedy na detektor dříve než ionty těžší. Výsledkem měření (pokud nebyl růst inhibován) je spektrum se signály odpovídajícími hmotám proteinů charakteristických pro daný mikroorganismus.

Zda se právě tato metoda stane standardem klinické diagnostiky budoucnosti, se teprve ukáže, nicméně studenti Přírodovědecké fakulty mají možnost si ji prakticky vyzkoušet již nyní. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE BIOCHEMIE



Bakterie, houby a ježci

Bakteriální rezistence vůči antibiotikům má pozoruhodné kořeny

BARBORA ČERNÁ BOLFÍKOVÁ, PAVEL HULVA

Antibiotika jsou léky používané k léčbě bakteriálních infekcí a jejich objev před více než 80 lety vedl k významnému pokroku v péči o zdraví lidí i zvířat. Mnoho bakteriálních kmenů v životním prostředí je vůči antibiotikům přirozeně odolných, avšak rezistence u tzv. patogenních (vyvolávající onemocnění) bakterií u lidí je považována za moderní fenomén, který je poháněn klinickým (nad)užíváním antibiotik. Velkým překvapením bylo proto zjištění, že některé na meticilin rezistentní linie zlatého stafylokoka (*Staphylococcus aureus*) se objevily u evropských ježků v období před rozšířením antibiotik v klinické praxi. Tyto rezistentní linie se následně šířily u místní populace ježků a mezi ježky a druhotnými hostiteli, včetně hospodářských zvířat a lidí.

POTKALI SE U JEŽKA

Vznik rezistence u ježků souvisí s osídlením ježčí kůže dermatofytem *Trichophyton erinacei*. Jedná se o plíseň, která napadá kůži a její deriváty. Tato plíseň pak na ježcích produkuje dva typy β-laktamových antibiotik, mezi která patří i penicilin. Výskyt těchto antibiotik na kůži tak poskytuje přirozené selekční prostředí, ve kterém mají kmeny na meticilin rezistentního zlatého stafylokoka výhodu oproti senzitivním kmenům, které nejsou odolné vůči antibiotikům.

Na meticilin rezistentní bakterie jsou obzvláště problematické při rozšíření v nemocničních zařízeních, kde mohou oslabovat hospitalizované pacienty a pooperačními ranami či jinými způsoby jim pronikat do těla a prodlužovat rekonvalescenci. Přestože je zlatý stafylokok obávaným patogenem, je u části lidské populace taktéž součástí



▲ **Stafylokok rezistentní na meticilin (MRSA) byl přítomen u ježků zhruba od roku 1800 (od nástupu průmyslové revoluce), tedy dlouho předtím než se toto antibiotikum objevilo na trhu (1959).** Foto Petra Hulvová

přirozeného kožního mikrobiomu. Imunitní systém jej pravděpodobně dokáže udržet pod kontrolou, problém nastává při vychýlení rovnováhy a přemnožení stafylokoka. V takovém případě může dojít k infekci.

MEZINÁRODNÍ VÝZKUM

Výsledky rozsáhlé studie, která vznikala v průběhu minulých let a na které se podíleli i čeští vědci, naznačují, že se rezistence vůči meticilinu vyvinula v období před objevem antibiotik lidmi jako koevoluční adaptace zlatého stafylokoka na mikrobiom ježků infikovaných plísní, která produkuje antibiotika. Tento výzkum se mohl uskutečnit jen díky rozsáhlé aktivitě mezinárodního týmu zajišťující vzorkování stěrů z kůže u téměř 300 ježků z celé Evropy a Nového Zélandu, kam byli ježci v průběhu

19. a 20. století zavlčeni z Británie. Výskyt rezistence i na Novém Zélandu pak byl pro výzkum velmi zásadní a pomohl nadatovat dobu, kdy se rezistence u ježků vyvinula.

Tento objev nicméně nebyl jednoduchý, předcházelo mu sekvenování genomů stafylokoků, biogeografické analýzy získaných dat, biochemické analýzy antibiotik i mikrobiologické testování

► **Analýza zahrnovala vzorky z oblasti nosu, kůže a tlapek ježků pocházejících z 16 záchranných center pro volně žijící zvířata v 10 evropských zemích a 2 záchranných center pro volně žijící zvířata na Novém Zélandu. Červené tečky označují místa odběru vzorků.**

rezistence jednotlivých kmenů. V analýzách byli zahrnuti i ježci z České republiky, kde se výskyt rezistentních kmenů potvrdil u obou druhů ježků, kteří se na našem území vyskytují. Nejvyšší podíl rezistentních bakteriálních linií u ježků se však vyskytuje ve Skandinávii a Velké Británii. V Dánsku a Švédsku nese rezistentní linie více než 60 % ježčí populace.

ONE HEALTH

Evoluce klinicky relevantních genů rezistence vůči antibiotikům u divokých zvířat a propojenost přírodních, země-

dělských a lidských ekosystémů ukazují, že použití přístupu „Jedno zdraví“ (One Health) je klíčové pro naše porozumění a zvládnání rezistence vůči antibiotikům, která je jednou z největších hrozeb pro globální zdraví, potravinovou bezpečnost a rozvoj. Princip „Jedno zdraví“ nám pomáhá uvědomit si, že jsme součástí přirozených ekosystémů, které s námi obývají ostatní živočichové, a vzájemně jsme velmi úzce propojeni.

V poslední době vzbudily pozornost nově vzniklé zoonózy, které často souvisí

s ničením přírodního prostředí. Například přenos eboly na lidi z kaloňů souvisí s rozsáhlým kácením pralesů v Africe, přenos koronavirových onemocnění, jako je SARS a covid-19, byl zase pravděpodobně zapříčiněn destrukcí ekosystémů a využíváním divokých zvířat ke konzumaci v přelidněné Asii. Ježci se dostali do blízkosti lidí v Evropě poté, co jsme zničili polootevřenou parkovitou krajinu, která byla tvarována velkými kopytníky a šelmami a kterou se v současnosti snaží ochránáři opět oživit.

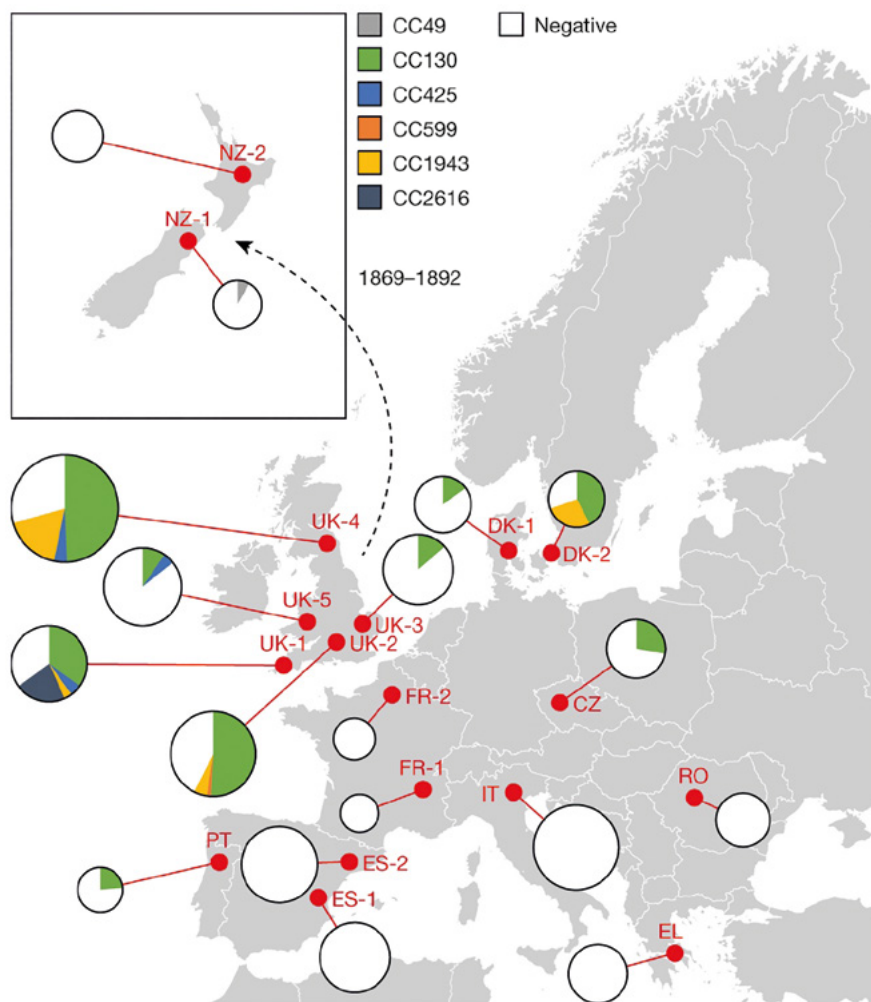
DALŠÍ PATOGENY

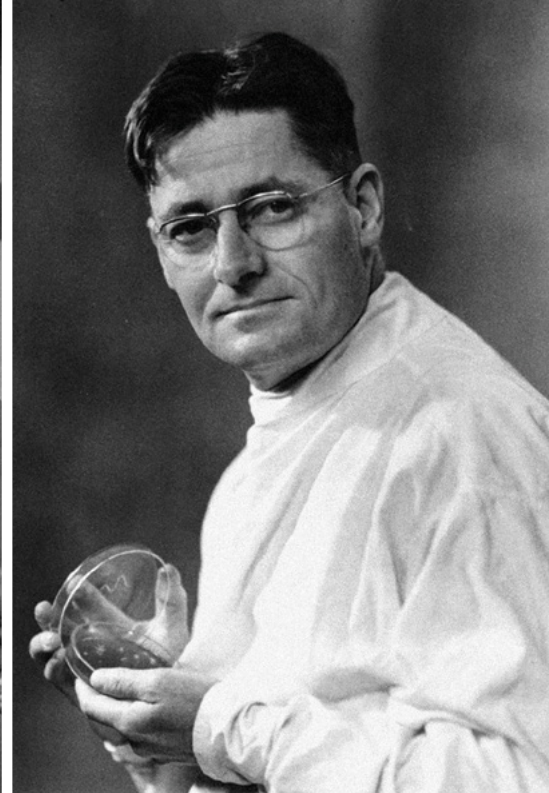
Tato i další publikované studie ukázaly, že jsou ježci přirozeným rezervoárem na meticilin rezistentních kmenů zlatého stafylokoků. Není to však jediný lidský patogen, který mezi ježky cirkuluje. V minulosti byl u ježků zaznamenán výskyt např. bakterií z rodů *Borrelia*, *Anaplasma*, *Salmonella* či viru klíšťové encefalitidy. Právě u klíšťaty přenášených patogenů se zdá, že jsou ježci rovněž jejich významnými rezervoáry.

To ovšem neznamená, že se máme ježků bát. Většina infekčních onemocnění, která cirkulují v lidské populaci, byla na lidi přenesena ze zvířat v minulosti a v současnosti k přenosu ze zvířat dochází v měřítkách celé planety a dlouhých časových období. Pravděpodobnost přenosu nemoci z myši, ježka nebo netopýra žijících na vaší zahrádce je proto při běžných hygienických standardech západní společnosti téměř nulová. ●

AUTORKA PŮSOBÍ NA FAKULTĚ TROPICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ ČZU, AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE ZOOLOGIE PŘF UK

Distribuce klonů mecC-MRSA ve vzorcích evropských a novozélandských ježků.





Co způsobila Petriho miska s plísní

Jeden náhodný objev, tři Nobelovy ceny a miliony uzdravených pacientů

PETR DISTLER

Známe antibiotikum penicilin se dnes používá například při léčbě streptokokové angíny nebo infekcí v dutině ústní a lze ho získat z plísně *Penicillium chrysogenum* (dříve *notatum*). Jak probíhal objev penicilinu a jeho léčebných účinků a kdy se dostal k českým pacientům?

FLEMINGŮV VÝZKUM

Lékař a vědecký pracovník Alexander Fleming byl známý tím, že ve své laboratoři s oblibou uchovával zkoumané vzorky. Díky tomu v září 1928 pozoroval, že se na Petriho misce vytvořila plíseň, která ve svém blízkém okolí zahubila stafylokoky, jež byly předmětem jeho vědeckého zkoumání. Stafylokoky jsou bakterie, které mohou v našem těle způsobovat řadu infekcí, např. kůže,

dýchacích či močových cest nebo krve; ty v minulosti nejednou vedly k vysoké úmrtnosti. A právě tyto kolonie stafylokoků byly úspěšně zničeny plísní s názvem *Penicillium chrysogenum*, čímž byly prokázány antibakteriální vlastnosti produktů plísně.

Později dostala tato skupina přírodních látek název antibiotika, z řeckých slov *anti* (proti) a *bios* (život). Antibiotika mohou mít na bakterie dva různé účinky: bakteriostatický (bakterie se dále nerozmnožují, popř. bývají narušeny jejich další funkce) nebo bakteriocidní (hubí bakterie, např. narušením syntézy buněčné stěny). Následující rok publikoval Fleming svůj objev v časopise *British Journal of Experimental Pathology*. Jeho článek nebyl po zveřejnění plně

doceněný, ale v následujícím desetiletí získal pozoruhodný ohlas a stal se základním kamenem pro rozvoj moderní antibiotické terapie.

CESTA K PACIENTŮM

Filtrát z plísněného výtažku získal název penicilin a následovalo další zkoumání jeho vlastností. Flemingův kolega ho dokonce pokusně vypil a nic se mu nestalo. Bohužel se filtrát v důsledku přítomnosti různých nečistot rychle kazil, a další výzvou proto bylo nalezení postupu k jeho důkladnému vyčištění. Devět let od objevu přichází na scénu chemik Ernst Boris Chain a patolog Howard Waltr Florey, aby daný problém vyřešili. To se jim skutečně podařilo a koncentrovaný a čistý penicilin je v roce 1941 připraven.

◀ **Laureáti Nobelovy ceny v kategorii fyziologie a lékařství: zleva A. Fleming, E. B. Chain a H. W. Florey.** *Zdroj Wikimedia Commons (Chain a Florey) a Flickr.com (Fleming, Sandy Stevenson, CC BY-NC-ND 2.0)*

Jeho hlavní použití bylo tehdy při otravách krve (bakteriální sepse) nebo při pohlavních nemocech. V té době již ale penicilinu začala konkurovat cíleně syntetizovaná chemoterapeutika (syntetická antibiotika) – sulfonamidy –, což zpomalilo cestu penicilinu k pacientům. Ve struktuře sulfonamidů nalezneme funkční skupiny se sírou a dusíkem – odtud jejich název. Mezi první komerční chemoterapeutika patřil prontosil.

Anabáze, která začala pouhou náhodou, skončila o sedmáct let později Nobelovou cenou v kategorii fyziologie a lékařství. V roce 1945 ji obdrželi všichni tři zmínění vědci: A. Fleming, E. B. Chain a H. W. Florey. Fleming za objev penicilinu a jeho účinku při léčbě infekčních onemocnění, Chain a Florey za jeho vývoj a aplikaci – spolu s dalšími vědci pracovali na izolaci a purifikaci penicilinu, ale také na jeho testování na lidech. Tím umožnili jeho masovou produkci a využití v léčbě infekcí, což mělo obrovský vliv na medicínu a záchranu lidských životů. Objevem a následným vývojem byl položen základ moderní antibiotické léčby, která se stala jedním z klíčových prvků léčby infekčních onemocnění a revolučním pokrokem v oblasti lékařství.

VÝROBA VE VELKÉM

Masová produkce by pravděpodobně byla rychlejší, kdyby neexistovala již zmíněná alternativa – syntetická antibiotika. Výroba penicilinu nebyla v Evropě v počátku shledána perspektivní, a proto místo toho začala ve Spojených státech amerických. Penicilin sehrál důležitou roli během druhé světové války. Masová produkce v USA umožnila

léčit infekce u vojáků a zachraňovat životy, což mělo pozitivní vliv i na výsledek války.

Čeští pacienti se s penicilinem mohli poprvé setkat v roce 1945, kdy ho přivezli vojenští lékaři během osvobození našeho okupovaného území. O čtyři roky později se pak začal vyrábět i u nás. Penicilin měl zásadní vliv na zlepšení zdraví a délku dožití. V průběhu posledních desítek let byla antibiotika, včetně penicilinu, široce používána k léčbě různých bakteriálních infekcí. Miliony lidí byly díky nim schopny zotavit se z infekcí, které by mohly být bez antibiotické léčby smrtelné.

DOBÍRÁTE ANTIBIOTIKA?

Představte si, že jste nemocní a dostanete jako léčbu antibiotika. Je velmi důležité brát je tak, jak vám je pře-

psal lékař, a to vždy až do konce, i když se už cítíte lépe. Když léčbu přeručíte předčasně, některé bakterie mohou přežít a stát se díky tomu rezistentnějšími. To znamená, že příště by antibiotika na tyto bakterie nemusela účinkovat. V poslední době ale vědci poukazují na fakt, že u některých infekcí jsou účinky antibiotik podobné i při kratší době užívání. Kratší léčba antibiotiky má několik pozitivních efektů: snížení rizika, že bakterie získají odolnost, a menší množství nežádoucích efektů, jako jsou problémy se zažíváním nebo vyrážky. Závěrem pamatujme, že bychom nikdy neměli přestat brát antibiotika jen na základě svého rozhodnutí – je důležité se poradit s lékařem, než se rozhodneme, co dál. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE UČITELSTVÍ
A DIDAKTIKY CHEMIE



Starý vzorek penicilinu v muzeu Nobelovy ceny ve Stockholmu. *Zdroj Shutterstock.com*



Kudy tečou, tudy léčí?

Syntetické chemické látky narušují ekosystémy a platí to i o antibiotikách JAROSLAV SEMERÁD, TOMÁŠ CAJTHAML

S celosvětovým růstem lidské populace a ekonomickým rozvojem jednotlivých států roste i celková produkce a spotřeba chemických sloučenin včetně léčiv. Právě léčivům a produktům osobní péče se v posledních letech dostává čím dál větší pozornosti, a to z důvodu jejich přítomnosti v povrchových vodách v nezanedbatelných koncentracích. Výše zmíněná skupina látek zahrnuje celou řadu antropogenních látek různých chemických struktur, od notoricky známých léčiv se specifickým účinkem,

jako jsou antibiotika, protizánětlivé léky, β -blokátory, regulátory lipidů a antiepileptika, až po další běžně používané látky obsažené v běžných produktech osobní péče, jako jsou například UV filtry a konzervační a antimikrobiální látky.

Přestože zmíněné látky přináší mnoho pozitivních aspektů a pomáhají rozvoji civilizace, jejich narůstající přítomnost v životním prostředí je možnou hrozbou pro vodní ekosystémy

a zpětně i pro lidskou populaci. Jednou z nejrozšířenějších kategorií léčiv jsou právě antibiotika, látky s antimikrobiálními nebo antibakteriálními účinky. V současnosti existuje více než 250 různých registrovaných antibiotik (např. β -laktamy, chinolony, tetracykliny, makrolidy, sulfonamidy) s celou řadou humánních i veterinárních aplikací, kdy tyto látky léčí bakteriální infekce u lidí i zvířat či se přidávají do krmiv z důvodu prevence nemocí v zemědělských chovech.

◀ **Jedním z hlavních zdrojů antibiotik v životním prostředí je současné zemědělství, v němž se tato léčiva používají nejen při akutním onemocnění, ale rovněž jako prevence.** *Zdroj Shutterstock.com*

CESTA DO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Celosvětová rostoucí spotřeba antibiotik je způsobena nárůstem lidské populace a zvyšující se prosperitou, tedy přímou spotřebou. Nepřímé navýšení spotřeby antibiotik souvisí se zvýšenou poptávkou po živočišných bílkovinách, při jejichž produkci se tyto látky hojně používají. Globální spotřeba antibiotik při chovu hospodářských zvířat je pravděpodobně výrazně větší než veškerá lidská spotřeba. Například v Číně se ročně spotřebuje více než 150 000 tun antibiotik a celých 97 000 tun se používá pro veterinární léčbu a podporu růstu.

Humánní léčiva se dostávají do životního prostředí převážně odpadními vodami z domácností (cca 75 %), nemocničními odpadními vodami (cca 20 %), průmyslovými odpadními vodami a v menší míře emisemi z výrobních závodů či nesprávnou likvidací léků. Po použití humánních antibiotik dochází k jejich metabolizaci, která v závislosti na chemické struktuře dané látky dosahuje od 10 % do více než 90 %. Obecně lze odhadovat, že přibližně 70–80 % antibiotik vstupuje do kanalizačních systémů v nezměněné formě. Nárůst spotřeby ve spojení s nedostatečnou účinností odstraňování antibiotik současnou technologií v čistírnách odpadních vod způsobuje jejich rostoucí koncentrace na odtoku, respektive v povrchových vodách.

▶ **Z těl zvířat se značná část nemetabolizovaných antibiotik dostává do prostředí, a to například skrze kontaminovaný hnůj. Pomáhá tomu i fakt, že hnojíme nejen pole, ale třeba také rybníky.** *Foto Ondřej Sedláček*

Situace je ale násobně horší v rozvojových zemích a oblastech se základní technologií pro čištění odpadních vod či s její úplnou absencí. Přestože odpadní voda (i přečištěná) je považována za jeden z hlavních zdrojů antibiotik v povrchové vodě, v EU ani v USA doposud nejsou stanovené emisní limity pro tyto látky. U hospodářských zvířat, kde jsou antibiotika používána nejenom k léčbě nemocí, ale také k předcházení vzniku onemocnění (profylaxi), bylo zjištěno, že do životního prostředí odchází v nemetabolizované formě asi 95 % látek! Například kontaminovaný hnůj může být jako hnojivo následně aplikován na zemědělská pole, odkud se antibiotika dále šíří do povrchových a podzemních vod.

NARUŠENÉ PROSTŘEDÍ A REZISTENCE

Mnoho zástupců antibiotik bylo detekováno v povrchových vodách v řádech ng/l až µg/l, což jsou koncentrace o mnoho nižší než terapeutické a je nepravděpodobné, že by tyto látky způsobovaly vystaveným vodním organismům akutní toxicitu. Z dlouhodobého hlediska mohou však i nízké koncentrace těchto látek vyvolávat u organismů vystavených antibiotikům celý život nežádoucí chronické účinky, například změny v reprodukčním chování či růstu. Ze samé podstaty svého účinku pak mohou



negativně ovlivňovat některé mikrobiální populace, které mají zásadní roli ve fungování dotčených ekosystémů. Mikrobiální rozmanitost (biodiverzita) je přitom alfa a omegou udržení biologických procesů ve vodě či v půdě a nežádoucí účinky antibiotik mohou tímto způsobem narušit koloběh živin.

Kromě přítomnosti samotných antibiotik v životním prostředí je s touto skupinou látek spojený další zásadní problém, a to antibiotická rezistence – odolnost organismů vůči působení antibiotik. V současnosti se stávají rezistentní bakterie přítomné ve vodních ekosystémech významným zdravotním a environmentálním problémem, který je nutné řešit. Vypouštění antibiotik do odpadních vod a nedostatečně účinné procesy čištění odpadních vod mohou vést k selekci rezistentních bakterií a ke vzniku multirezistence u bakteriálních lidských patogenů. Několik studií ukázalo, že čistírny odpadních vod jsou inkubátory rezistentních bakterií a hotspotsy pro jejich šíření do životního prostředí.

Antibiotika se kromě toho dávkují v akvakultuře (pěstování a chov ve vodním prostředí) přímo do vody a mohou tak podporovat vznik rezistentních bakterií u chovaných ryb a také přenášet rezistenci na populace volně žijících organismů v blízkém i širším okolí. I Světová zdravotnická organizace (WHO) popisuje problematiku antibiotické rezistence jako jeden z nejvýznamnějších problémů veřejného zdraví tohoto století. Pro minimalizaci rizik spojených s přítomností reziduí antibiotik v životním prostředí je nezbytné snížit jejich nadměrné používání v medicíně i zemědělství, hledat nové látky a léčebné postupy a zlepšit kvalitu vypouštěných odpadních vod vývojem či zavedením efektivnějších technologií. ●

Antibiotika v rostlinách

Příroda kolem nás je obrovskou zásobárnou léčivých látek

VERONIKA HÝSKOVÁ

Již v dávných dobách byla řada rostlin známa pro své protizánětlivé účinky. Například dobromysl je v tomto smyslu zmiňována už proslulým Hippokratem v 5. století př. n. l. Latinský název pro řepík lékařský *Agrimonia eupatoria* L. je zase odvozen od řeckého slova *agremone*, rostliny hojící oči. Později (od 15. století) byl řepík také součástí tinktury využívané k ošetření střelných poranění na bitevních polích. K hojení ran, především v dutině ústní, a rovněž k léčbě dýchacího a zažívacího traktu se mimochodem používá dodnes. A jaká další přírodní antibiotika bychom našli v receptářích našich předků?

LÉKY I POKRMY

Na rýmu nebo kašel se tradičně ordinuje heřmáněk, echinacea, šalvěj, případně odvar z cibule s cukrem nebo medem. Při boji s bakteriemi zubního kazu a zánětem dásní přichází ke slovu výluh z řepíku nebo hřebíčku. Esenciální olej hřebíčku působí antimikrobiálně především díky obsahu fenolické látky eugenolu a isoprenoidu β-karyofylenu. Do zubních past a žvýkaček se nikoli náhodou přidává máta obsahující menthol – kromě příjemné vůně má totiž i antibakteriální vlastnosti.

Zdraví prospěšné jsou i bylinky přidávané do pokrmů. Mnohé z nich používané jako koření, jako třeba dobromysl, šalvěj, rozmarýn, anýz, skořice a další, se nejspíš staly vhodnou součástí jídelníčku právě kvůli protizánětlivému účinku. A je pravděpodobné, že třeba pálivé chilli papričky, využívané především v tropických oblastech Indonésie, Indie, Thajska apod., mohou pokrmy chránit před bakteriemi, rychle se množícími v teplém prostředí.

Staří lékaři, léčitelé a bylinkáři vycházeli pochopitelně pouze ze zkušenosti. My dnes víme, že za účinkem bylin stojí např. esenciální oleje (dobromysli, tymiánu, ale také řepíku a dalších), které jsou bohaté na thymol a karvakrol, izoprenoidní látky způsobující porušení propustnosti cytoplazmatické membrány bakterií vedoucí k jejich zneškodnění. Odkud se ale tyto a další antimikrobiální látky v rostlinách vlastně berou?

SPECIÁLNÍ METABOLITY

Rostliny získávají díky fotosyntéze velké množství energie a redukčních ekvivalentů, které jim slouží k syntéze sacharidů a dalších primárních metabolitů. Evolučním tlakem však rostliny začaly syntetizovat i látky označované jako sekundární (někdy též speciální) metabolity, které rostlině poskytují určité výhody, jako je obrana proti působení bakterií, virů, plísní a dalších patogenů, ale i lákání opylovačů nebo ochrana před UV zářením.

Často se jedná o látky, jejichž biosyntéza vychází z aminokyseliny fenylalaninu, tzv. fenylpropanoidy nebo terpenoidy. Pryskyřice kůry jehličnatých stromů je unikátní směs terpenoidních látek s antimikrobiálním účinkem chránící stromy při poranění před vstupem patogenů. Do souvislosti s dlouhověkostí stromů, z nichž některé se mohou dožít až tisíce let, je dávana především kyselina abietová (diterpen pryskyřice). Výrazné antimikrobiální vlastnosti pryskyřice byly proto ve starověkém Egyptě využívány k balzamování těl faraónů.

PROTI NEMOCI I STÁRNUTÍ

Speciálními metabolity s antibiotickými účinky mohou být také látky dalších

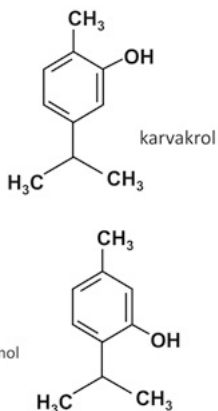
specifických struktur typu organosírných látek česneku a cibule nebo glukosinolatů brukvovitých (zelí, ředkve, lichořeřišnice, řeřichy apod.), ze kterých se účinná látka enzymově uvolňuje až při poškození. V česneku se nachází celá řada látek s baktericidními vlastnostmi, jako jsou allicin (vzniká z alliinů v momentě, kdy se enzym alliináza uvolní z vakuol při kousání nebo krájení), ajoeny a allylsulfidy, které řadíme právě mezi organosírné sloučeniny. Tyto sloučeniny tvoří disulfidové vazby se sulfhydrylovými skupinami bakteriálních enzymů, čímž narušují integritu bakteriální membrány, některé zároveň inhibují syntézu bakteriálních proteinů a DNA.

Antibakteriální látky řady rostlin působí díky fenylpropanoidní či izoprenoidní struktuře rovněž antioxidačně, což zmírňuje důsledky působení onemocnění a oxidativního stresu a oddaluje stárnutí. Současně jsou v rostlině v rámci obranných odpovědí tvořeny i další látky s antioxidačními vlastnostmi, jako je askorbát (vitamin C), vitamin D a glutathion, které mohou proti infekci s daným metabolitem také společně (synergicky) působit.

NOVÝM LÁTKÁM NA STOPĚ

Často je tedy těžké rozhodnout, která konkrétní látka za antimikrobiální účinek odpovídá. Někdy mají jedna nebo dvě látky výrazný baktericidní účinek, jako v případě hřebíčku, jindy se jedná spíše o společné působení mnoha různých struktur. Současné analytické separace umožňují identifikovat v každé léčivé rostlině stovky látek s potenciálním léčivým účinkem, celkově jich byly popsány desetitisíce. Z více než 374 000 uváděných rostlinných druhů však byla antimikrobiální aktivita popsána zatím

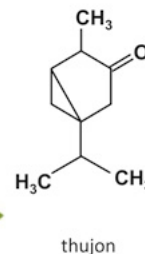
Řepík lékařský
(*Agrimonia eupatoria*)



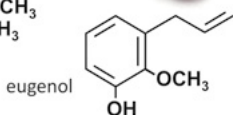
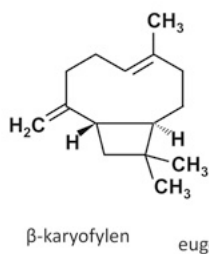
Dobromysl obecná
(*Origanum vulgare*)



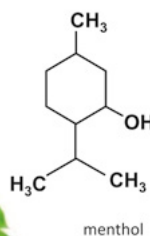
Šalvěj lékařská
(*Salvia officinalis*)



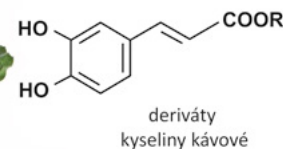
Hřebíčkovec kořený
(*Syzygium aromaticum*)



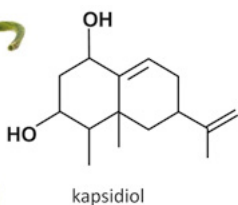
Máta peprná
(*Mentha piperita*)



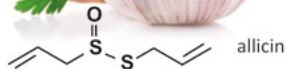
Třapatkovka nachová
(*Echinacea purpurea*)



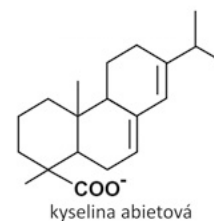
Paprika setá (chilli)
(*Capsicum annuum*)



Cibule kuchyňská
(*Allium cepa*)



Česnek kuchyňský
(*Allium sativum*)



pouze u méně než 1 procenta, přičemž se jedná především o léčivé byliny tradičně využívané generacemi před námi.

Aby bylo možné léčit rezistentní kmeny bakterií typu *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus* apod., dostávají

se do popředí zájmu i rostliny dosud opomíjené, s neznámou historií. Vždy je však třeba se ujistit, zda rostlina současně netvoří i výrazně toxickou látku, což by mělo fatální důsledky, jak už se i v minulosti stalo. Stejně tak se může negativně projevit extrémní

nadužívání „běžných bylin“. Stále ještě zůstává mnoho neprobádaných rostlin představujících prostor pro hledání nových účinných látek a jejich biotechnologické využití. ●

AUTORKA PŮSOBÍ NA KATEDŘE BIOCHEMIE

Záludná „anti“-antibiotika

Proč při nemoci raději léky nezapíjet ovocným džusem

MIROSLAV ŠULC



▲ Ačkoliv je grep zdrojem řady tělu prospěšných látek, v nemoci raději konzumujte jiné ovoce. A pozorně čtěte příbalové letáky. I další ovocné druhy totiž mohou obsahovat látky narušující účinek léčiv. *Zdroj Shutterstock.com*

Ovocné džusy jsou častým a oblíbeným zdrojem tekutin a v případě respirační nemoci vhodným doplňkem stravy, který pomůže doplnit chybějící vitaminy, především vitamin C. V některých rodinách či kulturách jsou dokonce běžnou součástí snídaň po celý rok a tento zvyk má pravděpodobně významný vliv na snížení výskytu řady nemocí. Nicméně zvláště některé džusy z citrusových plodů obsahují látky v takových množstvích, že jsou schopny ovlivnit interakci řady léků v těle a jejich farmakologický účinek,

a to i zástupců antibiotik používaných pro léčbu respiračních chorob, a tím i jejich farmakologický účinek.

INHIBITORY Z GREPU

Do všeobecného povědomí se z tohoto pohledu dostal především grapefruitový džus. Jeho účinek byl v publikaci z roku 1991 poprvé popsán díky náhodě, kdy byl v klinické studii testován efekt alkoholu na účinek léčiva felodipinu – pro masové podávání podávané dávky alkoholu byl totiž testovaným osobám podáván ve směsi

s grepovým džusem. Ten obsahuje značné množství látek (různé formy polyfenolů jako naringin a furanokumariny, mezi které patří bergamotin, jeho 6',7'-dihydrovarianta, či bergapten), které jsou schopné ovlivňovat aktivitu cytochromu P-450 CYP3A4 a P-glykoproteinové transportní pumpy (oba se vyskytují v epitelových buňkách tenkého střeva).

První z jmenovaných patří do skupiny enzymů oxidoreduktáz, které jsou schopné přeměňovat řadu endogenních, ale

i tělu cizích látek (tzv. xenobiotik, např. léčiv) a zvýšením polaritu hydroxylačných reakcí pomoci jejich následnému vyloučení z organismu. Nicméně kromě CYP3A4, nejvíce zastoupené izoformy v lidských játrech, metabolické továrny našeho těla, ovlivňují zmíněné látky z grepu i izoformy cytochromu P-450 1A2, 2C9 a 2D6, které lépe metabolizují jiné substráty. Druhým zmíněným proteinem je membránový přenašeč ABCB1, který je schopný transportovat léčiva přes membránu řasinkové strany epitelu tenkého střeva.

ZPOMALENÉ ODBOURÁVÁNÍ

Uvedené látky z grepu mohou interferovat (rušivě působit) nejen tak, že jsou substráty daných enzymů, ale mohou rovněž modulovat, či dokonce inhibovat jejich aktivitu (zamezit jejich působení v metabolismu ostatních substrátů). Pokud dochází k inhibici aktivity CYP3A4, bude potenciálně metabolizované léčivo odbouráváno mnohem pomaleji, jeho aktivní koncentrace v krevním řečišti bude vyšší, každým podáním léčiva bude docházet k jeho kumulaci a čas vyloučení léčiva bude výrazně delší a s ním i jeho nežádoucí působení v těle. Efekt na metabolismus léčiva je nejsilnější v případě současného požití grepu nebo při jeho požití do 4 hodin před podáním léčiva s možným ovlivněním metabolismu až po dobu 72 hodin!

Nicméně i zmíněná antibiotika, která jsou substrátem CYP3A4, ovlivňují metabolismus endogenních látek či dalších léčiv tím, že soutěží o aktivní centrum a metabolickou kapacitu enzymu (příkladem léčiv metabolizovaných CYP3A4 jsou acetaminofen, kodein, cyklosporin

► **Cytochrom P-450 CYP3A4 – enzym, který se významně podílí na metabolismu léčiv v našem organismu. Právě jeho aktivitu mohou ovlivňovat látky obsažené v grapefruitu.**

Zdroj Shutterstock.com

a diazepam). Dalším příkladem antibiotika, které CYP3A4 v lidském organismu ovlivňuje indukci množství syntetizovaného CYP3A4, je rifampicin, patřící do skupiny ansamycinových baktericidních látek inhibujících aktivitu RNA polymerázy a používaný například pro léčbu tuberkulózy. Současně nesmíme zapomínat, že některá léčiva jsou navržena k perorálnímu podávání v takzvané neaktivní formě a k vytvoření jejich farmakologicky aktivní účinné formy dochází až po jejich metabolismu (např. zmíněným CYP3A4 či jinou izoformou cytochromu P-450). Při současné konzumaci grepu bude vznik této aktivní formy léčiva inhibován a spolu s ním i farmakologický efekt v organismu. Problém může být tedy mnohem širší, než by se na první pohled mohlo zdát.

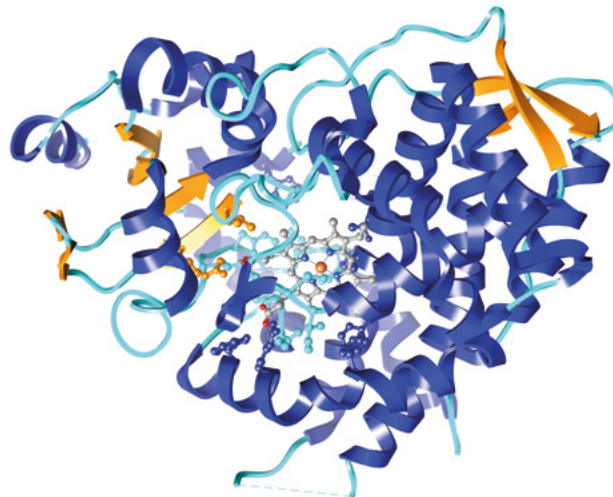
NEJEN ANTIBIOTIKA, NEJEN DŽUS

A která antibiotika mohou být grapefruitovým džusem nebo snědením grepu ovlivněna nejvíce? Jsou to především zástupci skupiny makrolidických polyketidových antibiotik, mezi které patří předepisované erytromycin, telitromycin a klaritromycin, používané pro léčbu respiračních onemocnění, jako zápalu plic, bronchitidy a zánětů vedlejších nosních dutin. Často jsou používány také při infekci středního ucha a hrtanu, pro léčbu akné, bakteriálních abscesů v zubech a infekcí dásní. Nejedná se

nicméně pouze o zástupce antibiotik, jejichž účinky v těle může grapevody ovlivňovat. Mohou to být i léčiva snižující cholesterol či vysoký krevní tlak, léčiva na srdeční arytmiie, imunosupresiva, léky proti úzkosti, některé kortikosteroidy a antihistaminika. Proto je vždy namístě číst příbalové informace k léčivu či konzultovat vliv interakcí látek z grapevody džusu s léčivem se svým ošetřujícím lékařem či farmaceutem v lékárně, a tím se vyvarovat potenciálních komplikací.

Pokud k interakci dochází, je namístě nahradit grepy ve stravě během užívání medikace jiným zdrojem vitamínu C. Současně je třeba číst pečlivě složení jednotlivých ovocných šťáv, protože i když v názvu neobsahují přímo slovo grep, mohou obsahovat částečný podíl grapevody džusu. Navíc jsou publikovány i jiné zdroje látek stejných či s podobným efektem těm v grepu, které v těle mohou s účinky léčiva obdobně interagovat, jako třeba látky z plodů pomerančovníku hořkého (používaných pro výrobu marmelád), pomela a různých hybridů mandarinky a grepu, černé moruše, hroznového vína, granátového jablka, černé maliny. A bez rizika není ani ochucený černý čaj „Earl Grey“ obsahující zmiňovaný bergamot. ●

AUTOR PŮSOBÍ NA KATEDŘE BIOCHEMIE





Vědeckým pracovníkem na zkoušku

Studentské stáže otevírají dveře do světa vědy

VERONIKA RUDOLFOVÁ

V rámci projektu *Začni (si) s Přírodovědou*, který organizuje Přírodovědecká fakulta UK, si mohou středoškolští studenti vyzkoušet opravdovou vědeckou práci. V loňském akademickém roce se stáže účastnila i Karolína Faitová, studentka Gymnázia Na Vítězném pláni, která se zabývala analýzou ledovcové vody z Islandu. Mentorem její stáže byl Jakub Trubač z Ústavu geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů Přírodovědecké fakulty UK. Jak může taková stáž vypadat? A jaká je vlastně spolupráce se středoškoláky?

Na stáži v rámci projektu *Začni (si) s Přírodovědou* se věnujete islandské ledovcové vodě a jejímu původu. Mohla bys nám přiblížit, co si pod tím mám představit?

KF: Od firmy Aqua Angels, která jímá vodu z ledovce na Islandu, jsme dostali barel ledovcové vody. Parametry vody mají zjištěné jen z běžné geochemické analýzy, takže naším úkolem je udělat detailnější rozbor se všemi parametry – pH, vodivostí, analýzou kationtů a aniontů a hlavně izotopickou analýzou izotopů vodíku a kyslíku. Právě tyto izotopy dokážou ověřit původ vody a zjistit, jestli

má opravdu parametry odpovídající zeměpisné délce a šířce Islandu.

Jak tato stáž reálně probíhá? Podílíš se na laboratorních analýzách?

KF: Pracujeme v různých laboratořích na Přírodovědecké fakultě a mnoho měření si zkouším úplně sama. Začali jsme jednoduššími analýzami, to znamená měřením pH a konduktivity.

JT: Začali jsme jednoduššími analýzami ledovcové vody a postupně jsme nabalovali i složitější chemické rozborů. Chtěl jsem, aby se Kája podívala do více

laboratoří a sama si vyzkoušela různé metody. Analýzy v rámci stáže už jsme v podstatě dokončili, ale v laboratořích geologických ústavů si Káju velmi oblíbili, a tak tam nejspíš bude pokračovat s další prací. Sama udělala všechny analýzy ještě jednou načisto a teď už by se dalo říct, že dokáže rutinně dělat geochemické analýzy vody. Kája je opravdu velmi šikovná a má zájem i nadále s námi spolupracovat a chodit do laboratoře. Dohodli jsme se tedy, že bych oprášíl jeden starší projekt, který mi leží v šuplíku, a začali bychom spolu pracovat i na geochemické analýze strusek.

Jak bude vypadat výstup stáže? Bude mít formu nějaké závěrečné zprávy, seminární práce či středoškolské odborné činnosti?

KF: Výsledky jednotlivých analýz teď sepisují do závěrečné zprávy pro firmu Aqua Angels, která bude zároveň sloužit jako výstup z celé stáže. Ve zprávě shrneme naměřené parametry do tabulek a jednotlivé výstupy doplníme průvodním textem. Následně bych chtěla svou stáž zpracovat buď do studentské práce, nebo do středoškolské odborné činnosti.

V čem vám přijde spolupráce se středoškoly nejvýhodnější?

JT: Asi hlavní pozitivum u podobných projektů a stáží spatřuji v tom, že středoškolští studenti mají ohromný zájem o dané téma a hlad po poznání. Všichni středoškoláci, které jsem vedl, byli extrémně nadšení do práce v laboratoři a nikdy u nich nebyl problém s motivovaností. To je základ úspěchu, protože ve chvíli, kdy to studenty baví, jsou jako houby – nasávají znalosti a vědomosti. Práce s nimi je pak mnohem jednodušší a člověk sám coby pedagog může mít radost ze své práce.

Vysokoškolští studenti už nejsou tolik nadšení a motivovaní?

JT: Nerad bych všechny házel do jednoho pytle, ale oproti středoškolákům je tu poměrně velký rozdíl. Problém je nejspíš v tom, že motivace jít na vysokou školu je u každého studenta jiná a spektrum lidí, kteří se tu nakonec sejdou, je opravdu široké. Někdo chce být jenom studentem na vysoké škole a studovaný obor ho ani nezajímá, někdo je naopak nadšený podobně jako středoškolští studenti. Člověk ale musí zvládnout

pracovat s celým tímto spektrem, což je rozhodně složitější. Navíc systém vysoké školy je jiný, studenti se v něm musí sami zorientovat, do toho se od nich najednou vyžaduje velké množství informací, studium je i časově náročnější, zvláště pokud jsou součástí terénní exkurze nebo laboratorní praktika. Lékdo během prvního ročníku trochu ztratí iluze a mnozí studium nedokončí. Ale když jim motivace vydrží, tak můžete mít nadšeného vysokoškolského studenta, se kterým je práce skoro stejně snadná jako s motivovaným středoškolským studentem.

Kolik takových stáží jste vedl? Pokračují absolventi stáží na Přírodovědeckou fakultu?

JT: Úplně přesně to z hlavy nevím, ale řekl bych, že okolo deseti. Část studentů si mě vyhledala sama přes středoškolskou odbornou činnost. Teď se počet stážístů trochu zvyšuje díky projektu *Začni (si) s Přírodovědou* a několik stáží jsme měli rovněž přes náš projekt *Kamenožrout*.

Když už k nám někdo přijde na stáž, tak pak většinou na fakultě pokračuje i v dalším studiu. Ze stáží i ze středoškolské odborné činnosti k nám studenti nastupují na bakalářské obory velmi často. Díky tomu vlastně vidíme, že podobné projekty pro středoškoláky mají svůj význam a vynaložená energie se rozhodně vyplatí.

Jak lze sladit středoškolský rozvrh s prací v laboratoři?

JT: Práce v laboratoři a pevný rozvrh středoškolských studentů se dávají dohromady poměrně těžko. Středoškolští studenti mají většinou čas až odpoledne po škole, ale to už je docela pozdě a v laboratořích už tou dobou nikdo není. Je proto poměrně složité najít nějakou skulinu, kdy a jak to skloubit. Ale když je vůle, tak je i cesta. ●

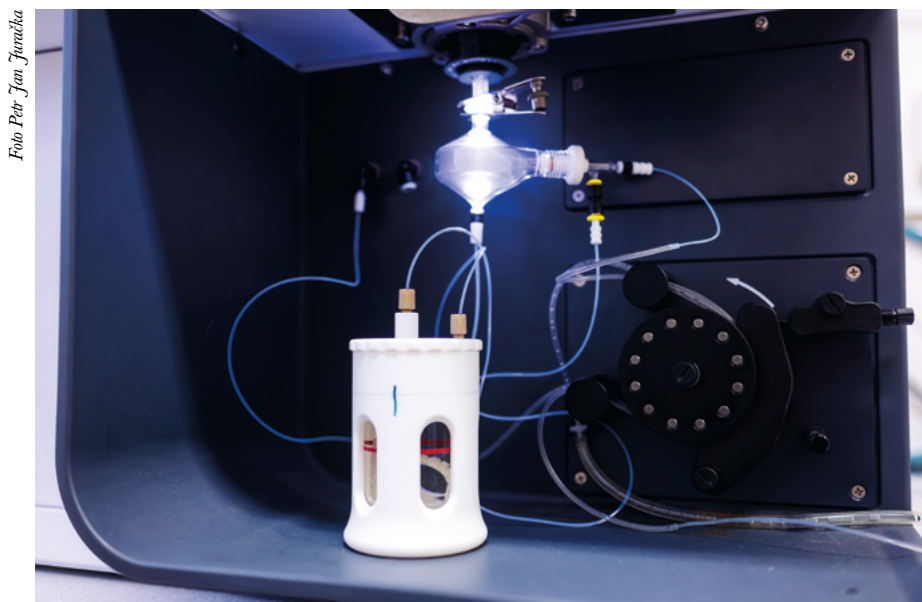


Foto Petr Jan Jiráček

JSTE UČITEL PŘÍRODNÍCH VĚD?

**CHCETE NABÍDNOUT SVÝM STUDENTŮM HLUBŠÍ
NAHLÉDNUTÍ DO TAJŮ PŘÍRODNÍCH VĚD?**

**NAVŠTÍVIT S NIMI NAŠE LABORATOŘE NEBO POZVAT
NAŠE ODBORNÍKY PŘEDNÁŠET K VÁM NA ŠKOLU?**

**STAČÍ SE JEN ZAREGISTROVAT DO NAŠEHO KATALOGU PRO
UČITELE. PAK UŽ SI JEN VYBERTE ZE ŠIROKÉ NABÍDKY AKTIVIT
TU, KTERÁ VAŠE STUDENTY OBOHATÍ.**

**JEDNA AKTIVITA JE PRO ŠKOLU NA KALENDÁŘNÍ ROK ZDARMA.
PRO FAKULTNÍ ŠKOLU PŘF UK DVĚ AKTIVITY ZDARMA.**



Katalog pro učitele

je nabídkový systém, kde si zaregistrovaný učitel může zapůjčit odborné přístroje, objednat praktická cvičení, přednášky pro studenty - a to nejen u nás na fakultě, ale i přímo na škole, kde působí.

Katalog dále obsahuje workshopy pro učitele zaměřené na badatelsky orientovanou výuku, vzdělávací přednášky pro studenty a prezentace na určité přírodovědné téma. Je možné si také objednat zaslání výukových materiálů, nebo našeho magazínu Přírodovědci.cz.

Můžete se také zúčastnit terénních exkurzí a exkurzí u nás na fakultě, a to včetně návštěv našich muzeí – Hrdličkova muzea člověka nebo Botanické zahrady Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.

**Jedna aktivita je pro školu na kalendářní rok zdarma.
Pro fakultní školu PŘF UK dvě aktivity zdarma.**

Proto neváhejte a zaregistrujte se:



Skvěle zmapovaný systém

Interdisciplinární tým Univerzity Karlovy slavil úspěch i v Oxfordu!

Projekt *Trauma a porod* v ČR, jehož spoluautorkou je i Johana Kužílková z naší fakulty, se probojoval do globálního finále prestižní soutěže *Map the System* na University of Oxford. V konkurenci 17 týmů z univerzit z celého světa získal právě interdisciplinární tým UK cenu *Excellence Award for Highly commended project*.

Celosvětové finále soutěže *Map the System* se uskutečnilo ve dnech 3. až 9. července 2023 na Univerzitě v Oxfordu. Účastníci byli vybráni z vítězů jednotlivých národních kol z více než 20 zemí. Všechny týmy přinesly do soutěže společenská nebo environmentální témata současnosti. Mezioborový tým UK složený ze zástupců Přírodovědecké a Filozofické fakulty a Fakulty zdravotnických studií slavil úspěch vysoce hodnoceným projektem *Trauma a porod* v ČR. „Porota ocenila jejich komplexní přístup k problému a fakt, že na fenomén traumatu



z porodu nahlédli z perspektiv různých aktérů a objektivně zvážili různé strukturální faktory i mentální modely,“ říká mentor týmu Radoslav Pittner. Barbora Mudrová, členka týmu, potvrzuje rozhodnutí téma i nadále rozvíjet. „Náš projekt zaměřený na porod a s ním spojené

trauma rozhodně také nezůstane jen tak ležet. Ve spolupráci s organizací Ashoka chceme dál přispívat k debatě o českém porodnictví a ideálně i k jeho změnám.“ Více o průběhu klání na Univerzitě v Oxfordu se dočtete na www.mapthesystem.cuni.cz ●

Když doučují studenti vysokých škol

Víte, že pomoci základním a středním školám můžete i vy?



Do iniciativy *Fakulty doučují*, která se zaměřuje na doučování studentů nebo žáků základních a středních škol, se aktivně zapojuje i naše fakulta. Jak iniciativa funguje a jaký je její přínos pro

doučované i doučující, vám představí fakulní koordinátor iniciativy dr. Jakub Jelen z katedry sociální geografie a regionálního rozvoje. Stačí načíst QR kód.

Iniciativu *Fakulty doučují* zaštituje Národní pedagogický institut ČR společně s Člověkem v tísní a vysokými školami. Národní plán doučování je dlouhodobý program ministerstva školství. V jeho rámci NPI ČR nabízí pomocnou ruku všem základním a středním školám, které se do programu již zapojily nebo to zvažují.

O tom, jak se lze zapojit do programu doučování, se více dozvíte na www.zapojmevsechny.cz. ●

Dialog biologů s umělci

Výstava v galerii NOD je pozoruhodným mezioborovým počinem



Niche construction je biologický proces, při kterém organismus mění své vlastní prostředí nebo prostředí jiných druhů. Teorie NC je v současné chvíli jedním z ohnisek zájmu evoluční ekologie. Stejnomená výstava, kterou můžete zhlédnout v NOD od 25. 7. do 14. 9. 2023, se soustředí na mezioborový dialog mezi uměním a biologií a řeší fenomény, které jsou v biologii sice dobře zmapované, v umění však dosud často nepovšimnuté. Na výstavě jsou zastoupena díla českých a zahraničních umělců, jejich kurátory jsou umělec Adam Vačkář a biolog Jindřich Brejcha z naší fakulty. ●

Polární objevy s českou stopou

Víte, že existují ostrovy Brožův, Stoličkův či Šanov, Teplická zátoka nebo Brněnský mys?

Před 150 lety se díky rakousko-uherské polární expedici Carla Weyprechta dostalo na mapu světa souostroví Země Františka Josefa. Výročí tohoto objevu je věnována nová výstava v předšálí Mapové sbírky PŘF UK.

Severní polární území se těšilo v 19. století velkému zájmu badatelů. Stále zůstával otevřený problém trasy Severozápadního a Severovýchodního průjezdu, dále poloha ostrovních arktických skupin, otázka existence pevniny či moře v oblasti severního geografického pólu. K tomu se přidal mezinárodní závod o fyzické dosažení severního pólu.

Druhá rakousko-uherská polární výprava (1872–1874), financovaná zejména hrabětem Janem Nepomukem Wilczekem, byla vedena německým polárním badatelem Karlem Weyprechtem a rakouským nadporučíkem Juliem Payerem, pochá-

zejícím z Teplíc. Výprava vyplula roku 1872 na plachetním parníku Tegetthoff do oblasti severně od Nové země a jejím

cílem bylo nalézt Severovýchodní průjezd a dosáhnout severního pólu. O jejím osudu se více dozvíte na výstavě. ●

Země Františka Josefa: 150 let od objevení

14. 6. 2023 – 31. 1. 2024
2. patro, Albertov 6, Praha 2, předšálí Mapové sbírky
Otevírací doba: po–pá 9.00–17.00 hod., vstup volný

The complex block features a central illustration of a three-masted sailing ship, likely the Tegetthoff, on a snowy, icy landscape. A dog is visible in the foreground on the left. To the right of the ship is a circular map of the Arctic region, showing various islands and geographical features. The text above the illustration reads 'Země Františka Josefa: 150 let od objevení'. Below the illustration, the exhibition dates '14. 6. 2023 – 31. 1. 2024' are listed, followed by the location '2. patro, Albertov 6, Praha 2, předšálí Mapové sbírky' and the opening hours 'Otevírací doba: po–pá 9.00–17.00 hod., vstup volný'.

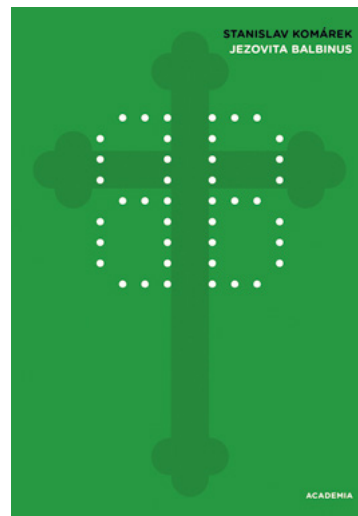
Barokní vzdělanec ve víru doby

Vydejte se po boku slavného jezuita do bouřlivého 17. století

Román o životě učence, literáta, kněze a pedagoga Bohuslava Balbína (1621–1688) propojuje realitu a fikci pokud možno tak, aby na sebe co nejtěsněji nasedaly, zároveň se snahou vylíčit dobové mravy a atmosféru tak věrně, jak jen s odstupem let lze. Sedmnácté století, dominované třicetiletou válkou, patřilo v našich zemích a přilehlé střední Evropě k nejhorším vůbec, srovnatelné snad jen s tím dvacátým. I Balbín

v dobovém bludišti prospěchu a hrůzy kličkoval, jak se dalo. Dříve, než se stal idealizovanou, leč zaprášenu vycpaninou v obrozenecké almaře zasloužilých dědků, to byl člověk z masa a krve, také nadšený lovec a rybář, první český „skautský vůdce“ i jazykový národovec. ●

Jezovita Balbinus.
Komárek Stanislav,
Academia 2023, 152 stran



Malá tajemství přírody

V e-shopu Přírodovědci si můžete zakoupit oba díly oblíbené knihy o přírodě



Co můžeš pozorovat v lese, u rybníka i v městském parku. Příroda je všude kolem nás, stačí se jen rozhlédnout. Ale co když se nechceš jen koukat a nestačí ti pouze sledovat krásné filmy o přírodě? Možná se chceš zajímavých přírodnin také dotknout, pořádně je prozkoumat. Víš, jak na to? Máš v ruce



knížku, která ti pomůže. Poradí co a jak sledovat – v lese, na louce, u vody – a upozorní tě, na co si můžeš sáhnout. Právě zde najdeš spoustu nápadů, jak se s přírodou co nejvíce seznámit. Ukáže ti také, a to je neméně důležité, jak můžeš přispět k její ochraně. Dobrý ochránce by totiž měl přírodu nejprve co nejlépe

poznat. Čím hlouběji tedy pronikneš do jejích tajů, tím více si ji zamiluješ.

Příroda doma a v blízkém okolí. Miluješ přírodu a chceš se o ní dozvědět co nejvíce? Autoři druhého dílu Malá tajemství přírody vzpomínali, co je bavilo, když byli malí. Jen přírodu pozorovali? Kdepak! Nejenže všechno chtěli vzít do ruky a pořádně prozkoumat, ale často si to chtěli vzít i s sebou domů. A tak se rozhodli, že ti ve své knížce tentokrát poradí, co všechno z přírody můžeš zkoumat přímo u sebe v pokojíčku. Už nemusíš za deštivých dnů pozorovat přírodu jen z okna, teď za tebou přijde až domů. ●

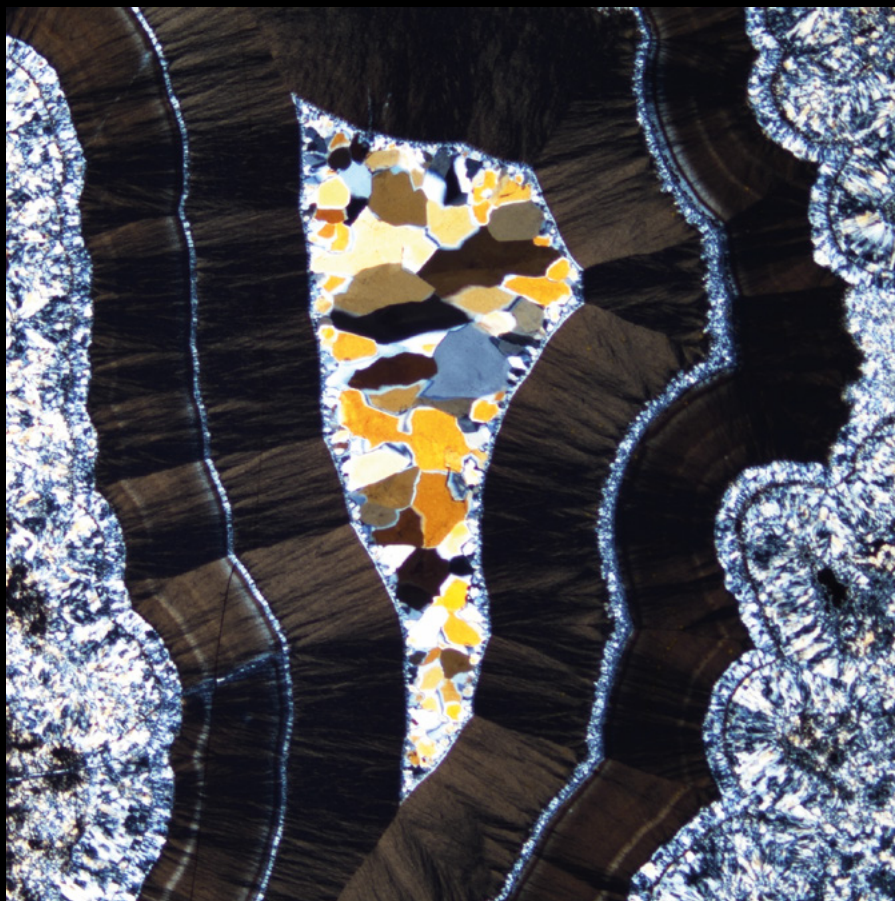
Pro návštěvu e-shopu načtete QR kód.



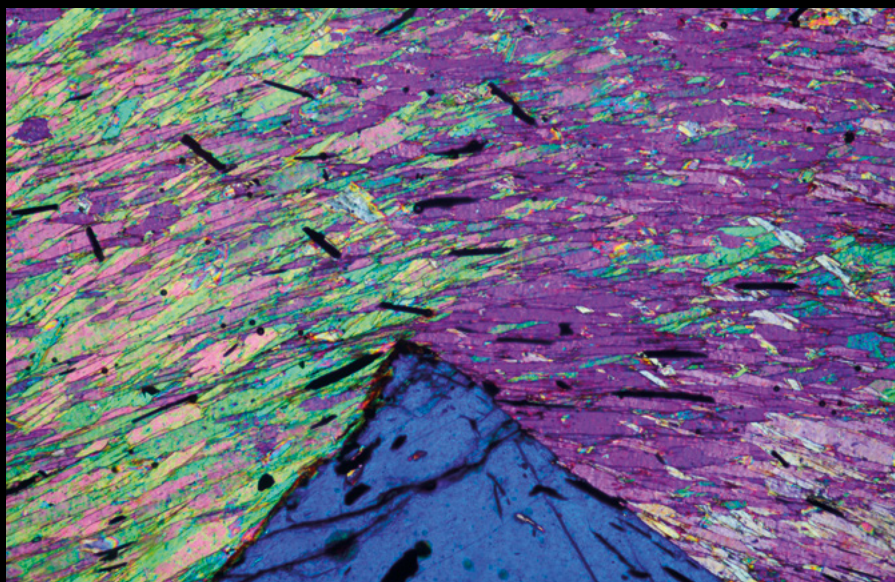
Šutroskop

Vítězné snímky nové fotografické soutěže

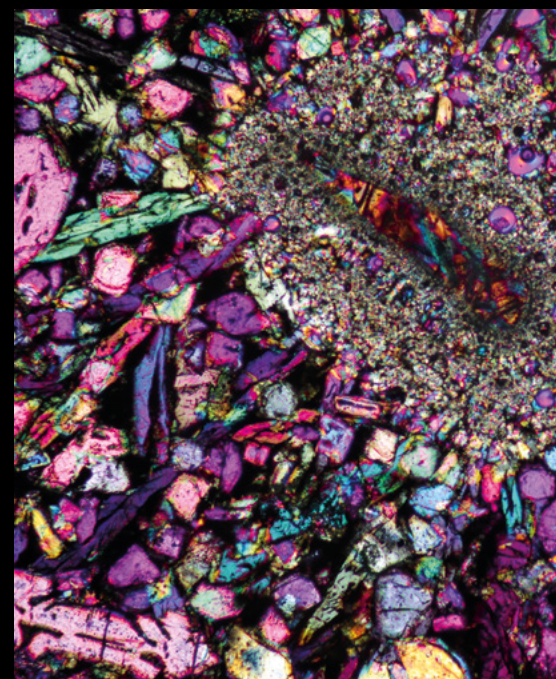
Geologický art spolek (GAS) Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy uspořádal letos na jaře 1. ročník fotografické soutěže s geovědní tematikou pro studenty všech oborů a ročníků PŘF UK. Předmětem soutěže byly fotografie libovolných geologických materiálů v mikroskopickém měřítku, tedy objektů pouhým okem vůbec či špatně rozpoznatelných. Detailní popis jednotlivých fotografií naleznete po načtení QR kódu. ●



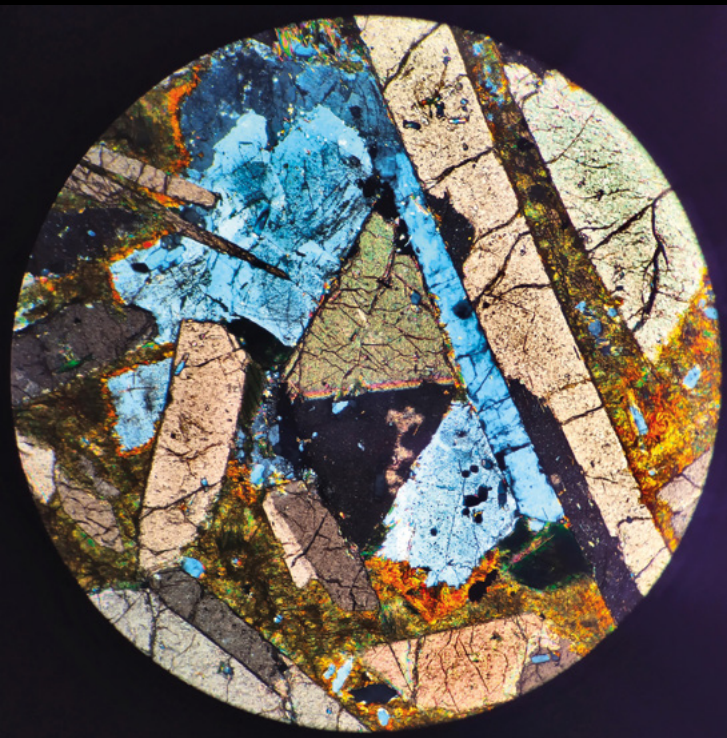
1. místo: Morová maska, *Kateřina Perthenová*



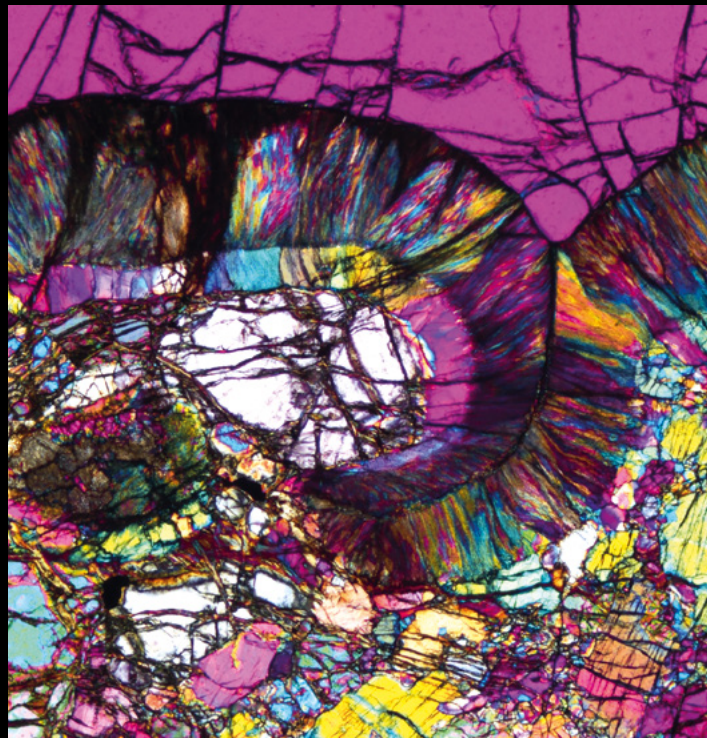
2. místo: Aurora Staurealis, *Viktória Cseryová*



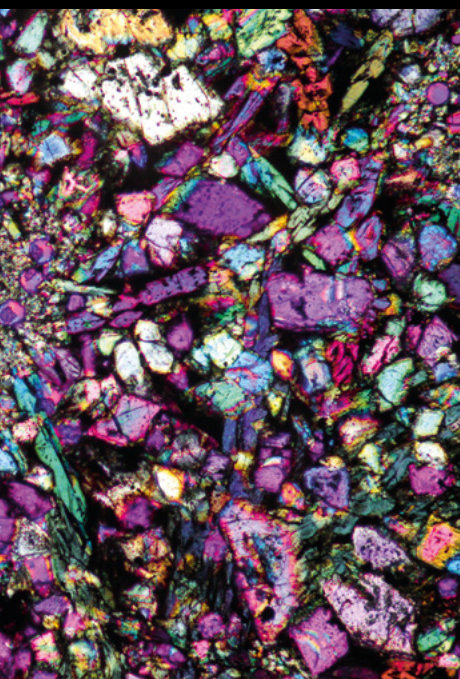
4. místo: Protolitová přišera, *Viktória Cseryová*



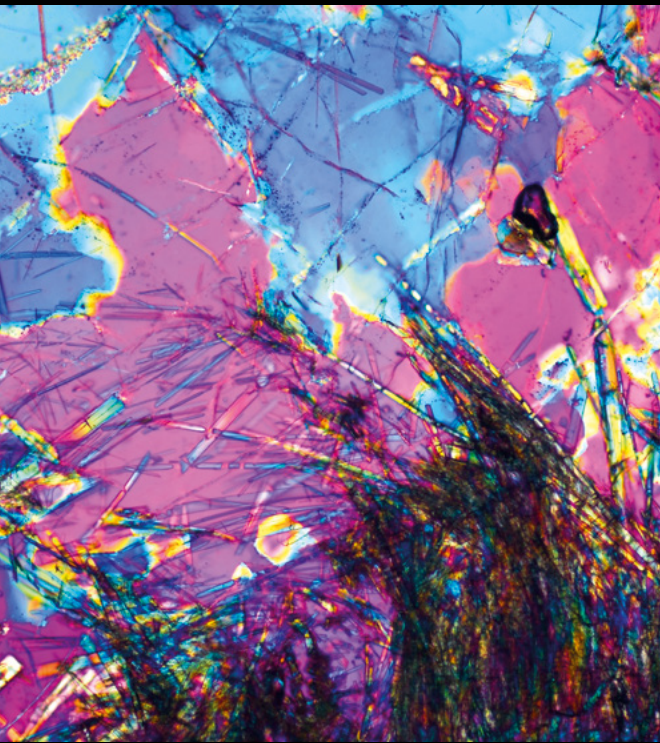
3. místo: Picasso, *Štěpán Dvořák*



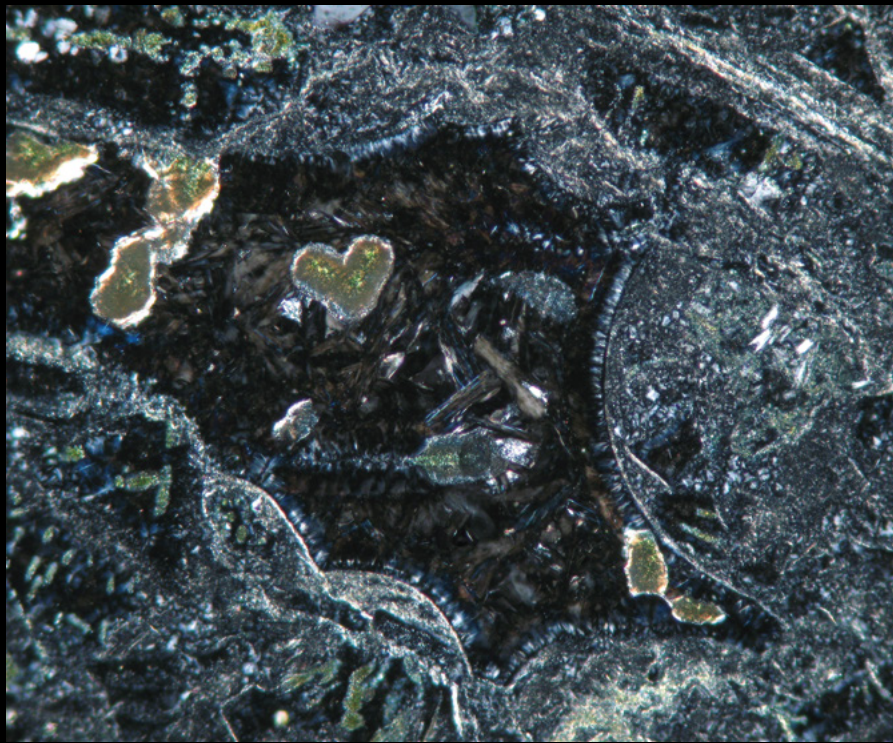
5. místo: Tancující hady, *Slávka Janková*



6. místo: U-plate, *Ondřej Cenek*



7. místo: Motýlek na stéblu sillimanitu,
Kateřina Perthenová



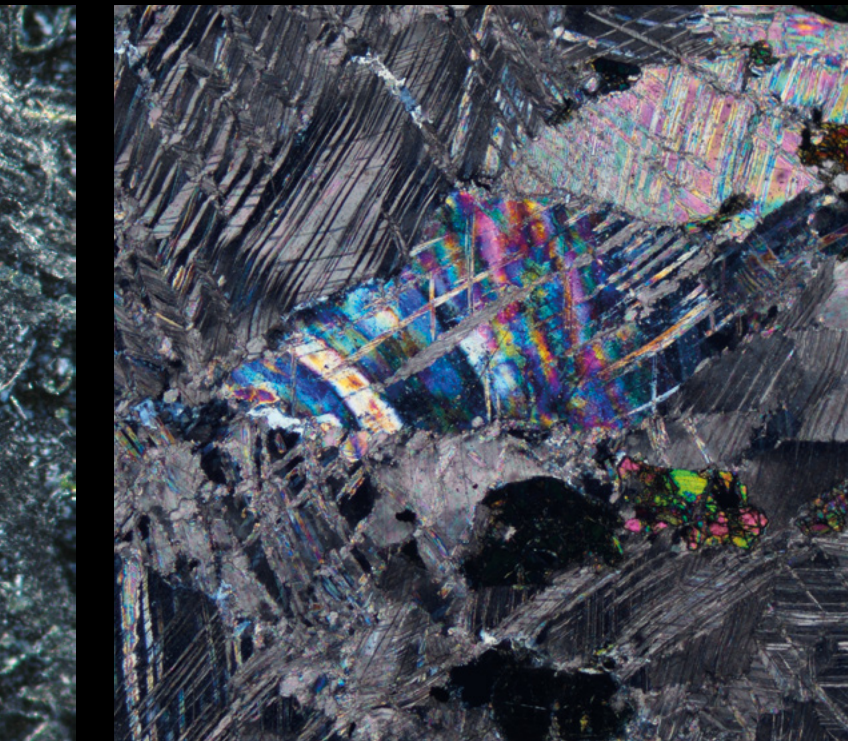
8.-13. místo: Love for microscopy, *Eleni Michailidou*



8.-13. místo: Pure-plate, *Ondřej Cenek*



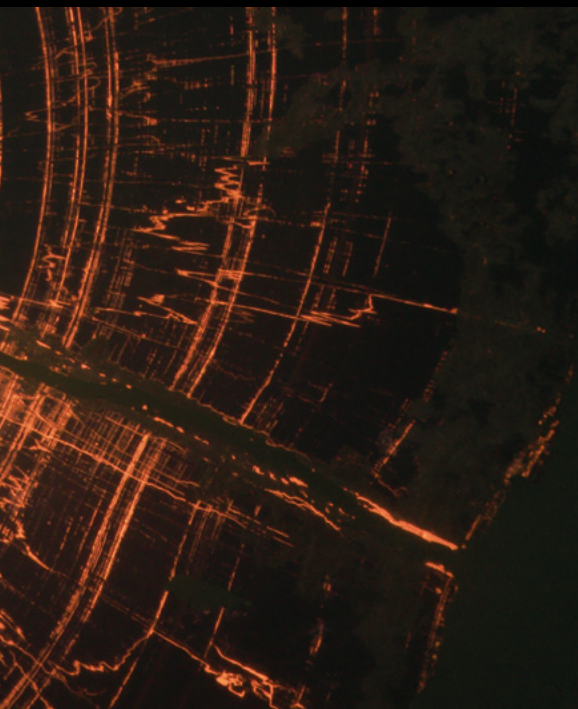
8.-13. místo: Nepoužitelná krása
katodoluminiscence, *Jan Geist*



8.-13. místo: Ledové zrcadlo, *Sandra Jáníšová*



8.-13. místo: Brucitová červí díra, *Kateřina Perthenová*



8.-13. místo: Small-cubes, *Ondřej Cenek*

Pestré pouště

Diverzita a rozšíření gekonů rodu *Hemidactylus* v Jordánsku

LUKÁŠ POLA



▲ Gekon *Hemidactylus lavadeserticus*; vlevo mláďe, vpravo dospělec. Foto Lukáš Pola

Panuje představa, že biodiverzita pouštních biotopů je v globálním měřítku zanedbatelná. V porovnání s tropickými deštnými lesy je sice rozhodně menší, ale na druhou stranu se vyznačuje nebyvalými adaptacemi na nehostinné aridní prostředí. V pouštích a polopouštích jsou oproti jiným skupinám obratlovců neobvykle hojně zastoupeni šupinatí plazi. A pokud se zaměříme konkrétně na zemi, jako je Jordánsko, zjistíme, že právě ona se s více než devadesáti druhy šupinatých plazů řadí z hlediska diverzity a endemismu šupinatých plazů mezi ty nejbohatší v západním palearktu (jedná z biogeografických oblastí světa).

Český výzkum má v Jordánsku docela hluboké kořeny: již v 90. letech minulého století zde ve spolupráci s jordánskými kolegy prováděli faunistický průzkum čeští odborníci v čele s Davidem Modrým, Petrem Nečasem a Jiřím Moravcem. V září 2019 a v říjnu 2022 se do Jordánska vypravila na terénní průzkum skupina herpetologů z katedry zoologie

Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, České zemědělské univerzity, Národního muzea v Praze a Zoologické a botanické zahrady města Plzně. Cílem bylo v první řadě navázat na tradici studia tamní herpetofauny a upevnit odborné vztahy. Málokdo ze zúčastněných tehdy tušil, že výpravy přispějí k objevu dvou do té doby nezaznamenaných druhů gekonů v zemi – *Hemidactylus granosus* a *Hemidactylus lavadeserticus*.

Prvního se podařilo najít ukrajinské studentce Ksenii Marianně Prondzynské v Akabě, městě na jihu země na pobřeží Rudého moře. Ta českým herpetologům poskytla tkáňové vzorky k analýze DNA, jež identitu těchto morfologicky konzervativních gekonů potvrdila. Nutno podotknout, že tento druh byl do té doby znám pouze z pobřeží Sinajského poloostrova a Saúdské Arábie. Výskyt druhého druhu *H. lavadeserticus* byl potvrzen na východě země v lávové poušti Harrat Ash Shaam českým týmem v říjnu 2022. Jeho výskyt v Jordánsku se předpo-

kládal již od vlastního popisu druhu ze Sýrie v roce 1997, ale nikdy se jej nepodařilo formálně doložit.

Dlouho se předpokládalo, že jediným zástupcem rodu *Hemidactylus* v zemi je druh *Hemidactylus turcicus*, jehož rozsáhlé rozšíření zasahuje až do jižní Evropy. To vyvrátil až objev druhu *Hemidactylus mindiae* v oblasti Vádí Rum v roce 2007 a posléze objev a popis druhu *Hemidactylus dawudazraqi* v západních horách a na východě země v roce 2011. Laboratorní analýzy mitochondriální DNA z odebraných tkáňových vzorků pocházející ze všech expedic nasvědčují tomu, že by se v jižním Jordánsku mohl vyskytovat ještě šestý, v zemi doposud nepopsaný druh, jenž svou přesnou taxonomickou identitu prozatím tají.

Tým s mezinárodní účastí publikoval své objevy v britském časopisu *Systematics and Biodiversity* v srpnu 2023 (<https://doi.org/10.1080/14772000.2023.2237033>). ●

Ponořte se do Džbánu

Středočeská pahorkatina spojuje kouzla přírody i historie

PETR SOUČEK

Pokud ve vás slovo „džbán“ vyvolává v prvé řadě představu džbánu piva, nebudete v tomto případě daleko od skutečnosti. Přírodní park Džbán se totiž nachází doslova uprostřed zemědělské oblasti proslulé pěstováním českého zeleného zlata – chmele. Z geomorfologického hlediska se jedná o pahorkatinu, která postupně přechází ve vrchovinu. Rozkládá se 30 km severozápadním směrem od Kladna až téměř k Žatci a jejím nejvyšším bodem je vrch Džbán (536 m n. m.). V roce 1994 zde byl na ploše 416 km² vyhlášen přírodní park, a to především kvůli bohaté diverzitě živočišných a rostlinných druhů. V případě rostlin zde nalezneme řadu endemických a kriticky ohrožených druhů, za všechny jmenujme kýchavici černou a zvonovec liliolistý. Celá oblast se výborně hodí pro jednodenní výlety, turistických cílů je zde celá řada. Bohužel je bez použití vozidla nelze navštívit v jednom dni. Výhodou ale je, že se na Džbán budete vracet.

Jedním z nejznámějších míst této oblasti je Panenský Týnec, kde se nachází nedostavěný gotický chrám mohutných rozměrů. Na místním



▲ Jedna ze čtrnácti tajemných kounovských kamenných řad. Foto Petr Souček

hřbitově můžete navštívit hrob slavného českého zahradníka, cestovatele a „lovce rostlin“ Benedikta Roezla a v nedaleké obci Klobuky je k vidění nejvyšší český menhir Kamenný pastýř o výšce takřka 3,5 metru.

O dvacet kilometrů vzdušnou čarou dál směrem na jihovýchod naleznete další významné kamenné pozůstatky prehistorické kultury, tzv. kounovské kamenné řady. Jedná se o 14 neúplných rovnoběžných řad sestavených z více než dvou tisíc neopracovaných kamenů o délce 50–350 metrů, které sloužily nejspíš jako prehistorická observatoř. Kamenné řady se nachází na stejnojmenné naučné stezce, která začíná v obci Mutějovice a prochází přes hrad Džbán, jenž stojí na místě hradiště z mladší doby bronzové. Po něm následují zmíněné kamenné

řady, dále pozůstatky dalšího hradiště Rovina a nakonec zřícenina středověkého hradu Pravda.

V přírodním parku můžete navštívit několik naučných stezek různého zaměření, kterými si lze zpestřit pěší putování. A až budete procházet místními obcemi, povšimněte si také architektury – řada domů jde zde postavena z neomítnuté opuky, jejíž těžba sahá v této oblasti hluboko do minulosti. Snadno opracovatelná opuka je jedním z prvních stavebních materiálů u nás. A jak možná víte, je typická pro nejstarší české kamenné kostely – rotundu sv. Jiří na Řípu, Levý Hradec či rotundu sv. Petra a Pavla na Budči. Opuka ze Džbánu je navíc mimořádně vhodná k sochařství. A pokud budete mít štěstí, objevíte v ní i drobné zkameněliny pocházející z křídového moře. ●



▲ Vlevo zvonovec liliolistý, vpravo kýchavice černá. Foto Shutterstock.com

Sloní zubní pasta

Z droždí si můžete upéct buchty nebo také vyrobit záplavu pěny

JAKUB REŽŇÁK

Co budete potřebovat

- 3% peroxid vodíku
- kostku pekařského droždí
- prostředek na nádobí
- lahev o objemu 500 ml
- sklenici
- odměrku
- teplou vodu

Bezpečnost práce

Produkt pokusu není určen k ochutnávání či konzumaci. Použité chemikálie jsou ovšem dostatečně bezpečné, aby nebylo nutné používat rukavice či plášť.

Postup

Do lahve nalejte 100 ml peroxidu vodíku, přidejte pár kapek prostředku na nádobí a promíchejte. Ve sklenici se 100 ml teplé vody rozmíchejte čtvrt kostky droždí. Vzniklou směs přilejte do lahve s peroxidem a pozorujte.

Pozorování

Přípravek na nádobí s peroxidem vodíku nijak nereaguje. Droždí se ve vodě nerozpouští, ale vzniká suspenze. Po přilítí suspenze droždí k peroxidu vodíku začne vznikat hustá pěna. Ve srovnání s objemem peroxidu vodíku vznikne více než 10× větší objem pěny.

CO JE PĚNA A PROČ VZNIKÁ?

Suspenze a pěna jsou druhy heterogenní směsi, tedy směsi, u které můžeme jednotlivé složky pozorovat pouhým okem. Suspenze je směs kapaliny a pevné látky v ní nerozpustné. V případě pěny se jedná o bublinky plynu rozptýlené v kapalině. Chemická reakce začíná probíhat až při smíchání peroxidu a droždí. Během ní dochází



Foto Petr Jan Juračka

k rozkladu peroxidu vodíku na vodu a kyslík, který z roztoku uniká v podobě bublinek.

Prostředek na nádobí pomáhá zachytávat vznikající kyslík v podobě pěny.

PROČ DROŽDÍ ROZKLÁDÁ PEROXID?

Droždí je živý organismus. Jedná se o mikroorganismy nazývané kvasinky. V jedné kostce droždí jsou jich desítky miliard. Za rozklad peroxidu vodíku může jeden z enzymů, který nalezneme (nejen) u kvasinek – enzym kataláza. Ten rozkládá peroxid vodíku, který v organismech vzniká působením kyslíku. Peroxid vodíku patří mezi reaktivní formy kyslíku, které mohou organismus poškozovat. Kataláza spolu s dalšími enzymy pomáhají před tímto poškozením chránit.

Stejná reakce probíhá i při dezinfikování rány peroxidem. Peroxid vyhubí mikroorganismy v ráně a nadbytek

peroxidu je rozložen lidskou katalázou. Proto při ošetření dochází k tvorbě pěny. Jedna molekula katalázy dokáže za sekundu rozložit miliony molekul peroxidu vodíku. V našem pokusu by tedy stačilo výrazně menší množství droždí, reakce by ale probíhala pomaleji.

JAK TENTO POKUS VYLEPŠIT?

Sloní zubní pastu lze provést jako výrazně efektnější pokus, při kterém pěna vznikne mnohem rychleji, ale který již není kvůli nebezpečnosti vhodný pro děti. Je potřeba použít koncentrovanější peroxid vodíku a vhodně anorganické katalyzátory, např. jodid draselný nebo oxid manganičitý (burel). Postup je stejný, jen místo suspenze droždí přidáváme roztok jodidu draselného nebo suspenzi oxidu manganičitého. Koncentrovaný peroxid vodíku by totiž kvasinky zahubil a je nebezpečný i pro lidské tělo. Při práci s ním je nezbytné mít ochranné pomůcky. ●

Kalendář Přírodovědců

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



16. ZÁŘÍ 2023 ZOOM FEST

Festival, jehož hlavním zaměřením je snaha inspirovat a hledat cesty, jak udělat drobné změny, které mohou zlepšit náš život, nabídne během několika hodin spoustu zábavy i poznání. Zaostřeno bude na osobní rozvoj, ekologii, vzdělávání a práci na sobě. Nebude chybět ani kulturní vyžití a bohatý doprovodný program, kde si každý může vybrat to své. A potkáte zde samozřejmě i Přírodovědce.cz

Čas a místo: 16. září, Riegrovy sady, Riegrovy sady 28, Praha 2



6. ŘÍJNA 2023 NOC VĚDCŮ – TAJEMSTVÍ

„Nejkrásnější, co můžeme prožívat, je tajemno. To je základní pocit, který stojí u kolébky pravého umění a vědy,“ řekl Albert Einstein, zatímco od stolu změnil svět. Zažijme tento pocit společně a nechejme vědu vyzradit její největší tajemství. Zkoumejte, objevujte a bavte se poznáváním. Na co hledáte odpověď? Osvobodte svou zvědavost a odemkněte bránu k podivuhodným tajům celého světa. Noc vědců (a samozřejmě i vědkyň) nechává zvědavé návštěvníky nakouknout pod pokličku bádání a výzkumu, a to nejen v mnoha institucích po celé České republice, ale i po celé Evropě.

Fakulty Univerzity Karlovy, včetně té Přírodovědecké, budou u toho!

Čas a místo: 6. října, Přírodovědecká fakulta UK, Albertov 6, Praha 2



13.–14. ŘÍJNA 2023 JUNIORSKÁ VĚDECKÁ KONFERENCE 2023

Baví tě poznávat, zkoumat a bádát? Tak si pojd' vyzkoušet roli vědce na Juniorskou vědeckou konferenci, kde se podělíš o své poznatky s dalšími nadšenci. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy pořádá tuto akci již po dvanácté. Chceš se jí zúčastnit? Stačí vytvořit projekt a včas se přihlásit. Třeba se právě ty staneš nejlepším mladým vědcem či vědkyň! Více informací na www.prirodovedci.cz.

Čas a místo: 13.–14. října, Přírodovědecká fakulta UK, Albertov 6, Praha 2



12. JUNIORSKÁ VĚDECKÁ KONFERENCE

13. – 14. 10. 2023 | Přírodovědecká fakulta UK



Baví tě poznávat, zkoumat a bádát?

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

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



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova



PŘÍRODOVĚDCI.CZ



Ekologická
výchova v Praze



Neuron

NADAČNÍ FOND NA PODPORU VĚDY