

Botanika ²₂₀₁₉

časopis Botanického ústavu Akademie věd ČR



**Rozhovor s hlavním editorem
Klíče ke květeně ČR**

**DaLiBor – nejobsáhlejší databáze
rozšíření mechorostů a lišejníků v ČR**

**Identifikace rostlin pomocí umělé inteligence
se téměř vyrovná člověku**

Není rákos jako rákos

Trávy si půjčují geny od vzdálených příbuzných

**Co se děje v borůvčí
aneb erikoidní mykorrhiza známá i neznámá**

Historie agrolesnictví

Obsah

Rozhovor s hlavním editorem

Klíče ke květeně ČR 2

DaLiBor –

nejobsáhlejší databáze rozšíření
mechorostů a lišejníků v ČR 7

Identifikace rostlin pomocí umělé inteligence
se téměř vyrovná člověku 10

Slyšeli jste někdy o floristických
kurzech? 12

Není rákos jako rákos 14

Trávy si půjčují geny od vzdálených
příbuzných 17

Co se děje v borůvčí aneb erikoidní
mykorhiza známá i neznámá 20

Historie agrolesnictví 23

Novinky v Průhonické botanické
zahradě 25

Novinky ve Sbírce vodních a mokřadních
rostlin v Třeboni v roce 2018 a 2019 29

Seznamte se s botanikou 32



Botanický ústav Akademie věd České republiky –
jedno z hlavních center botanického výzkumu v České republice

Provádíme výzkum v celé škále terénně zaměřených botanických oborů od taxonomie přes evoluční biologii, ekologii až po biotechnologie. Zkoumáme jevy na různých úrovních od mikroskopické až po úroveň celé krajiny a využíváme k tomu rozmanité metody od analýzy DNA až po dálkový průzkum Země.

Oddělení evoluční biologie rostlin

Navzdory tomu, že Oddělení evoluční biologie rostlin bylo formálně založeno až v roce 2017, jeho činnost je v Botanickém ústavu zakořeněna již velmi dlouho. Zabývá se studiem evoluce rostlin na mnoha hierarchických úrovních, počínaje změnami DNA jedince a makroevolučními procesy ovlivňujícími formování světové biodiverzity konče.

Výzkum je zaměřen primárně na procesy, které mají potenciál být důležité při utváření nejrůznějších forem rostlinné rozmanitosti. Předmětem zájmu oddělení jsou proto změny na úrovni jednotlivých genomů (např. horizontální přenos genů), mikroevoluční procesy na úrovni populací (např. interakce mezi cytotypy, ekologická diferenciace, formování reprodukčních bariér), evoluční vztahy na druhové úrovni (zejména evoluce diploidně-polyploidních komplexů, hybridní speciace, molekulární systematika) i makroevoluční procesy uplatňující se na rodové a vyšší úrovni (např. důvody rozdílné radiace).

Geograficky je výzkum zacílen především na Eurasii, rovníkové Andy a Kapskou květennou oblast. Základním principem práce je kombinace terénních, experimentálních a laboratorních přístupů. Nedílnou součástí oddělení je Laboratoř průtokové cytometrie založená J. Sudou, která hraje nezastupitelnou roli zejména při studiu polyploidní speciace u rostlin. Její služby mohou využívat jak všechna akademická pracoviště, tak širší odborná veřejnost.

BOTANIKA,

informační a popularizační časopis

Vydává: Botanický ústav Akademie věd České republiky, v. v. i.

Adresa redakce: Zámek 1, 252 43 Průhonice

ISSN 2336-2243 (tisk), ISSN 2336-2251 (online)

Evidenční číslo Ministerstva kultury ČR E 21830

Ročník 7, číslo 2019/2 vychází 29. listopadu 2019.

Šéfredaktor: RNDr. Petr Petřík, Ph.D., e-mail: botanika@ibot.cas.cz

Redakční rada: RNDr. Věroslava Hadincová, CSc.,

Mgr. MgA. Radim Hédl, Ph.D., Mgr. Josef Juráň, Mgr. Jiří Malíček,

Ph.D., RNDr. Pavel Sekerka, RNDr. Hana Skálová, CSc.

Grafické zpracování: Jiří Kaláček, www.kalacek.cz

Tisk: Grafotechna plus, s. r. o.

Jazyková revize: K. Hejnišová, M. Strachovník

Fotografie na přední straně:

Prskyřník velkokvětý (*Ranunculus lingua*) ze Sbírky vodních a mokřadních rostlin v Třeboni. Foto J. Návrátilová

Fotografie na zadní straně: Barevné odchylky v květech kosatec nízkého (*Iris pumila*) z jižní Moravy. Foto P. Sekerka a Z. Caspers

Časopis vychází s podporou institucionálního projektu
RVO 67985939.

Internet: www.ibot.cas.cz/botanika

Všechna práva vyhrazena.

Doporučená prodejní cena 49 Kč



Rod *Oxalis* patří k druhově nejbohatším
geofytům v Kapské a byl také vlajkovou lodí
výzkumu J. Sudy v této oblasti.

Na obrázku *O. purpurea*.

Foto Z. Chumová



Nemesia cheiranthus,
jednoletka jižní Afriky.

Foto P. Trávníček



Vážení čtenáři,
letošní léto přálo botanikům. Vyšel nám nový Klíč ke květeně ČR, s jehož hlavním editorem Zdeňkem Kaplanem jsme proto připravili rozhovor v tomto čísle Botaniky. Ale nejsou tu jen cévnaté rostliny, momentálně se buduje databáze mechorostů a lišejníků. Dále se dozvíte, co dělat, když nemáte zrovna Klíč po ruce, ale neznámou rostlinu vyfotíte. No a kde se údaje o rozšíření rostlin pořizují? Přečtěte si o tom v článku o floristických kurzech a teď tím nemyslím kurzy ozdobné vazby kytic, ale ty pořádané Českou botanickou společností. Každý jistě pozná rákos, ale asi jste u něj nezkoumali velikost jeho buněčného jádra. Napovíme vám, jaký to má význam při obsazování nových stanovišť. A řekli byste, že takový plevel jako pýr může v sobě nést geny vzdálených příbuzných? Závěr léta přál i mykologům, kteří si jistě se zájmem počtou o soužití hub a rostlin, o mykorrhize. Hodně se teď mluví o nových metodách v zemědělství jako agrolesnictví, které vlastně ani tak nové není, jak se dozvíte dále v tomto čísle.

A vůbec, byli jste letos v Botanické zahradě na Chotobuzi nebo v Třeboni? Pokud ne, zavítejte k nám třeba příští rok, protože kde jinde můžete obdivovat takovou rozmanitost kulturních, ale i původních rostlin v péči samotných botaniků? Jak víte z minulého čísla, kůrovcová kalamita bohužel postihla i náš park, a tak se pozdržely editorské práce na přípravě Speciálu o listnatých dřevinách parku. Omlouváme se tedy, že Speciál vyjde až po Novém roce.

Poslední část úvodníku bych rád věnoval nedávno zesnulé kolegyni Denise Blažkové. Dlouhou dobu působila na Geobotanickém oddělení Botanického ústavu tehdejší Československé akademie věd i současné Akademie věd ČR. Denisa celý svůj profesní život věnovala výzkumu lučních společenstev, Průhonický park nevyjímaje. Víím, že lidská aktivita se stěží dá měřit čísly, ale snad něco řekne to, že Denisa má v databázi Pladias téměř 80 tisíc záznamů přesahujících jedno půlstoletí. Vzpomeňme její památku.

Akce pořádané Botanickým ústavem v roce 2020

PRŮHONICKÝ PARK A ZÁMEK

Připravujeme na 1. pololetí otevření nové expozice v Návštěvnickém centru a Vědecké dílny. Termíny budou upřesněny na webu a sociálních sítích. Sledujte www.pruhonickypark.cz.

PRŮHONICKÁ BOTANICKÁ ZAHRADA NA CHOTOBUZI

30. 5. Japonský den | jubilejní 10. ročník

4.–6. 9. Pomologické dny

Kurátorské provázení v době květu sbírek

GALERIE NATURA

leden–únor Výstava kreseb ze soutěže Malování v zahradě

březen Výstava Biotické ohrožení památek zahradního umění (s podporou MK ČR)

duben–květen Pavel Kopp: Třeboň z žabí perspektivy

září–říjen Lucie Croco: pastely, akvarely, mozaiky

listopad Jiří Papoušek: obrazy

STÁLÉ VÝSTAVY V PRŮHONICKÉM ZÁMKU

Botanické příběhy | svět rostlin od poznání k využití

Průhonický zámek a park | dílo přírody a lidského ducha

Zahrada živé umění | historie zahradního umění a introdukce rostlin

BOTANICKÁ ZAHRADA V TŘEBONI

28.–30. 5. Dny otevřených dveří



RNDr. Denisa Blažková, CSc. (*29. 9. 1935 – †18. 10. 2019).

.....
Foto F. Kotlaba, 2. 1. 1969

.....
Foto P. Petřík, 29. 4. 2014

Rozhovor s hlavním editorem Klíče ke květeně ČR



Zdeněk Kaplan,
Jiří Danihelka, Jindřich
Chrtěk jun., Jan Kirschner,
Karel Kubát, Milan
Štech, Jan Štěpánek
(eds.) (2019): Klíč ke
květeně České republiky.
– Academia, Praha.
1 168 stran.
Ilustrace: Anna
Skoumalová-Hadačová
(1 759 obrázků), Eva
Smrčinová (230 obrázků)

Pokud odhlédneme od nejrůznějších přehledů rostlin v 19. století, tak vůbec první určovací klíč pro naše území vyšel v roce 1852 z pera Daniela Slobody (Rostlinnictví čili Návod k snadnému určení a pojmenování rostlin v Čechách, Moravě a jiných zemích Rakouského mocnářství domácích. Encyklopedie nauk, nákladem Českého museum), pak až v roce 1912 Klíč k úplné květeně zemí koruny české od Františka Polívky. Následovaly Květena ČSR a Klíč k úplné květeně ČSR (1954, 1958) od Josefa Dostála. Nezapomeňme však ani na určovací pomůcky z 60.–70. let minulého století od Ludka Faustuse, které sice nepokrývaly celou naši květenu, ale získaly na oblibě. Teprve v roce 2002 vychází úplný Klíč ke květeně ČR od Karla Kubáta coby hlavního editora. Druhé vydání se octlo na pultech knihkupectví Academia až o 17 let později, 21. srpna 2019. Autorský kolektiv se obměnil o 17 jmen převážně mladých botaniků. Naopak 14 jmen již ve výčtu nenajdeme. Úlohu hlavního editora převzal dr. Zdeněk Kaplan z Botanického ústavu AV ČR, kterému jsme položili několik otázek.

Na říjnovém křtu knihy jsme se dozvěděli, jak ses dostal k botanice. Mohl bys to popsat i čtenářům Botaniky?

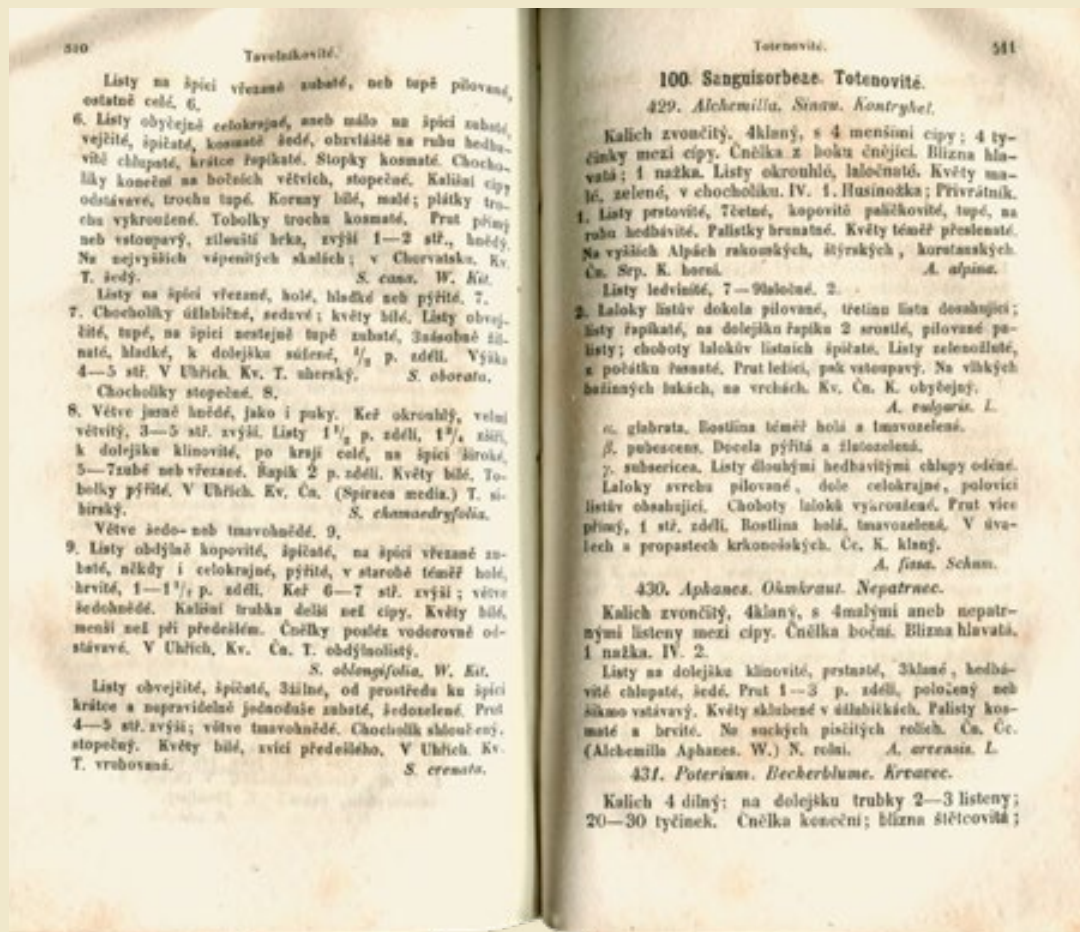
Vyrůstal jsem na vesnici, kde jsme s kamarády běhali po lese, stavěli si bunkry, jezdili na kole nebo se koupali v řece. Při tom jsem si všiml přírody, kterou jsem dále poznával z knížek jako Příroda v ČSSR nebo různé obrázkové atlasy. Mého zájmu si všimla moje učitelka přírodopisu, která si mne jednou v červnu roku 1983 o přestávce zavolala k sobě a řekla mi, že se bude konat okresní soutěž v poznávání rostlin a že tam za naši základku ve Vamberku pojedou já. Půjčila mi obrázkový atlas rostlin, ať se na tu soutěž připravím; já jsem se ho naučil nazpaměť a za dva týdny tu soutěž vyhrál. Povzbuzen úspěchem jsem se o rostliny začal zajímat hlouběji. Zároveň jsem ale docházel k poznání, že spoustu rostlin vlastně neznám. Do toho vstoupila další náhoda. Jedna moje vzdálená teta, která byla učitelkou na základní škole v Solnici, šla do důchodu, a když se dozvěděla o mém zájmu, věnovala mi Dostálův Klíč, takže jsem se konečně mohl začít učit poznávat větší spektrum rostlin. Mohl jsem i lépe pracovat s floristickou literaturou, ve které jsem se třeba dočetl, že za vesnicí je přírodní rezervace se vzácnými druhy. Tak jsem si je hned nalistoval, podíval se, jak vypadají, a zkoušel je tam najít. To vlastně byly mé začátky s botanikou.

Jak se na přípravě Klíče spolupracovalo s tolika autory, kteří měli jistě každý svůj styl do jisté míry daný i jimi zpracovávanými druhy?

Práce v tak velkém kolektivu je vždy něco za něco. Větší kolektiv přináší více nápadů, zkušeností a výsledků, na druhou stranu ale klade větší nároky na následnou editorskou práci, aby vznikl věcně správný a vnitřně soudržný celek. Na editování textů se kromě mě podílelo dalších šest editorů, kteří spolupracovali s celkem 51 autory. Další moje úloha, kromě organizační, byla převést ty desítky různých textů do jednoho souboru a jednotné podoby.

S čím jsi osobně na Klíči velmi spokojen?

Jsem velmi spokojený s tím, že výsledná podoba Klíče je výrazně lepší, než jsem si sám myslel, že bude. Původní představa byla taková, že prostě aktualizujeme první vydání, doplníme nově nalezené druhy, zkontrolujeme texty a tím to bude hotové. Ale když jsem začal oslovovat původní editory, tak Luboš Hrouda zrovna pracoval na své vlastní knížce a omluvil se pro zaneprázdněnost. Ke stávajícímu týmu editorů jsem oslovil ještě Milana Štecha a Jirku Danihelku. Oba velmi přispěli k vylepšení knihy, připravovali morfologicko-terminologický



slovníček a také si vzali na starost editaci části čeledí a rodů. Rovněž přispěli ke zvolenému systému čeledí a rodů, ve kterém jsme se snažili skloubit třídění rostlin podle morfologických znaků a zároveň soulad s evoluční historií tak, jak ji zobrazují současné fylogenetické stromy. Skvělou práci odvedli i jednotliví autoři, kteří zevrubně přepracovali mnohé taxonomicky obtížné skupiny podle nejnovějších vědeckých zjištění.

Co se Ti na výsledné podobě Klíče naopak nelíbí?

Oproti původnímu plánu zabrala příprava rukopisu a sazby v nakladatelství výrazně více času, a Klíč proto vyšel o dva roky později. Ještě více mě ale mrzí, že se nepodařilo Klíč vytisknout na tenčím a lehčím papíře, což je právě u příručky určené do terénu jeden ze stěžejních parametrů (Klíč váží 1 268 g, pozn. redakce). Obdobně německy psané zahraniční klíče vycházejí pro mnohem větší trh, což zvyšuje perspektivu finanční návratnosti a tamější nakladatelství si tak mohou dovolit papír, který je lehčí, tenčí a výrazně dražší. K většímu rozsahu druhého vydání přispělo i to, že oproti tomu prvnímu obsahuje 589 nových perokreseb. Také jsme vyšli vstříc uživatelům prvního vydání, kteří velikost písma považovali za příliš malou, takže jsme pro druhé vydání použili o trochu větší font; nevyhnutelně se pak ale

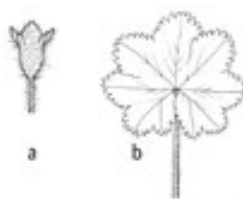
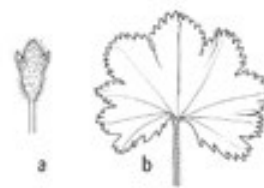
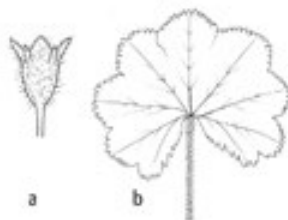
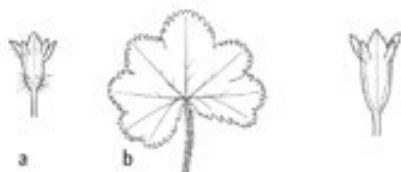
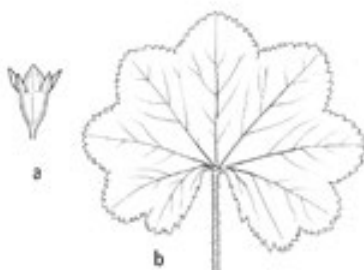
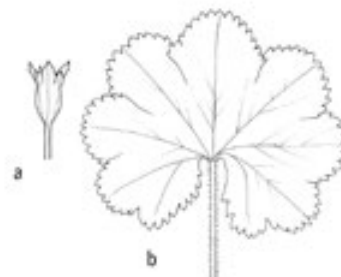
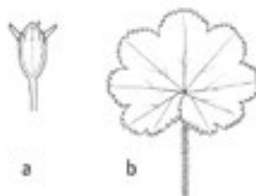
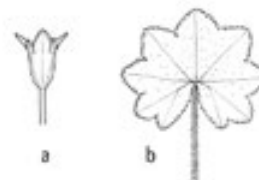
na stránku vejde méně textu, což opět zvětšuje rozsah knihy.

Populární jsou obrazové atlasy rostlin, jakými jsou např. Rostliny naší přírody vydané v loňském roce (viz recenze v Botanice 2/2018) s barevnými ilustracemi Anny Skoumalové, která ilustrovala i Květenu ČR. Bylo by možné využít obrázků z Květeny ČR a sestavit samostatnou příručku obsahující pérovky všech u nás rostoucích druhů?

Takové dílo bych považoval za velmi užitečné, protože těžké obrázkové atlasy se nedají nosit do terénu. Sousední Německo má pro tyto účely tzv. obrázkového Rothmalera, kde slovní popis znaků nahrazují pérovky detailů. Obávám se ale, že vydání obdobné příručky není v našich podmínkách za stávající situace reálné kvůli celkové náročnosti její přípravy. Profesionální botanické ilustrace, jako jsou ty v Květeně ČR, vznikají těsnou spoluprací mezi botaniky a ilustrátorkami. Pro jejich kreslení je potřeba postupně sehnat a z terénu navozit živé rostliny jako předlohy, což je časově i technicky velmi náročné. Mnoho rostlin je sice nyní již nakresleno v publikovaných svazcích Květeny ČR. Tam jsou ale celostránkové tabule, takže i když jsme některé obrázky z Květeny chtěli převzít pro náš Klíč, nešlo je jen jednoduše zmenšit (čáry by byly příliš tenké), ale kreslířky je musely pro malý formát překreslit. Pro obrázkový atlas pérovek

Ukázka ze Slobodova klíče z roku 1852, který na území c. a k. rakousko-uherského mocnářství uváděl tři druhy kontryhelů (srov. s další dvojstranou).

ROSACEAE

1 *Alchemilla glaucescens*2 *A. plicata*3 *A. propinqua*4 *A. monticola*5 *A. micans*6 *A. xanthochlora*7 *A. subcrenata*8 *A. cymatophylla*9 *A. suavis*

474

► Dvojstrana s výřezem ilustrací a částí klíče na kontryhele z Klíče ke květeně ČR (se svolením nakladatelství Academia) z roku 2019. Dnes se u nás rozlišuje 29 druhů kontryhelů.

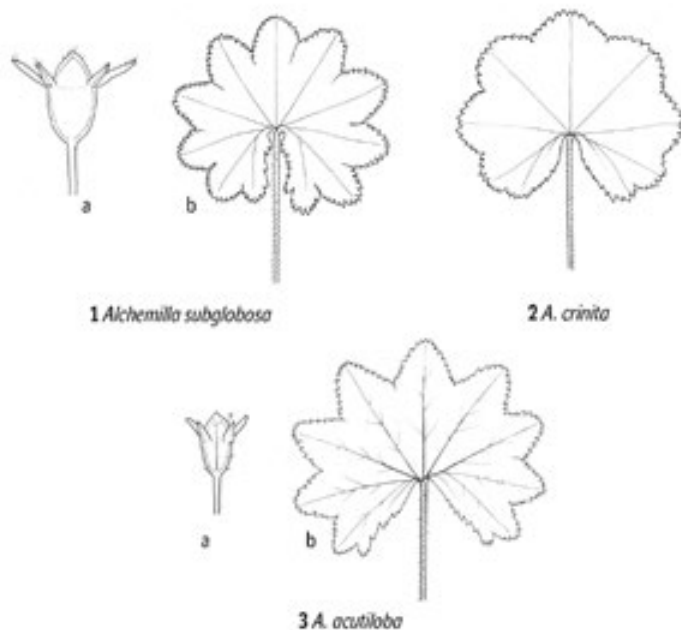
by tedy bylo nutné nechat znovu nakreslit většinu obrázků celé naší květeny, a to v situaci, kdy se na takovéto projekty v podstatě nedá sehnat grant.

Řada botaniků požizuje i povedené fotografie (jako ty na Botany.cz). Neuvažuje se o fotografickém atlase našich rostlin podobně jako v zahraničí (Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands, Flora Helvetica nebo Flora Alpina)?

Takový fotografický atlas české flóry by se mi také velmi líbil. Hlavně švýcarská flóra je povedená. Víím, že spousta botaniků rostliny fotí a stávající botanické fotogalerie již mnoho snímků obsahují. U takových děl je ten nejtěžší krok kompletování a finalizace. Řekněme, že

fotografie 60–70 % rostlin jsou již k dispozici nebo je relativně snadno pořídit. Problém je vždy u těch zbývajících druhů, které se buď špatně shání, nebo je jejich fotografování technicky nesnadné. Některé rostliny se špatně fotí ve svém přirozeném prostředí, např. ponořené vodní rostliny; buď je pro fotografování vytáhne z vody, ale pak vypadají jinak, anebo je budeme fotit ponořené, ale pak musí být dostatečně čistá voda, barevně kontrastní dno, je potřeba použít polarizační filtr, atd.

Osobně jsem přivítal přehlednější členění některých obtížnějších rodů jako kontryhel. Proč byl ale vynechán podrobný klíč pro jednotlivé ostružiníky a všechny druhy jedné sekce pampelišek? Osobně se domnívám, že



- travnatá místa v sídlech (Pa–H); zřídka, z. a j. Č (Krušné hory, Šumava), na M jen Štíty *A. subglobosa* C. G. Westerl., k. půlkulovitý
- 18a Čepel listů se zřetelně otevřeným bazálním výkrojkem 19
- b Čepel listů s úzkým n. uzavřeným bazálním výkrojkem 21
- 19a Čepel listů členěná do 1/4, laloky krátké, příčně poloeliptické (obr. 475/2). – Bazální výkrojek listové čepele výrazně otevřený, žilnatina za čerstva nápadně vnořená; rostliny tmavozelené; řapíky hustě (až vlnatě) chlupaté; cipy K i kališku často dosti chlupaté (0,1–0,25; Hkf; V–VII). Louky, trávníky, meze (Pa–Sa); dosti hojný v moravských Karpatech, jinde na M řidčeji, v Č vz., častěji v Krkonoších a na Broumovsku *A. crinita* Buser, k. vlasatý
- b Čepel listů hlouběji členěná, do 1/4–1/2, laloky delší, zaokrouhleně trojúhelníkovité až trojúhelníkovité 20
- 20a Laloky listové čepele úzce zaokrouhleně trojúhelníkovité až trojúhelníkovité, na vrcholu špičaté, čepel listů členěná do 1/3–1/2 (obr. 475/3b). – Čepel listů plochá n. miskovitá, nezvlněná; lodyhy až téměř k vrcholu chlupaté; laloky čepele lodyžních listů (listenů) výrazné; květy (obr. 475/3a) s výraznými kališky; cipy K i kališku vždy lysé (0,1–0,4; Hkf; V–VII). Úživnější louky a pastviny, lesní lemy, trávníky sadů a parků, vlhčí stanoviště (N–Sa); častěji v podhůří, hojný v s. části

475



Mgr. Zdeněk Kaplan, Ph.D. vede Taxonomické oddělení v Botanickém ústavu AV ČR v Průhoncích. Věnuje se zejména taxonomii, biosystematice a evoluci rostlin, monograficky zpracovává čeleď Potamogetonaceae v celosvětovém měřítku, podílí se na přípravě Květeny ČR i zpracování některých zahraničních flór a je hlavním koordinátorem mapování rozšíření rostlin v ČR.

Zdeněk Kaplan při práci v terénu.

Foto J. Prančl

je to škoda, když česká batologie (odvětví botaniky věnující se ostružiníkům) je na světové úrovni.

U kontryhelů jsem rád, že se podařilo oproti prvnímu vydání Klíče nakreslit obrázky listů a květů včetně odění. Morfologická diference (míra pozorovatelné odlišnosti) u těchto apomiktických druhů je velmi nízká, a proto je důležité, aby tam obrázky byly, protože textový popis často nestačí. U rodů pampeliška a ostružiník je diverzita výrazně vyšší a zvláště u pampelišek je hodně rostlin v terénu neklasifikovatelných a běžný uživatel Klíče, který stojí v terénu s pampeliškou v ruce, vlastně ani neví, jestli je příslušný druh v Klíči zahrnutý nebo ne. To je první, metodický důvod, proč tam tyto

skupiny nejsou; druhý je praktický. Po prvním vydání si mnozí uživatelé stěžovali, že s sebou musí do terénu nosit 50 stran s klíčem na ostružiníky, který nikdy nepoužijí. Ostružiníky určuje omezená skupina specialistů, kteří je mají zároveň i „nakoukané“, a přímo v terénu tedy klíč mnohdy ani nepotřebují. Naprostá většina botaniků se o jejich určení ani nepokusí. Jako možný kompromis pro různé potřeby různých botaniků jsme nabídli záměr nechat pro podrobné zpracování ostružiníků zpracovat elektronický apendix, který by byl na stránkách nakladatelství nebo Botanického ústavu a zájemci by si ho mohli stáhnout a brát do terénu. Bohužel se nám nepodařilo najít žádného autora, který by měl zájem ostružiníky v tomto formátu zpracovat.



Kriticky ohrožený druh
slanisek pampeliška
besarabská (*Taraxacum
bessarabicum*).

Foto J. Navrátilová

Je možné s Klíčem určovat i běžněji pěstované zahradní rostliny? Hodí se to především proto, že mohou zplaňovat.

Ano, vybrané častěji pěstované rostliny jsme do zpracování zahrnuli, a zvláště ty, které již zplaňují. Zvláštní pozornost jsme věnovali také dřevinám, které se v posledních desetiletích často pěstují v sídlech a které dosud nebyly odpovídajícím způsobem zpracovány ani v Květeně České republiky, ani v prvním vydání Klíče. Dále jsme kriticky posoudili taxonomické hodnocení a pojmenování kulturních rostlin tak, aby bylo v souladu s taxonomickými zásadami a Mezinárodním kódem nomenklatury pěstovaných rostlin. Do Klíče jsme ale nemohli dát úplně všechny rostliny, které se pěstují, a to kvůli jejich množství, a také proto, že reálně nelze podchytit celé spektrum rostlin, které k nám různé firmy dovážejí. Klíč by tak příliš narostl na objemu. Snažili jsme se proto najít kompromis, a proto jsme do zpracování zahrnuli hlavně nejběžněji pěstované rostliny, ty méně časté jsou vytištěny drobnějším písmem a ty nejvzácnější jsme pominuli.

Vedeš v Botanickém ústavu Taxonomické oddělení. Jaké jsou nyní trendy v taxonomii?

Taxonomie je věda, která má za cíl obrovskou diverzitu a variabilitu rostlin nějakým způsobem zjednodušit a roztrždit tak, aby se s ní dalo dále pracovat. To roztrždění musí ovšem dávat nějaký smysl v kontextu přírody a zejména evoluce. Po dlouhou dobu byly v taxonomii hlavním kritériem pro hledání toho, co je druh, hranice morfologické variability. Každý takový druh je proměnlivý, mnohé znaky sdílí s jinými druhy, ale zároveň se od nich nějak zásadně liší. Třeba taková kopretina a sedmikráska, přestože mají některé společné znaky, jako např. úbor s bílými jazykovitými květy a žlutým terčem

uprostřed, se zároveň od sebe liší celkovou velikostí a mnoha dalšími znaky. Zjistit, že kopretiny a sedmikrásky jsou odlišné rostliny, je samozřejmě jednoduché, ale už není tak snadné od sebe odlišit jednotlivé druhy kopretin. Mnohé druhy v přírodě reálně existují, ale rozoznat je pomocí pozorovatelných znaků je velmi obtížné až prakticky nemožné. Někdy třeba u nějaké rostliny dojde ke zdvojnásobení počtu chromozomů v buňce a potomci takové rostliny se už nemohou křížit se svými příbuznými a vzniká tak izolovaná evoluční linie, někdy i nový druh. Ten ale ještě nestihl nashromáždit dostatek nových znaků, aby se dal odlišovat od ostatních druhů. V posledních několika desetiletích získala taxonomie mocný nástroj, kterým jsou molekulární metody (analýzy DNA). Máme teď možnost se podívat nejenom na diferenciaci morfologickou, ale i genetickou. Nových metod je hodně a neustále se vyvíjejí. V Botanickém ústavu rozvinul náš předčasně zesnulý kolega Jan Suda (1974–2017) další analytickou metodu, tzv. průtokovou cytometrii, která umožňuje odhalovat rozdíly ve velikosti genomu. S použitím těchto metod nyní zjišťujeme, že diverzita rostlin je několikanásobně vyšší, než jsme si doposud mysleli. Na odpovídající výzkum této diverzity ale bohužel nemáme dostatek finančních zdrojů.

Může tedy nastat situace, že nějaký druh vymizí, aniž bude popsán taxonomicky?

Ano, to se nepochybně děje. Více než polovina našich domácích druhů je na Červeném seznamu ohrožených rostlin a téměř desetina z nich je vyhynulá nebo nezvěstná. Ale my vidíme jen špičku ledovce, známe jen ty druhy, které jsme byli schopni rozlišit pomocí dosud dostupných metod. Je velmi pravděpodobné, že v rámci nich je mnohem více druhů, o kterých nevíme, a některé z nich mohou vymizet, aniž bychom to vůbec zaznamenali. Tohle riziko se zvyšuje se zánikem přirozených biotopů, ze kterých mohou vymizet některé genotypy adaptované na příslušné prostředí. Podívejme se, jak mizivé procento přirozených lesů z původní rozlohy nám zbylo do současnosti. A třeba vegetace slanisek u nás již vymizela téměř úplně. Proto je potřeba rostlinnou diverzitu studovat, dokud ji máme.

Děkuji za rozhovor, a abych citoval hezké přání, které použil pozvaný „kmoťr“ knihy Milan Chytrý při jejím křtu, přeju knize, aby byla ta nejušmudlanější v knihovně, jako byl Dostálův Klíč.

Ptal se Petr Petřík

DaLiBor – nejobsáhlejší databáze rozšíření mechorostů a lišejníků v ČR

V roce 2019 spustil Botanický ústav AV ČR zcela novou databázi DaLiBor neboli Database of Lichens and Bryophytes, která funkčně navazuje na koncept známější databázové aplikace Pladias, určené pro cévnaté rostliny (viz Botanika 1/2018). DaLiBor navíc zohledňuje specifika lišejníků a mechorostů (viz box). Databáze by měla být nástrojem pro integraci, správu a validaci výskytových dat, která nejsou jinak přístupná, protože se nacházejí roztroušeně v osobních či institucionálních databázích nebo v literatuře. V současné době je databáze přístupná pouze pracovníkům Botanického ústavu AV ČR a dalším specialistům, kterým slouží k sledování změn lišejníkové a mechové flóry v průběhu času a k modelování budoucího vývoje. Brzy by měla sloužit také pro potřeby ochrany přírody a domácí i zahraniční vědecké komunitě, neboť informace o rozšíření taxonů je nezbytným výchozím bodem pro jejich účelný monitoring a případný management. Pro lišejníky momentálně připravujeme také nadstavbu databáze DaLiBor. Jedná se o online atlas, který bude obsahovat dynamicky generované mapy rozšíření jednotlivých druhů, informace o jejich ekologii, ohrožení a také fotografie. Jeho veřejné spuštění je plánováno koncem roku 2021.

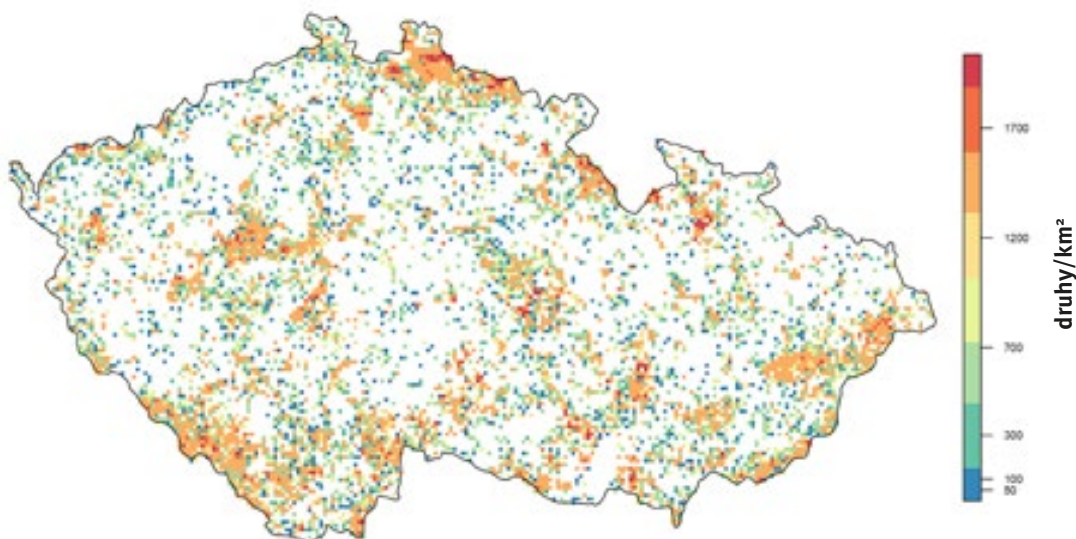
DaLiBor se svými nadstavbami a shromážděnými daty má potenciál přispět například k nalezení nových lokalit vzácných či ohrožených druhů v ČR nebo napomoci k poznání regionální biogeografie a populační dynamiky. Databáze je přímo použitelná jako vstup pro matematické

Databázová specifika mechorostů a lišejníků

Oproti cévnatým rostlinám je zásadním rozdílem začlenění substrátu neboli podkladu, na kterém organismus roste. Tím může být například druh dřeviny nebo hornina. Podobné informace nabývají významu nejen při vlastní determinaci, ale i pro pozdější ověřování nálezu, popis ekologie druhu nebo různé pokročilé analýzy.

V mnohých skupinách lišejníků je pro správnost určení také zásadní informace o obsahu sekundárních metabolitů. Ne vždy totiž morfologické a anatomické přístupy nabízejí dostatečné množství znaků k jednoznačné determinaci druhu. K detekci těchto specifických lišejníkových látek se rutinně využívá hlavně tenkovrstvá chromatografie (TLC), případně i kapalinová chromatografie (LC). Údaje o sekundárních metabolitech nejenom ověřují správné určení, ale také slouží k studiu variability produkovaných látek (tzv. chemotypů).

Počet záznamů mechorostů a lišejníků ve čtvercích 2 × 2 km, nálezy z databáze DaLiBor



Mapa prostorového rozložení nálezů mechorostů a lišejníků z databáze DaLiBor (zatím bez nálezů z Nálezové databáze ochrany přírody). Značné úsilí věnované terénnímu průzkumu chráněných území je dobře patrné zvláště v kontrastu s málo navštěvovanými regiony, jako např. Benešovsko či Ostravsko.

Šídlovec kůstkovitý (Thamnolia vermicularis) je příkladem lišejníku, jehož podrobný monitoring nám v budoucnu může odhalit reálné následky změn klimatu v ČR. Je totiž úzce specializovaný na vysokohorskou tundru, jejíž rozloha se následkem oteplování bude pravděpodobně zmenšovat.

.....
Foto J. Malíček



Jiří Malíček vystudoval lichenologii a bryologii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. V Botanickém ústavu se zabývá především taxonomií, biodiverzitou a ekologií lesních lišejníků.



Matěj Man je doktorandem na Katedře botaniky Přírodovědecké fakulty UK v Praze. V Botanickém ústavu se zabývá modelováním výskytu druhů, zejména mechorostů a lišejníků a jejich reakcí na mikroklima.



modely. Aktuálně obsahuje 151 655 jednotlivých údajů o výskytu mechorostů a 34 383 o výskytu lišejníků. Data pocházejí z literární excerptce, několika osobních či institucionálních herbářových a nálezových databází a České národní fytoocenologické databáze. Z dalších datových zdrojů například aktuálně pracujeme na integraci Nálezové databáze ochrany přírody (NDOP) poskytnuté Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR.

Tvůrci DaLiBora si zakládají na věrohodnosti uložených dat. Ta je řešena jednak filtrací jednoznačně nevěrohodných údajů při jejich importu do databáze, dále také možností revizí údajů přímo v databázi. To je důležitý krok pro budoucí práci s daty a jejich využití ve vědeckých analýzách. ■



Bažiník kostrbatý (Paludella squarrosa) je na území ČR ohroženým druhem, který roste pouze na rašeliništích či prameništích, kde vyhledává mírně vyvýšená stanoviště v blízkosti vodních plošek. Se svými specifickými ekologickými nároky a dobře zdokumentovaným recentním výskytem je to druh, u kterého je vysoký potenciál pro využití v matematických modelech zjišťujících vztah mezi výskytem druhu a prostředím. To umožňuje predikci výskytu bažiníku na nových, doposud neprozkoumaných lokalitách.

.....
Foto Š. Koval



Petr Novotný vystudoval učitelství biologie a chemie na Pedagogické fakultě UK v Praze. Pracuje jako oborový didaktik biologie a s radostí se spolupodílí na technických otázkách zpřístupňování nálezových dat organismů.



Projekty TH02030644: Systém predikčního modelování výskytu ohrožených druhů mechorostů a lišejníků pro aplikované využití v ochraně přírody a TH03030469: On-line atlas rozšíření lišejníků

v ČR pro aplikované využití v ochraně přírody jsou řešeny s finanční podporou TA ČR. Tento článek vychází z výsledků výše jmenovaných projektů.

Mgr. Jiří Malíček, Ph.D. Taxonomické oddělení, Botanický ústav AV ČR, Průhonice
jiri.malicek@ibot.cas.cz

Mgr. Matěj Man Oddělení GIS a dálkového průzkumu Země, Botanický ústav AV ČR, Průhonice
matej.man@ibot.cas.cz

PhDr. Petr Novotný Ph.D. Katedra učitelství a didaktiky biologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze
petr.novotny@pedf.cuni.cz



Poznáte, která z rostlin na obrázku je hvězdnice panonská pravá (*Tripolium pannonicum* subsp. *pannonicum*)?

Foto J. Navrátilová

Identifikace rostlin pomocí umělé inteligence se téměř vyrovná člověku



Ondřej Vild se zabývá změnou lesní vegetace v posledních desetiletích, a zejména pak rolí člověka. V aplikaci FlowerChecker zajišťuje především odborné aspekty jejího fungování.

Je to už více než šest let, kdy jsme sestavili tým botaniků z celého světa, kteří pomáhají lidem s určováním rostlin z fotografií. Vyvinuli jsme k tomu mobilní aplikaci FlowerChecker a za dobu jejího provozu zodpověděli téměř tři sta tisíc dotazů uživatelům především ze západní Evropy, Severní Ameriky a Austrálie. Tehdejší úspěch aplikace (přes deset tisíc stažení) byl do značné míry umožněn díky raketovému vzestupu trhu se smartphony na počátku druhé dekády 21. století.

V dnešní době zažívá podobný boom strojové učení založené na hlubokých neuronových sítích, včetně rozpoznávání obrazu. Díky technologickému pokroku jsme vytvořili nástroj navazující na aplikaci FlowerChecker, který dokáže rostliny rozpoznávat automaticky. Vznikla služba Plant.id (viz box), fungující na stejnojmenné doméně. Pro její vytvoření byly nezbytné fotografie rostlin nashromážděné právě pomocí aplikace FlowerChecker, které posloužily k trénování neuronové sítě.

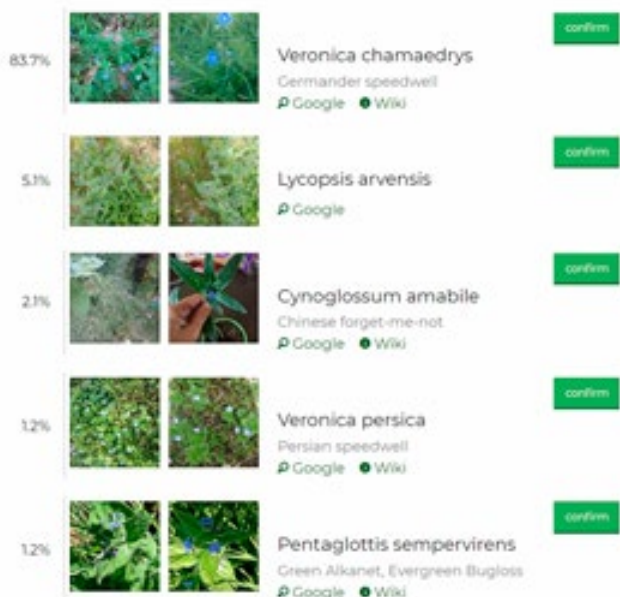
Spolehlivost Plant.id nebyla zpočátku nijak závratná a úspěšnost nedosahovala ani 20 %. Postupem času se ale díky rozšíření databáze a vylepšení modelu výrazně zvýšila. Pomohlo i využití doprovodných údajů, především data a místa pořízení fotografie. Současný program dokáže rozpoznat 10 997 tzv. tříd, tj. taxonomických kategorií, jakými jsou druh nebo rod. Datový soubor ve skutečnosti zahrnuje kromě cévnatých rostlin i další skupiny organismů. Aplikace nenavrhuje pouze jediný taxon, ale několik alternativ, k nimž může určovaný objekt náležet (viz obr.).

K vyhodnocení úspěšnosti programu byly využity fotografie rostlin určených v aplikaci FlowerChecker za období od ledna až do poloviny července 2019. Datový soubor ve výsledku tvořilo celkem 16 905 záznamů. Odborníci nebyli schopni identifikovat přibližně 15 % fotografií, a to z nejrůznějších důvodů. Nejčastěji tomu bylo kvůli nízké kvalitě obrázků nebo stavu rostliny, například absence květů, plodů či jiných důležitých detailů. Nutné je také



a few seconds ago

delete



Ukázka výsledku pro fotografii květu rozrazilu rezekvítku (*Veronica chamaedrys*). Květy mají obecně velmi vysokou úspěšnost identifikace.

Služby Plant.id (www.plant.id) může využívat zdarma každý registrovaný laik. Obchodní model je založený na poskytování tzv. aplikačního rozhraní (API), pomocí kterého je možné funkci identifikace snadno integrovat do produktů/ služeb různých firem a organizací. Typicky je tak služba klienty firmami integrována do zahrádkářských mobilních aplikací. Nabízí se však i odbornější využití, například podpora fytoceologického průzkumu nebo monitoring biodiverzity. V oblasti zemědělství se otevírá trh pro dávkování hnojiv a herbicidů, v městském prostředí už teď pracujeme na aplikaci pro zjednodušení evidence zeleně.

Budoucnost služby nyní leží v hledání dalších oblastí s poptávkou po automatické klasifikaci objektů na základě jejich vizuální podoby. Nabízí se začít s obory, které jsou rostlinám blízké, například identifikace nemocí rostlin nebo taxonů na základě mikroskopických snímků pylových zrn. Počátečním omezením je pouze potřeba získat data, na kterých se budou neuronové sítě trénovat.

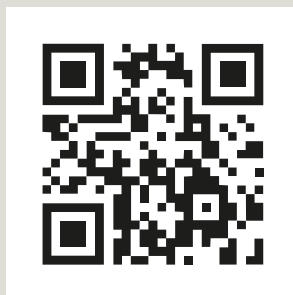
přiznat, že některé fotografie jsou špatně určené, přestože výsledek je ve většině případů kolektivním úsilím.

Z celkových 3 917 taxonů identifikovaných odborníky bylo pro stávající verzi Plant.id 8,3 % taxonů neznámých. Teoretické maximum míry

Plant.id

úspěšnosti je tedy 91,7 %. Návrh, kterým si byl program nejjistější, se trefil do názoru odborníků v 61,1 %, a pokud by se uvažovaly jen modely známé taxony, pak by byla úspěšnost 66,6 %. Dále jsme zjišťovali, jestli se odpověď shodná s posouzením odborníků vyskytuje v dalších návrzích. Tak například v některém z prvních čtyř návrhů se „správná“ odpověď objevila ve více než 80 % případů.

Tyto jednoduché propočty ukazují, že umělá inteligence už dnes dosahuje velmi dobrých výsledků. To může vyvolávat různé otázky. Nebude za chvíli umět umělá inteligence rozpoznávat rostliny lépe než člověk? Budeme ještě vůbec potřebovat Klíč ke květeně České republiky? Jak jsme uvedli výše, 15 % fotografií nebyli odborníci schopni poznat. Tento podíl by byl určitě výrazně nižší, pokud by měli k dispozici rostlinu živou nebo ve formě herbářové položky (a tam se bez klasického klíče na určování rostlin neobejdeme). Například mikroskopické znaky či vůni listů po rozemnutí z fotografie totiž získat nejde. Pro laiky může nicméně umělá inteligence znamenat jednoduchý a poměrně spolehlivý nástroj, jak začít poznávat rostliny kolem sebe. ■



Ondřej Veselý se v akademické sféře věnoval analýze přirozeného jazyka a vývoji systémů pro detekci plagiátů. Příležitostně pomáhá v roli etického experta Evropské komisi s hodnocením R&D projektů.



Jiří Řihák vystudoval doktorát ze strojového učení na Fakultě informatiky na Masarykově univerzitě. Je autorem neuronové sítě v Plant.id.

Mgr. Ondřej Vild, Ph.D.¹, Ing. Ondřej Veselý,

Ing. Jiří Řihák, Ph.D.¹ Oddělení vegetační ekologie,

Botanický ústav AV ČR, Brno

ondrej.vild@ibot.cas.cz, xorwen@gmail.com,

exthran@gmail.com



Slyšeli jste někdy o floristických kurzech?

Autor příspěvku při zkoumání pestré květnaté louky. V pozadí sjezdovky, na kterých rostou jen vyseté druhově chudé trávničky.

Foto M. Mokrejš

Česká botanická společnost (ČBS) jako největší profesní organizace sdružující naše botaniky oslavila v roce 2012 sté výročí svého založení. Kromě ediční činnosti (časopisy *Zprávy České botanické společnosti*, *Bryonora* nebo *Preslia*) pořádá například pravidelné pondělní přednášky na katedře botaniky v Benátské ulici v Praze, sdružuje různé regionální i odborné sekce (například tu k ochraně přírody nám představil J. Dostálek v minulém čísle) a organizuje také již tradiční floristické kurzy. Ty považuji za důležitou činnost, kterou provádějí i regionální pobočky.

Jedná se o odborné akce s cílem naučit zájemce o botaniku poznávat i obtížněji určitelné druhy rostlin a přitom systematicky probádat méně prozkoumané končiny naší vlasti. V roce 1957 se pod hlavičkou tehdy Československé botanické společnosti uskutečnil vůbec první floristický kurz a od roku 1964 probíhají tyto akce každoročně. V některých letech jsou floristické kurzy pořádány na Slovensku ve spolupráci se Slovenskou botanickou společností. Na kurz se mohou hlásit i nečlenové České botanické společnosti, je vhodný

zejména pro pedagogy středních a základních škol, případně středoškolské studenty se zájmem o botaniku. Pro každý kurz jeho organizátoři připravují celodenní trasy, které si účastníci mohou projít pod vedením zkušeného floristy. Kromě „velkých“ kurzů se zavedly tzv. floristické minikurzy o menším počtu účastníků, organizované vždy nějakou regionální pobočkou. Přehled hlavních kurzů včetně minikurzů je uveden na stránkách ČBS na adrese botanospol.cz. Z nich přebíráme i mapu aktuální k roku 2018:





BOTANICKÝ
ÚSTAV AV ČR
v.v.i.

Vratička heřmánkolistá.

Foto P. Petřík

Petr Petřík vystudoval geobotaniku na Katedře botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze a poté (2000) nastoupil do Botanického ústavu AV ČR v Průhonících. Kromě organizační práce (Platforma pro krajinu) se věnuje výzkumu vegetace a floristice.

Jeden z posledních minikurzů proběhl ve dnech 14.–16. června 2019 ve Stříbrnicích u Starého Města pod Sněžníkem. Právě jeho průběh zde shrneme, aby si čtenáři Botaniky mohli lépe představit, jak takový floristický minikurz probíhá.

Minikurz se konal ve spolupráci s Moravskoslezskou pobočkou ČSÚ a Botanickým ústavem AV ČR. Zúčastnilo se ho 24 účastníků, kteří prošli celkem 15 tras. Potvrdili jsme již známé lokality kriticky ohrožených a zákonem chráněných zdrojovek hladkosemenných (*Montia fontana* subsp. *fontana*) rostoucích na prameništích a kapradin vratiček heřmánkolistých (*Botrychium matricariifolium*), vázaných zase na biotopy, kde není spojitý bylinný porost. Měli jsme radost, že se během jedné exkurze podařilo znovu po letech potvrdit výskyt jednokvítku velekvětého (*Moneses uniflora*). Mile nás překvapil poměrně hojný výskyt jetele hnědého (*Trifolium spadiceum*) jakožto zástupce silně ohrožených druhů z Červeného seznamu. Zaujal také jistě dočasný výskyt pryskyřníku rolního (*Ranunculus*

arvensis). Zastihli jsme již dokvétající jedince vstavače mužského znamenání (*Orchis mascula* subsp. *speciosa*), zato lilie cibulkonosná (*Lilium bulbiferum*) stále ještě čekala na květ. Také jsme navštívili louky s dalšími zástupci orchidejí, jako pětiprstka žežulník (*Gymnadenia conopsea*), prstnatec májový pravý (*Dactylorhiza majalis* subsp. *majalis*) a vemeník dvoulistý (*Platanthera bifolia*). Poslední den minikurzu se podařilo nalézt i prstnatec Fuchsův (*Dactylorhiza fuchsii*), doložený dosud jen z blízkého okolí. Výsledky nyní čekají na zpracování a nám se snad podaří zaplnit mezery na mapě, která zachycuje rozšíření množství druhů na tomto krásném území s dosud hojnými květnatými loukami a prameništi rychle však ustupující novým sjezdovkám a penzionům. ■

RNDr. Petr Petřík, Ph.D. Oddělení GIS a dálkového průzkumu Země, Botanický ústav AV ČR, Průhonice
petr.petrik@ibot.cas.cz

platforma pro krajinu



Není rákos jako rákos

Rákosina v deltě
Mississippi
(obhospodařovaná
vypalováním).

Foto J. Čuda



Hana Skálová se dlouhodobě zabývá studiem klonálních rostlin. V poslední dekádě se intenzivně věnuje studiu nepůvodních druhů, zejména faktorům, které zapříčiňují jejich invazivnost.

Rákos obecný (Phragmites australis) není asi třeba čtenářům Botaniky příliš představovat. Zná ho snad každý, kdo občas vyjde do přírody nebo jen k návesnímu rybníku či na vlhčí místa za humny. A jak už to v biologii bývá, zkoumání běžných druhů, které potkáváme takřka každodenně, může přinést velmi zajímavé poznatky. Rákos obecný je kosmopolitní druh, který se vyskytuje na všech světadílech kromě Antarktidy. Vyhovují mu zejména vlhčí místa mírného pásma. Pozornost vědců přilákal rákos na konci minulého století, kdy začaly rozsáhlé rákosiny v různých částech Evropy náhle odumírat. Snaha zjistit příčiny a zabránit dalšímu odumírání rákosu vyústila v mezinárodní projekt EUREED, do kterého se zapojili i pracovníci Botanického ústavu z třeboňského pracoviště. V rámci projektu se zjistilo, že příčinou odumírání je eutrofizace, která rozbíhá celou kaskádu procesů, především snížení hladiny kyslíku rozpuštěného ve vodě a namnožení anaerobních bakterií. Tyto procesy vedou ke snížení životaschopnosti rákosu a jeho nižší odolnosti vůči škůdcům. Dalším důležitým poznatkem bylo, že se během evoluce vyvinuly lokální typy rákosu, přizpůsobené místním podmínkám. Například klony ze severních částí Evropy byly adaptovány na kratší vegetační

sezónu rychlým růstem kratších stébel, časným kvetením a vytvářením delších oddenků, pomocí kterých se rákos velmi úspěšně rozmnožuje.

Přestože poslední dekády minulého století v Evropě byly ve znamení ústupu rákosu, za oceánem, konkrétně v Severní Americe, docházelo naopak k jeho prudké expanzi. Rozsáhlý výzkum tamních ekologů odhalil, že příčinou je šíření nepůvodních klonů z Evropy, jejichž semena se pravděpodobně dostala ve druhé polovině 19. století do Severní Ameriky s lodním balastem, což je zátěž (dnes voda, dřívě kameny, zemina, atd.), která se nakládá do lodí, které nepřevážují náklad, aby se zvýšila jejich stabilita. Rozšíření původních a invazních linií bylo možné zrekonstruovat v čase pomocí genetické analýzy herbářových položek rákosu. Ukázalo se, že v 60. letech 20. století byly evropské klony na severovýchodním pobřeží Spojených států amerických velmi rozšířené. V současnosti jsou již běžnější než původní severoamerický rákos (*Phragmites australis* subsp. *americanus*) a jejich expanze pokračuje na západním pobřeží USA. Invazní klony zarůstají dřívě rozvolněné mokřady, kde se původní rákos vyskytoval spolu s řadou dalších druhů. Tím se drasticky mění podmínky stanoviště, protože invazní klony na



rozdíl od původních tvoří velmi husté porosty. Ty vytlačují původní druhy živočichů a rostlin včetně původního rákosu. Nejmarkantnější je úbytek volného prostoru a snížení dostupnosti světla pro světlomilné rostliny (např. původní druhy orchidejí) a živočichy (nejen hmyz, ale i ryby a ptáky). Roli hraje i zvýšené ukládání opadu kvůli výrazně vyšší produkci biomasy, než vykazují původní severoamerické klony, i zrychlené usazování sedimentu bohatého na živiny. Zvýšení úživnosti v původně živinami chudých mokřadech může mít efekt pozitivní zpětné vazby, kdy osídlení nepůvodním

rákosem dále zrychluje jeho invazi, protože nepůvodní rákosy rychleji reagují na zvýšený přísun živin. Zdá se, že podobné procesy probíhají i na jiných místech, zejména v Austrálii. Ve spolupráci s Laurou Meyerson z University of Rhode Island a dalšími zahraničními kolegy jsme v pokusné zahradě Botanického ústavu vytvořili sbírku rákosu, která momentálně čítá bezmála 700 klonů z celého světa.

V roce 2012 jsme ze sbírky vybrali 100 klonů z mírného pásma, u kterých jsme znali velikost genomu, tedy množství jaderné DNA. K podrobnému zkoumání jsme vybrali klony pocházející z Eurasie, Severní Ameriky (domácí i invazní), dále pak klony z jižní Afriky a Austrálie. Od každého klonu jsme na pokusném pozemku pěstovali pět rostlin, každou v devadesátilitrové nádobě naplněné pískem. Není divu, že zakládání pokusu velmi připomínalo stavební práce, když na zahradu přijelo několik tatrovek plných písku, který pak kolegové několik dní rozváželi do jednotlivých kultivačních nádob. Během pokusu jsme u každého z 500 trsů rákosu měřili velké množství vlastností charakterizujících jeho růst, reprodukci a fyziologii. Několikrát ročně jsme zaznamenali celkovou výšku, počítali jednotlivá stébla, měřili jejich průměr a zjišťovali, kolik z nich je plodných a kolik produkuje semen. Každý podzim až do

Výzkum ústupu rákosu v deltě Mississippi (tým našeho spolupracovníka Jima Cronina).

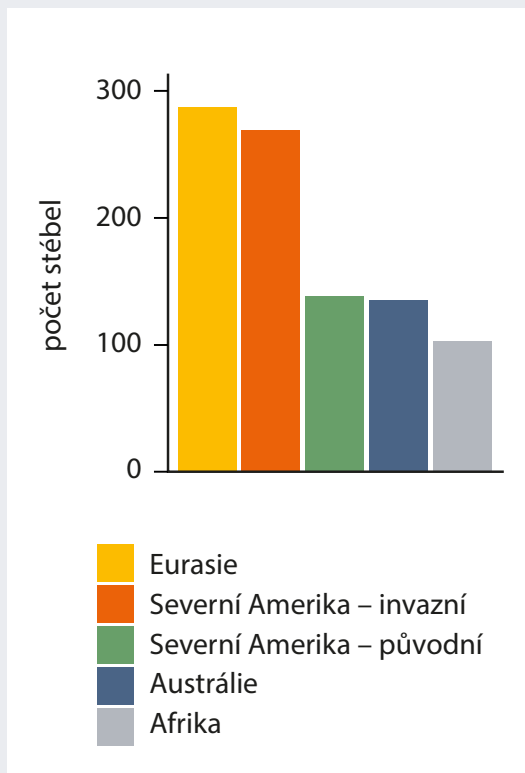
Foto J. Čuda

Klonální rostliny

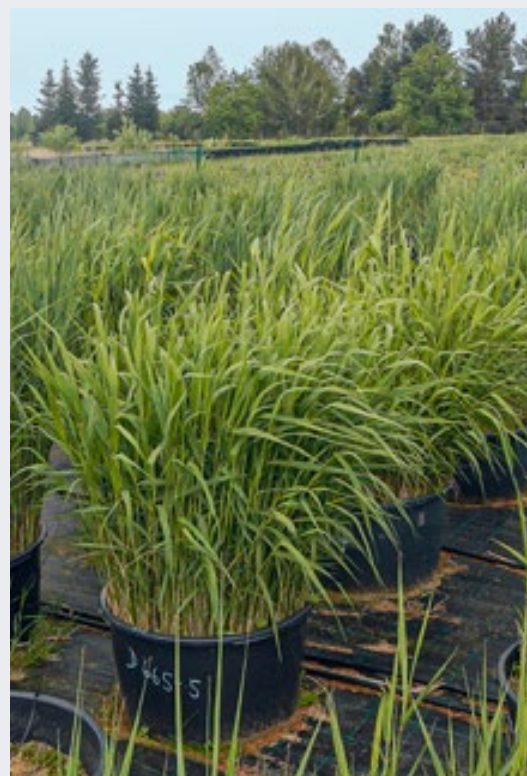
Jako klonální označujeme ty rostliny, které jsou schopny se rozmnožovat vegetativně zejména pomocí oddenků a nadzemních šlahounů, na kterých se vytvářejí nové nadzemní výhony. Na rozdíl od pohlavně vzniklých jedinců vzešlých ze semen mají vegetativně vzniklí potomci naprosto stejnou genetickou výbavu jako rodič. Takto vzniklí jedinci pak tvoří klon. Většina klonálních rostlin je schopna i pohlavního rozmnožování. Úspěšní pohlavně vzniklí jedinci, kteří se dále vegetativně rozmnožují, pak dávají vzniknout klonům.



Jan Čuda studuje faktory ovlivňující invazivnost v rodě netykavka a u rákosu, například kompetici a koexistenci invazních a původních taxonů či vliv šíření. V rámci studijní stáže v USA se zapojil do projektu zkoumajícího příčiny ústupu rákosu v deltě Mississippi.



Rozdíl v počtu stébel mezi pěti skupinami klonů pěstovaných v nádobách o objemu 90 l v pokusné zahradě. Počet klonů pro každou skupinu se pohyboval od 40 do 125.



Pokusné rostliny začátkem léta na experimentální zahradě na Chotobuzi.

.....
Foto M. Pyšek



Petr Pyšek se dlouhodobě zabývá problematikou biologických invazí, zejména makroekologickými zákonitostmi na různých časoprostorových škálách, teoretickými souvislostmi invazního procesu, mechanismy invazivnosti druhů a invazibilitu stanovišť a ekologii jednotlivých invazních druhů.

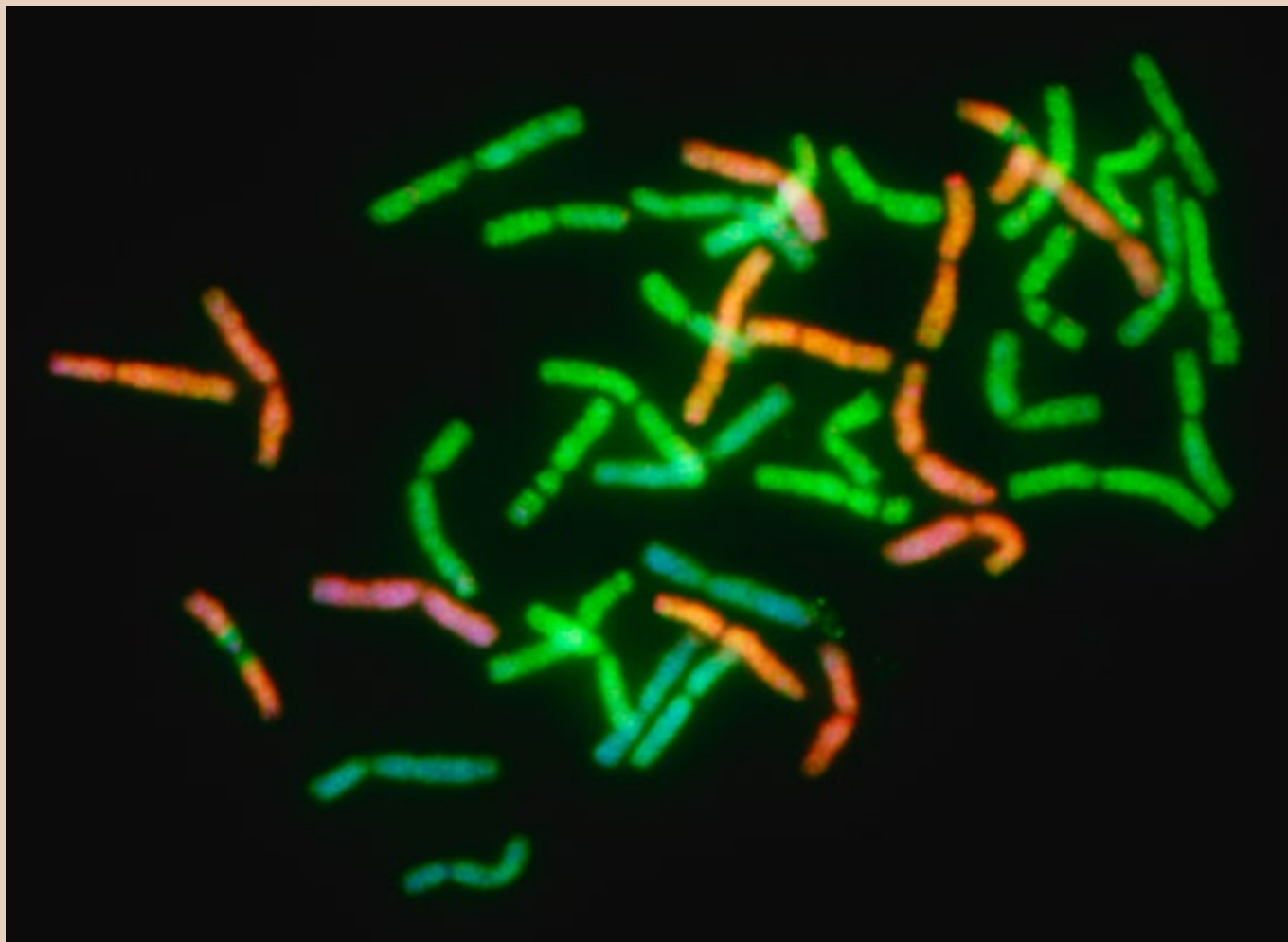
roku 2014 jsme stébla ostříhali a zvážili. Kromě toho jsme změřili specifickou listovou plochu (tj. jakou plochu listu rostlina vytvoří z 1 g sušiny), fotosyntézu listů, stanovili listovou plochu celé rostliny, obsah základních živin ve stoncích, listech a oddencích a míru napadení listů a stébel hmyzem. Během podzimní sklizně v roce 2014 jsme vykopali podzemní části všech rostlin a rozdělili je na kořeny a oddenky, u kterých jsme změřili délku (celková délka všech oddenků dohromady dosáhla úctyhodných 5 km). Z výsledných dat vyplynulo, že námi zkoumané klony lze rozdělit do dvou skupin. V první z nich jsou vitální klony z Eurasie: domácí i ty invadující v Severní Americe. U nich jsme zaznamenali vyšší počet stébel, větší podzemní biomasu, delší oddenky, vyšší specifickou listovou plochu, vyšší koncentrace dusíku a fosforu v biomase a vyšší investice do reprodukce (vyšší podíl květenství v celkové nadzemní biomase). Klony druhé skupiny byly méně vitální. Do této skupiny spadají původní severoamerické klony spolu s klony z jižní Afriky a Austrálie. Z našich výsledků tak vyplývá, že vedle Severní Ameriky je invazí eurasijských klonů ohrožena jižní Afrika a Austrálie. K jejich rozšíření může dojít, zejména pokud se najde dostatečně silný vektor, což je s ohledem na rostoucí celosvětový obchod a s ním spojený převoz materiálu a zboží silně pravděpodobné.

Ve spolupráci s Laboratoří průtokové cytometrie BÚ jsme při podrobné analýze všech vlastností původních evropských klonů, těch úspěšně se šířících v Severní Americe a původních severoamerických klonů zjistili, že klíčovou roli hraje velikost genomu v jedné chromozomové sádce. Klony pocházející z Evropy obsahují podstatně méně DNA v chromozomech než původní severoamerické klony. Ekologické vysvětlení vlivu malé velikosti genomu na invazivnost spočívá v tom, že rostliny s menším genomem mají menší buňky, které se rychleji dělí, což v důsledku ovlivňuje množství vlastností spojených s úspěšností druhu. Zbývá zjistit, nakolik lze tyto výsledky zobecnit i na jiné druhy – pokud by se ukázalo, že se jedná o univerzálnější prediktor invazního chování rostlin, mohlo by to mít velký význam při predikci potenciálně invazních druhů rostlin. ■

RNDr. Hana Skálová, CSc.¹, Mgr. Jan Čuda, Ph.D.¹
& prof. RNDr. Petr Pyšek, CSc.^{1,2}

¹ Oddělení ekologie invazí, Botanický ústav AV ČR, Průhonice
² Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

hana.skalova@ibot.cas.cz, jan.cuda@ibot.cas.cz,
petr.pysek@ibot.cas.cz



Trávy si půjčují geny od vzdálených příbuzných

Naše pracovní skupina (viz poděkování) se zaměřuje na studium evoluce genomu trav. Zabýváme se trávami ze skupiny Triticeae, což jsou trávy příbuzné významným obilovinám, jakými jsou pšenice, ječmen nebo žito. Vedle kulturních obilovin tato skupina trav zahrnuje celou řadu planých druhů, které se přestaly pěstovat pro obživu, ale jsou důležité z jiného hlediska. Například představují přirozenou zásobárnu genů pro šlechtitele, kteří se pomocí křížení snaží určitě vhodné vlastnosti planých druhů vnést do genomů pěstovaných obilovin. Například ze dvou druhů pýru, prostředního a pontického, bylo do genomu pšenice seté vneseno kolem dvaceti genů. Většinou se jedná o geny pro rezistenci vůči virovým nebo houbovým chorobám.

Zajímavostí mnohých trav této skupiny je, že vznikly křížením dvou druhů a následným zdvojením již vzniklého smíšeného genomu. Tomuto procesu říkáme allopolyploidizace. Takové druhy potom mají více DNA (množství odpovídá přibližně součtu množství DNA obou rodičů) a zároveň i dvojnásobný počet chromozomů.

Výsledkem je, zjednodušeně řečeno, že daný druh má v buňkách místo jednoho genomu genomy dva. Ve skupině Triticeae jsou dokonce druhy, které takto kombinují i čtyři různé genomy. Takovým příkladem je obecně známý plevel, pýr plazivý, který obsahuje dva genomy původem z trav s latinským jménem *Pseudoroegneria* a jeden genom z ječmene (*Hordeum*). Cytologové umí jednotlivé genomy (říká se jim subgenomy) na preparátu od sebe odlišit tak, že každý má jinou barvu (viz obrázek).

Původ hybridů lze zkoumat pomocí vybraných úseků DNA, tzv. markerů, kterými mohou být například geny nebo některé nekódující úseky. Podle pravidel dědičnosti má hybrid genetickou výbavu zděděnou po obou rodičích, a tak v jeho genomu můžeme najít varianty daného markeru, které odpovídají rodičovským druhům. Při pátrání po původu pýru plazivého jsme narazili na zajímavé skutečnosti. Pýr plazivý by měl mít tři varianty genetické informace – dvě podobné původem z různých druhů rodu *Pseudoroegneria* a jednu z ječmene. Překvapivě jsme ale v genomu pýru našli mnohem více stop po dalších možných předcích.

Cytogenetická analýza pýru plazivého potvrdila, že jeho genom tvoří dva subgenomy zástupce rodu *Pseudoroegneria* (zelená barva) a jeden subgenom ječmene (*Hordeum*, oranžová).

Analýza a foto D. Kopecký



Hordeum comosum z pohoří And patří k druhům ječmenů, které obsahují překvapivé množství cizorodé DNA z prosovitých trav.

Foto F. R. Blattner



Václav Mahelka vystudoval Krajinné inženýrství na České zemědělské univerzitě, odkud se za postgraduálním studiem botaniky vydal na Přírodovědeckou fakultu Univerzity Karlovy v Praze. V Botanickém ústavu AV ČR se věnuje různým aspektům evoluce trav.

Co se týče hlavních „stavebních kamenů“ pýru, skutečně se jedná o genomy rodů *Pseudoroegneria* a *Hordeum*. Zajímavé je, že pýr nese stopy po dvou různých variantách od obou těchto genomů. V případě ječmene (*Hordeum*) jeden typ markeru odpovídal ječmenům euroasijským, zatímco druhý typ ječmenům americkým. Genom pýru se tedy skládal ze dvou různých subgenomů rodu *Pseudoroegneria* a jednoho hybridního genomu ječmene. To ovšem nebylo všechno. Pýr také obsahoval genetické stopy sveřepu (*Bromus*) a prosa (*Panicum*). Tyto trávy již nepatří do skupiny Triticeae, takže i jejich křížení je nepravděpodobné. Zatímco ale sveřepy jsou nejbližšími příbuznými Triticeae a patří alespoň do stejné podčeledi trav, prosovité trávy jsou naopak těmi téměř nejvzdálenějšími – genetické linie vedoucí k pšenici a prosu se oddělily přibližně před 50 miliony let. Rozpoznatelné je to na první pohled – mezi prosovité patří například kukuřice či proso – račte porovnat například s pšenicí. Jak se tedy tato DNA do pýru dostala?

S jedním z rodičů, nebo s oběma? Nebo rovnou do pýru? Tím začalo naše pátrání.

Ječmenů roste na Zemi přibližně 30 druhů, a tak nebylo složité zjistit, jestli některý z nich také obsahuje stopy prosa nebo sveřepu. Stejně tak jsme otestovali několik zástupců rodu *Pseudoroegneria*. Zjistili jsme, že „prosovité“ sekvence DNA se vyskytují ve všech druzích jedné velké skupiny ječmenů – sekce *Stenostachys*. Ta přitom zahrnuje většinu dnes známých druhů ječmenů. Ječmeny naopak neobsahovaly stopy po sveřepu. Od té chvíle se předmětem našeho zájmu staly plané ječmeny, útlé trávy, které vznikly před 12 miliony let ve střední Asii. Odtud se asi před 1,5 milionem let vydaly do Ameriky, kde vznikla celá řada nových druhů. Aby to nebylo příliš jednoduché, tak během té doby ječmeny několikrát oběhly zeměkouli (tehdy to bylo možné, Beringova úžina se dala projít suchou nohou) a po cestě se zřejmě i křížily (odtud zřejmě hybridní ječmen v genomu pýru). Jsou to především americké druhy ječmenů, u kterých jsme zjistili genetické stopy po prosovitých travách. Přesněji řečeno, (jiho)americké druhy obsahují cizorodé DNA nejvíce. Nesou stopy nejen prosa, ale i dalších panikoidních trav z rodů *Paspalum*, *Euclasta*, *Setaria* a *Arundinella* a například jedna rostlinka ječmene *Hordeum stenostachys* z předměstí Buenos Aires obsahovala hned všechny vyjmenované. Velké množství cizorodé DNA potom mají hlavně ječmeny z oblasti Patagonie (viz obrázek). Dokonce ona „prosovitá“ DNA v genomu ječmenů obsahuje funkční geny, což může pro daný druh znamenat selekční výhodu.

Takto masivní příměs cizorodé DNA, navíc z takto evolučně vzdálených druhů, již nelze objasnit pouhým křížením, ale jako vysvětlení se nabízí horizontální přenos genů. Tedy proces přenosu genetické informace způsobem jiným, než je rozmnožování. Ano, geny se opravdu mohou šířit jen tak a žádné rozmnožování k tomu nepotřebují, běžné je to například u bakterií. V rostlinné říši je pozoruhodným příkladem druh *Amborella trichopoda*, endemit Nové Kaledonie a zástupce nejstarší žijící vývojové větve krytosemenných rostlin. Její mitochondriální genom obsahuje tolik cizorodých genů původem z různých mechů, lišejníků, řas a jiných rostlin, že by vydaly na dalších šest mitochondriálních genomů. Jenže, na rozdíl od trav, *Amborella trichopoda* roste s těmito „dárci“ v těsném kontaktu (jsou to často epifyti) a takový vztah horizontální přenos zřetelně usnadňuje. Navíc je známo, že mitochondriální DNA je k takovým výměnám svolná. Příklad ječmenů je o to zajímavější, že se jedná o přenos jaderné DNA, o níž se odborníci dlouho domnívali, že horizontálnímu přenosu nepodléhá, nebo alespoň ne v takové míře. Poslední studie



však ukazují, že k tomu jevu dochází u trav v poměrně velkém měřítku. Způsob přenosu zatím nebyl odhalen, je ale zřejmé, že probíhá prostřednictvím nějakého přenašeče (vektoru), kterým mohou být například savý hmyz nebo endofytické houby. ■

*Výzkum vznikl za podpory Grantové agentury České republiky [projekt GAČR 17-06548S, Cizorodá DNA u ječmenů (*Hordeum spp.*) – jaké mechanismy na genomické úrovni podporují horizontální přenos genů u trav?]. Na výzkumu se podíleli pracovníci z Botanického ústavu AV ČR (Václav Mahelka, Karol Krak, Judith Fehrer), Ústavu experimentální botaniky AV ČR v Olomouci (David Kopecký, Jan Šafář, Jan Bartoš), Biofyzikálního ústavu AV ČR (Radim Čegan, Roman Hobza) a Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung v německém Gatersleben (Frank R. Blattner).*

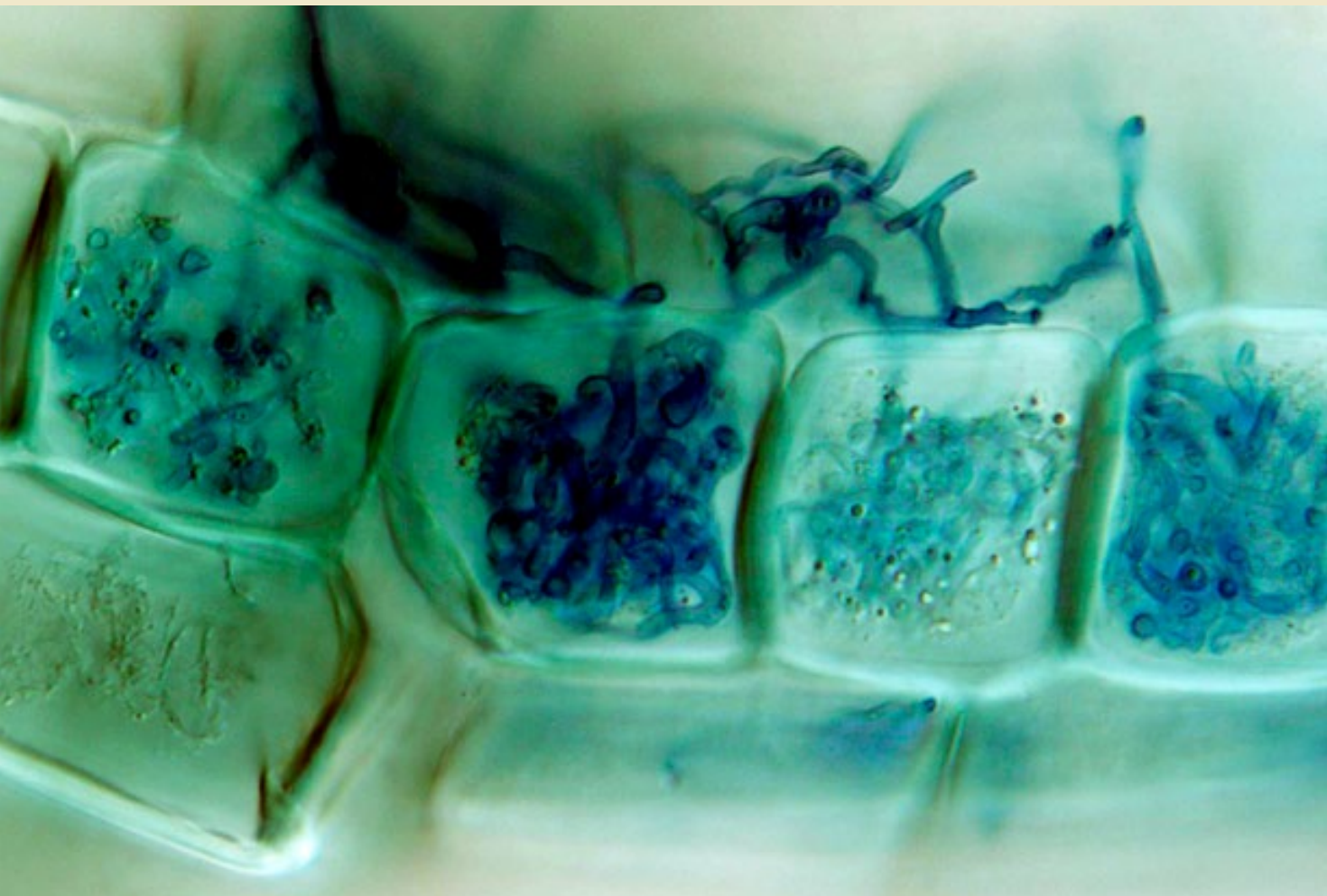
Kvetoucí pýr plazivý:

.....

Foto R. Urfusová

Co jsou geny?

Za to, jak který organismus vypadá a jak se chová, jsou do značné míry zodpovědné geny. Nacházejí se v jádře každé buňky a jsou součástí dědičné informace, kterou kóduje deoxyribonukleová kyselina, zkráceně DNA. V jádře buňky má podobu dlouhého vlákna uspořádaného v dvoušroubovici (ve skutečnosti jsou to dvě protisměrná vlákna podélně spojená k sobě). DNA je v jádře rozdělena na menší části – chromozomy, což usnadňuje buněčné dělení. Počet chromozomů je jednou ze základních biologických charakteristik organismů, vyjadřující míru genetické příbuznosti a kompatibility. Odborníci na buněčnou biologii umí chromozomy najít a zobrazit, ty následně v mikroskopu nebo na fotografii vypadají jako barevné buřtíky. Zjednodušeně lze říci, že v DNA se střídají úseky, které kódují již zmíněné vlastnosti organismů (to jsou ty geny), s úseky, které na dané vlastnosti nemají vliv. Veškerá DNA v organismu se potom nazývá genom. Geny obvykle představují jen její malou část v jádře. Pro představu – lidský genom obsahuje přibližně třicet tisíc genů, které tvoří přibližně necelá dvě procenta veškeré lidské DNA v jádře. Podobný počet genů má třeba i pšenice. V průběhu času DNA podléhá změnám, tzv. mutacím, které se projevují změnou vlastností, které DNA kóduje. Tyto změny jsou pak v populaci daného organismu přenašeny z rodičovské generace na potomstvo. Výsledkem je, že jedinci z jedné populace jsou si podobnější než jedinci z různých populací, čímž vznikají druhy. Genové mutace proto představují jednu ze základních podmínek evoluce života.



Vnitrobuněčná hyfová klubička v rhizodermis hostitelské vřesovcovité rostliny, typická pro erikoidní mykorrhizu.

Kořínek byl před mikroskopováním projasněn KOH a obarven trypanovou modří.

Fotografie k článku
M. Vohník

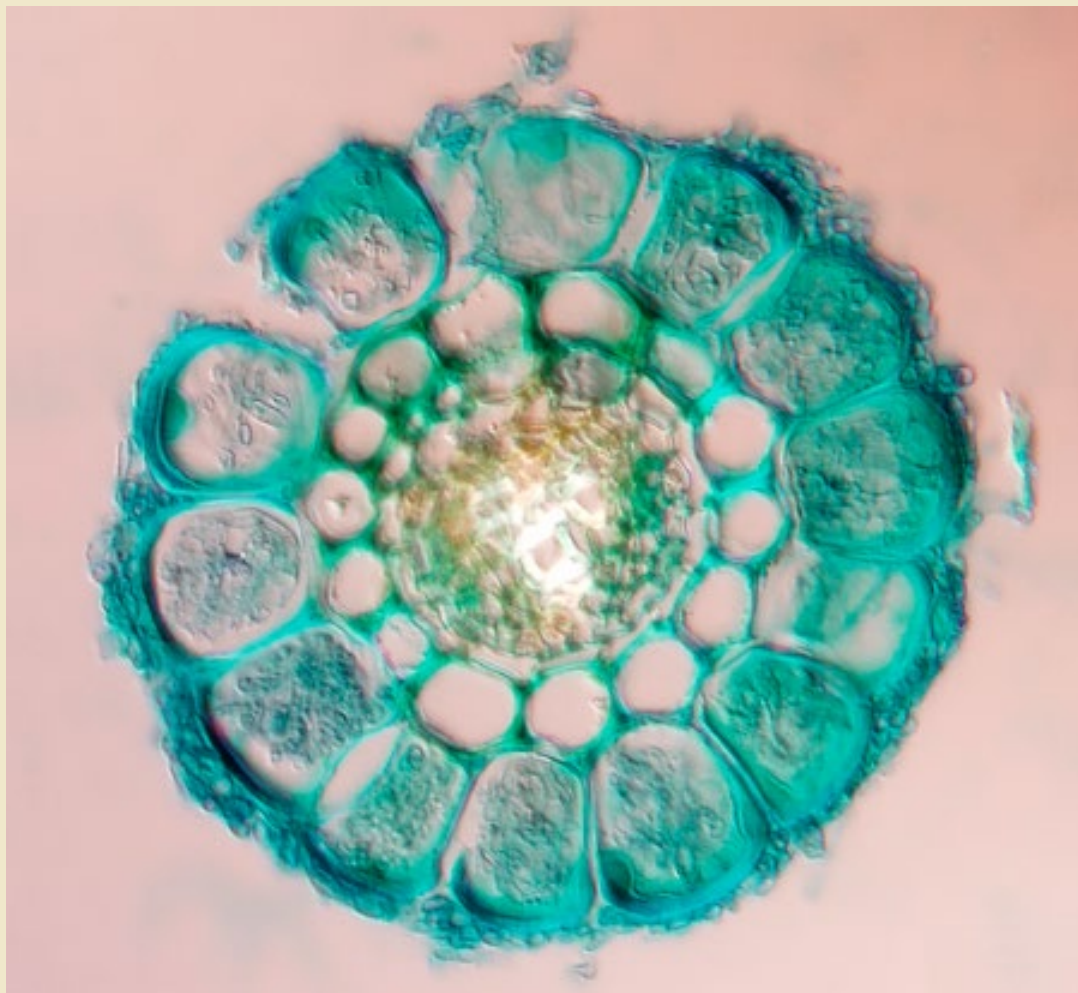
Co se děje v borůvčí aneb erikoidní mykorrhiza známá i neznámá

Česko je rájem houbařů, a tak každý správný Čech ví, že hříbky, které si v košíku nese z lesa domů, by nevyrostly, kdyby nebylo podhoubí, které je spojuje s kořeny okolních stromů. Tomuto oboustranně prospěšnému (mutualistickému) soužití se říká mykorrhizní symbióza a je opravdu prospěšné jak pro hříbky, tak pro stromy. Houby ze stromů získávají především uhlík a stromy na oplátku skrze půdní mycelium čerpají minerální živiny (hlavně dusík a fosfor), ale třeba i vodu. Uhlík, který stromy poskytují svým symbiotickým partnerům, byl původně navázán během fotosyntézy, a rostliny tak fungují jako jakýsi biologický filtr vzdušného oxidu uhličitého (CO₂), který nakonec může skončit třeba ve formě smaženice v houbařově žaludku.

Ne každý čtenář ale bude vědět, že mykorrhizní symbiózy nejsou omezeny jen na hříbky a lesní stromy, potažmo houby tvořící plodnice a dřeviny. Dle různých zdrojů žije v mutualistické symbióze s půdními houbami 70–95 % všech druhů vyšších rostlin a většina jejich houbových symbiontů plodnice vůbec netvoří. Mykorrhizní symbiózy jsou evolučně poměrně starým a velmi

důležitým fenoménem – v současnosti například převládá názor, že přechod rostlin na souš v podobě, v jaké ho známe dnes, by nebyl možný bez pomoci houbových symbiontů. V některých případech došel souběžný vývoj rostlin a hub tak daleko, že jeden bez druhého nemohou vůbec existovat. Ilustrativním příkladem jsou arbustulárně mykorrhizní houby neschopné samostatného života bez hostitelské rostliny na straně jedné či orchideje s miniaturními semínky neschopnými vyklíčení bez kontaktu s vhodným houbovým myceliem na straně druhé.

V symbióze s rostlinami ale nežijí jen houby mykorrhizní, v kořenech najdeme i řadu houbových endofytů či nezřídka ekonomicky významných parazitů. Velká část hub pak vůbec není symbiotická a uhlíkaté sloučeniny získává saprotrofně (český ekvivalent *hniložijně* se příliš neužívá). I zde bychom sice v naprosté většině případů mohli vystopovat původ uhlíku ve vzdušném CO₂, zachyceném rostlinami ve fotosyntéze, saprotrofní houby ho ale získávají z odumřelých a často již i jinými organismy přeměněných substrátů a o symbiózu se tedy nejedná. Mezi mykorrhizními, endofytickými,



Nápadně ztloustlá rhizodermis (svrchní vrstva buněk kořene), vyplněná hyalovými klubičky erikoidně mykorrhizní houby. Kořínek byl před mikroskopováním ošetřen jako na předchozím obrázku.

Slovníček pojmů

Ektomykorrhizní – ektomykorrhiza je anatomico-morfologický typ mykorrhizní symbiózy, kde hyfy tvoří okolo kořene různě hustý myceliální plášť a hyfy, které pronikají dovnitř kořene, zůstávají v mezibuněčném prostoru (neprotékají dovnitř buněk, jak je tomu např. u erikoidní mykorrhizy).

Endofyt – zpravidla mikroskopický symbiotický organismus žijící uvnitř rostlinného těla, kterému na první pohled obzvláště neprospívá, ale ani neškodí.

Hyfa – mnohobuněčný mikroskopický trubcovitý útvar, ze kterého je tvořeno mycelium.

Kořenová kůra (kortex) – zjednodušeně oblast kořene mezi pokožkou (rhizodermis) a středním válcem (stélé) obsahujícím vodivá pletiva. U většiny rostlin tvoří objemově největší část kořene.

Mycelium – často bohatě rozvětvená síť houbových hyf, jakési houbové „tělo“ (např. plodnice hříbků jsou tvořeny myceliem, tedy složitě uspořádanými a různě diferencovanými hyfami).

Symbióza – těsné soužití dvou a více různých organismů bez ohledu na jejich profit; mezi symbiózou tak patří jak parazitismus, tak mutualismus (oboustranně prospěšná symbióza) atd.

parazitickými a saprotrofními houbami existují četné přechody a předpokládá se, že řada mykorrhizních hub vznikla z původně parazitických či saprotrofních předků, pravděpodobně přes určitou endofytickou mezifázi (tzv. *waiting room hypothesis* neboli „teorie čekárny“).

A zde se konečně dostáváme k borůvkám – hříbky totiž občas rostou i v borůvčí (či mezi jinými vřesovcovitými rostlinami, kupříkladu vřesem nebo šichou). To by mohlo vést k mylnému závěru, že s nimi tvoří mykorrhizní symbiózy. Ale není tomu tak, pečlivý pozorovatel vždy v okolí objeví nějakou typicky ektomykorrhizní rostlinu, byť by se mělo jednat o zakrslé severské břízy či vrby, které, ač často miniaturních rozměrů, zasahují svými kořeny daleko do vřesovcovitého porostu a plodnice hříbků vyživují. Borůvky společně s řadou dalších vřesovcovitých rostlin totiž tvoří specifický typ endomykorrhizní symbiózy, která se nazývá erikoidní.

Erikoidní mykorrhiza je společně s orchideoidní nejmladší a zároveň nejméně prozkoumanou mykorrhizní symbiózou. Jedná se



Plodnice kozáka březového vyrůstá uprostřed erikoidně mykorrhizní šišky, ve skutečnosti však tvoří ektomykorrhizní symbiózu se sousední břízou.

o endomykorrhizní typ – hyfy houbového symbionta pronikají dovnitř buněk kořene hostitelské rostliny a ve většině případů tvoří hyfovou plášť či mezibuněčnou strukturu. Na rozdíl od většiny ostatních mykorrhizních hub, které kolonizují především oblast kořenové kůry, se ty erikoidně mykorrhizní omezují na buňky kořenové pokožky, kde tvoří charakteristická hyfová klubička (viz obrázek). Jde o další názorný příklad souběžné evoluce rostlin a mykorrhizních hub – zatímco většina mykorrhizních rostlin má zvětšenou kořenovou kůru, u vřesovcovitých je tato v koncových kořincích kolonizovaných houbami velmi silně redukována a naopak, buňky kořenové pokožky jsou nápadně zvětšené (viz obrázek). To přesně vystihuje podstatu obecně přijímané teorie, že jedním z důležitých evolučních tlaků, které ovlivnily vývoj anatomické a morfologické stavby kořenů, byla potřeba vytvořit životní prostor pro symbiotické organismy, zejména mykorrhizní houby, a skrze ně si zajistit dostatečný přísun minerálních živin.

Co vlastně víme o významu erikoidní mykorrhizy pro vřesovcovité rostliny? Na jednu stranu toho není málo, hraje důležitou roli zejména v příjmu dusíku z jinak těžko rozložitelných organických látek či v ochraně před toxickými těžkými kovy, na druhou je ale drtivá většina současných poznatků o jejím fungování založená na mnoha pokusech s několika málo izoláty jediné houby, a sice voskovičky vřesovcovité. To je jméno v houbařském světě prakticky neznámé, a není divu – voskovička vřesovcovitá tvoří plodnice jenom velmi vzácně, jsou velmi malé a z praktického hlediska nemají žádný význam. Pojdme se přesto na tuto typickou erikoidně mykorrhizní houbu podívat trochu blíže.

Ačkoliv výzkum hub asociovaných s vřesovcovitými rostlinami započal už na konci 19. století, podařilo se první izoláty voskovičky získat a její mykorrhiznost prokázat až v sedmdesátých letech 20. století. Původně byla izolována z kořenů vřesu na několika lokalitách v Anglii a pojmenována *Pezizella ericae*, ale toto jméno jí dlouho

nezůstalo a za zhruba deset let byla přeřazena do rodu *Hymenoscyphus*; za dalších zhruba dvacet let následoval přesun do rodu *Rhizoscyphus* a krátce poté do rodu *Pezoloma*. Z fyziologického hlediska u ní bylo od začátku nápadně široké spektrum saprotrofních schopností, což bylo nedávno potvrzeno sekvenováním jejího genomu – z tohoto hlediska má voskovička blíže k volně žijícím saprotrofům než např. k ektomykorrhizním houbám. Dalším nápadným znakem byla její specificita pro vřesovcovité rostliny (blíže příbuzné houby se často vyskytují jako endofyti / ektomykorrhizní houby u poměrně širokého spektra hostitelských rostlin), s jednou nápadnou výjimkou – voskovička vřesovcovitá je hojně nalézána jako symbiont jätrovek. Ty často rostou společně s vřesovcovitými rostlinami, a tak se jaksi automaticky předpokládalo, že se voskovička do jätrovek dostává právě z erikoidně mykorrhizních kořenů.

Letošní rok ale znamenal z hlediska voskovičky (a erikoidní mykorrhizy obecně) pravě zemětřesení – s kolegy z Botanického ústavu AV ČR jsme totiž zjistili, že *Pezoloma ericae* (což bylo její poslední platné jméno), původně popsána v roce 1974 jako *Pezizella ericae*, je konspecifická (tedy patří do stejného druhu) jako známý symbiont jätrovek *Hyaloscypha hepaticicola*, popsáný již roku 1925. Kolegové z Anglie zhruba rok předtím experimentálně potvrdili, že symbióza voskovičky s jätrovkami je mutualistická, a poukázali na fakt, že symbiózy podobné té erikoidní se vyskytují i u rostlin evolučně mladších než jsou vřesovcovité, tedy například u různých skupin jätrovek. Zároveň většina druhů rodu *Hyaloscypha* patří mezi známé saprotrofy, což vysvětluje výše zmíněné hniložijné schopnosti typické erikoidně mykorrhizní houbou. Výzkum erikoidní mykorrhizy se tak svým způsobem dostává „zpět ke kořenům“ a možná bude třeba přehodnotit řadu dosud ustálených názorů či současných domněnek.

Co napsat závěrem? Voskovička vřesovcovitá snad konečně došla definitivního taxonomického klidu. Zdá se také, že erikoidní mykorrhiza mohla vzniknout z volně žijících saprotrofů, hlavně ale asi přes mezistupeň symbiózy s pradávými jätrovkami. A vy, milí čtenáři, až příště vyrazíte do lesa na houby, snad si vzpomenete, že jedna velmi zajímavá skupina žije i v kořenech borůvek. ■

Článek je součástí publikačních výstupů projektu Grantové agentury ČR číslo 18-05886S (Zpět ke kořenům: diverzita, ekofyziologie a interakce tradičních vs. nových mykobiontů kořenů vřesovcovitých rostlin).

RNDr. Martin Vohník, Ph.D. Oddělení mykorrhizních symbióz, Botanický ústav AV ČR, Průhonice & Katedra experimentální biologie rostlin Přírodovědecké fakulty UK v Praze, martin.vohnik@ibot.cas.cz



Martin Vohník je absolventem Katedry fyziologie rostlin Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (2007). Od začátku své vědecké kariéry se na Oddělení mykorrhizních symbióz Botanického ústavu AV ČR zabývá houbami asociovanými s kořeny vřesovcovitých rostlin. K jeho vědeckým zájmům postupně přibývaly také houby osidlující kořeny mořských trav a nádorovky napadající jejich listy.



Historie agrolesnictví

Podle definice Českého spolku pro agrolesnictví (www.agrolesnictvi.cz, ČSAL) je agrolesnictví „způsob hospodaření na zemědělské nebo lesní půdě, který kombinuje pěstování dřevin s některou formou zemědělské produkce na jednom pozemku, a to buď prostorově, nebo časově.“ Ačkoli agrolesnictví bylo dlouho chápáno spíše jako záležitost tropických zemí, jde o formu využití půdy, která byla součástí tradičního středoevropského zemědělství a lesnictví.

Dnes agrolesnictví (jinak také lesozemědělství) v České republice téměř neexistuje. Průmyslové zemědělství provozované na rozsáhlých lánech stromy netoleruje a pastva v lesích je zákonem zakázána. Současná katastrální klasifikace půdy neobsahuje kombinaci zemědělské produkce a stromů. Je ale zároveň evidentní, že v minulosti tomu tak nebylo. Předindustriální krajina byla pestřejší než ta, kterou známe dnes, a hranice mezi jednotlivými kategoriemi využití půdy byla méně ostrá. Pojem agrolesnictví je sice až novodobý, v minulosti však existovaly různé formy hospodaření, které dnes můžeme označit jako agrolesnické.

Tradice agrolesnictví sahá daleko do prehistorie. Když první zemědělci v šestém tisíciletí před Kristem přicházeli na území České republiky, pravděpodobně zde našli kromě lesů i otevřenou vegetaci. Zda byly samotné lesy v tomto období celkově otevřené nebo spíše zapojené, zřejmě nikdy s jistotou nezjistíme. Každopádně je dost možné (a bezesporu logické), že první zemědělci vyhledávali otevřenější místa, kde mohli pást svůj dobytek a zakládat pole mezi stromy. Ty navíc poskytovaly krmivo pro domácí zvířata, a to ve formě letniny, tj. mladých větví stromů spolu s listím. Tento typ krmení mohl být zvláště důležitý před krmením senem, které je v českém prostředí (nepřímo) spojené

s prvními nálezy železné krátké kosa v době železné.

O agrolesnictví se zmiňuje mnoho středověkých a raně novověkých pramenů. Z nich je zjevné, že pojem les označoval nejen tmavé vysoké lesy, ale také otevřené porosty. V takovém prostředí existovala celá řada možných kombinací stromů, zemědělských plodin a zvířat, např. lesní pastva prasat, krav a koní, hrabání steliva nebo travení. Hrabání steliva bylo provozováno za účelem získat podestýlku pro domácí zvířata – v podstatě sloužilo jako náhrada slámy. Podestýlka smíchaná s exkrementy byla potom vynášena na pole jako hnojivo. Z toho vyplývá, že hrabání listí mělo význam v regionech s nedostatkem orných polí. Travení poskytovalo seno a samozřejmě předpokládalo existenci dostatečně otevřených lesních porostů. Takové porosty mohly, ale nemusely být trvalé, přesně podle současné definice agrolesnictví. Lesní řád Marie Terezie z roku 1754 například nařídil, aby v každém místě byla polovina lesů pro pastvu přístupná a druhá uzavřená, byť bývá někdy interpretován jako kompletní zákaz lesní pastvy. Jakmile byla část lesů vykácena a byla tam následně zakázána pastva, stejně velká část měla být jinde zase otevřena. Výsledkem byl časoprostorově dynamický agrolesnický systém.

Od 19. století již disponujeme rozsáhlými informacemi o agrolesnictví na území současné České republiky. Nejdůležitějším zdrojem je takzvaný Stabilní katastr. Tento katastrální soupis je nesmírně složitým historickým pramenem, který byl pořízen v první polovině 19. století a má tři hlavní části: měřický operát, písemný operát a vceňovací operát. Z hlediska klasifikace půdy rozeznával několik kategorií, jejichž názvy naznačují různé typy agrolesnictví. V Čechách, na Moravě a ve Slezsku se nejčastěji vyskytovaly

Hlavaté vrby v národní přírodní rezervaci Křivé jezero na Pálavě.

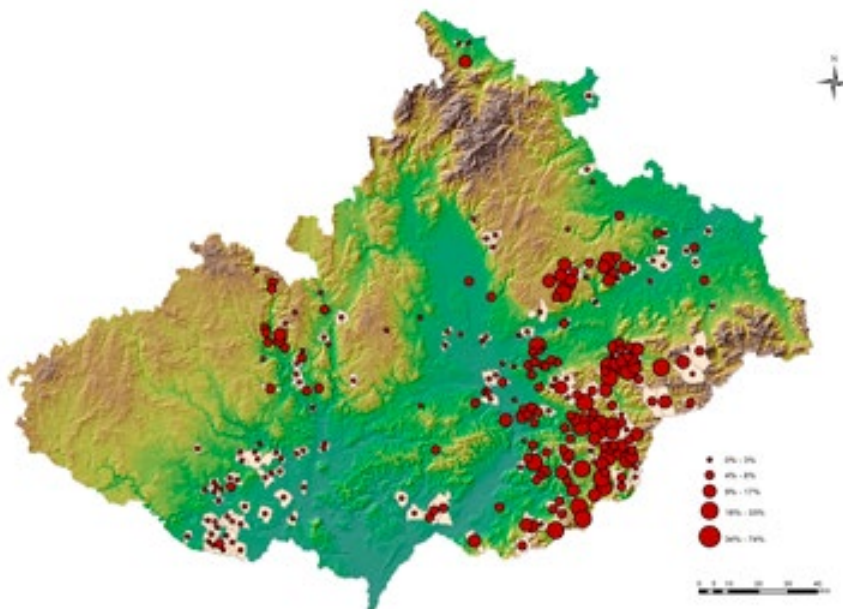
Foto P. Szabó



Péter Szabó vystudoval historii a anglistiku na Univerzitě Loránda Eötvöse v Budapešti (ELTE) a následně medievistiku na Středoevropské univerzitě (CEU) v Budapešti. Od roku 2008 působí na Oddělení vegetační ekologie Botanického ústavu AV ČR v Brně. Věnuje se hlavně interdisciplinárnímu výzkumu historie středoevropských lesů.

Podíl pastvin s využitím dřeva na celkové rozloze jednotlivých katastrálních území ve světle Stabliního katastru (první polovina 19. století) na Moravě a ve Slezsku.

Zdroj: databáze Longwood



pole s ovocnými stromy, louky s ovocnými stromy, louky s využitím dřeva, pastviny s ovocnými stromy a pastviny s využitím dřeva. Vceňovací operát navíc u lesů zaznamenával také agrolesnické využití, konkrétně pastvu, travení a hrabání steliva. V Čechách byla provedena podrobná analýza veškerých agrolesnických využití půdy mimo les, která ukázala, že v hustě zabydlených nížinách měly převahu louky a pole s ovocnými stromy. Naopak ve vyšších nadmořských výškách převažovaly louky a pastviny se stromy na dřevo. Na Moravě a ve Slezsku Stabliní katastr přesvědčivě ukázal, že agrolesnické využití lesů existovalo na většině katastrálních území, a to nejčastěji v podobě hrabání steliva a lesní pastvy. Hojně byly také pastviny s výskytem zejména břízy. Celkový obraz získaný ze Stabliního katastru svědčí o tom, že různé typy agrolesnictví byly naprosto běžnou součástí hospodaření v téměř všech obcích.

S ohledem na tehdejší teoretické práce je pozoruhodné, jak velké rozdíly existovaly mezi zemědělstvím a lesnictvím. Zemědělská odborná literatura 19. století tehdejší formy agrolesnictví v podstatě ignorovala, zatímco lesnická literatura jim věnovala značnou pozornost. Řešily se především škodlivé účinky pastvy a hrabání steliva v lesích. Ačkoliv se odborná lesnická veřejnost shodovala na tom, že oba tyto typy agrolesnictví zpomalí růst stromů, lesníci si byli dobře vědomi, že lidé produkty agrolesnictví z lesů nutně potřebují. Proto se lesníci snažili

agrolesnictví omezit a přenést potřebné aktivity na zemědělskou půdu. Například článek v časopise českých lesníků (*Vereinsschrift für Forst-, Jagd und Naturkunde*) z roku 1853 navrhoval vysázení stromů na pastvinách nejen pro získání steliva, ale také pro ochranu půdy – což je představa velmi blízká dnešní argumentaci. Jeden typ agrolesnictví, tzv. lesní polaření, byl dokonce podporován lesníky. Polaření znamenalo pěstování polních plodin na lesních holinách nebo mezi mladším porostem za účelem zvýšit výnos z lesní půdy a zároveň potlačit plevel, a tím lépe připravit půdu pro následující plantáže. Z dnešního hlediska možná paradoxně hrál tento typ agrolesnictví důležitou roli při úspěšném zavedení jehličnatých monokultur v Česku. Kombinace stromů a zemědělských plodin si našla svého vlivného propagátora v osobě Christopa Liebicha (1783–1874), prvního docenta lesnictví na pražské polytechnice, který nazval lesnictví „matkou zemědělství“.

Agrolesnictví má u nás bohatou historii, na kterou je možné v současnosti navázat. Různé typy agrolesnictví mají v dnešní době velký potenciál přispět ke zmírnění dopadů globální klimatické změny, zejména sucha, jak to prezentovaly například příspěvky na konferenci *Agrolesnictví – environmentální a produkční alternativa v zemědělství*, kterou v dubnu 2019 zorganizovala Platforma pro krajinu koordinovaná Botanickým ústavem AV ČR spolu s ČSAL. Agrolesnictví rezonuje i v nejvyšších politických kruzích a speciální dotace v rámci agrolesnického hospodaření budou pravděpodobně součástí Strategického plánu Společné zemědělské politiky EU. ■

Tato práce vznikla za podpory projektu Technologické agentury České republiky TL01000298: Agrolesnictví – šance pro regionální rozvoj a udržitelnost venkovské krajiny.

Měsíc červen v iluminaci z 15. století (kniha hodinek z Anglie). Kosení louky se stromy.

Zdroj: MS. Auct. D. inf. 2. 11, Bodleyova knihovna, Oxford



Mgr. Péter Szabó, Ph.D. Oddělení vegetační ekologie, Botanický ústav AV ČR, Brno; peter.szabo@ibot.cas.cz



Novinky v Průhonické botanické zahradě

Průhonický park se může pochlubit Botanickou zahradou, o níž pravidelně přinášíme novinky. Rok 2019 byl pro nás rokem rozsáhlého přesazování. Každý rok musíme například přesadit přibližně jednu čtvrtinu sbírky kartáčkatých kosatců. Zhruba po pěti letech totiž vyčerpají živiny v místě, příliš se rozrostou, zestárnou, méně kvetou a také více trpí chorobami. V druhé polovině srpna byla obnovena pracovní výsadba 600 kultivarů vysokých a středních kartáčkatých kosatců. Nad skalkou ve veřejně přístupné části zahrady mohou návštěvníci nově obdivovat ukázky nejmodernějších a nejzvláštějších kultivarů vyšlechtěných po roce 2000 světovými a českými šlechtiteli. Novošlechtění je typické nápadnými sytými barvami květů v kontrastu s výrazně zbarveným kartáčkem, který je nejčastěji oranžově až červeně zbarvený. V posledních letech přibývají kultivary s výrazným žilkováním ve vnějších okvětních lístcích, zajímavostí je i široký jinak zbarvený lem ve vnitřních okvětních lístcích.

Letos jsme přesadili v expoziční části zahrady i záhony kosatců ze skupin sibiřských, vodních a japonských. Starou zem jsme odbagrovali a nahradili novým substrátem obohaceným rašelinou, pískem a vyzrálým kompostem. Obě kolekce jsme doplnili o nové rostliny tak, abychom prezentovali jak jednotlivá historická vývojová stadia, tak šlechtění i variabilitu odrůd jednotlivých skupin. Sběrka byla obohacena o 30 kultivarů ze sbírky zahradnické školky Ensata Gardens z USA. Aktuálně pěstujeme 110 kultivarů odvozených od kosatce Kaempferova (*Iris ensata*), včetně kultivarů plnokvětých s 9–12 okvětními

lístky. V záhoně jsou vysázeny také kultivary vodních kosatců odvozených od kosatce žlutého (*I. pseudacorus*), k. hladkého (*I. laevigata*), k. různobarvého (*I. versicolor*) a k. štětinatého (*I. setosa*) a jejich hybridy v počtu 60 kultivarů. K nejatraktivnějším patří pseudodata hybridy z křížení kosatce Kaempferova a žlutého. První kultivary této atraktivní skupiny byly vyšlechtěny japonským šlechtitelem H. Shimizou až po roce 2005. Obnovený záhon sibiřských kosatců nyní představuje 280 zahraničních i českých kultivarů vyšlechtěných v letech 1900–2019.

Kromě kosatců jsme také přesadili část sortimentu pivoňek. Vznikl tak záhon podél panelové cesty vedoucí od vstupního turniketu v Dobřešovické ulici. Na záhonu jsou české odrůdy pivoňek, které vesměs vznikly jako výsledek experimentálního šlechtění v naší zahradě. Záhon navazuje na expozici českých tradičně pěstovaných odrůd dřevitých pivoňek. Celkové dokončení pivoňkových expozic si však vyžádá ještě několik let.

Pokračovali jsme v revitalizaci expozic sado- vých růží. Podél plotu mezi rozáriem a pomologickým arboretum hrušní jsme připravili záhon remontantních (tj. opakovaně kvetoucích) historických odrůd růží pocházejících především z 19. století. Nový záhon půdopokryvných růží vznikl v arboretu, kde doplňuje vzrostlé jehličnany. Skupina odrůd a hybridů růže svraskalé byla vysazena nedaleko pomologického arboreta. Připravili jsme též další sadové růže, které budou vysazeny v expozicích během příštího roku, kdy plánujeme také přebudování expozice miniaturních a okatých růží.

Aktivně se podílíme na činnosti Skupiny pro genofondy Unie botanických zahrad ČR.

Nově zbudovaná
vápencová skalka
v botanické zahradě.

Fotografie k článku autoři



Pavel Sekerka vystudoval fyziologii rostlin na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Od roku 2010 je vedoucí Průhonické botanické zahrady na Chotobuzi. Je spoluvůrcem informačního systému genetických zdrojů botanických zahrad ČR – florius.cz a prezidentem Unie botanických zahrad ČR.



▲ Japonský den
v botanické zahradě.

▲► Představení INTO THE
WELCOMING HOUR 2.0.

► 'Face to Face'
(Z. Krupka, 2018).

►► *Iris x*pseudata
'Shiryukyo'.



Vytvořili jsme klonový archiv kosatce nízkého (*Iris pumila*) z jižní Moravy, který patří zbarvením květů k nejvariabilnějším planým kosatcům (viz zadní strana obálky). Díky projektu TAČR EPSILON „Metodologie *ex situ* konzervace lokálních populací ohrožených druhů rostlin v měnících se klimatických podmínkách“ jsme měli možnost popisovat variabilitu tohoto kosatce v přírodě i vybrat jednotlivé klony pro konzervaci. Na základě zkušeností vzniká metodika klonových archivů pro zachovu variability planých ohrožených druhů rostlin. Veřejnost se bude moci seznámit s pestrostí květů domácích druhů kosatců na nově připravené vápencové skalce, kterou jsme vybudovali v těsném sousedství skalky hadcové. Ta slouží především ke konzervaci populace kriticky ohroženého druhu kuřičky hadcové (*Minuartia smejkali*) v rámci projektu Život pro kuřičku (Life for *Minuartia*), o kterém jsme psali v minulých číslech. Hadcovou skalku jsme letos dokončili a upravili její okolí.

Akreditace zahrady

Botanická zahrada splnila kritéria pro zařazení do mezinárodní sítě výměny rostlin mezi botanickými zahradami (*The International Plant Exchange Network – IPEN*). Získali jsme akronym PRUHO, který je součástí evidenčního kódu. Kód IPEN se poskytuje se sdíleným rostlinným materiálem a slouží k identifikaci původu genetického zdroje. Rostliny ze sbírek botanické zahrady, které jsou sdílené v rámci Nagojského protokolu, je možné poskytovat v rámci smlouvy MAT (*Material Transfer Agreement*). Průhonická zahrada, jako první česká botanická zahrada, získala akreditaci u mezinárodní organizace *Botanic Garden Conservation International*. Během akreditace jsme mimo jiné dokládali úroveň vedení zahrady a sbírek, jejich evidenci, zajištění kontinuity i zapojení do mezinárodních genofondových programů, vědy a výzkumu.



Hemerocallis 'Markéta'.



◀ Semenáč GM22.01
vyšlechtěný Z. Seidlem.

◀◀ Iris xpseudata 'Take
No Sato'.

Hodnocení sortimentu kosatců

Již šestým rokem spolupracuje Průhonická botanická zahrada s *Middle European Iris Society* na projektu *Trial Garden*. Během roku 2019 se zhodnotilo 55 semenáčů a odrůd kosatců vyšlechtěných členy společnosti převážně z Česka a Polska. Z organizačních důvodů nebylo možné v loňském roce dokončit hodnocení skupiny nízkých raných kosatců vysazených v roce 2015, proto se výsledky zveřejnily až letos. Vítězem této skupiny se stal kosatec *Aria Cigana* registrovaný roku 2015 italským šlechtitelem A. Biancou. Letos jsme hodnotili rostliny zaslané do soutěže v roce 2016. Zvítězily 'Face to Face' šlechtitele

Z. Krupky, semenáč GM22.01 šlechtitele Z. Seidla a 'Gypsy Smile' šlechtitele P. Nejedla.

V letošním roce nám šlechtitelé zaslali 58 položek, které budeme hodnotit v příštích letech. Testovací zahrada je volně přístupná v rámci provozu botanické zahrady a je umístěná v horní části rozária nad skalkou.

Mezinárodní spolupráce

Botanická zahrada je od září minulého roku koordinátorem mezinárodního projektu Erasmus+ s názvem B-Ardent! neboli *Botanical Gardens as Part of European Cultural Heritage*. Tento tříletý grant letos v září oslavil rok



Růže 'Pink Grootendorst' patří k rugosa-hybridům s květy připomínajícími malý karafiát.

trvání, během kterého proběhla dvě projektová setkání. První se konalo ve Wroclawi pod záštitou místní univerzitní botanické zahrady. Během setkání jsme se seznámili se sbírkami jednotlivých zahrad, jejich koncepcí, údržbou a prezentací odborné i laické veřejnosti. Druhé mezinárodní setkání hostil německý partner projektu Park der Gärten v Bad Zwischenahn. Na počest tohoto projektu zde byla pojmenována nová odrůda denivky 'Marketa'. Účastnili jsme se také konventu Středoevropské kosatcové společnosti na Slovensku ve Veľkom Záluží. Naším hostitelem byl světoznámý šlechtitel kosatců Anton Mego. V rámci tohoto zasedání byla také prezentována testovací zahrada a výsledky jednotlivých ročníků testů. Dlouhodobě spolupracujeme s *Presby Memorial Iris Garden* na záchově sortimentu historických kosatců. I letos jsme vyměňovali rostliny pro doplnění sbírek. Pokračuje spolupráce s botanickými zahradami Čínské akademie věd.

Akce a výstavy

V zahradě proběhly již tradiční akce, především kurátorská provázení po sbírkách. Účastnili jsme se také mezinárodního Dne fascinace rostlinami, na kterém jsme návštěvníky seznámili s vývojem šlechtění zahradních kosatců od prastarých odrůd pěstovaných ve středověku jako léčivky nebo užitkové až po současné novinky. Největší akcí byl již tradiční trvalkový víkend a japonský den, který probíhal pod záštitou Velvyslanectví Japonska v ČR a hejtmanky Středočeského kraje. Během akce byl připraven pestrý program od odborných přednášek po výstavu ikebany, workshopy, ukázky bojových umění, tance, bubenické show či ochutnávky japonských specialit. Dětské obrázky ze soutěže Malování v zahradě z letošního roku i ročníků minulých budou vystaveny pro veřejnost v Galerii Natura během zimy. Pro odbornou veřejnost jsme v předjaří též připravili tři semináře o jmenosloví kulturních rostlin, databázi pěstovaných rostlin, a zákonech, které regulují vlastnictví a pěstování rostlin. Uskutečnilo se experimentální umělecké představení Rozy Pogosian INTO THE WELCOMING HOUR 2.0. Projekt tvoří celoroční výzkumná laboratoř ve spolupráci s performery z Katedry režie alternativního a loutkového divadla DAMU, jež se zaměřují na prohlubování vztahů mezi lidmi a prostředím, ve kterém žijí. Ve spolupráci s Českým zahrádkářským svazem jsme poskytli rostlinný materiál pro výstavy sortimentů, například na výstavě růží v Lysé nad Labem. ■

Příspěvek vznikl v rámci řešení institucionálního projektu RVO 67985939 a Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin, zvířat a mikroorganismů významných pro výživu a zemědělství č. j. 51834/2017-MZE-17253/6.2.15. Podpořeno Akademií věd České republiky v rámci programu ROZE (Strategie AV21).

 Akademie věd
České republiky
Strategie AV21
Špičkový výzkum ve veřejném zájmu

 Erasmus+

RNDr. Pavel Sekerka, Ing. Markéta Macháčková & Ing. Zuzana Caspers

Oddělení Botanické zahrady a genofondových sbírek, Správa Průhonického parku, Botanický ústav AV ČR, Průhonice;
pavel.sekerka@ibot.cas.cz, marketa.machackova@ibot.cas.cz, zuzana.caspers@ibot.cas.cz

Zahrada je otevřena **od 8. 5. do 30. 9. denně mimo pondělí od 9 do 17 hodin**. Vstup s platnou vstupenkou do Průhonického parku, zvláštní vstupné se neplatí. Aktuální informace o akcích a dění v botanické zahradě najdete na ibotky.cz.



Novinky ve Sbírce vodních a mokřadních rostlin v Třeboni v roce 2018 a 2019

Sbírka (bližší viz Botanika 1, 2/2016, Botanika 1/2017) je provozována pracovištěm Třeboň Botanického ústavu AV ČR. Je členem BGCI (Botanic Gardens Conservation International) a v roce 2019 splnila kritéria pro zařazení do mezinárodní sítě výměny rostlin (The International Plant Exchange Network – IPEN), která vznikla v roce 2002 jako organizace botanických zahrad zaměřená na plnění cílů Úmluvy o biologické rozmanitosti. V rámci Unie botanických zahrad ČR se aktivně podílí na práci genofondové skupiny, která má za úkol koordinovat konzervaci ohrožených druhů v botanických zahradách ČR.

Sbírka prodělala v posledních dvou letech několik organizačních změn. Nyní funguje v rámci samostatného technického oddělení *Experimentální zahrada a sbírka vodních a mokřadních rostlin*, které má za úkol nejen udržovat sbírku rostlin, ale také zajišťovat pokusné plochy pro vědecká oddělení treboňského pracoviště.

Ve sbírce pěstujeme v současné době více než 850 druhů rostlin, přes 65 % pěstovaných rostlin pochází z České republiky a 147 sbírkových druhů je chráněných zákonem. Většina z nich byla odebrána pracovníky sbírky přímo v terénu a má pečlivě evidovaný původ. V kultuře udržujeme více než 270 druhů zařazených v červeném seznamu cévnatých rostlin ČR. Z chráněných druhů jsme do kultury v poslední době

zavedli například kriticky ohrožené slániskové druhy z jižní Moravy: pampelišku besarabskou, hvězdnici panonskou pravou a prorostlík nejtenčí. Dlouhodobě rozvíjíme spolupráci se Správou CHKO Třeboňsko a udržujeme v kultuře mokřadní ohrožené i vymřelé druhy z této oblasti. Jedná se o rostliny vod (např. stulík malý, leknín bělostný), rašeliníšť (např. ostřice šlahounovitá, rosnatky a bublinatky nebo keříčky rojovníku bahenního), oligotrofních písčitých vlhkých substrátů (např. nehtovec přeslenitý, stozrník lnovitý), obnažených den (např. puchýřka útlá) i mokřadních luk (např. kosatec sibiřský, hvozdič pyšný a další). V letošním roce jsme získali čtyřletý projekt TAČR (TH04030115), jehož úkolem je získat zkušenosti s pěstováním kriticky ohrožených krátkověkých druhů vlhkých oligotrofních i minerálně bohatých substrátů a poté je zapracovat do metodik pro Ministerstvo životního prostředí. Za tímto účelem jsme založili nové výzkumné plochy a pěstujeme rostliny na semena pro další pokusy.

Postupně se snažíme ve sbírce nahrazovat nově odebranými rostlinami z přírody některé druhy získané v minulosti výměnou z jiných botanických zahrad, u kterých nebyl udán jejich původ. Takto jsme nahradili například kyprej yzopolistý, žabník kopinatý, olešník kmínolistý, žluťuchu orlíčkolistou, jetel jahodnatý a další. Přednostně zavádíme do sbírky populace druhů z Třeboňska – například šáchor hnědavý,

Část veřejně přístupné expozice z jara 2019.

Fotografie k článku
J. Navrátilová



Jana Navrátilová vystudovala botaniku na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity v Brně a v Botanickém ústavu vede technické oddělení Experimentální zahrada a sbírka vodních a mokřadních rostlin. Zabývá se především kultivací ohrožených mokřadních druhů rostlin střední Evropy.

► Sezónní výstava Vodní a masožravé rostliny z celého světa v akváriích.

►► Prodejní výstava masožravých rostlin.



► Zábavně vzdělávací program během Dnů otevřených dveří 2019.

►► Pokusné kultury a příklad druhů pěstovaných v rámci projektu TAČR:

- ▼ skrytěnka bodlinatá (*Crypsis aculeata*) a
- ▼▶ nehtovec přeslenitý (*Illecebrum verticillatum*).



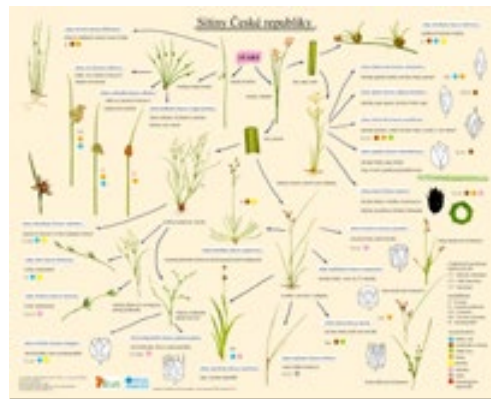
pryskyřík velký nebo kotvici plovoucí. Z biogeograficky zajímavých mokřadních druhů do sbírky v posledních letech přibyly například *Mayaca fluviatilis*, *Xyris* sp. nebo *Philydrum lanuginosum*.

Úkolem sbírky je také poskytovat rostliny k dalšímu výzkumu. V roce 2018 jsme jednotlivým institucím k výzkumu poskytli 220 vzorků ze 100 různých populací rostlin (z toho 27 zvláště chráněných rostlin), v letošním roce to je zatím 91 položek (80 druhů, z toho 19 zvláště chráněných). Dalších 200–300 druhů rostlin je každoročně poskytováno k výměně v rámci Indexu seminum (viz Botanika 2/2015).

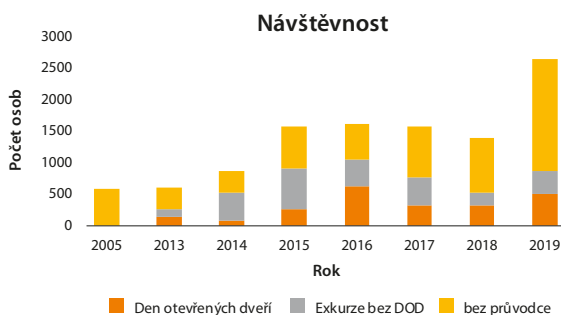
Za přispění projektu ROZE Strategie AV21 jsme se ve sbírce snažili rozvíjet veřejně přístupnou

část botanické zahrady vytvořením dalších naučných panelů expozice (panel k biotopu slavniska, luhu, k tropické části expozice, panely usnadňující určování taxonomicky složitějších skupin, jako jsou sítiny, vysoké ostřice a rdesty). V letošním roce jsme také obnovili a rozšířili malé naučné tabule zaměřené na jednotlivé mokřadní druhy. Kromě kontinuální péče o stávající výsadby v zahradě probíhají neustále práce na vylepšování expozic, například bylo vybudováno několik záhonů zaměřených na druhy střídivě vlhkých luk, kontinentálních zaplavovaných luk a horských vysokobylinných niv.

V rámci popularizačních či zábavně vzdělávacích akcí pro veřejnost jsme uspořádali dnes



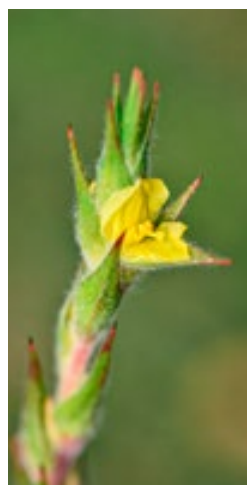
◀ ▲ Příklad nových naučných tabulí o jednotlivých druzích a panelu na určování sítin.



Vývoj návštěvnosti Sbírky vodních a mokřadních rostlin.

již tradiční každoroční Dny otevřených dveří na konci května a veřejností oblíbenou sezónní výstavu masožravých a vodních rostlin z celého světa v akváriích. Spolupodíleli jsme se na výstavě Život u vody organizované v rámci Noci muzeí v Národním zemědělském muzeu na zámku Ohrada, spolupředali jsme prodejní výstavu masožravých rostlin v Třeboni, podíleli jsme se na tvorbě velkoformátové výstavy Příběhy biologických sbírek i na Vědeckém treku v Průhonicích. Ve spolupráci se Sbírkou autotrofních organismů v Třeboni jsme organizovali seminář pro učitele. Každoročně vedeme středoškolské i vysokoškolské odborné praxe.

Stoupá i návštěvnost veřejně přístupné části botanické zahrady. Zahrada se postupně stává u veřejnosti známější a získává na oblíbenosti. Na počtu návštěvníků se nejvíce odrazila změna prezentace zahrady v roce 2015 a v roce 2019 (viz graf). Vzhledem k nepopulárnímu opatření zavedení vstupného na komentované prohlídky zahrady klesl v loňském roce počet těchto exkurzí, celkový počet návštěvníků zůstává ale od roku 2015 stabilní. ■



◀◀ Majaka (*Mayaca fluviatilis*) je druhem citlivým na obsah dostupného železa v substrátu, při jeho nedostatku rostlina trpí chlorózou, jako na fotografií.

◀ *Philydrum lanuginosum* pochází z Austrálie.



Ve sbírce zálohujeme treboňské populace ohrožených druhů, například rosnatku prostřední (*Drosera intermedia*).

Mgr. Jana Navrátilová, Ph.D. Oddělení Experimentální zahrada a sbírka vodních a mokřadních rostlin, Botanický ústav AV ČR, Třeboň
jana.navratilova@ibot.cas.cz

Zveme vás k návštěvě. Otevřeno máme **každý den od května do konce září od 8 do 18 hodin.**





Kolik listů se vejde do 2 gramů? To si mohli vyzkoušet účastníci Vědeckých dílen. Při výzkumu rozkladu listů se používají pytlíčky, do kterých je třeba navážít přesné množství, např. 5 gramů. A to už je hodně listů!

Foto M. Filová



Dny otevřených dveří na pracovišti Botanického ústavu v Brně.

Foto J. Roleček



Na Veletrhu vědy si všichni mohli změřit množství jaderné DNA jakékoliv rostliny v průtokovém cytometru. Na obrázku sledování průběhu vlastní analýzy.

Foto Z. Chumová

Seznamte se s botanikou

Zajímají vás rostliny? Chcete se dovědět více o tom, jak se dělá botanický výzkum a něco si i vyzkoušet? Navštivte některou z akcí pro veřejnost. V letošním roce Botanický ústav uspořádal Vědecký trek O pylu a hmyzu (v červnu) a Vědecké dílny s názvem Den dubů (v říjnu), obě akce se konaly v Průhonickém parku a zámku. Navíc se naši vědci jako každý rok zúčastnili i Veletrhu vědy, který pořádá Akademie věd ČR. Každoročně můžete navštívit Dny otevřených dveří v květnu na našem pracovišti v Třeboni nebo v listopadu na pracovišti v Brně, kde se konají v rámci Týdne vědy a techniky AV ČR. Pro bližší informace o podobných akcích v příštím roce sledujte náš web www.ibot.cas.cz a Facebook.



Pracovníci Botanického ústavu s návštěvníky na Vědeckém treku v Průhonickém parku.

Foto M. Filová





Obec
Průhonice



BOTANICKÝ
ÚSTAV AV ČR
v.v.i.

Dovolujeme si Vás pozvat na

Vánoční koncerty

v Rytířském sále průhonického zámku

18. 12.
19:00

Vánoční nokturno

Účinkují : Soňa Vimrová, Michell Katrak, Jan Meisl
a Oldřich Vlček. Na programu: Dvořák, Purcell, Petrov, Pavlica.

20. 12.
19:00

J. J. Ryba: Česká mše vánoční

Vystoupí pěvecký sbor Smetana a komorní sbor ČVUT
4Season Chamber Orchestra řídí dirigent Jan Steyer.

Vstupné na koncerty 250 Kč.

Vstupenky v prodeji od 2. 12. 2019 v pokladně Průhonického parku
a Obecního úřadu v Průhonicích.



leden



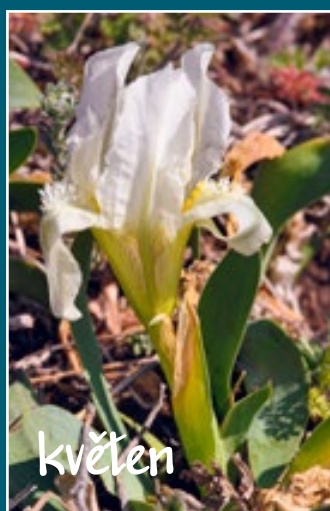
únor



březen



duben



květen



červen



červenec



srpen



září



říjen



listopad



prosinec

Vážení čtenáři,
přejeme Vám, ať je následující rok pestrý
a okouzlující jako květiny kolem nás!

redakce Botaniky



92

9 772336 224009