

komplexu proteinů významného pro imunitu) a aktivaci buněk přirozené imunity. Navíc mají podobně jako některé další DNA viry schopnost spustit tvorbu virových mikroRNA, jež napodobují funkce lidských mikroRNA. Dokážou pomoci ních inhibovat některé imunitní funkce, např. signální cesty interferonu gama, což vede k inhibici produkce této centrální molekuly protivirové imunity. MikroRNA – malé ribonukleové kyseliny – jsou sofistikovanými interprety našeho genetického zápisu, což provádějí modulaci přepisu a regulaci genů. To vede k nové (epigenetické) interpretaci genů. Virové mikroRNA jsou mimo jiné využívány patogenními viry (např. herpesviry) pro jejich přechod do latentní fáze, v níž se ukrývají v našich buňkách ve formě genetické informace před naší imunitou. Naopak anelloviry zůstávají po celou dobu v korpuskulární formě virionů, ale samy nezpůsobují onemocnění. Potlačují tvorbu efektivních protilátek a brzdí aktivity přirozené imunity, ale přitom zůstávají v rov-

novázném stavu se svým hostitelem, jako by v lidském těle zdomácněly. Není známo, zda se anelloviry neúčastní jako kofaktor patogenních virů nebo při nádorových onemocněních, ale jejich trvalá přítomnost u všech zdravých lidí na samostatnou účast v patogenních procesech neukazuje.

Nevíme, zda sousedství anellovirů s lidským hostitelem je výhodné pouze pro tyto viry, ale začíná se uvažovat o využití jejich neškodnosti pro nové virové vektory, posílky vnášející do buněk potřebné chybějící geny při genové terapii. Velkou zkušenost s anellovektory má společnost Ring z massachusettského Cambridge (města u Bostonu, kde sídlí Harvardova univerzita a technický výzkumný gigant MIT).

S anelloviry budou ještě potíže při kultivaci a purifikaci, ale jejich devizou je, že představují podle odhadu celé tři čtvrtiny komezánlní lidského viromu, tedy všech nepatogenních lidských virů v našem těle. To znamená, že tyto viry se s námi szily. Mnohé viry se v průběhu evoluce integro-

valy s lidským genomem – můžeme v něm najít na 8 tisíc stop lidských endogenních retrovirů, které v současnosti představují 8 % naší DNA, ale ty už nejsou schopny tvořit infekční částice a také jejich genetická informace je zlomkovitá. Komezánlní a symbiotické RNA pegiviry jsou přítomny asi u 5 % lidí a příznivě působí na naše zdraví – např. se v jejich přítomnosti zlepšuje průběh onemocnění AIDS. To znamená, že pegiviry vytvářejí s člověkem oboplně prospěšný vztah.

První pokusy s anellovektorem byly velmi slibné – vydržel v oční sítnici myši po celou dlouhou sledovanou dobu (Floersht 2024). Možná tyto neškodné vektory vyřeší řadu genetických onemocnění, třeba hemofilii. Vnesení anellovektoru by bylo přirozené, protože anelloviry v sobě už od narození trpíme bez jakékoli újmy. Tím by se nám odvděčily za to, že jim poskytujeme trvalý pobyt ve stabilním prostředí.

Doporučená literatura na webu Živý.

Lubomír Adamec

ZAUJALO NÁS

## Evoluční dynamika přechodu krytosemenných rostlin do vodního prostředí

Suchozemské (terestrické) rostliny zahrnující mechorostry, kapradorostry, nahosemenné a krytosemenné rostliny se vyvinuly z jediné linie přibližně před 450 miliony let. Událost vyžadovala zásadní změny v anatomii, fyziologii a biologii rozmnožování a vedla k nejuspěšnější radiaci všech známých fotosyntetických organismů – vzniklo asi 329 tisíc v současnosti žijících druhů suchozemských vyšších rostlin proti asi 44 tisícům druhů řas. Opačný přechod ze suchozemského do vodního prostředí byl ale také poměrně častý a probíhal ve velkém počtu linií zejména u krytosemenných. Bylo zjištěno, že 89 vývojových větví s 33 čeleděmi a 407 rodů má zástupce ve vodním prostředí, přestože tyto větve zahrnují převážně suchozemské druhy. Mezi vodními krytosemennými převládají jednoděložné, což vede k představě o nějakém fylogenetickém omezení života ve vodě. Linie vodních krytosemenných se projevují mimořádně vysokou morfologickou, fyziologickou, biochemickou, reprodukční a ekologickou rozmanitostí, což je zřejmě důsledek adaptací k nejrůznějším typům vodního prostředí včetně mořského a brakického, přestože většina vodních rostlin roste ve sladkých vodách. Většina vodních krytosemenných má také velmi široké geografické rozšíření (asi 60 % druhů se vyskytuje na více než jednom kontinentě) s nízkou úrovní endemismu a naopak vysokým geografickým překrytím u ekologicky rozdílných druhů.

U vodních krytosemenných jsou velmi časté různé způsoby nepohlavního rozmnožování s cílem rychlého množení i šíření propagulí, které jsou spojeny s pozoruhodnou schopností osídlit vzdálená stanoviště i biotopy. Na pozadí těchto charakteristik zůstává dlouhodobou evoluční

záhadou, která se týká přechodu krytosemenných do vodního prostředí, nízká úroveň diverzity vodních linií ve srovnání s jejich suchozemskými příbuznými. Vodní rostliny (aquatic plants, byť je nemožné je přesně definovat) tvoří dnes malé procento všech krytosemenných (asi 1,5 %) a jejich početnost klesá od oboživelných a vynořených druhů k ponořeným. Navíc mají často nízkou celkovou vnitrodruhovou genetickou diverzitu i vnitropopulační variabilitu, což se vysvětluje převládajícím klonálním množením, omezeným pohlavním rozmnožováním a často přenosem pouze jediné propagule na nové stanoviště (efekt zakladatele). Nízká druhová diverzita vodních krytosemenných přitom odporuje klasické představě zrychlené adaptivní radiace druhů po osídlení nové ekologické niky až do jejího nasycení a mohla by být vysvětlena třemi vzájemně se nevylučujícími hypotézami. Casová hypotéza říká, že druhové bohatství nějaké větve nebo geografické oblasti koreluje s časem dostupným pro vznik nových druhů neboli s časem od vzniku předka této větve. Podle druhé hypotézy vodní linie mohou hromadit druhy nižší rychlostí buď kvůli nízké speciální rychlosti, nebo vysoké rychlosti vymírání, anebo je to dáno obojím. Třetí (přechodová) hypotéza říká, že mohou mít málo druhů kvůli nízkým rychlostem přechodu rostlin ze souše do vody. Kvůli nedostatku podrobných dat i patřičné statistiky bylo dosud obtížné tyto scénáře kriticky zhodnotit.

Andrea S. Meseguer se spolupracovníky z Botanické zahrady v Madridu se pokusili zodpovědět, jak probíhalo osídlování vodního prostředí krytosemennými rostlinami a jaké byly jeho zvláštnosti a omezení. Jako základní zdroj informací použili kalibro-

vanou molekulární fylogenezi semenných rostlin (Smith a Brown 2018) zahrnující genetické údaje pro 78 934 krytosemenných druhů, ale omezili je na rodovou úroveň, což bylo mnohem výhodnější pro dostupnost dat. Výsledný fylogenetický strom obsahoval 10 360 koncových rodů (79 % všech rodů) a byly v něm zastoupeny všechny vodní linie krytosemenných. Podíl všech vodních druhů je pouze necelých 1,5 % (asi 4 500) z celkového počtu krytosemenných, a tak tento přístup zaručoval zahrnutí všech vodních rodů. Autoři převzali velice širokou definici vodních rostlin a zahrnuli mezi ně i mnohé mokřadní; hranici mezi vodními a suchozemskými rostlinami přejali podle monografií Christophera D. K. Cooka (1990, 1999). Použili moderní statistické metody a sestavili modely diverzifikace vývojových linií. Z celkových údajů bylo 10 089 rodů hodnoceno jako striktně suchozemské a 178 jako striktně vodní, kdežto jen 93 rodů (asi 0,8 % všech) jako polymorfní (zahrnující vodní i suchozemské druhy).

Analýzy prokázaly, že rody obsahující aspoň nějaké vodní druhy mají v průměru výrazně méně druhů (11) než ty čistě suchozemské (22,7). Nebyl zjištěn žádný fylogenetický signál v evoluci vodních rostlin a ani vzájemný vztah mezi stáří vývojových větví a jejich druhovým bohatstvím. Analýza potvrdila, že společný předek všech současných krytosemenných byl suchozemský. Výsledky vývojového modelu ukázaly vyšší rychlosti speciace a nižší rychlosti vymírání u suchozemských linií ve srovnání s vodními. Čisté rychlosti druhové diverzifikace byly tedy vyšší pro suchozemské krytosemenné než pro vodní a podobný závěr mohl být učiněn i pro rodovou úroveň. Stanovené rychlosti přechodů ze souše do vody byly nižší než opačné. Přechody ze souše do vody začaly poměrně brzy po vzniku krytosemenných (asi před 140 miliony let), a to vznikem linie vedoucí ke společnému předkovi řádu lekninotvarých (*Nymphaeales*) asi před 125 miliony let. Předci jednoděložných vodních řádů žabníkotvarých (*Alismatales*) a puškvorčotvarých (*Acorales*) pak následovali.

Přechody rostlin do vody vrcholily před 40–10 miliony let. Druhotné z vody na souš jsou zaznamenány později, asi před 40 miliony let, a vrcholily před 20 miliony let, i když probíhaly mnohem rychleji.

Výsledky zavrhlly časovou hypotézu, podle níž nízká diverzita vodních vývojových linií je důsledkem kratší doby jejich vývoje. Dnešní nízkou diverzitu vodních krytosemenných vysvětlují spíše nízké diverzifikační rychlosti vodních linií spolu

s nízkou rychlostí přechodu ze souše do vody (97 nezávislých za 140 milionů let) a vyšší rychlostí zpětných přechodů na souš (82 nezávislých za 40 milionů let) anebo vymírání. Příčinou by mohly být nepříznivé fyzikálně-chemické zvláštnosti vodního prostředí (např. nízká koncentrace kyslíku, často nízká dostupnost anorganického uhlíku pro fotosyntézu, nedostatek světla a minerálních živin, nevhodnost některých sedimentů pro kořenění, zamrzání aj.) a ne-

schopnost rostlin se k nim přizpůsobit anatomicky a fyziologicky či způsobem opylení, tvorbou semen a uchycením semenáčků. V neposlední řadě je třeba uvažovat vliv velice omezené plochy sladkovodních biotopů, v nichž roste velká většina vodních rostlin; ve srovnání se suchozemskými biotopy tvoří jen asi 0,02 % plochy Země. [New Phytologist 2022, 235: 344–355]

Použitá literatura uvedena na webu Živý.

Pavel Kovář

## Jiřina Slavíková – nedožitých 100 let protagonistky ekologické botaniky (geobotaniky)

Dlouholetá vedoucí geobotanického oddělení katedry botaniky Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, doc. RNDr. Jiřina Slavíková, CSc., se narodila 16. ledna 1926 (zemřela 2. září 2016, tedy ve věku 90 let). Její profesní erudice, vědecká i pedagogická činnost na univerzitě, jakož i jiné aspekty její osobnosti včetně angažmá v univerzitním Občanském fóru r. 1989 byly – nejen v Živě – pojednány a publikovány (Zprávy České botanické společnosti 2016, 51: 309–312; Živa 2016, 2: XXIX–XXX; 2016, 6: CXLV). Pro připomenutí vyzdvihneme její obětavost a diplomatickou úspěšnost v úsilí o zachování oboru v normalizační době po r. 1968 a za nepříznivě tehdejšího vedoucího katedry Radovana Hendrycha, který se postaral o „vyhazovy“ poloviny personálu geobotanického oddělení z fakulty. Dále pak vedení několika desítek diplomantů s úspěšným uplatněním v oboru, ať už v akademické, nebo aplikované sféře, pak ještě průkopnické práce v experimentální fytoecologii, rekonstrukční ekologii nebo kořenové kompetici v lesním ekosystému. S nezanedbatelnou citovaností v dobách, kdy se formálně tento parametr výkonu nehodnotil.

Dá se říci, že pražská fakultní geobotanika představovala po dlouhou dobu nejefektivnější školu ekologie rostlin ve státě, za

významného přispění Jiřiny, která dokázala „ušít na tělo“ absolventské práce studentům podle odhadu jejich vloh a zajišťovat doktorandské (tehdy aspirantské) pobyty, případně posléze asistentské úvazky mladé generaci.

Pokud lze něco k již v minulosti sepsanému přidat v osobní vzpomínce na studentská léta strávená pod kuratelou tehdy doktorky Jiřiny, musím ocenit jak volbu tématu diplomové práce, tak výběr konzultantů (v těch časech nemohli být externisté formálně školiteli), založený na dobrých vztazích J. Slavíkové k osobnostem v botanice ve spřízněných institucích. V mém případě studie sestávala ze dvou odlišných částí, spjatých pouze (polabskou) lokalitou, kdy v části akcentující syntaxonomii a synekologii lučních společenstev jsem se hodně naučil od dvou našich nejlepších v oboru, Emílie Balátové-Tuláčkové z Brna a Denisy Blažkové z Prahy, potažmo z Průhonice (Botanický ústav Československé akademie věd). V experimentálnější části sledující ekotoxikologii a ekologickou obnovu (v dnešní terminologii) rudní těžbařské krajiny mi radou pomohl Juraj Hajdúk ze Slovenska. Dalo by se napsat mnohé z společného života na oddělení, kde vládla výborná atmosféra, jistě by bohatě vzpomínkami přispěli další tehdejší absolventi.



1 Jiřina Slavíková (1926–2016).

Z archivu P. Kováře

2 Exkurze do Slovenského krasu v r. 1972, kterou vedla J. Slavíková jako čerstvá vedoucí geobotanického oddělení katedry botaniky PřF UK v Praze, a spolu s ní Marcel Rejmánek, tehdy po absolvování studia botaniky. Foto I. Suchara

Přidám alespoň něco z dojmů, kdy jsem v r. 1990 přebíral místnost a „židli“ po Jiřince (jak jsme jí už za studií říkali) netuše, co za změny mě tu čeká v následujících 30 letech. Kolikrát jen jsem si na ni vzpomněl při tvorbě a prezentaci přednášek, jsa neškolený učitel, jak by se asi vyrovnávala se zpětnými vazbami od studentů po zavedení hodnotících anket na pedagogy (její přednášky bývaly pečlivě připravené, ale třeba přiznat, že udržení pozornosti posluchačů mohl být někdy problém). V dobách preference testů jsem si podržel její způsob zkoušení tak, aby nevyloučil osobní kontakt se studentem (exkurze nebyly postačující, i když k poznání naturelů výborné). Zdědil jsem po ní klobouk – nevím, kterému pánovi kdysi patřil, možná manželu Bohdanovi, slavnému rostlinnému fyziologovi – z něho nechávala studenty vytáhnout si hlavní otázku při zkoušce. Systém jsem i s kloboukem převzal a nenechal si vzít kombinaci zaškrťavacích testů s širší náhodně vylovenou otázkou, při níž se ukázala i schopnost adepta diskutovat. Na závěr bych použil parafrázi ze své řeči při rozloučení s Jiřinou Slavíkovou na Olšanských hřbitovech před 10 lety: Paní učitelko Jiřinko, smekám ke tvé poctě klobouk, který jsem od tebe zdědil a který není obyčejný – naposledy včera si z něho vytahovali otázky naši studenti u zkoušky, tak jako to činily řady absolventů u tebe.

K dalšímu čtení např. Živa 2006, 1: IV; 2026, 1: XII–XIII.

