

Zajímavé adaptace rostlin na požáry

Požáry se podílely na formování bioty od té doby, kdy byly rostliny schopné vytvořit dostatek kyslíku a biomasy. O zbytek se postaralo sezonní teplé klima, jež rostlinné části periodicky vysušovalo, a blesky, které suché rostlinné zbytky zapálily. Není tedy divu, že v biomech se suchým obdobím a velkou produkcí biomasy, jako jsou tropické trávníky a keřová společenstva mediteránního typu klimatu, kde se za současných podmínek požáry vyskytují každých 5–10 let, najdeme zajímavé adaptace rostlin na požáry.

Bezpečné podzemí

Důležitým přizpůsobením se častým požárům je podzemní život. Pro rostliny se tato strategie může zdát nedosažitelnou, protože potřebují být nad zemí, aby mohly vystavovat své zelené části slunečnímu záření a vázat vzdušný uhlík v organických sloučeninách. Opak je ale pravdou, jde o nejčastější adaptaci na požár u rostlin. Takové druhy sice mají pořád nadzemní zelené části, ale většina těla se skrývá pod zemí. Ve specializovaných podzemních orgánech jsou ukládány zásobní látky, poskytující energii k obnovení nadzemních zelených částí po požáru, a pupeny, z nichž nové olistěné prýty vyrůstají. Takovými podzemními orgány jsou např. oddenky nebo hlízy (u dřevin označované jako lignotuber).

Velmi podobnou adaptaci mají rostliny chladného klimatu, aby přežily období mrazu – také vytvářejí podzemní orgány se zásobami cukrů a pupenů, ze kterých na jaře regenerují. Požár i mraz pod zem pronikají jen málo (s výjimkou podzemních požárů v organických půdách nebo mrazu u trvale zmrzlé půdy). Strategii schovávat se v podzemí známe hlavně u bylin, které budují svá nadzemní těla krátkověká, protože „vědí“, že o ně v době nepříznivého klimatu (sucha či mrazu) nebo působením požáru přijdou. V chladu i v suchu však najdeme také dřeviny, které se spoléhají na přežití pod zemí. Podzemních stromů je v sezonně suchém klimatu s častými požáry mnohem více než v klimatu chladném, protože dřeviny se na chladné klima dokázaly adaptovat lépe než na požár.

Podzemní stromy samozřejmě pořádný strom nepřipomínají, mají velmi redukováný a často ztlustlý kmen s větvemi a zásobními kořeny schovanými pod zemí a nad zem vystrkují jen ty nejmladší letorosty (obr. 1). Najdeme je v tropických trávnících Jižní Ameriky i Afriky a jsou blízkými příbuznými opravdových stromů, od kterých se oddělily někdy před dvěma miliony let. Podzemní stromy mohou dosahovat úctyhodného stáří, např. věk druhu *Jacaranda decurrens* z čeledi trubačovitých (*Bignoniaceae*), majícího průměr



1 Podzemní strom (Geoxyle) se svým normálním nadzemním příbuzným (Aeroxyle). Linoryt. Orig. J. Klimešová 2 a 3 „Koruna“ podzemního stromu *Jacaranda decurrens* z čeledi trubačovitých (*Bignoniaceae*, obr. 2) a detail kvetoucí větve (3). Brazílie, Minas Gerais, Itutinga, pohoří Ouro Grosso. Foto R. J. V. Alves

koruny 22 m a rostoucího v brazilské savaně, byl odhadnut téměř na 3 000 let (Alves a kol. 2013, obr. 2 a 3).

Kořeny podzemních stromů a další podzemní orgány sloužící rostlinám tropických trávníků k přežití požáru jsou zodpovědné za velké množství uhlíku, které ekosystém ukládá do podzemí. Tato schopnost, stejně jako obrovská druhová diverzita tropických trávníků, bývá často přehlížena a tento typ ekosystému je ohrožen vyloučením požárů, přeměnou na ornou půdu nebo snahou o „vylepšení“ sázením stromů. Jsou-li společenstva jednou zničena, jejich obnova je velmi obtížná a následkem ztráty rostlin s podzemními strukturami se již nedokážou s požárem vyrovnat (obr. 4).

Požárová past

Ne všechny dřeviny mají tak vyhraněnou strategii jako podzemní stromy, některé jsou opravdovými dřevinami a před ohněm chrání nadzemní části. Strategie, jak ochránit vodivá a dělivá pletiva ve dřevě proti požáru, spočívá v jejich obalení ochrannou vrstvou korku, tedy borky (obr. 5). Zatímco lesním druhům v Jižní Africe přirůstá borka rychlostí 0,1 mm za rok a dosahuje tloušťky asi 1 mm, u druhů savan, které přežívají až několik požárů za desetiletí, borka přirůstá průměrně 0,6 mm za rok a má celkovou tloušťku kolem 3 mm (Charles-Dominique a kol. 2017). Smyslem velké produkce borky je ochránit hlavní kmen, drobnější větve jsou buď dost vysoko v koruně stromu, takže je časté požáry způsobené hořením trávy nezasáhnou, nebo regenerují z pupenů schovaných pod borkou. Jak ale dosáhne dřevina takové výšky, aby se požáru postavila jen kmenem chráněným vrstvou korku?



4 Plocha, na které se výzkumníci pokoušejí obnovit tropickou savanu typu cerrado poté, co byla před dvěma lety vykáčena padesátiletá plantáž borovice Elliottovy (*Pinus elliottii*). Měsíc po vypálení vidíme regenerovat jen několik druhů rostlin, které v plantáži buď přežily, nebo se na plochu rozšířily po odstranění borovice.

5 Keř *Caryocar brasiliensis* z čeledi *Caryocaraceae*, jehož větve jsou chráněny tlustou borkou proti požáru. Brazílie, ekologická stanice Santa Bárbara.

Foto A. Ferraro (obr. 4 a 5)

6 až 8 Trávovité stadium borovice bažinné (*P. palustris*), které vystavuje požáru pouze jehlice, zatímco stonky s vrcholovým pupenem se skrývají u země (obr. 6). Po trávovitém stadiu následuje stadium rychlého růstu, kdy se nevětvený stonky snaží co nejdříve dosáhnout výšky, kdy už nebude ohrožen ohněm (7). Floridská savana s různými stadii borovice bažinné (8) a s dubem zelenavým (*Quercus virginiana*). Florida, Spojené státy americké. Foto J. Martínková (obr. 6–8)





9 a 10 Rozkvetlé *Bulbostylis paradoxa* z čeledi šáchorovitých (*Cyperaceae*) lze nalézt už jeden až dva dny po požáru (obr. 9). Květy keře *Lippia horridula* z čeledi sporýšovitých (*Verbenaceae*) 15 dní po požáru. Brazílie, Goyas. Foto A. Fidelis (obr. 9 a 10)

11 a 12 Serotinní šišky na mladém jedinci borovice halepské (*P. halepensis*, obr. 11) a otevřené a zavřené serotinní šišky b. přímořské (*P. pinaster*). Východní Španělsko. Foto J. G. Pausas (obr. 11 a 12)



Dřeviny mají různé strategie, jak překonat problémy malého vzrůstu a vymanit se z požárové pasti. Některé tvoří podzemní zásobní orgány podobné těm u podzemních stromů, a zkoušejí překonat kritickou velikost znovu a znovu tím, že z nich po každém požáru regenerují. Jiné se snaží co nejdříve zkrátit dobu, po kterou se nacházejí v požárové pasti. Dobrým příkladem je borovice bahenní (*Pinus palustris*) z Floridy – po vyklíčení zůstává 5–12 let velmi nízká a dlouhými jehlicemi se podobá trsu trávy (obr. 6). V této době vzniká mohutný zásobní kořen, z něhož bude čerpat záso- by při pozdějším rychlém růstu. Po trávovitém stadiu roste do výšky bez větvení a za několik let se její vrchol dostává mimo zónu, ve které hrozí poškození ohněm (Jin a kol. 2019). Potom se teprve větví a stává se obyčejnou borovicí (obr. 7–8).

Oheň jako signál

K úspěšnému udržení životaschopné populace v ekosystému vystaveném častým požárům je kromě přežití jedinců také třeba zaručit přežití celé populace, a to závisí na produkci semen. Rostliny tedy musejí mít adaptace zajišťující správné načasování kvetení nebo klíčení, aby je oheň neohrozil. Využívají k tomu signály z okolního prostředí – délku dne, teplotu a její střídání, vlhkost a světlo. I když výskyt požáru závisí na náhodných událostech jako blesk, mohou rostliny pravděpodobnost ohně předpovídat.

Požáry přicházejí na konci suchého období, obzvláště když dlouho nehořelo a nashromáždila se mrtvá rostlinná biomasa potřebná k zažehnutí a šíření požáru. Vy-

užit jako signálu sucha a načasovat kvetení nebo klíčení na konec období sucha je hodně riskantní. Nejlepším signálem je oheň samotný, protože po něm zůstává mizivá šance, že by opět hořelo. Úspěšným přizpůsobením na život v požárových ekosystémech je tedy kvetení a klíčení po požáru. Jako signál slouží nejen vysoká teplota, kterou rostliny zažijí, ale také chemikálie vzniklé v důsledku hoření, které mohou „vycítit“, aniž by samy shořely.

V brazilských tropických trávnících kvete většina druhů po požáru, a i když ho ke kvetení nepotřebují, kvetou po něm daleko více než bez něj. Asi 20 % druhů je na požáru zcela závislých a jinak nekvete. Jde hlavně o dvouděložné, zatímco trávy jsou v kvetení stimulovány ohněm stejně jako odstraněním biomasy, např. kosením nebo pastvou. Požár má tedy na jejich kvetení nepřímý vliv tím, že odstraní konkurenci ve společenstvu. Většina požárem stimulovaných rostlin kvete do jednoho měsíce od požáru, ale některé druhy vytvoří květy téměř okamžitě. Už za 24 hodin vykvete např. *Bulbostylis paradoxa* z čeledi šáchorovitých (*Cyperaceae*, obr. 9). Co kvetení spouští, většinou není přesně známo. Může jít o přímý efekt kouře nebo zvýšené teploty. Spekuluje se také o nepřímém efektu rychlého přesunu zásobních cukrů a aminokyselin z listů do zásobních orgánů, který při požáru probíhá (Fidelis a kol. 2019).

Vysokou teplotu požáru využívají některé dřeviny jako mechanismus uvolnění semen z banky semen v koruně. Především druhy se šiškami, které jsou slepené pryskyřicí (serotinní šišky), takže z nich semena po dozrání nevypadávají, ale uvol-

ňují se až po rozpuštění pryskyřice vlivem žáru. Tuto adaptaci známe u borovic, např. b. halepské (*P. halepensis*, obr. 11, viz také str. 242–245 této Živy), nebo australských banksií (*Banksia*) a jihoafrických proteí (*Protea*). Serotinní šišky jsou výhodnou adaptací, jestliže čas mezi po sobě následujícími požáry je delší než juvenilní období a keře/stromy už ve svých korunách nashromáždily nějaká semena. Časté požáry mají ve Španělsku na svědomí selekci časně kvetoucích genotypů borovice halepské (Guiote a Pausas 2023). Silný požár tyto dřeviny usmrtí a uvolněná semena mají volný prostor na klíčení a uchycení.

Pro vyklíčení semen z půdní banky bývá často signálem vysoká teplota nebo chemický signál probíhajícího požáru. Vysoká teplota je obvykle účinná u semen se silným osemením majících fyzikální dormanci, ale u některých druhů může být též inhibi- torem klíčení a způsobuje mortalitu semen na povrchu půdy, kde před ní nejsou chráněna. Chemický signál je naopak účinný u nechráněných semen a způsobuje ho směs molekul, jako jsou butenolid a kyanhydrin (a jeho analogy; Jiméenez-Alfaro a kol. 2019).

Závěrem

Vyloučení působení ohně může znamenat pro adaptované druhy katastrofu. Přestanou kvést a produkovat semena, semena přestanou klíčit a dospělé rostliny neobstojí v konkurenci s neadaptovanými druhy, které místo do podzemních orgánů nezbytných k regeneraci investují do nadzemního růstu. Změna v druhovém složení společenstva ale z dlouhodobého hlediska stejně nezabrání požáru, protože se stále akumuluje biomasa, která se může v suché sezoně vznítit. Taková vegetace je potom zničena – rostlinám chybějí adaptace umožňující přežití a regeneraci. Vliv požáru pak může vegetaci zcela zničit a způsobit půdní erozi nechráněné půdy, ochuzení o jermozem může znamenat další degradaci ekosystému. Výkyvy ve výskytu, načasování a síle požárů, které doprovázejí změnu klimatu, tedy povedou k podstatným změnám v druhovém složení rostlinných společenstev.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.