



# JAK SPOLU MLUVÍ ROSTLINY

Biochemik **JAN REZEK** o vůni čerstvě posečené trávy, která je ve skutečnosti křikem o pomoc, o šalvěji, jež dokáže vnímat zvuky z okolí, a o houbovém pletivu sloužícím stromům, keřům i kytkám jako internet.

Text: Petra Tajovský Pospěchová  
Foto: David Neff

**H**lavní náplní práce Jana Rezka a jeho kolegů je trápit rostliny. Právě extrémní podmínky, jako je náhlé sucho, zasolení půdy nebo napadení predátorem, jsou ideální pro zkoumání, jak mezi sebou komunikují. Ony spolu totiž mluví a ve chvíli ohrožení nebo napadení o to intenzivněji, takřkajíc hlasitěji. Svým „křikem“, který má většinou podobu intenzivní vůně, varují okolní rostliny před nebezpečím a dají jim tak čas vytvořit protilátky, jež predátora zastaví, někdy dokonce zabijí. Jiné vůně zase dokážou přivábit živočichy, kteří predátora zlikvidují a ohroženou rostlinu tím bezděčně zachrání.

Vědci z Ústavu experimentální botaniky Akademie věd České republiky, mezi něž patří i biochemik Jan Rezek, tráví dlouhé hodiny simulováním útoků housenek na listy šalvěje a odebráním různých pachů, které napadené rostliny vylučují. Jejich cíl není malý: chtějí rozluštit řeč rostlin, jednotlivá nářečí a dialekty. Komunikace pomocí vůně, stejně jako převratné zjištění, že rostliny vnímají i zvuky, není jen vědeckou hříčkou. Může pomoci k zemědělství bez chemie, v němž by se obilí nebo kukuřice proti škůdcům bránily samy.

## Jak spolu rostliny mluví?

Mají hned několik způsobů, jak komunikovat. Část komunikace probíhá pod zemí v rámci kořenového systému, další pomocí takzvaných common mycelial networks, tedy houbových mycelií. Ta obrůstají kořeny stromů i rostlin a vytvářejí jakýsi internet: komunikační síť, po níž běží různé druhy informací mezi těmi, co jsou k síti „připojeni“. No a pak je tu ještě jeden druh komunikace a ten zkouáme my: probíhá vzduchem a je založen na šíření těkavých organických látek – angličtina jim říká volatile organic compounds. Podle posledních poznatků to vypadá, že jsou všechny druhy komunikace navzájem propojeny. Některé informace možná proudí jen jedním z kanálů anebo jím proudí rychleji. Výzkumy třeba ukázaly, že rostliny, které jsou napojeny na ten podzemní internet, reagují lépe na napadení různými parazity než ty, co komunikují jen vzduchem pomocí vůně. Sousední rostlina se o útoku na svoji kolegyni na záhonu dozví dřív prostřednictvím kořenů než skrze vůni. Nedočkáme to ještě říct s úplnou jistotou, komunikace rostlin je téma, které se zkoumá docela krátce, nějakých dvacet roků.

## ROSTLINNÝ INTERNET

Říká se tomu „wood wide web“, což je název odvozený od výrazu pro internet „world wide web“ čili známé „www“ z internetových adres, jen svět (world) tu nahradilo slovo les (wood). Jde o takzvanou myceliální síť, tedy spleť kořenů a hub, sloužící jako jakási rostlinná komunikační síť. Jejím prostřednictvím spolu rostliny „mluví“ a poskytují si pomoc ve formě výměny některých látek.





Když listy začne požírat například housenka, spustí rostlina varovný signál ostatním, které se během několika hodin dokážou připravit a napumpovat do svého pletiva insekticid. Ten pak housenku zahubí.

#### Namluví toho rostlině hodně?

Napovídají toho poměrně dost, ale my většinu z toho ještě nedokážeme rozklíčovat.

#### Když pozorujete třeba komunikaci v ohrožení: jak to přesně probíhá?

Tohle je věc, kterou už nějakou dobu zkoumáme a dokážeme se v ní jakž takž vyznat. Jde o komunikaci pomocí těkavých látek, které se uvolňují z listů rostliny po napadení nějakým býložravcem – může to být antilopa, králík –, ale třeba i housenkou. Ve chvíli, kdy ji něco z toho napadne, začne rostlina křičet. Je to jako člověk: než se začne bránit, většinou taky nejdřív zařve. Rostlina zakřičí třeba: „Au, někdo mě kousl.“ Nebo: „Bacha, něco tu kouše.“ Občas se studentů ptám, zda někdy slyšeli křičet trávu. Většinou říkají, že ne. A přitom

to určitě zažili: tráva v ohrožení začne intenzivně vonět.

#### Takže vůně čerstvě posečené trávy je křikem o pomoc?

Přesně tak. Rostlina začne vylučovat konkrétní látky pro danou situaci, většinou jsou to nějaké alkoholy nebo estery alkoholů, které zavoní, ale jejich hlavním cílem je vyslat okolním rostlinám signál: „Bacha, tady se něco děje, připravte se na obranu.“

#### Je ta vůně odlišná, když na ně jdou s kosou, nebo když je začne ožírat bělásek?

Rozdíl tu je. Ony ty komunikační látky jsou hodně složité sloučeniny. Část z nich je univerzální, ale pak jsou takové, které konkrétní rostlina použije jen v konkrétní situaci. Třeba když svými receptory rozpozná sliny nějakého škůdce, řekněme běláška, tak na to reaguje konkrétní vůní.

#### Co v takové chvíli udělají její sousedky?

Jakmile tu informaci vstřebají, začnou se chystat na obranu. Každá rostlina má v sobě sekundární metabolity, což jsou látky, které většinu jejího života nejsou aktivní. Jsou prostě jenom uloženy někde v jejích pletivech a v klidovém stavu se netvoří nebo se tvoří jen v nějaké části jejich života: v době, kdy se chystají na květ, v době, kdy mají plody, v době, kdy jsou mladé, anebo právě v případě útoku. V případě napadení býložravcem je aktivují. Můžou vytvořit třeba hořké látky, nějaké glykosiny, kterými znechutí býložravcům svá pletiva. Mohou to být i látky, které jsou přírodními insekticidy: tedy ty housenky jednoduše zahubí.

#### Rostlina ty látky vytváří z vlastních zdrojů?

Ona v sobě má takovou knihovnu, do níž se podívá. Rostliny mají ve srovnání s živočichy velké genomy. Takže se rostlina podívá, zda někde ve svojí knihovně nemá uložený návod na to, jak si postavit výrobní linku na přípravu nějakého insekticidu. Pokud ano, tak proces spustí. Tahle odezva je v řádu hodin nebo desítek hodin od momentu, kdy dostane signál od první rostliny. Stává se tedy, že první rostlina útok škůdce nepřežije a bude sežraná úplně. Ale když housenka přežije na vedlejší rostlinu, která měla čas se připravit a napumpovat svoje pletiva insekticidem, tak se do ní zakousne a umře. Listy se pro ni staly jedovatými.

#### Umějí se rostliny bránit ještě jinak?

Ano a docela sofistikovaně. Vyšlou signál v podobě vůně a ten ucítí parazitické vosičky. Pro ně to znamená, že se jim na rostlinách chystá jídlo pro potomky. Sletí se na místo,



nakladou vajíčka do housenek a tím pádem se jim postaraly o potravu a zároveň zachránily velkou část rostlin před tím, aby je housenky sežraly.

#### Dokážou paraziti nebo jiní útočníci na tyhle chytré metody reagovat?

Máme popsané i konkrétní případy, jak se s tím vyrovnávají. Známé jsou třeba africké akácie. Když se do nich pustí žirafy nebo antilopy, stromy to zaznamenají a zavoní, oznámí to ostatním akáciím. Ty na zprávu „už nás zase žerou“ reagují tím, že v sobě začnou tvořit třísloviny, taniny. Listy kvůli nim zhořknou a někdy jsou dokonce schopné býložravce zabít. Za ta léta zkušeností ale antilopy i žirafy zjistily, že na jednom místě nemůžou žrát moc dlouho, že se musí posunout jinam. Někam, kde akácie nejsou čerstvě pokousané. Po čase akácie produkci taninů zase vypnou a budou k jídlu, ale mezitím stihnou obrazit a zregenerovat. Metodou, kterou někteří býložravci používají, je pasení se směrem proti větru: tam, kam vůňová varování nedosáhnou.

#### Umí si rostliny povídat i mezidruhově?

My se díváme na svět hodně antropocentricky, vidíme ho z pohledu člověka jako dominantního druhu. Ale realita je trochu jiná. Jsme

na téhle planetě dost krátkou dobu a je nás tady vlastně poměrně málo. Některé rostliny, třeba přesličky, jsou tady opravdu mnohem, mnohem déle než člověk. A když se podíváte na současnou planetární biomasu, zjistíte, že nejvíc je Země osídlena právě rostlinami: biomasa je tvořena hlavně vyššími cévnatými rostlinami a má podíl přes devadesát procent.

#### Panuje mezi rostlinami nějaká solidarita, když si takhle dávají vědět o nebezpečí?

Do jisté míry ano: být nejde možná vždycky o solidaritu jako spíš o zachování druhu. Jak jsem mluvil o tom podzemním webu, myceliálních sítích, tak skrze ně jsou schopné si posílat i živiny. Vypadá to, že si umějí pomoci navzájem. Nefunguje to ale úplně univerzálně, podobně jako u lidí tady hrají roli příbuzenské vazby. Rostou-li dvě rostliny ze semínek od stejné matky, tak spolu nesusoupeří. Je prokázáno, že i když mají omezený prostor a musejí sdílet zeminu, tak se o ni neperou a berou si živin omezeně. Pokud jsou stejného druhu, ale nejsou tak blízcí příbuzní, už proti sobě trochu bojují. A u různých druhů už je situace úplně odlišná, tam boj o zdroje probíhá. Určitě znáte případy stromových porostů, pod nimiž neroste skoro nic.

Kořenový systém slouží jako jedna z metod komunikace mezi rostlinami. Další existuje pod zemí v takzvaných houbových myceliích a třetí probíhá vzduchem – rostliny si pomocí těkavých organických látek předávají signály.



» Ve chvíli, kdy ji něco z toho napadne, začne rostlina křičet. Je to jako člověk: než se začne bránit, většinou taky nejdřív zařve. Rostlina zakřičí třeba: „Au, někdo mě kousl.“ Nebo: „Bacha, něco tu kouše.“ «

#### Myslíte třeba ořechy?

Třeba. Ony samy vylučují látky, které mnoha rostlinám znemožňují růst. Vylučují je kořeny, ale obsahují je také listy ořechů. Takže pokud máte na zahradě ořech, musíte se připravit na to, že pod ním většina rostlin zahyne.

#### Jak moc jsou tyhle vztahy mezi rostlinami navzájem zmapované?

To je strašně komplikovaná věc, a až se rozklíčuje, bude to skutečný objev. Ale zmapovat celou rostlinnou říši, to je úkol přesahující tuhle generaci.

#### Mluvíte o tom, že rostliny cítí vůně vylučované jinými rostlinami: čím vlastně čichají?

To nevíme. Já sám nejsem botanik, ale biochemik, takže to ani nepatří do mého pole působnosti. Nemají samozřejmě nos nebo čenich jako živočišné, budou to nějaké subtilnější receptory. Máme náznaky, že to není jen chemická reakce. A pozor: nejde jen o čichání, záhadou jsou i sluchové vjemy. Ukázalo se, že rostliny dokážou reagovat na pouhý zvuk požeru. Takže nejspíš i slyší. Když slyšely zvuk housenky, začaly se připravovat k obraně: a přitom vůni cítit nemohly. Ale čím slyší, to už netuším vůbec.

#### Které rostliny konkrétně zkoumáte?

Hodně se pracuje na modelových rostlinách, jako je huseníček rolní. Je to malá rostlina, rychle roste, má relativně malý genom. Je nevelká, dá se celkem snadno pěstovat v kultivačních boxech a poměrně rychle tvoří další generace.

#### A jak přesně je zkoumáte?

Já je očichávám. Teď například začíná projekt, kde budeme mapovat stresové situace rostlin. Vyrazíme na ně s nůžkami, pošleme na ně housenky nebo je vystavíme suchu, teplotu, chladu, zasolení půdy. A pak budeme jako vždycky lapat vůně, které vydávají.

#### Jak vůně lapáte?

Rostlinu uzavřeme do izolované nádoby z inertního materiálu, použít jde třeba sklo nebo některé druhy plastu. Potom potřebujeme serpentové trubičky, které dokážou vůni zachytit na nějaký nosič: to může být třeba pryskyřice. Do téhle trubičky se vůně zachytávají, uzavrou se v ní a ta se potom vloží do přístroje zvaného plynový chromatograf. Trubička se v něm nejdřív nahřívá, pak se profoukne, odpařené molekuly se zachytí, pak se zase vychladí, zmrazí se a potom teprve přistupujeme k analýze. Jsou to hodně složité sloučeniny, obrazce látek, z nichž jsou složeny, vytvářejí grafy připomínající les.

#### Jakými látkami tedy rostliny většinou křičí?

Jsou to látky, které se dobře odpařují, spíš ty nízkomolekulární. To znamená několik uhlíků plus sem tam nějaký kyslík, síra, vodík.

#### Dokážou tyhle vůně vnímat i lidé svým čichem?

Někteří lépe, někteří hůř. Degustátoři, parfémáři jsou na podobné věci cvičení, já mám čich taky celkem dobrý. Jde to natrénovat, ale že bych poznal podle vůně, jestli rostlinu zrovna ohrožuje antilopa, nebo bělásek, to ne. Někdy jsou vůně hodně jemné a navíc se tyhle vůňové komunikace ne vždycky spustí. Měli jsme nedávno takový případ, že jsme z Himálaje přivezli semena šalvěje z různých stanovišť a různých nadmořských výšek. Chtěli jsme na nich zkoumat, jak moc se liší jejich reakce a komunikace. Vozit himálájského škůdce by mohlo být nebezpečné, a tak jsme použili místního. Byl to takový obecný škůdce, housenka, která sežere vždycky všechno. Nechali jsme ji na šalvěji čtrnáct dní a pak jsme chtěli udělat odběry. K našemu překvapení byla šalvěj skoro netknutá a všechny larvy mrtvé. Párkrát si kously a bylo po nich. Himálájská šalvěj proti nim měla protilátky hned, nemusela si žádný insekticid vyrábět. Himálájský škůdce je zřejmě v tomhle víc poučený a dokáže se jedu svojí šalvějí bránit. Středoevropské larvy byly na lopatkách hned.

#### Zatím jste mluvil o komunikaci rostlin v ohrožení. Povídají si i o něčem radostném?

To asi tolik probádané nebude. Příkladem by mohly být vůně, které lákají opylovače. Nic moc jiného mě nenapadá. Ale vzpomněl jsem si ještě na jeden zajímavý příklad komunikace v ohrožení. Rostliny dokážou ucítit samčí feromon některých mušek, o nichž vědí, že po spáření na tuhle rostlinu nakladou vajíčka. A z nich budou housenky, co rostlinu budou chtít sežrat. Takže jakmile rostlina cítí ten samčí feromon, hned spustí obranné reakce, které ji připraví na napadení. Prostě očichává svoje okolí. A pak je tu druhá věc: některé rostliny dokážou do vzduchu vypustit látky, které hmyzí komunikaci rozruší. Hmyz se tak hůř domlouvá, nerozmnoží se tolik a rostliny jsou pak míň požrání. Tohle se používá třeba v zemědělství – něco aktuálně, na dalších věcech se pracuje.

#### Jak přesně se tento princip používá?

Jednoduše, třeba ve vosičkách, které likvidují larvy, vzbudíme uměle vypuštěnou vůni pocit, že tady budou housenky. Ony možná nebudou všude, ale zemědělci takhle dokážou preventivně chránit celý lán. Trošku tu hmyzí říši oklamou. Podobně se dá identifikace konkrétní vůně použít i k zastavení invazního druhu.

#### To už se taky testuje?

Ano, je to projekt, který jsme zkoušeli na bodlácích. Spolupracovali jsme na něm s kolegy ze Spojených států, kde jsou rostliny z čeledi, kam patří chrpy, bodláky, pcháče či pupavy, dost vzácné. U nás je to šestnáct rodů, třiadvacet druhů, mnoho hybridů – velká rozmanitost. Běžně na všechny narazíte v přírodě. Pokud jsme chtěli najít nové metody biokontroly. Představte si, že se semena nějakého evropského bodláku dostanou na americký kontinent třeba se zbožím. Tam se vysemení a začnou přerůstat původní populaci. Jenže tím, že ve Státech jsou bodláky chráněné a vzácné, nebudou chtít použít nějaký herbicid. Cílem je zlikvidovat jenom zavlečený druh a původní nechat nedotčený. Takže jde o to zjistit, která konkrétní vůně u rostliny, kterou chceme eliminovat, přitahuje škůdce, nějakého malého broučka. V našem případě to byl nosatec, který si vybral jenom jeden druh, nakladl do něj vajíčka a ostatní příbuzné téhle rostliny nechal na pokoji.

#### Takže každá rostlina používá unikátní pachovou stopu?



Je to svého druhu otisk palce. A díky tomu můžeme dokázat, že se brouk pustí jen do zavlečeného bodláku a ten původní, chráněný přežije. Nedá se ale říct, že by rostlina vydávala jednu unikátní vůni ve smyslu stálého otisku prstu. Vůni, kterou vydává, mění jak konkrétní situace, v níž se ocitne, tak vegetační fáze, ale třeba i prostředí, v němž roste.

#### Co je vlastně cílem vašeho výzkumu?

Chtěli bychom přispět ke čtení jazyka rostlin, porozumět mu. Jednotlivé látky v aromatu si můžete představit jako slova nebo písmena. Když jsme dělali na himálájských šalvějích, které jsou příbuzné, jen rostly v jiných lokalitách a nadmořských výškách, tak měly stejnou řeč, ale různé dialekty.

#### Nepálská šalvěj tedy mluví jinak než česká?

To určitě. Mají jiného otce a jinou matku, jiné podmínky. Mluví podobně, ale zároveň taky různě. Jako když dřív lidé žili v izolovaných údolích vysokých hor a každé údolí mělo svůj dialekt vycházející ze stejného jazykového základu. «

#### JAN REZEK (41)

Pražský rodák vystudoval biochemii taktéž v hlavním městě, a to na Vysoké škole chemicko-technologické. K rostlinám jej to táhlo brzy, nasměroval k nim už svou diplomovou práci. Nyní se komunikací mezi nimi věnuje v Ústavu experimentální botaniky Akademie věd České republiky. Ve volném čase se věnuje kromě jiného korejskému bojovému umění musado.