

Buchlovská lipka a regenerace rostlin *in vivo*

Příběh o lipce zasazené kořeny vzhůru inspiroval Jiřího Frimla k pojednání o růstovém hormonu auxinu jako univerzálním signálu v životě rostlin (Živa 2007, 1: 8–12) a Zdeňka Opatrného k představení buněčné teorie a explantátových kultur (Živa 2007, 2: 53–56). Logicky zbývá pojednat téma z hlediska rostlinné ekologie, protože schopnost vegetativní regenerace je důležitou vlastností rostlin, která rozhoduje, jestli budou schopny vytrvat v narušovaném společenstvu, nebo ne. A věřte, že i když vědci zkoumající regeneraci rostlinných buněk nezacházejí s rostlinami příliš ohleduplně, příroda je nešetří už vůbec.

Mráz, sucho, oheň a herbivoři – největší konzumenti rostlinné hmoty

Jedna z otázek často diskutovaných v ekologii zní „Proč je svět zelený?“ a vyjadřuje podivení nad tím, že herbivoři všechny rostliny prostě nespasou. Je to tím, že herbivory také někdo konzumuje a tím udržuje jejich početní stavy na takové úrovni, že všechnu nabízenou biomasu nejsou schopni spotřebovat, nebo si prostě konkurují s mrazem, suchem a požáry? Odpověď neznáme, ale skutečnost, že svět je ještě zelený, nám napovídá, že rostliny mají schopnost se se ztrátou biomasy vyrovnat (rezistence), vyhnout se jí (avoidance) nebo vegetativně regenerovat (tolerance). Strategie, kterou rostliny používají, závisí na typu narušení, které je typické pro dané společenstvo. Narušení můžeme rozdělit podle jejich síly (vzhledem k rostlině, tj. procento ztracené biomasy nebo typ zničených orgánů), frekvence (vzhledem k délce života rostliny) a předpověditelnosti (při opakovaném narušení, na které jsou rostliny adaptovány, hovoříme zpravidla o stresu a u nenadálého narušení o disturbanci, ale někdy je těžké vést ostrou hranici).

Herbivoři spásající listy představují spíše mírné narušení, kdežto požár ničí celou nadzemní biomasu i mělce uložené podzemní orgány rostlin představuje silné narušení. I když to neplatí úplně stoprocentně, mírné narušení postihuje jen listy, větší narušení nejmladší letorosty stromů nebo stonky rostlin, dále silně větve stromů a nakonec celé kmeny nebo všechny stonkové části bylin. Výjimkou je přízemní požár v savaně, který zasahuje nejvíce profil porostu od povrchu půdy do výšky několika málo metrů, takže starší stromy se mu dovedou bránit silnou kůrou a vysokou korunou, mladší a nižší stromy jej však zpravidla nepřezijí. Většinou tedy platí, že čím níže nebo hlouběji v půdě jsou uloženy regenerační pupeny a zásoby asimilátů nezbytné pro vegetativní regeneraci po narušení, tím lépe před ním chráněné (pokud pro zjednodušení pomíne kořenové herbivory).

Investice do strategií potřebných k vytrvání v ekosystémech, ve kterých je častá a silná disturbance, rostliny něco stojí. Tvorba trnů, zásob asimilátů nebo tlusté kůry vyžaduje energii, která by jinak mohla být využita k výškovému růstu a tím ke

zvýšení konkurenceschopnosti nebo k produkci semen. Ochráníme-li ekosystém před narušením, na které jsou rostliny adaptovány, učiníme ho náchylný k invazi druhů, které adaptované nejsou a neplýtvají energií na obranu, kterou nepotřebují. Aby narušovaný ekosystém fungoval, jak jsme zvyklí, musí rostliny během svého života narušení zažít a své drahé adaptace uplatnit. Proto se v některých částech světa jako ochranný management používá řízené vypalování, kosení nebo pastva.

Zatímco některé druhy narušení jsou extrémně vzácné (např. pád meteoritu) a rostliny na něj v podstatě nemohou být adaptovány, jiné jsou velmi časté, např. spásání savan. Rostliny jsou k průměrnému intervalu narušení přizpůsobeny a stačí během něj nashromáždit nové zásoby uhlíku a meristémů, ale přijde-li z nějakého důvodu dříve, i když v obvyklé intenzitě, nemusí ho přežít. Každý typ narušení má tedy určitou předpověditelnost, některé velmi velkou, jako zima v temperátní zóně, jiné malou, jako je zmíněný pád meteoritu. Příklad zimy je nejen pravidelný, ale podle délky dne rostliny poznají, že se blíží (viz též článek na str. 100 tohoto čísla), a mohou se na něj dobře připravit. U některých druhů narušení mohou rostliny samy ovlivnit jeho načasování a intenzitu. Např. u požárů záleží na akumulaci hořlavých látek produkovaných samotnými rostlinami v porostu – čím je jich více, tím se zvětšuje pravděpodobnost požáru. Požár, mráz, horko, sucho, kouř nebo průchod trávícím traktem pak mohou být signálem pro druhy, které tu danou disturbancí nejsou schopny přežít, aby regenerovaly ze semen. Po disturbanci je na to obzvlášť příznivá doba, protože i přeživší rostliny jsou značně oslabeny.

A člověk?

Narušení rostlinných společenstev a tím i poranění rostlin způsobené člověkem je opravdu asi to nejzajímavější, co v oboru máme. Vyniká co do rozsahu, intenzity, předpověditelnosti i naprosté nepředpověditelnosti. Na rozdíl od přírodních událostí má však tu nevýhodu, že působí vzhledem k evoluční historii rostlin poměrně krátce a nemůžeme tudíž hovořit o adaptacích na narušení člověkem. Ekosystémy narušované člověkem byly spíše osídleny rostlinami preadaptovanými pro nějaké jiné narušení a zde teprve vytvořily společenstvo rostlin s různými strategiemi. Např. na naší orné půdě rostou rostliny z Blízkého východu, které sem přišly s prvním zemědělstvím, avšak původně osídlovaly stepní oblasti ohrožované požáry a suchem. Najdeme zde i druhy naší flóry typické např. pro narušovaná stanoviště podél vodních toků. A v neposlední řadě imigranty ze Severní Ameriky přizpůsobené možná na okus bizony. Tato pestrá směsice druhů obsahuje celou škálu adaptací na narušení, které samozřejmě byly vylepšeny selekcí přímo na místě.

Tak se stalo, že v ozimých plodinách máme ozimé jednoletky, v jařinách jednoletky klíčící na jaře a v okopaninách trvalky i jednoletky schopné vegetativní regenerace. Na ruderalních místech, jako jsou různá nepravidelně narušovaná stavenišťe, pak máme druhy snadno se šířící větrem.





1 Lesy zasažené orkámem Kyrill v I. a II. zóně Národního parku Šumava v jeho západní části (svahy hory Plesná/Laka-berg). Smrky polámané větrem nejsou schopny vegetativně regenerovat a nový les bude muset vyrůst ze semen. Foto Z. Křenová

2 Banka semen a banka pupenů se doplňují při regeneraci rostlin po závažném narušení. Linoryt J. Klimešová

3 Fragment kořene rukve bažinné (*Rorippa palustris*), ze kterého vyrůstají adventivní odnože. Ve schopnosti odnožovat tkví úspěšnost tohoto druhu jako plevele. Foto A. Kociánová

4 Náplavy v nivě řeky Lužnice u Haláneckého mostu po ničivé povodni v r. 2002. Už v prvním roce se začínají náplavy zelenat, regenerují na nich rostliny z banky semen i z banky pupenů. Foto J. Ševčík

Rezistence, tolerance a avoidance

Málokterá rostlina se spoléhá jen na jednu strategii, přesto je rozdělení na tyto základní strategie, jak se vyrovnat s disturbance, užitečné. Rezistence znamená, že rostlina vydrží – není hořlavá nebo jedlá; tolerance znamená, že svou biomasu nijak nechrání, ale má někde zásoby, ze kterých rychle regeneruje, a avoidance znamená, že se pokouší narušení vyhnout třeba tím, že odplodí už před narušením jako jednoleťky před zimou. Obvykle, i když rostlina sází na to, že si uloží zásoby z dosahu narušení, je pro jistotu raději navíc malá a mírně opancEROVANÁ, aby v případě mírnějšího narušení nemusela začínat úplně znovu. Jestliže její sousedi přežijí, znamenalo by to pro ni velkou nevýhodu.

Na některé typy disturbance nelze být rezistentní. Rostliny, které lámou sekáčům kosa a oráčům pluhu nebo bez problémů přežijí jakýkoli požár, prostě neexistují. Ve společenstvech, pro která je typická nějaká opravdu silná disturbance, obvykle pozorujeme dichotomii strategií: některé druhy regenerují vegetativně, jiné generativně. To je možné díky dvěma bankám, které pojistí i v situacích, kdy by to váš pošťovací agent zásadně odmítl: bance semen a bance pupenů.

Banka semen

Banka semen je tu pro ty, kteří nepřežijí, ale za svého života už plodili nebo plodili jejich příbuzní. Banka semen je samozřejmě myšlenková konstrukce a nemyslí se tím hluboce zmrazená semena v podzemním sejfu na Svalbardu. Jsou to semena schovaná v šiškách borovic v lesích s častými požáry, která čekají, až shoří šiška a ony se budou moci rozlétnout do světa, jsou to semena pampelišky letící vzduchem a hledající vhodné místo k vyklíčení, jsou to žaludy povalující se pod dubem a „doufající“ v ptačího roznašeče a také malinká semena zapadlá kdesi v půdě, která čekají, že je rýč vynese na povrch, kde je kolísající teploty a světlo přimějí ke klíčení. Některá čekají dny, některá desetiletí a většina se jich vůbec nedočká, přesto jsou důležitou strategií, jak přežít disturbance nebo přežít do disturbance. Je to opravdu užitečná pojistka, ale jsou okamžiky, kdy nefunguje. Představte si rostlinu, která právě vyklíčila z jediného semene, které mořské proudy zanesly na nový, rostlinami neosídlený ostrov, a představte si, že tato rostlina byla uzobnuta jediným místním herbivorem, ještě než stačila vyprodukovat semena (dejme tomu, že byla samosprašná a nepotřebovala jinou rostlinu k oplození). Tady pomůže jen banka pupenů, a proto ji rostliny nosí vždy s sebou!

Banka pupenů

V ideálním případě má rostlinné miminko první pupeny už v paždí děložních listů a potom v každé uzlině (nodu) stonku se zakládá jeden nebo dva podle počtu listů, které z nodu vyrůstají. Logicky tak má malá rostlina zásobu pupenů malou a postupně se jí s věkem zvětšuje, až se buďto ustálí na nějaké velikosti, nebo kolísá během sezony, podle toho, jak přirůstají nové stonky a odřenky a staré zase odumírají. Pupen je taková zmenšená rostlinka a v případě, že po disturbance z rostliny nepřežije nic jiného než kousek stonku s nodem a jedním pupenem, je za podmínek dostatku živin, vlhkosti a malé konkurence schopen zregenerovat v „novou“ rostlinu. Vypadá to skvěle, ale má to háčky: co když přeživší část rostliny není stonk s internodiem, ale kořen nebo list? Co když semeno už ne-

vratně vyklíčilo, ale poranění přišlo dřívě, než stačilo vytvořit alespoň první pupeny v paždí děloh? K čemu všechna ta snaha a investice? I na takové případy banka pupenů pamatuje, i když řešení není přístupné pro každého.

Nadstandardní pojistka

V explantátových kulturách mohou vyrůst nové rostliny z jedné buňky, ovšem za předpokladu, že jim uděláme vhodné prostředí. V přírodě si musí vodu, cukry a hormony nezbytné k regeneraci zajistit rostlina sama, proto není možná regenerace z jedné buňky. Stačí však fragment kořene dlouhý sotva 1 cm nebo jeden list a už to jde. Můžeme říci, že rostlina je skvělý laborant, protože explantátové kultury potřebují mnohem více místa a energie k vegetativní regeneraci rostlin než fragment kořene pcháče osetu na zoraném poli. Tato schopnost – produkce adventivních pupenů na kořenech, stonkových internodiích, listech nebo na dělohách, však není dána všem rostlinám. V naší flóře ji má asi 10 % druhů a řada z nich s oblibou roste právě na velmi narušovaných stanovištích, např. na orné půdě nebo v lese vystaveném požáru (viz také Živa 2005, 6: 249–250).

Proč na ten trik nepřišly všechny rostliny, proč neumějí všechny regenerovat z jakéhokoli kousku kořene nebo listu? Odpověď na tuto otázku nám snad jednou dají explantátové kultury nebo genové manipulace.

P. S. A co buchlovská lípka? Mohla regenerovat poté, co byla vytržena ze země a znovu zasazena kořeny vzhůru? Částečně. Mohla regenerovat z větví, které byly zasazeny v zemi, protože ty nesou v nodech pupeny a u tohoto druhu je také známa snadná produkce adventivních kořenů (kořenů rostoucích ze stonků). Nicméně celý původní kmínek a kořenový systém nepochybně uhynul, protože tento druh není schopen produkovat adventivní pupeny na kořenech.

V případě, že máte zájem se dozvědět, které druhy rostlin jsou k takovému testu vhodné, konzultujte prosím databázi klonálního růstu rostlin CLO-PLA 3 volně přístupnou na <http://clopla.butbn.cas.cz>.