

JEHLA V KUPCE SENA

JAK SE HADI
ZAČALI PLAZIT

O PŮVODU MĚSÍCE

BUDOUCNOST
PENĚZ



SCIENTIFIC AMERICAN

ČESKÉ VYDÁNÍ

TOP



TECHNOLOGIÍ, KTERÉ ZMĚNÍ NÁŠ SVĚT

PLUS

ČESKÉ BUDĚJOVICE - MĚSTO VZDĚLANOSTI A VĚDY

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Biologické centrum Akademie věd ČR

WWW.SCIAM.CZ
ORIGINÁL VYCHÁZÍ OD ROKU 1845
CENA VE VOLNÉM PRODEJI 99 Kč/4,95 EUR
PŘEDPLATNÉ 77 Kč/3,82 EUR

MĚLA BY VĚDA PROMLOUVAT K VÍŘE?

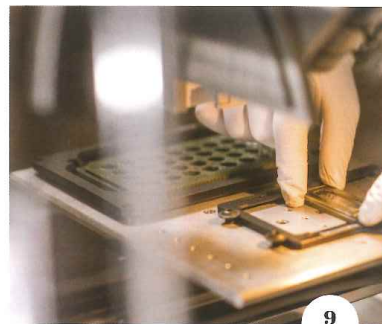


ZÁŘÍ - ŘÍJEN 2019

SCIENTIFIC AMERICAN

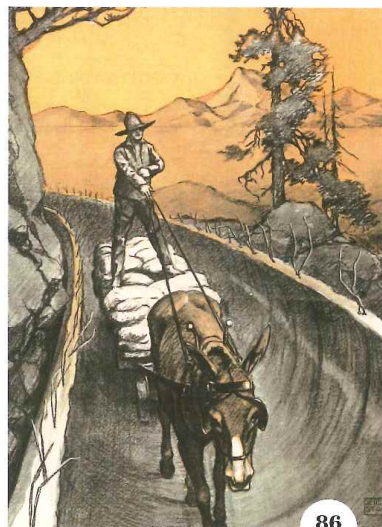
SEKCE

6 **Pokroky**
Čist hodiny těla
Molekulární mikroskop
Signál v šumu



9

86 **Psalo se před 50, 100 a 150 lety**
Neklidný měsíc
„Polymerní voda“
Muly přinášejí zboží
Hi-tech letectví
Spravedlivé jízdné
Nebe nalezeno
Bublinové počítače
Sledování obrny
Méně koňských sil
Čestný lov
Pojídači arseniku
V případě požáru



86

88 **Technika**
Moje UI
se ozve tvé UI



88

SPECIÁLNÍ SEKCE

42 **ČESKÉ BUDĚJOVICE - MĚSTO VZDĚLANOSTI A VĚDY**

České Budějovice jsou městem univerzitním. Vzájemná spolupráce a oboustranná propagace města a Jihočeské univerzity je letitá a dávno překračuje hranice jihu Čech. S Jihočeskou univerzitou sousedí rozsáhlé centrum biologického výzkumu – Biologické centrum Akademie věd AV ČR.



42



44



„Ať nám naše děti dělají radost doma i ve školách!“

Ing. Jiří Svoboda
primátor Českých Budějovic**České Budějovice v číslech**27 mateřských škol
19 základních škol
19 středních odborných škol
7 gymnázií
3 vysoké školy
5 vědeckých ústavů Biologického centra AV ČR

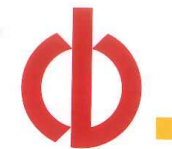
„Věřím, že v lidech je mnoho pozitivního potenciálu a je nutné správné prostředí, aby se tento potenciál rozvinul.“

Ing. Viktor Vojtko, Ph.D.
náměstek primátora pro školství a sociální věci**KONTAKTY**Magistrát města České Budějovice
odbor školství
nám. Přemysla Otakara II. 1/1
370 92 České BudějoviceMěstské informační centrum
Tel: 386 801 111
Fax: 386 801 850
E-mail: posta@c-budejovice.cz**Město vzdělanosti a vědy**

České Budějovice jsou městem univerzitním. Vzájemná spolupráce a oboustranná propagace města a Jihočeské univerzity je letitá a také dávno překračuje hranice jihu Čech. Město ctí přívlástek univerzitní, a proto hned při vjezdu vítá návštěvníky cedulka, která na tento fakt upozorňuje. Univerzita prošla během několika letů rozsáhlými změnami, vznikly nové fakulty, kterých je nyní osm a z původního menšího areálu je nyní důstojný a rozlehlý kampus, kudy denně projdou tisíce lidí, protože aktuálně tady studuje přes dvanáct tisíc studentů.

**V sepjetí s univerzitou**

Už v prvopočátcích město vždy vycházelo z univerzity vstříci. Při její rekonstrukci například přednostně nabídlo školské objekty, využití optického kabelu, změnu územního plánu pro realizaci kampusu, úpravu obecní vyhlášky. Na radnici pravidelně přicházejí nejen studenti, ale také profesori a členové akademické obce, což platí i opačně. Na akademickou půdu zase vstupují představitelé města, kteří oceňují významnou mezinárodní spolupráci po celém světě, podporu studijních a výzkumných výjezdů studentů a akademických pracovníků i mezinárodní prestiž vysoké školy. Tu dokládá aktivní výzkum badatelských týmů v rozmanitých částech světa, jako je Arktida nebo Papua Nová Guinea. Každoročně také přejí stovkám studentů GAUDEAMUS IGITUR při slavnostní imatrikulaci.

**Nadace města pomáhá studentům**

Dalším pěkným příkladem je Nadace města České Budějovice, kterou oslovují studenti středních a vysokých škol s žádostmi o stipendium. O finanční podporu mohou žádat jak studenti ze sociálně slabších rodinných poměrů, tak i nadprůměrně nadaní, kteří byli úspěšní na celostátní či mezinárodní úrovni.

V jiném kontextu se stejným jmenovatelem

je zpráva o tom, že úspory pro univerzitu přinesly loni českobudějovické teplárně nominaci na teplárenského Oscara. Moderní řešení, které snížilo tepelné ztráty v areálu Jihočeské univerzity o 78 procent, vyneslo Teplárně, kterou vlastní město České Budějovice, Křišťálový komín, udělovaný Teplárenským sdružením České republiky od roku 2002.

**V Českých Budějovicích jsou tři vysoké školy: Jihočeská univerzita, Vysoká škola evropských a regionálních studií a Vysoká škola technická a ekonomická.****Jihočeský vědeckotechnický park – na pomoc firmám**

Důležitou roli v podpoře podnikání hraje také Jihočeský vědeckotechnický park. Poskytuje zázemí firmám v podobě vybavených laboratoří, kanceláří, konferenčních prostor či technologických hal. K jeho službám patří zpracování podnikatelských plánů a studií, asistence při zpracování výzkumných a vývojových projektů či finančních plánů. Další službou je do-

tační poradenství včetně rámcových programů, asistence při zahájení spolupráce ve výzkumné či aplikační sféře. Vhodný je jak pro malé a střední inovativní firmy řešící otázku prostor pro svůj růst, tak pro absolventy univerzity, kteří mohou v prostorách parku realizovat své nápady či podnikatelské záměry a odstartovat tak kariéru v optimálních podmínkách.

**Rozsáhlé centrum biologického výzkumu**

Samostatnou a velmi významnou kapitolou je věda a výzkum. Akademie věd České republiky sousedí a Jihočeskou univerzitou. Několik ústavů – entomologický, hydrobiologický, parazitologický, molekulární biologie rostlin a půdní biologie se v roce 2005 spojilo do jednoho Biologického centra Akademie věd ČR. Budějovičtí vědci dosahují úctyhodných výsledků. Dva výrazné vědecké talenty z českobudějovického Biologického centra mají od loňského roku Prémii Otto Wichterleho. Ocenění je určeno perspektivním vědcům a vědkyním do 35 let věku, kteří dosahují špičkových výsledků ve svých oborech. Dalšího místního vědce ocenili američtí akademici. Výsledky jeho práce jsou tak výrazné, že se letos stal členem prestižní Americké mikrobiologické akademie (*American Academy of Microbiology*). Akademici mezi sebe přijímají vědce ze všech koutů světa, ale jen ty nejvýznamnější.



Moderní vzdělávání, dlouholetá tradice

Jihočeská univerzita je veřejná vysoká škola se sídlem v Českých Budějovicích, je moderní vzdělávací institucí s dlouholetou tradicí a významným centrem vědy a výzkumu na jihu Čech.

Na univerzitě studuje téměř 10 000 studentů ve více než 220 bakalářských, magisterských a doktorských oborech a programech a to na osmi fakultách – Ekonomické fakultě, Fakultě rybářství a ochrany vod, Filozofické fakultě, Pedagogické fakultě, Přírodovědecké fakultě, Teologické fakultě, Zdravotně sociální fakultě a Zemědělské fakultě. Univerzita poskytuje kvalitní vzdělávání s individuálním přístupem, široké spektrum studijních programů a oborů, otevřenou a přátelskou atmosféru, moderní univerzitní kampus, špičkové vybavení a finančně dostupné služby studentského ubytování a stravování.

JU nabízí výuku ekonomických, přírodovědných, zdravotnických, společenských i pedagogických oborů a programů, a to nejen v češtině, ale také v angličtině a dalších cizích jazycích. Pro širokou veřejnost univerzita poskytuje kurzy a programy celoživotního vzdělávání a zahraniční zájemci o studium v češtině mohou absolvovat jednoletý intenzivní kurz češtiny pro cizince pořádaný Filozofickou fakultou JU. Pro zvědavé žáky základních škol je zde také Dětská univerzita JU, jejímž cílem je představit dětem univerzitu jako inspirativní místo, které nabízí poznání a objevování světa.

NOVÝ ZPŮSOB STUDIA NA JIHOČESKÉ UNIVERZITĚ

Filozofická fakulta Jihočeské univerzity od letošního roku přichází s velkou změnou, která přináší budoucím studentům větší svobodu a možnost volby jejich zaměření. Nově totiž nabízí bakalářské programy s volnými kombinacemi. Po maturitě a při podávání přihlášky si uchazeči vybírají pouze jeden program, který chtějí studovat, a až v průběhu prvního ročníku si k němu mohou přidat druhý. Jejich volba tedy nekončí podáním přihlášky. Informace o tomto novém systému uchazeči nalezou na stránkách www.ff.jcu.cz.

V průběhu své existence se Jihočeská univerzita stala významným centrem vědy a výzkumu v jižních Čechách. Nové objekty univerzity, které jsou vybavené nejmodernějšími přístroji a laboratorní technikou, jsou zárukou špičkových výsledků. Řada oborů JU má vysoké renomé a vybraná pracoviště univerzity ji řadí mezi přední centra vědy a výzkumu. Univerzita poskytuje moderní vědecké zázemí pro špičkové odborníky a spolupracuje s Akademií věd ČR a dalšími institucemi. Může se také pochlubit významnými publikacemi v nejprestižnějších vědeckých časopisech jako je *Nature*,



„Náš svět není černobílý. I svatí občas zhrěší.“

doc. Tomáš Machula, Ph.D., Th.D.
rektor JU

Tomáš Machula působí na katedře filosofie a religionistiky Teologické fakulty JU, kde přednáší filosofickou etiku a středověkou filosofii a je samostatným vědeckým pracovníkem Filosofického ústavu AV ČR. Středem jeho zájmu je etika a filosofie člověka.



KONTAKTY

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích

Branišovská 1645/31a
370 05 České Budějovice

Telefon:
389 032 191

Fax:
387 772 033

E-mail:
info@jcu.cz

Science nebo *PNAS* a rovněž mnoha mezinárodními oceněními. V roce 2019 obdržela Jihočeská univerzita prestižní ocenění *HR Award*, které uděluje Evropská komise pouze těm výzkumným organizacím, které se cíleně snaží podporovat a vytvářet mezinárodní a transparentní pracovní prostředí. V mezinárodním žebříčku nejprestižnějších vysokých škol THE World University Rankings 2020 (THE) se Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích umístila na sdíleném 801. – 1000. místě.

S Jihočeskou univerzitou je cesta do světa otevřená, JU spolupracuje s více než 400 uni-

verzity po celém světě. Podporuje studijní a výzkumné výjezdy studentů a akademických pracovníků, poskytuje přeshraniční studijní programy a na vybraných univerzitách také nabízí možnost získat dvojitý diplom (double degree). Mezinárodní prestiž Jihočeské univerzity dokládá i aktivní výzkum badatelských týmů v rozmanitých částech světa jako je Arktida nebo Papua Nová Guinea.

Důvodem proč studovat na Jihočeské univerzitě je kvalitní vzdělání, které neznamená jen diplom, a drtivá většina absolventů univerzity bez problémů nachází uplatnění. JU nabízí i mnoho praktických výhod: moderní kam-

pus, který žije, koleje, menzu a akademickou knihovnu, a to vše pohromadě na jednom místě. Přímou v areálu univerzity se také můžete těšit na koncerty a rozmanité akce nejen pro studenty, ale i veřejnost. Studenti jsou součástí výuky i veškerého dění na univerzitě a jsou jim otevřeni nejen pracovníci studijního oddělení, ale také pedagogové. Nadstandardní zázemí doplňuje studentský klub, školka a kavárna. Univerzita podporuje vysokoškolačky také finančně. Studenti mohou získat peníze za prospěch, na ubytování nebo sociální stipendia a zázemí univerzity je vhodné i pro studenty se speciálními potřebami.

Záhada jeseteřích jiker

Miroslav Boček, Foto: Václav Pancer

Tým vědců z Fakulty rybářství a ochrany vod popsal způsob oplození u jeseteřů, který je unikátní v celé živočišné říši. Jedná se o polyspermiu, která dává vzniknout jeseteřům ze tří rodičů různých druhů jeseteřů.

Pohled mikroskopem do nitra jeseteřích jikry je pro osmatřicetiletého vědce Martina Pšeničku denní rutinou. Čas od času ale spatří něco, co ho překvapí. Jako před několika lety, kdy si se svými kolegy z Laboratoře zárodečných buněk, kde pracuje jako vedoucí, povšimli u některých jeseteřích oplozených jiker podivné anomálie. „Oplozené vajíčko, neboli zygota, se obvykle rýhuje nejprve do dvou, poté do čtyř a následně do osmi, šestnácti buněk a tak dále,“ popisuje Pšenička. „Některé buňky se ale rýhovaly odlišně do počtu tří, šesti, dvanácti buněk,“ líčí moment, kdy si podivného fenoménu všimli poprvé.

Spolu s tehdejšími japonskými kolegy, Tajū Saitem vyslovili hypotézu, že by se mohlo jednat o jev zvaný polyspermie. Hypotézu, k níž u jeseteřů před padesáti lety došli již ruští výzkumníci. Takže nic nového pod sluncem? Ne tak docela. Rusové ještě prohlásili, že tato embrya nejsou životaschopná. Vědci z Fakulty rybářství a ochrany vod potvrdili, že se opravdu jedná o polyspermiu a navíc zjistili, že embrya životaschopná jsou, a že mohou být dokonce nadějí pro kriticky ohrožené druhy jeseteřů. Článek, ve kterém fenomén polyspermie popsali a jehož autorkou je dnes již bývala doktorandka fakulty Viktorie Iegorová, pak otiskly prestižní časopisy.

Samotný proces oplození vajíčka je u chrupavčích jeseteřů odlišný od ostatních kostna-

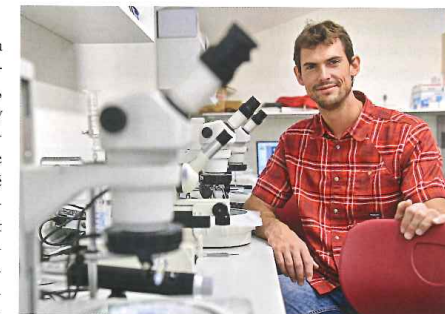
tých ryb. Otvor, kterým se do vajíčka dostává spermie, se nazývá mikropyle. Zatímco třeba taková kapří jikra má mikropyle jen jednu, jeseteřích jikr mají hned několik. „I když se ale dostane do vajíčka více spermií, většina z nich časem zanikne, degraduje, a na dalším embryonálním vývoji se podílí jen ta jedna, řekněme vítězná. V některých případech to tak ale není a na vývoji se podílí spermie dvě,“ vysvětluje Pšenička. Pokud je každá ze spermií od jiného mlíčka, neboli rybního samce, znamená to tedy, že takový jeseteř má tři odlišné rodiče – jednu matku a dva otce. A protože se jeseteři můžou mezi sebou křížit, mohou dokonce všichni tři rodiče pocházet od úplně jiného druhu jeseteře.

TISÍC EMBRYJ ZA HODINU

Asi nejzajímavějším obdobím pro pracovníky Genetického rybářského centra ve Vodňanech, kde se nacházejí fakultní chovy jeseteřů, jsou jarní měsíce. Probíhají totiž výtěry ryb. Napjatý je i Martin Pšenička, protože právě tehdy získává biologický materiál, na němž závisí významná část výzkumu v jeho laboratoři – jeseteřích jikr a mlíčí. „Po výtěru vybereme vzorek jiker, které zkoumáme nejdříve. Máme asi čtyři hodiny na to, abychom mezi nimi objevili polyspermií embrya. Pak už se vajíčka zrýhují do takového počtu buněk, že by bylo obtížné je všechny spočítat,“ upřesňuje. Jeden výzkumník zvládne za hodinu prohlédnout přibližně tisíc embryí. Z toho bývá přibližně jedno až deset procent polyspermií. Mezitím další vzorek jiker čekají podchlazené v inkubátoru, aby se zpomalil jejich vývoj a vědci mohli dál zkoumat. Nejen polyspermií, ale třeba i zárodečné buňky,

které izolují a používají k mezidruhovým transplantacím.

Získání polyspermií embryí je prvním krokem k jejich případnému využití k záchraně ohrožených druhů jeseteřů nebo alespoň uchování jejich genetických zdrojů. Embryo se dále rýhuje a vytvoří mozaiku z buněk obsahujících genetickou informaci matky i otce, ale vedle toho ještě buňky, které nesou pouze otcovské geny z druhé spermie. Tento mix buněk dá vzniknout jeseteřimu jedinci, který bude životaschopný a bude navíc zřejmě plodný. A pokud druhá spermie bude pocházet z ohroženého druhu jeseteře, pak mohou takoví jedinci v dospělosti produkovat jejich gamety, tedy jikry



a spermie. V tom tkví největší přínos polyspermie. „Jikry jeseteřů se totiž na rozdíl od spermií nedají zamrazit, jsou na to moc velké,“ objasňuje Martin Pšenička.

Bohužel jde o běh na dlouhou trať. Jeseteři totiž ve srovnání s většinou ostatních ryb polhavně dozrávají ve vysokém věku. Potrvá tedy dlouho, než polyspermií embrya dorostou v ryby, od kterých vědci získávají požadované gamety třeba i od ohrožených druhů.

Etika v technice

Tomáš Machula

Etika je disciplína o našem chování, na kolik ho hodnotíme jako dobré a zlé. Nové technologie s sebou přináší řadu pozitivních, ale i negativních důsledků, takže před nás stává požadavek nastavit je způsobem, jaký bude v souladu s našimi standardy.

Odpovědný za svou činnost není počítač či robot, ale ten, kdo ho naprogramoval. Jednou z nových technologií, které se v následujících letech pravděpodobně začnou rozšiřovat, jsou i autonomní vozidla (AV). Tato technologie na jednu stranu slibuje efektivnější dopravu, snížení emisí, zvýšení bezpečnosti atd. ovšem zároveň s sebou přináší i nejrůznější problémy. Jeden z klíčových problémů této technologie se týká i filosofie, konkrétně aplikované etiky. Použití AV totiž povede ke vzniku situací, kdy

v reálném provozu budou v závislosti na volbě/designu řídicího algoritmu AV někteří účastníci provozu zranění či usmrcení a jiní ušetřeni. Kdo bude za tato "rozhodnutí" zodpovědný? Které nastavení AV je přijatelné z morálního hlediska a které nikoli? Jak o podobných morálních problémech uvažuje veřejnost v Česku či v dalších zemích a co z toho vyplývá pro veřejnou správu a legislativu? Je velmi důležité, abychom si s předstihem dokázali odpovědět alespoň na některé otázky, které s AV klade. Nakonec totiž jako společnost budeme nejen profitovat z pozitivních důsledků, které tato technologie přinese, ale budeme se muset vyrovnat i s důsledky negativními, které je třeba pokud možno preventivně minimalizovat.

Ve spolupráci s Ústavem státu a práva AV ČR na této problematice pracuje Daniel No-



votný, Ph.D. z katedry filosofie a religionistiky Teologické fakulty JU. Ukazuje tak na to, že etika patří k silným tématům tohoto pracoviště. Nejen sama o sobě jako teoretická disciplína, ale i ve své aplikaci do oblasti sociálních vztahů (etika pro sociální práci a pro pedagogiku) nebo náboženství (teologická etika, etika v pastorační práci), a v tomto případě i do oblasti techniky.

Vzniká simulační centrum pro moderní výuku budoucích zdravotníků

Alena Binterová

Zdravotně sociální fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích otevře letos na podzim Simulační centrum pro zdravotnické obory, které umožní dokonalé propojení výuky praktických dovedností s teoretickými znalostmi. Nová přístavba budovy má dvě podlaží s moderně zařízenými místnostmi, které věrně napodobují reálné prostředí, v němž

zdravotníci pracují. Studenti se ocitnou uvnitř vozidla záchranné služby, na jednotce intenzivní péče či na porodním sále a neonatologii. Dále jsou tam dva nemocniční pokoje pro dospělé, velín, inspekční pokoj, místnost pro debriefing a další části vytvářející komplex „virtuální nemocnice“.

Prostory jsou vybaveny zdravotnickými přístroji a lůžky s high fidelity simulátory, které lze předem naprogramovat tak, aby reagovaly

jako živi lidé. Velkou předností tohoto unikátního centra je, že dokáže studenty seznámit s různými stavy pacientů včetně těch, které nejsou v nemocnicích časté. Studenti díky tomu získají cenné zkušenosti, které jim pak v realitě významně usnadní péči o pacienty a naučí je rovněž, jak s nimi správně komunikovat. „Cílem simulační výuky je pomoci seznámit se s danou situací tak, aby student měl co nejvšobornější podmínky, ať už za využití modelu, nebo herce,“ vysvětlil zástupce ředitelky Ústavu ošetřovatelství, porodní asistence a neodkladné péče ZSF JU Mgr. František Dolák, Ph.D. Akční výuka je atraktivní a působivá, mladé lidi baví a má účinnou odezvu, protože studenti poté vidí sami sebe, jak si při řešení konkrétního úkolu počínali – a zároveň se učí od svých spolužáků. Analyzují své výkony a tím si lépe uvědomí i zapamatují, co se jim povedlo a v čem chybovali.

Simulační centrum bude díky svému zaměření na nelékařské profese prvním svého druhu v České republice. Pro výuku mediců již v tuzejsku obdobná zařízení existují, avšak žádné není takto cíleně zaměřené na sestry, zdravotnické záchranáře, porodní asistentky a další zdravotníky. Navíc tato novinka poslouží i dalším studentům fakulty, například budoucím fyzioterapeutům.



Proč cibule hořkne?

Miroslav Vlasák

Cibule. Na první pohled jedna z nejobyčejnějších a nejběžnějších kuchyňských komodit. Celosvětově se jí ročně vyprodukuje množství v hodnotě téměř 25 miliard dolarů. Také vám přijde, že tahle plodina už musí být probádána skrz naskrz?

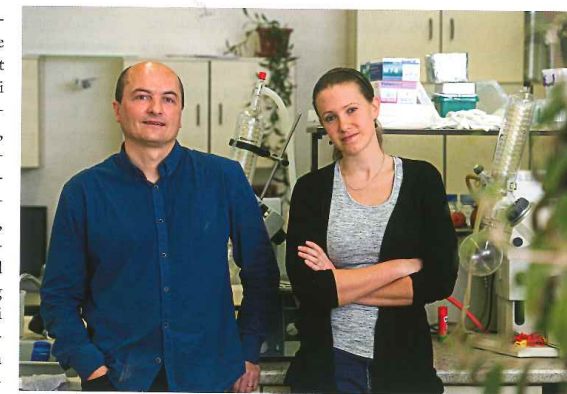
Omyl. Českým vědcům se nedávno podařilo objevit devět nových skupin sloučenin, které jsou zodpovědné za hořkou chuť některých cibulovin. Pro naše chemiky z Katedry aplikované chemie Zemědělské fakulty je to obrovský úspěch. Nejen, že tak zásadní objev nečekali,

ale i samotný nápad přišel víceméně náhodou. Ze u krájení cibule slzíte, ví každý, už jste ale někdy při vaření museli řešit zhořknutí cibule? Obvykle ji nakrájíte a hodíte do jídla. Jenže pokud to neuděláte rychle, cibule postupně získá intenzivně hořkou, prakticky nepoživatelnou chuť. Ani vedoucí laboratoře, docent Roman Kubec, se s tímhle jevem dříve neseťkal. „Upozornil mě na to před deseti lety jeden technolog z americké firmy, která cibuli zpracovává. Tehdy mě nenapadlo, že by tahle problematika ještě nebyla objasněná. Za několik let jsem na tohle téma znovu narazil a zjistil, že o něm ve vědecké literatuře není vůbec nic, s výjimkou dvou článků starých padesát let,“ líčí Roman Kubec. V kuchyni nad jednou cibulí mávnete rukou, ale pro firmy zpracovávající produkt v tunových množstvích už zhořknutí představuje vážný problém.

V PRESTÍŽNÍM VÝBĚRU

Některé látky v cibuli, třeba ty, které způsobují slzení, známe už od 60. let 20. století. Pak ale nastalo dlouhé výzkumné vakuum a teprve v posledních deseti letech se znovu daří objevovat další nové skupiny sloučenin. Jednu objevili naši vědci, druhou jejich japonská kolegyně. „Popravdě, kdybychom se do výzkumu pustili před deseti lety, taky bychom neměli šanci uspět. Umožnil to až nedávný pokrok v separačních technikách. Posunem v dostupné instrumentaci se zase začne dít něco nového,“ věří

Roman Kubec, který se na výzkumu podílel společně s doktorandkou Ivetou Štefanovou. Z původně zamýšleného rychlého bočního projektu se stalo více než dvouleté bádání. Občas vedlo do slepých uliček, ale zejména díky trpělivosti Ivety Štefanové se jej podařilo dokončit. A výsledek stojí za to. Jejich poslední publikace byla vybrána do vysoce prestižního výběru Americké chemické společnosti ACS PressPac, která každý týden zveřejňuje pět mediálně nejzajímavějších článků publikovaných ve všech jejich šedesáti vědeckých časopisech. Bezprostředně po uveřejnění vyvolal článek značný mezinárodní ohlas a byl medializován na mnoha významných internetových serverech po celém světě. Tedy, kromě těch českých, ale to už je jiná kapitola.



POJMENOVALI JE ALLITHIOLANY

Cibuli už byly věnovány desetitisíce odborných článků. Většina z nich se ale týká biologických vlastností a jsou zaměřeny spíše medicínsky. Chemické podstatě dějů se až tolik pracovišť ve světě nevěnuje. „Kromě nás jsou to kolegové v USA a několik pracovišť v Japonsku,“ přibližuje Roman Kubec jedinečnost naší laboratoře. „Látky, které jsme objevili, jsou strukturálně úplně nové, takže jsme měli čest je pojmenovat,“ doplňuje Ivetu Štefanová. A protože chemické názvy jsou často příliš komplikované, dávají jim vědci obvykle triviální názvy. Známé jsou například zwiebelany vycházející z němčiny. Češi nové sloučeniny pojmenovali allithiolany. Výraz je spojením slov *Allium*, které je botanickým názvem rodu, kam patří česnek a cibule, a thiolany, což jsou cyklické sloučeniny obsahující síru. Šešťactýřicetiletý docent Kubec se jimi dlouhodobě za-

bývá už od studií na pražské VŠCHT. Zkušenosti teď přenáší i do své laboratoře. „Zabýváme se všemi možnými aspekty sirných sloučenin, které se vyskytují v potravinách nebo léčivých rostlinách. Pro českého spotřebitele je to typicky česnek, cibule, pažitka a pórek,“ vysvětluje.

JEHLA V KUPCE SENA

A jak vlastně takový výzkum, na který vědci spotřebovali téměř dva metráky cibule, probíhá? Na jeho začátku je běžný kuchyňský odšťavňovač. Čím více totiž pleťov cibule rozmělníte, tím více se hořkost projevuje. Po deseti minutách už je šťáva téměř nepoživatelná. Je třeba ji extrahovat a získaný extrakt rozdělit na jednotlivé látky. K jejich dělení slouží kapalinou chromatografie, jejímž základem je na pohled obyčejná ocetová trubička se speciální náplní. Látky se v koloně začnou dělit a vědci jednotlivé frakce jímají. „V získaném extraktu jsou tisíce různých látek. Bylo to ono pověstné hledání jehly v kupce sena,“ popisuje Roman Kubec. Znovu a znovu bylo nutné látky separovat. Jejich strukturu pomohli díky modernímu vybavení určit i kolegové z Biologického centra AV ČR a Mikrobiologického ústavu v Krči. I tady však číhala úskalí. „Námi zkoumané sloučeniny jsou často velmi nestabilní. Než jsme je dopravili

k měření do Prahy, rozložily se.“ Nakonec se ale vše podařilo. „Zjistili jsme, že máme co do činění s látkami, které jsou strukturálně unikátní, doposud nepopsané,“ popisuje Roman Kubec. Objev teď rozsáhlé a dosud neznámé skupiny sloučenin nejenže významně rozšířil dosavadní znalosti o procesech probíhajících při kuchyňském nebo průmyslovém zpracování cibule, ale zároveň může pomoci zpracovatelům k zavedení technologických opatření vedoucích k minimalizaci či úplné eliminaci jejich tvorby. V tom je ale Roman Kubec spíše skeptický: „Jákmile dojde k zásahu do tohoto přirozeného procesu, můžeme tím snížit senzoricou i biologickou hodnotu cibule nebo bude plodina méně odolná proti škůdcům.“ Rád by se teď s kolegyňou Ivetou Štefanovou, která se mezitím na Katedře aplikované chemie stala odbornou asistentkou, pustil do objasnění biologických vlastností allithiolanů.



„Vstupujeme do nové éry biologického výzkumu.“

prof. RNDr. Libor Grubhoffer, CSoc., Hon. D.Sc., dr. h. c.
ředitel BC AV ČR, v. v. i.



Biologické centrum AV ČR, v. v. i. sdílí společný kampus s Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích.



Biologické centrum AV ČR, jak bude vypadat po plánované modernizaci

KONTAKT:
Biologické centrum
AV ČR, v. v. i.

Braňšovská 1160/31
370 05 České Budějovice

tel.: +420 387 775 111
tel.: +420 387 775 051
tel.: +420 387 775 064
e-mail: bc@bc.cas.cz

Zkoumáme všechny známé formy života

Biologické centrum AV ČR v Českých Budějovicích patří mezi největší vědecké instituce ekologicky orientovaného výzkumu v Evropě. Se svými šesti výzkumnými pracovišti a více než 750 zaměstnanci je také největší mimopražskou institucí Akademie věd České republiky. Najdete zde světově největší vědecký tým zaměřující se na výzkum klíšťat nebo tropické ekologie, kteří dvacet let provozují mezinárodně uznávanou terénní stanici v tropické zemi Papua Nová Guinea. Získané poznatky vědců Biologického centra přispívají k lepšímu pochopení biologických jevů v přírodě a mají dopad na zemědělství, lesnictví, rybníkářství, lidské zdraví, veterinární medicínu a další oblasti života.

PARAZITOLOGICKÝ ÚSTAV

Jak borelie přecházejí z klíštěte do hostitele

S novým důležitým objevem přišli mladí parazitologové, zkoumající klíšťata. Popsali způsob, jakým se borelie, což jsou bakterie způsobující lymfskou boreliózu, přenášejí z těla parazita do hostitele: ze střev přes jícen rovnou do rány, nikoli přes slinné žlázy. Svými poznatky mladí vědci nabourali dogma, které ve světové vědě panovalo více než tři desetky let. Objev pomůže vytyčit nové cíle pro vývoj



potenciálních vakcín a léčby, zabraňujících přenosu této závažné nemoci na člověka.

VÝZKUMNÁ INFRASTRUKTURA SOWA

Experimentální povodí – nový výzkumný unikát

Celosvětově unikátní výzkumnou plochu jsme otevřeli v obce Vintřínov na Sokolovsku. Toto experimentální povodí umožní podrobně sledovat, jak fungují klíčové ekosystémové procesy ve volné krajině. Jde o první takové zařízení v ČR, ve světě existují jen další dvě obdobná. Umožní podrobně určit například chemické složení srážek a co se s nimi děje v půdě, kolik jich v půdě zůstane, kolik oteče, kolik vody půda dokáže zadržet či kolik skleníkových plynů (CO₂) pohltí rostliny a půda. Protože bylo vytvořeno na území zasaženém těžbou, budou vědci schopni v přímém přenosu sledovat i změny

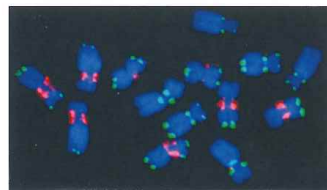


v půdě a vývoj krajiny při umělé rekultivaci i přírodním zarůstání. Nové poznatky budou zásadní například při obnově krajiny zničené těžbou, boji se suchem, ochraně před povodněmi a snižování eroze.

ÚSTAV MOLEKULÁRNÍ BIOLOGIE ROSTLIN

Pomohli jsme přečíst genom hrachu

Mezinárodní tým vědců, mezi nimiž byli i odborníci z Ústavu molekulární biologie rostlin BC AV ČR, přečetli dědičnou informaci hrachu setého – důležitého zdroje proteinů pro člověka i zvířata. Výsledky zveřejnil časopis *Nature Genetics*. Celý tým odborníků byl koordinovaný francouzským Národním ústavem pro zemědělský výzkum v Dijonu.



Akademie věd
České republiky

My jsme spojením biochemických metod a počítačových algoritmů, vyvinutých na našem pracovišti, zjistili složení genetické informace v centromerách, což jsou části chromosomů zodpovědné za správný přenos genetické informace při dělení buněk. Pomocí fluorescenčního mapování chromosomů jsme pak pomohli uspořádat již přečtené úseky chromosomů správně k sobě. Měli jsme také klíčový podíl na na-

lezení všech opakujících se částí dědičné informace hrachu. Tyto repetitivní sekvence tvoří většinu dědičné informace hrachu a svou přítomností mohou ovlivňovat funkci mnoha důležitých genů. Výsledky výzkumu ukazují, jak se hrách proměňoval v průběhu 50 milionů let svoji evoluce, a znalost jeho dědičné informace může být využita i při šlechtění nových, odolnějších a kvalitnějších odrůd hrachu.

ENTOMOLOGICKÝ ÚSTAV

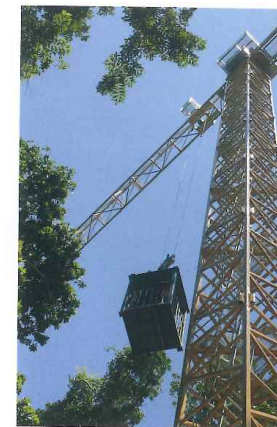
Jeřáb uprostřed tropického pralesa

Papuánské výzkumné centrum Binatang (New Guinea Binatang Research Centre), které založil a vede český ekolog Vojtěch Novotný z Biologického centra AV ČR, na konci loňského roku zprovoznilo svůj největší výzkumný nástroj – padesátimetrový jeřáb ke studiu lesní ekologie. Tento nově postavený jeřáb se stal osmým na planetě a patří mezi tři výzkumné jeřáby, které jsou umístěny v tropickém deštném lese s chráněným územím. Využívat jej budou pro své biologické a ekologické experimenty vědci z celého světa.

Jeřáb s názvem Kalim Koil Batet (KAKOBA) je 45 metrů vysoký a má padesát metrů dlouhé rameno, díky němuž se badatelé dostanou do korun stromů na rozloze téměř jednoho hektaru lesa. Je

postaven v nížinném pralesu u vesnice Baitabag v oblasti Madang v severovýchodní části ostrova Nová Guinea.

Výzkumná stanice Binatang byla založena v roce 1997 a za dobu své existence si vydobyla mezinárodní prestiž. Soustřeďuje se na poznání biodiverzity tohoto ostrova a zasloužila se mimo jiné i o zpřesnění odhadu počtu druhů hmyzu, které žijí na naší planetě. Výsledky týmu prof. Novotného přispívají k obecnému pochopení ekologických principů. Studium složitých vztahů rostlin a zvířat v tropickém lese, kde spolu na až 500 druhích dřevin může žít 10 tisíc druhů hmyzu, umožňuje lépe porozumět i našim lesům. Poznatky jsou rovněž důležité pro ochranu biologické rozmanitosti lesů.



HYDROBIOLOGICKÝ ÚSTAV

Vzácný živočich v Prášílském jezeře

Hned několik velkých překvapení přinesl mimořádný potápěčský průzkum Prášílského jezera na Šumavě. Zatímco ostatní šumavská jezera jsou spíše pustá, na dně Prášílského jezera kypí život. V hustém porostu větvených řas jsme objevili mnoho druhů čistomilných bezobratlých živočichů, např. dravých chrostíků a vodních ploštěk, a největším překvapením byl nespočet slizových kolonií

vzácného živočicha. Je to nálevník lahvenka velká, charakteristický právě tvorbou nápadných slizových koulí o průměru několika centimetrů. Ty často osidluje velké množství dalších organismů, například bakterie, sinice nebo rozzivky, a tak jsou tyto slizové útvary přirovnávány k miniaturním zoologickým zahradám. Jedná se o první zdokumentovaný nález tohoto živočicha v České republice.



ÚSTAV PŮDNÍ BIOLOGIE

Šíření bakteriální rezistence z živočišných odpadů v půdě

Rostoucí odolnost bakterií vůči antibiotikům je jedním z hlavních problémů 21. století. Jde o komplexní ekologický a evoluční problém, proto je nezbytné poznat mechanismy jejího šíření v životním prostředí. Odolné bakterie a příslušné geny se do prostředí dostanou nejčastěji z čistíren odpadních vod, kam doputují s lidskými výměšky, anebo z živočišné velkovýroby při hnojení zemědělských půd. Tým Dany Elhottové ověřoval úlohu půdních mikroorganismů při přenosu z trusu lčených dojníc do zdravé a do poškozené půdy.

Výsledky ukázaly, že trusem ovlivněná zdravá půda s nenarušeným mikrobiálním společenstvem čelila vstupu odolných bakterií lépe než půda se silně narušenou mikroflórou. Význam půdních společenstev potvrdilo i to, že pouze zdravá půda s nenarušeným mikrobiomem dokázala po aplikaci kravského trusu zvýšit obsah důležitých živin – dusíku a fosforu. Výsledky umožní předvídat a odstraňovat rizika spojená s hnojením zemědělských půd. Výsledky byly publikovány v *Scientific Reports* (Nature Publishing Group).





„K dobré komunikaci mezi vědeckou komunitou a společností je nezbytná kvalitní popularizace vědy.“

prof. Ing. Hana Šantrůčková, CSc.
děkanka PFF JU



Zahraněční výzkumy a centra

- Papua Nová Guinea
- Ornitologivě PFF v Kamerunu
- Sinice a řasy v tropech
- Výzkumy na Švalbardu
- Výzkum drobných afrických savců



KONTAKTY
Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta
Branišovská 1760
370 05 České Budějovice

Telefon:
389 032 262 (2268)

Retence vody v krajině je závislá na kvalitě půd

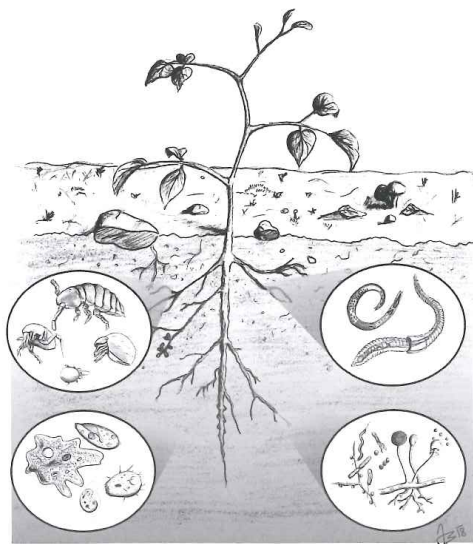
Hana Šantrůčková a Martin Hais

Jednou z velmi důležitých ekologických funkcí půdy je zadržování a akumulace vody. V kvalitních hlubokých půdách se může nakumulovat až 350 litrů vody na 1 m² (=350 mm). Není to malé číslo, uvědomíme-li si, že roční úhrn srážek v ČR se pohybuje v rozmezí 450–1700 mm. Během dlouhotrvající srážky pak jeden m² půdy zadrží až 50 litrů vody.

Schopnost půdy zadržovat vodu je určována celou řadou faktorů, z nichž snad nejdůležitějším je kvalita a množství organické hmo-

ty v půdě zvýší jen o 1 %, pak se zvýší dostupnost vody o 20 litrů na m². V důsledku intenzivního obhospodařování ale obsah organické hmoty v půdách ubývá. V ČR je v průměru o 1,5 % méně organické hmoty než v lesních půdách, které jsou typické pro naši zeměpisnou oblast.

Zmíníme ještě druhý významný faktor – půdní organismy (edafon). Půda bez živých organismů by byla jen mrtvým substrátem. Půdní organismy většinou potravně závisí na rostlinném opadu, a proto jich bývá nejvíce ve vrchních 30 cm půdy. Na 1 m² připadá téměř 0,5 kg živých organismů obrovské velikosti i druhové diverzity, od žížal přes mravence, roztoče, chvostoskoky, hlístice až po prvoky, houby, bakterie a archea. Mikroorganismy tvoří 95 % této biomasy. Důležitější než samotná biomasa je však obrovská funkční diverzita edafonu a s ní související schopnost přeměňovat široké spektrum organických látek, vytvářet stabilní organickou hmotu, zpřístupňovat živiny pro rostliny nebo fixovat vzdušný dusík. Kvalita půdy v nejširším slova smyslu, tedy její schopnost zajistit růst rostlin, zadržovat vodu a živiny, přeměňovat



ty. Obojí závisí na vstupu organické hmoty s odumřelými zbytky rostlin a kořenovými výměšky, jejich kvalitou a dále schopností půdních organismů (tzv. edafonu) tyto vstupy přetvářet ve stabilní organickou hmotu (humus). Půdní organická hmota, která je tvořena živými a mrtvými těly půdních mikroorganismů a extracelulárními metabolity, vytváří s minerálními částicemi organo-minerální komplexy a větší agregáty. Kvalita a stabilita těchto agregátů určuje, do jaké míry se půda může chovat jako mycí houba a nasávat vodu. Organická hmota zadrží 10krát více vody, než jaká je její hmotnost. Pokud se její množství

vstupující organické látky ve stabilní organickou hmotu, přímo závisí na aktivitě půdních organismů.

Význam půd pro zadržování vody v krajině je ilustrován následujícím odhadem. Údolní nádrž Orlická má vymezený retenční objem 62,1 mil. m³ vody (to je 8,7 % celkového objemu nádrže). Retenční potenciál půd v povodí nádrže je více než 2000krát větší než je retenční objem nádrže. Pokud bychom zvýšili objem organické hmoty v půdě povodí Orlicko o 1 %, pak se zvýší schopnost orné půdy v povodí Orlicko zadržet srážkovou vodu ve stejném objemu jako je retenční prostor nádrže.



Ekonomický audit fotosyntézy smrků a jejich hospodaření s vodou v ČR za posledních sto let (Stručná zpráva o chování smrku v éře klimatické změny)

Jiří Šantrůček

Slovo ekonomika máme spojené obvykle s chováním člověka. Je symbolem hospodárneho neboli efektivního zacházení se zdroji ať už přírodními nebo přetvořenými, s energií, penězi, jídlem a dalšími. Málo si ale uvědomujeme, že takový typ chování není produktem lidské společnosti ale naopak, že je vlastní přírodě a přirozenému vývoji organismů a že i my sami jsme produkty takto „uvažující“ přírody. Stručně, že získat vzácné suroviny, jako jsou pro rostliny voda, dusík, ostatní živiny nebo energie ze Slunce, a neplytvat jimi znamená přežít, rozmnožit se, předat své geny do další generace čili být evolučně úspěšný.

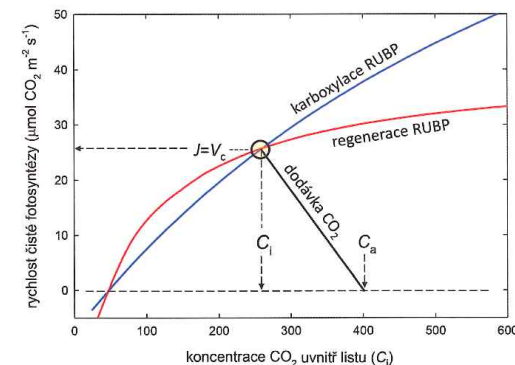


Přibližně polovina suché hmoty rostlin je tvořena uhlíkem, který zelené (fotoautotofní) suchozemské rostliny přijímají téměř výhradně z atmosféry jako oxid uhličitý v procesu fotosyntézy. Primárním cílem rostliny je přijmout CO₂ v takovém množství, které jí umožní vytvořit zásoby pro další generaci (semena, klony), případně pro vlastní přežití do následující sezóny (zásobní orgány víceletých rostlin). Předpokladem pro to je vytvoření dostatečně mohutného fotosyntetického aparátu, tj. listů s plochou dostatečnou pro zachyt světla jako zdroje energie a s anatomickou stavbou a počtem průduchů, které dovolí zásobit chloroplasty, kde se vlastní fotosyntéza odehrává, oxidem uhličitým z atmosféry. Zachyt světla a fixace CO₂ potřebují hodně proteinů bohatých na dusík. Proto je většina (více než ¾) dusíku v listu obsažena právě v chloroplastech. S vývojem listů proto musí jít ruku v ruce vývoj kořenů, které zajišťují dostatečný přísun zdrojů z půdy vody a již zmíněných živin, hlavně dusíku, který je často v přírodních ekosystémech mírného klimatického pásma pro růst limitující.

Zachytit dostatek energie (fotonů) ze slunečního záření, získat dost dusíku a neztratit mnoho vody. Jakou strategii rostliny volí, aby vše toto skloubily dohromady? Maximalizovat zisk uhlíku nebo účinnost využití zdrojů (světla, dusíku, vody)? Kam investovat uhlík a dusík? Do listů (fotosyntetického aparátu), kořenů (příjmu vody a živin) nebo do stonků (růstu za sluncem)? Mění tuto strategii současný růst atmosférické koncentrace CO₂ (C_a) a změna klimatu? Odpovědi na tyto otázky, které mohou pomoci odhadnout lépe vliv vegetace na současnou a budoucí globální toky uhlíku nebo vody na naší planetě, jsou dlouhodobě předmětem výzkumu. V současnosti se vědci kloní k tzv. koordinační teorii, která říká, že rostlina rozděluje dostupný dusík mezi fotochemické a biochemické pochody ve fotosyntéze tak, aby rychlost fixa-

ce CO₂ byla spolu-limitována oběma pochody (tj. tokem elektronů / na thylokoidních membránách hnáným absorbovaným světlem a rychlostí karboxylace pomocí enzymu Rubisco V_c) tak, aby oba byly stejně rychlé (J=FV_c), a přitom aby rostlina otevřela průduchy a upravila jejich počet tak, aby zajistila právě potřebný přísun CO₂ (Obr. 1).

Podobné otázky a motivace nás vedly k rekonstrukci chování stromů smrku v minulých sto letech, kdy, jak víme, se postupně zvyšovala atmosférická koncentrace CO₂ (stoupla asi o jednu třetinu své původní hodnoty). Zjištění koncentrace CO₂ v mezibuněčném prostoru uvnitř jehlic smrků (C_i) pomocí analýzy obsahu izotopu uhlíku ¹³C v celulóze letokruhů nám dovolilo zrekonstruovat průběhy změn C_i za uplynulých století u smrků rostoucích v různých oblastech České republiky. To spolu s předpokladem, že se smrky chovají ve shodě s koordinační teorií, umožnilo zjistit, že během minulého století stromy zvyšovaly účinnost využití dostupné vody a mírně rostla rychlost fotosyntézy (o 4 %). Zlomovým bodem ve změně strategie chování stromů byla osmdesátá léta, kdy na našem území vrcholilo atmosférické znečištění a depozice. S jejich odezníváním dochází k poklesu fotosyntetické kapacity smrků, přestala se zvyšovat účinnost využití vody a naopak se zvyšuje účinnost využití dusíku ve fotosyntéze. To je možné vysvětlit obnovou intenzivního růstu korun (nepoškozených zelených jehlic s delší životností), a tím zvýšenými nároky na dusík, a zvýšenými investicemi uhlíku do růstu kořenů.



Obr. 1: Koncept koordinační teorie. Rychlost fotosyntézy listu, která roste s vyšší koncentrací CO₂ uvnitř listu (C_i), je určena tou menší z hodnot dvou procesů Calvin-Bensonova cyklu: 1) karboxylace ribulosa-1,5-bisfosfátu (RUBP, modrá křivka ukazující průběh rychlosti karboxylace V_c) a 2) regenerace RUBP (červená křivka pro rychlost elektronového transportu J). Karboxylace V_c vyžaduje aktivní karboxylační enzym (Rubisco), pro regeneraci je potřebná dostatečná rychlost elektronového toku J na thylokoidních membránách hnáná světlem. Rostlina rozděluje dusík v listu do karboxylačních a regeneračních (světlosběrných) proteinů tak, aby oba pochody byly stejně rychlé (J=V_c, přasečič obou křivek) a současně reguluje otevření průduchů tak, aby rychlost dodávky atmosférického CO₂ (při koncentraci C_a a otevřenosti průduchů dané sklonem černé plně čáry) do chloroplastů umožňovala, že jeho koncentrace v chloroplastech (C_i) bude dostatečná pro J a V_c.

Jak rostliny uplácejí půdní mikroorganismy

Eva Kaštovská

Půda slouží rostlinám jako prostředí, ve kterém zakotví své kořeny a z něhož pak jejich prostřednictvím získávají vodu a v ní rozpuštěné živiny potřebné k růstu. Živiny jako dusík a fosfor, které rostliny potřebují ve velkém množství, jsou však v půdách přítomné pouze v omezeném množství a převážně ve formách rostlinám nedostupných. Jsou vá-

nou dopomocí mikroorganismů, které v obrovských počtech obývají půdu a zejména okolí kořenů. Zatímco rostliny staví svá těla z uhlíku získaného fotosyntetickou fixací CO₂ a z dalších prvků přijatých z půdy v minerálních formách, půdní mikroorganismy se živi organickými sloučeninami. Pomocí enzymů, které vylučují do svého okolí, jsou schopny po-

ně nečekají. Uvolňují z kořenů širokou škálu jednoduchých organických látek, kterými pobízejí přítomné mikroorganismy k rychlejšímu růstu a větší produkci extracelulárních enzymů. Aktivně tak podporují mikrobiální rozklad komplexních organických látek a urychlují uvolňování dostupných živin. Rostliny mohou „investovat“ do podpory půdních mikroorganismů až 15 % fotosynteticky fixovaného uhlíku. Složení vylučovaných látek je druhově specifické, proměnlivé v čase i v reakci na podmínky okolního prostředí. Každá rostlina si pomocí nich dokáže v okolí svých kořenů zformovat specifické společenstvo půdních mikroorganismů. V našich laboratořích i v terénu sledujeme, jak taková komunikace mezi rostlinami a půdními mikroorganismy probíhá. Jsme schopni změřit, kolik uhlíku rostlina „obětuje“ půdním mikroorganismům v podmínkách, kdy má k dispozici velmi málo živin nebo naopak, když žije v nadbytku. Sledujeme, jak dokáže podle potřeby měnit složení vylučovaných látek a tím upravovat složení společenstva půdních mikroorganismů i jeho aktivitu. Naše výsledky ukazují, že fungování nadzemní a podzemní části ekosystému je úzce propojené. Zároveň nám pomáhají pochopit, jaké změny můžeme vyvolat v půdě – v části systému, do které nemůžeme tak snadno a jednoduše nahlédnout –, pokud určitým způsobem ovlivníme růst či složení rostlinného společenstva.



Nádobový pokus, ve kterém jsme zkoumali vzájemnou spolupráci mezi rostlinou a mikroorganismy. Využili jsme několik druhů běžně se vyskytujících trav s různými nároky na dusík a fosfor, které jsme vysadili do půdy s nízkou nebo vysokou dostupností živin. Sledovali jsme, jak si rostlina přizpůsobí společenstvo mikroorganismů, jak rychle budou probíhat mikrobiální procesy v půdě a jak z nich budou jednotlivé druhy trav profitovat.

zané v organických makromolekulách a komplexech tvořících mrtvá těla rostlin, živočichů a mikroorganismů, jejich výměšky a půdní organickou hmotu – „humus“. Rostliny se k potřebným živinám dostanou pouze s význam-

stupně „naštípát“ složité organické sloučeniny na jednodušší a ty potom využívají. Při těchto procesech uvolňují do prostředí dusík, fosfor a další živiny v minerálních formách rozpustných ve vodě. Rostliny ale na živiny jen pasiv-



Prokořeněný půdní monolit. Kořeny a jejich blízké okolí jsou hustě osídleny mikroorganismy, které od rostliny získávají organické látky a na „oplátku“ jí poskytují živiny, růstové látky a chrání ji před patogeny.

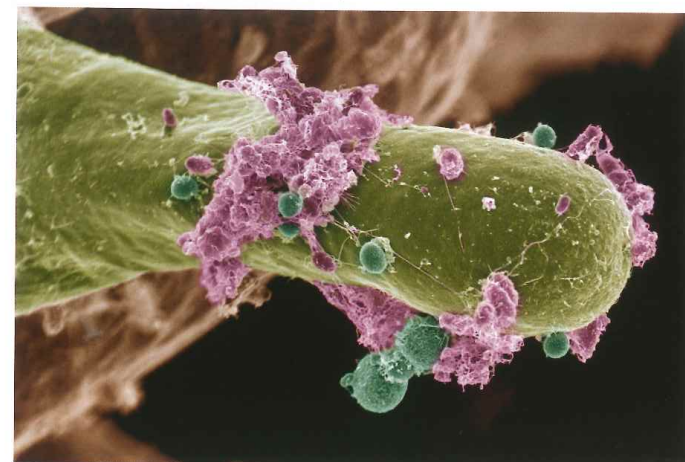
Rostliny a mikroorganismy vzájemně spolupracují i soutěží

Petr Čapek

Rostliny a půdní mikroorganismy (bakterie, houby a prvoci o velikosti buňky do desetin milimetru) vstupují do řady interakcí, které udržují suchozemské ekosystémy funkční. Z našeho pohledu nejvýznamnější je vzájemné zprostředkování „potrav“ pro mikroorganismy, které veškeré živiny v přebytku vyloučí a poskytnou zpět rostlinám. Je zřejmé, že rostliny nemohou existovat bez mikroorganismů a ty zase bez rostlin.

Vztah mezi rostlinami a mikroorganismy není vždy ideální. Oba organismy si mohou o živiny i konkurovat. Více živin získává silnější konkurent, kterým jsou mikroorganismy. Slabší konkurent, rostlina, pak rostou vlivem nedostatku živin pomaleji a za jednu vegetační sezonu vytvoří méně biomasy. Pokud se každoročně vytvoří méně rostlinné biomasy, méně jí může během roku odumřít a stát se potravou pro mikroorganismy, které pak uvolňují méně živin do půdy. Tento vztah je oboustranně nevýhodný. Kdyby si rostliny a mikroorganismy pouze konkurovaly, ekosystémy by po čase přestaly plnit své funkce.

Na základě studia dostupných dat jsme rozvinuli teorii, že existují dva mechanismy, které v nenarušeném ekosystému zabrání rozvoji konkurenčních vztahů mezi rostlinami a mikroorganismy. Prvním mechanismem je spolupráce. Rostliny a mikroorganismy vytvářejí celou řadu symbiotických asociací počíná-



je houbovou mykorrhizou a konče bakteriální hlízkovou symbiózou. Rostlina dodává mikroorganismům organické látky a vytváří pro ně vhodné prostředí, mikroorganismy jí na oplátku dodávají živiny.

Druhý mechanismus je založen na rozdílných nárocích rostlin a mikroorganismů na živiny, které reflektují rozdílné zastoupení živin v jejich biomase. Již na konci 19. století formuloval německý chemik Justus von Liebig tzv. zákon minima. Ten říká, že růst jakéhokoliv

organismu je omezen tou živinou, které je v daný okamžik nejméně nebo, jinými slovy, kterou organismus potřebuje nejvíce. Vzhledem k rozdílným nárokům rostlin a mikroorganismů na živiny je možné docílit takového stavu, v němž jsou oba organismy limitovány jinou živinou. Ukažme si tento princip na příkladu dvou nejdůležitějších živin, dusíku (N) a fosforu (P). V určitém rozmezí koncentrací půdního N a P jsou rostliny limitovány N, zatímco mikroorganismy jsou limitovány P. V tomto rozmezí si rostliny a mikroorganismy nekonkurují o živiny, protože každý z nich potřebuje ke zvýšení svého růstu jinou živinu. Naopak si „vypomáhají“, protože mikroorganismy limitované P nepotřebují tolik N, který tak zůstává k dispozici rostlině.

Metaanalýza publikovaných dat platnost navržené teorie potvrdila a ukázala, že většina funkčních terestrických ekosystémů se nachází ve stavu, kdy si rostliny a mikroorganismy buď o N a P nekonkurují, nebo spolu při jejich získávání úzce spolupracují. Tento stav ovšem může být snadno narušen lidskou činností. Za účelem zvýšení produkce rostlinné biomasy se hnojí N a P. Pokud takové hnojení nerespektuje nároky rostlin a zároveň mikroorganismů na živiny, může dojít k tomu, že iniciuje nebo zhorší konkurenční boj mezi oběma organismy a produkce rostlinné biomasy se paradoxně sníží.

