

Rostliny jako paraziti

Následující čtyři články vycházejí z příspěvků přednesených na konferenci Parazitické, poloparazitické a mykoheterotrofní rostliny pořádané Českou botanicou společností ve dnech 28.–29. 11. 2009 v Praze.

Ačkoli rostliny bývají obecně definovány jako autotrofní organismy, které získávají základní látky pro stavbu a růst svého těla z okolního prostředí přímo v anorganické formě, a tedy bez pomoci jiných organismů, neplatí to zdaleka pro všechny druhy. Mnohé využívají mykorhizu – oboustranně prospěšné soužití s houbami, aby získaly přístup k minerálním látkám (hlavně fosforu). Existují však i rostliny, které na houbách spíše parazitují a za poskytnuté živiny nedávají nic, nebo takové, jež ani netvoří kořeny, nebo dokonce fotosyntetický aparát, ale napojí se na jinou rostlinu a potřebné látky čerpají přímo z ní. Méně nápadný způsob, jak zneužít svého souseda, je parazitovat na strukturách jiných rostlin, které poskytují oporu. Nejsilnější konkurenční boj se odehrává v nadzemí, kde být vyšší znamená lepší přístup ke světlu, ale současně také zastínění konkurentů. Tímto však výčet jejich parazitických vztahů nekončí. Rostliny nejsou závislé jen na živinách a slunečním záření, ale potřebují také služby opylovačů nebo šířitelů semen. I zde najdeme druhy, co za služby „neplatí“, a žijí tak na úkor rostlin, které opylovače nebo šířitele odměňují, nebo druhy, které dokonce zneužívají sexuálních či mateřských reprodukčních pudů opylovačů. Ze zmíněných vztahů u rostlin, které můžeme pro přehlednost označit jako parazitismus na zdrojích, parazitismus na strukturách a parazitismus na službách, se první dva typy nezávisle vyvinuly u zástupců většiny hlavních evolučních linií suchozemských rostlin. Parazitaci na službách pak najdeme hlavně u rostlin krytosemenných.

Parazitismus na zdrojích

Rostlinní paraziti buď parazitují na hostitelských rostlinách přímo napojením speciálních orgánů – tzv. haustorií – na vodivá pletiva hostitele (tento případ je dále uváděn jako parazitismus), nebo parazitují na mykorhizních houbách, případně jejich prostřednictvím na jiných zelených rostlinách (dále mykoheterotrofie).

● Parazitismus

Základní členění parazitických rostlin je založeno na typu připojení k hostiteli a na přítomnosti chlorofylu. Lze tedy rozlišovat parazity kořenové, kterých je mezi rostlinami zhruba 60 %, a parazity stonkové. Parazitických rostlin, které si zachovaly schopnost vlastní fotosyntézy, je zhruba 80 % a označují se jako poloparaziti (hemiparaziti), zatímco pouze asi pětina druhů není schopna fotosyntetizovat a je nezelená (holoparaziti). Toto rozlišení však není vždy zcela ostré. Např. druhy rodu kokotice (*Cuscuta*) získávají sice asimiláty z floému hostitele, ale některé u nás nerostoucí druhy mohou často mít i malé množství funkčních chloroplastů a část uhlíku získávají autotrofně.

Dalším kritériem pro členění parazitických rostlin je jejich míra závislosti na hostiteli a specializace. Existují tzv. fakultativně parazitické druhy (např. všechny naše poloparazitické zárazovité – *Orobanchaceae*), které jsou za určitých podmínek schopny dokončit celý svůj životní cyklus bez hostitelské rostliny. V přírodě však

k tomuto jevu zřejmě dochází jen vzácně. Některé druhy (např. z rodu všivec – *Pedicularis*) dokáží bez hostitele dlouhodobě růst a přežít, avšak nejsou schopny vytvořit reprodukční orgány. Obligátně parazitické rostliny jsou na svého hostitele vázány striktně a bez něj zahynou. Do této skupiny přirozeně patří všichni holoparaziti, stonkoví poloparaziti a řada kořenových poloparazitů, jako jsou zástupci tro-



pických rodů *Striga* (obr. 1) a *Alectra* nebo alpsko-karpatského rodu hornice (*Tozzia*).

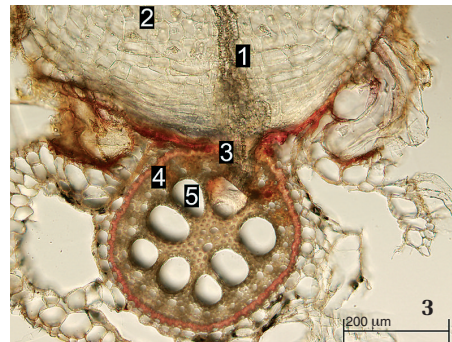
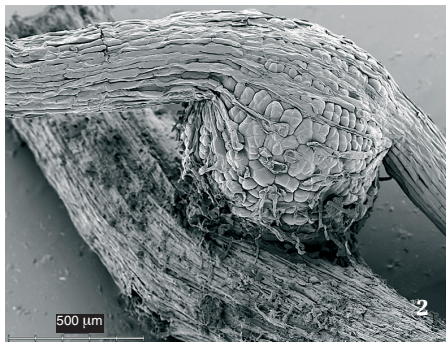
Diverzita hostitelských rostlin je také značná a zahrnuje nejen krytosemenné, ale také nahosemenné rostliny. Existují druhy, které jsou schopny současně parazitovat na různých hostitelích z různých čeledí, a naopak celá řada druhů je specificky vázaných na jediného hostitele. Obecně platí, že kořenoví paraziti bývají méně specializovaní než paraziti stonkoví a poloparazitické druhy jsou méně specializované než druhy holoparazitické. Většina našich kořenových poloparazitických zástupců zárazovitých (např. světlík – *Euphrasia* nebo kokrhel – *Rhinanthus*) je schopna parazitovat na velkém počtu druhů z různých čeledí. Ovšem potenciálních hostitelských druhů je vždy výrazně více než preferovaných hostitelů a zdaleka ne všechny druhy jsou hostiteli dobrými. Kvalita získané výživy z různých hostitelů může výrazně ovlivnit i morfologické charakteristiky parazitické rostliny, což je mimo jiné také jedna z příčin taxonomické obtížnosti mnohých parazitických skupin. Schopnost výběru nejvhodnějších hostitelských rostlin a naopak mechanismy jejich obrany proti parazitaci i další jevy jsou sice dobře popsány u některých modelových druhů (např. kokrhel menší – *R. minor*), otázkou ovšem zůstává, nakolik lze závěry zobecnovat. V našich podmínkách víceméně platí, že trávy a bobovité (*Fabaceae*) jsou lepšími hostiteli pro luční poloparazity, zatímco lesní poloparazitické druhy rodu černýš (*Melampyrum*) vyhledávají většinou dřeviny z čeledi bukovitých (*Fagaceae*) a borovicovitých (*Pinaceae*).

Vztahy mezi parazitickou a hostitelskou rostlinou jsou složité a zjevně při nich dochází k lokální koevoluci obou partnerů. Jsou známy případy, kdy tentýž parazit roste na určité lokalitě výhradně na jednom hostitelském druhu, zatímco na jiné lokalitě na druhém. Různá šíře vazby na hostitele a komplexnost řízení parazitace a obrany je dobře patrná i v případě našeho jmelí bílého (*Viscum album*), u něhož se zpravidla rozlišují tři poddruhy. Jmelí bílé pravé se vyskytuje na dvouděložných dřevinách a ze střední Evropy je známo asi 30 hostitelských rodů z několika čeledí. Další dva poddruhy jsou mnohem konzervativnější a s nepatrnými výjimkami bývají vázány buď na borovici (j. b. borovicové), nebo na jedli (j. b. jedlové). Značné specializovaným případem je vícenásobný parazitismus, tzv. epiparazitismus. Parazitace jmelí na ochmetu (*Loranthus europaeus*) rostoucím na dubu je známa i z našeho území. Jako téměř obligátně epiparazitický se uvádí např. australský druh jmelí *V. articulatum*, který nejčastěji parazituje na rodu *Notothixos* z téže čeledi jmelovitých (*Viscaceae*), případně na některých dalších rodech z ochmetovitých (*Loranthaceae*). U tohoto druhu byl dokonce zaznamenán čtyřnásobný epiparazitismus, kterého se jako paraziti a hostitelé současně účastnily další tři druhy z čeledi *Viscaceae* i *Loranthaceae*.

1 Poloparazit *Striga bilabiata* (zárazovité – *Orobanchaceae*) je zástupcem rodu, který působí značné hospodářské škody. Foto J. Jersáková

2 Haustorium černýše lučního (*Melampyrum pratense*) ve skenovacím elektronovém mikroskopu

3 Detail napojení haustoria černýše rolního (*M. arvense*) na cévní svazky hostitele (kukuřice); 1 – sekundární xylém zprostředkovávající přenos živin z hostitele do (polo)parazita, 2 – hyalinní tělísko (charakteristický útvar složený z buněk s velkým obsahem cytoplazmy), 3 – endofyt, 4 – centrální válec hostelského kořene, 5 – céva hostitele. Nativní řez barvený florogluclinolem



Mezi parazitickými rostlinami nalezneme nejrůznější životní formy od jednoletých, krátkověkých i vytrvalých bylin přes liány, keře a stromy (např. australská *Nuytsia floribunda* může dosahovat výšky i kolem 10 m). Výhradně jednoleté jsou např. naše známé poloparazitické rody černýš a kokrhel, zatímco v rodech světlík nebo zdravínek (*Odontites*) jsou mimo střední Evropu zastoupeny i vytrvalé druhy. Dvouletými a vytrvalými druhy je i v naší květeně zastoupen rod všivec. Holoparazitické druhy mohou být vytrvalé (např. podbílek – *Lathraea*) nebo jednoleté či krátkověké a monokarpické (např. zárasa). V některých případech však bylo zjištěno, že takové druhy jsou schopny vegetativního šíření pomocí sekundárních haustorií (viz níže) a mohou ve skutečnosti fungovat jako druhy vytrvalé. Keřové a stromové druhy jsou typické např. pro převážně tropický rod santal (*Santalum*), a jako příklad kořenové parazitické liány lze uvést *Dendrotrophe varians* (opět čeledi santálovitých – *Santalaceae*). Za specifický typ keřové životní formy lze považovat stonkové parazity typu jmelí či ochmetu. Velmi specializovaným případem parazitů jsou někteří tropičtí a subtropičtí holoparaziti vytvářející jen krátkověké haustorium, kterým pronikají do těla hostitele, v němž pak žijí dlouhou dobu jako vláknitý endofyt. Na povrch prorážejí pouze svými květy. Nejznámějším příkladem jsou zástupci čeledi *Rafflesiaceae* (obr. na 2. str. obálky), kteří mohou růst jako kořenoví i stonkoví paraziti.

● Haustoria

Haustorium je specifický útvar unikátní pro parazitické rostliny, který může vzniknout jak v pozici kořene, tak (mnohem vzácněji) i stonku parazitické rostliny a slouží k přímému napojení na vodivá pletiva hostitele a čerpání alespoň části zdrojů potřebných pro růst parazita. Dospělá haustoria obvykle vypadají jako zduřelé oblé struktury pevně připojené k hostitelské rostlině (obr. 2, 3). Část pronikající do hostitele, označovaná jako endofyt, se napojuje na cévní svazky hostitele a zajišťuje fyziologické spojení obou organismů. Přestože existuje určitá strukturní a funkční diverzita haustorií u různých evolučních linií parazitických rostlin, vykazují haustoria nápadně podobnou stavbu napříč zcela nepřibuznými skupinami. Jsou samozřejmě výjimky, jako např. zcela exotická stavba „haustoria“ u čeledi *Balanophoraceae* (viz článek M. Studničky, Živa 2010, 1: 19–21). Významné rozdíly existují především ve vlastním napojení na cévní svazky hostitele, které může být přímé, nebo zprostředkované parenchymatickými buň-

kami (této problematice bude věnován článek v některém z příštích čísel Živy).

● Diverzita a rozšíření

Parazitických a poloparazitických druhů rostlin je asi 4 500, zhruba ve 270 rodech, které se dnes řadí do 19 čeledí krytosemenných. Je nesporné, že parazitismus u rostlin vznikal opakovaně a nezávisle – předpokládá se, že asi dvanáctkrát. Většina parazitických čeledí patří mezi pravé dvouděložné rostliny a pouze dvě čeledi jsou řazeny mezi tzv. bazální, fylogeneticky nejpůvodnější řády krytosemenných. Většina je soustředěna do dvou skupin a z nich ta větší je v dnešním pojetí čeledí zárazovitých, která zahrnuje i všechny poloparazitické druhy dříve řazené do čeledi krtičníkovitých (*Scrophulariaceae*). Takto vymezená čeleď obsahuje téměř polovinu všech parazitických rostlinných druhů. Téměř celou druhou polovinu tvoří druhy z řádu santálovitých (*Santalales*), ve kterém se rozlišuje několik parazitických čeledí. Podobně jako u jiných parazitických organismů dochází zejména u holoparazitů v důsledku specializace k výraznému zjednodušení a morfologickým konvergencím. To je často příčinou nejasného systematického postavení řady vysoce specializovaných skupin. Ani molekulární přístup všechny tyto nejasnosti zatím nevyřešil. Příčinami jsou zejména zvýšená rychlost molekulární evoluce chloroplastového genomu u holoparazitů a také horizontální přenos genů z hostitelské do parazitické rostliny, který byl s velkou pravděpodobností potvrzen mezi rodem *Rafflesia* a jeho výhradním hostitelem rodem *Tetrastigma* (révovité – *Vitaceae*).

Parazitické druhy jsou rozšířeny po celém světě s výjimkou Antarktidy. Jsou zastoupeny ve všech hlavních terestrických ekosystémech. Jednotlivé skupiny mají centrum výskytu v odlišných regionech a biotopech podle biologických vlastností a místa vzniku. Víceméně platí, že čím jsou druhy více specializované, tím více jsou vázány na specifické podmínky a jsou citlivější k jejich narušení. To je jedním z důvodů, proč současné změny v krajině ohrožují mnohé parazitické druhy a řada z nich se tak dostala na červené seznamy.

● Reprodukce

Pro parazity je zásadní otázkou přežití reprodukce, šíření a nalézání vhodných hostitelů. Na rozdíl od řady autotrofních rostlin má u nich vegetativní a klonální rozmnožování nesrovnatelně menší význam než reprodukce generativní. Velká část druhů se nedokáže klonálně množit vůbec. V principu existují dvě strategie šíření parazitických rostlin. Na jedné straně stojí produkce ohromného množství

větrně roznášených malých semen (obvykle výrazně menších než 0,5 mm) s málo diferencovaným zárodkem, minimálními zásobami živin, dlouhou dobou klíčivosti a dormancí. Tato strategie je typická pro kořenové holoparazity a druhy s úzkou specializací na hostitele. Jako příklad lze uvést rody zárasa nebo *Striga* (zárazovité), které v jedné tobolce produkují tisíce semen. S drobnými semeny je svázán komplikovaný spouštěcí mechanismus klíčení, jež může začít pouze v bezprostřední blízkosti (do vzdálenosti několika mm) od hostitelské rostliny produkující signální molekuly ukončující dormanci. Vykličené semenáčky okamžitě zahájí vývoj tzv. primárního haustoria, pomocí něhož začnou záhy parazitovat. Nespecifičtí a fakultativní paraziti zpravidla klíčí bez indukce hostitelem, protože pravděpodobnost, že nějakého naleznou, je podstatně vyšší. Jejich semenáčky jsou tak v první fázi života odkázány samy na sebe a na zásoby v semenech, která proto bývají spíše větší. Jinou strategií, hojně rozšířenou u stonkových parazitů, je produkce velkých (u některých zástupců čeledi *Santalaceae* až 2 cm), dobře zásobených semen, která jsou přizpůsobena k přenosu na hostitele pomocí zoochorie. Nejinak je tomu u našeho jmelí.

● Význam pro člověka

I když parazitické rostliny nepředstavují pro člověka ohrožení srovnatelné s živočišnými parazity, najdeme několik rodů, které způsobují významné hospodářské škody. Nejdůležitějšími jsou bezesporu již zmíněné převážně starosvětské rody *Striga* a *Alectra*, jejichž druhy způsobují ztráty na úrodě obilovin a luštěnin, zejména v sušších oblastech střední a jižní Afriky a Indie. Zavlečení rodu *Striga* do USA a škody na tamější produkci kukuřice v 50. letech 20. stol. byly impulzem pro intenzivní výzkum parazitických rostlin, především jejich fyziologie a možnosti jejich kontroly. Dnes je téměř zapomenuto, že i v našich oblastech byl před nástupem efektivních metod čištění obilí poloparazitický černýš rolní (*M. arvense*) významným plevellem, jehož rozemletá semena navíc znehodnocovala mouku.

Parazitické rostliny škodí i v lesním hospodářství. Druhy rodu *Arceuthobium* (z čeledi jmelovitých) jsou v západní části Severní Ameriky považovány za problém v lesních kulturách, kde znehodnocují stavební dřevo. Druh *Seymeria cassioides* (zárazovité), rozšířený na jihovýchodě USA, je dokonce schopen zcela zničit mladé stromky pěstovaných borovic.

Naopak řada parazitů se využívá jako léčivky, vzácně i jako zelenina. K léčivým účelům se v tradiční čínské medicíně po-



4 *Thismia* sp. Plně parazitické a mykoheterotrofní rostliny se objevují nad zemí pouze kvůli kvetení. Jejich květy často bývají morfologicky velmi odvozené, tedy zvláštní stavby. Snímky J. Těšitele, není-li uvedeno jinak

5 Semena kruštíku modrofialového (*Epipactis purpurata*). Rostliny závislé ve fázi klíčení na hostiteli nebo na houbové výživě produkují zpravidla velké množství miniaturních semen prakticky bez zásobních látek. Foto T. Malinová

6 Mech volatka *Splachnum luteum* roste výhradně na rozloženém savčím trusu. Vytváří nápadně zbarvené rozšířené sterilní báze tobolek, které slouží jako přistávací plocha pro mouchy přilákané zápachem sporofytu. Foto M. Štech

užívají např. rody *Cynomorium* nebo *Cistanche*. Pozornost se věnuje i obsahovým látkám ze jmelí, jimž jsou přisuzovány protirakovinné účinky.

V posledních dobách jsou pozoruhodné ochranné snahy využívat poloparazitické druhy k regeneraci produkčních travních kultur (v zahraničí např. dosévání kokrhelů pro rychlejší návrat ke květnatým loukám). V určitých případech jsou schopny omezit produkci biomasy travních dominant a uvolnit tak prostor pro uchycení konkurenčně slabších lučních druhů.

Mykoheterotrofie

Na světě existuje přibližně 400 druhů nezelených rostlin, u kterých se badatelům nedařilo nalézt přímé napojení haustorii na hostitele. Tyto obvykle drobné bělavé rostliny pak byly považovány za saprofyty živící se rozkladem rostlinného opadu. Zároveň byly v jejich kořenech nalézány houbové struktury nejasné funkce. Dnes je již prokázáno, že všechny tyto druhy získá-



vají potřebné živiny paraziticky z mykoheterotrofních hub – tedy mykoheterotrofně. V posledních desetiletích se dále ukazuje, že mykoheterotrofie není omezena na nezelené rostliny, ale že celých 10 % (!) všech druhů (včetně celé čeledi vstavačovitých – *Orchidaceae* s přibližně 20 000 druhů) alespoň část svého života závisí na houbové výživě (blíže o mykoheterotrofii v následujícím článku M. Vohníka).

Mykoheterotrofní způsob života se vyskytuje u téměř všech hlavních linií suchozemských rostlin. Nezelené rostliny závislé na mykoheterotrofní výživě během celého svého vývoje jsou zastoupeny zejména mezi orchidejemi (u nás např. známý hlístník hnízdák – *Neottia nidus-avis* nebo velmi vzácný sklenobýl bezlistý – *Epipogium aphyllum*, viz obr. na str. 207) a ve skupině hnilákovitých, řazených dnes zpravidla do čeledi vřesovcovitých (*Ericaceae*), která má největší druhovou diverzitu v temperátní Severní Americe; ve střední Evropě je zastoupena jediným rodem hnilák (*Monotropa*). Pestřejší spektrum skupin roste v tropických oblastech, kde jsou mykoheterotrofní rody zastoupeny v několika čeledích různých řádů jednočlenných rostlin (obr. 4, viz také článek D. Stančíka na str. 216), ale vzácně také ve dvouděložných čeledích vítodovitých (*Polygalaceae*) a hořcovitých (*Gentianaceae*). Je znám případ i jediné nezelené temperátní rašeliništní jätrovky – *Cryptothallus mirabilis*, u nás zatím nenalezené, ale rostoucí např. v Německu. Zvláštností je i jediná nezelená nahosemenná dřevina *Parasitaxus ustus* (nohoplodovité – *Podocarpaceae*) rostoucí v Nové Kaledonii. Tento malý strom unikátně propojil zisk uhlíku pomocí mykoheterotrofních hub s přímým ziskem vody a minerálních látek haustorií napojenými na hostitelský příbuzný jehličnan *Falcatifolium taxoides*.

Hranice mezi mykoheterotrofií a autotrofií však není ostrá. Nedávno bylo zjištěno, že v příbuzenstvu plně mykoheterotrofních rostlin jsou druhy, které vypadají jako autotrofní – mají plně vyvinuté zelené listy, ale zároveň si k vlastní fotosyntéze do určité míry (např. v závislosti na aktuálních podmínkách) přilepšují mykoheterotrofií. Zatím byla tato strategie nalezena u některých lesních orchidejí (např.

kruštíků – *Epipactis*) a u hruštičkovitých (*Pyrolaceae*).

Nejrozšířenějším typem je mykoheterotrofie pouze u raných vývojových stadií rostlin, kdy dospělci jsou zcela autotrofní. Tato strategie je typická pro gametofyty primitivních výtrusných rostlin – např. mnohých plavuní (mj. plavuník – *Diphasiastrum*; Živa 2009, 6: 251–253) a bazálních kapradin (mj. vratička – *Botrychium*), a pro klíčení semen autotrofních zástupců čeledi vstavačovitých. Zajímavé jsou možné příčiny vzniku této kombinace různých typů výživy. U plavuní se o počáteční mykoheterotrofii uvažuje jako o způsobu překonání kritické fáze drobného a konkurenčně slabého gametofytu nesoucího citlivé pohlavní orgány. Mykoheterotrofní gametofyt a mutualisticky se chovající sporofyt sdílejí stejné houby. Je tedy možné, že sporofyt vyživuje svými asimiláty skrze mykoheterotrofní houby vlastní gametofyt, který pak může být skryt v půdním prostředí.

Plně mykoheterotrofní rostliny jsou často druhy stabilních stinných lesních biotopů, kde ostatní nemají šanci obstát v konkurenci o světlo s dominantními dřevinami, na kterých mykoheterotrofové mohou naopak parazitovat. V důsledku adaptace na specifický způsob života u nich dochází k výrazným morfologickým konvergencím, a proto tyto druhy sdílejí řadu společných vlastností, přestože náleží do systematicky velmi odlišných skupin. Dochází k redukci vegetativních částí, průduchů i kořenového systému. Rostliny prodělávají dlouhý podzemní vývoj a nad zemí vytvářejí pouze nezelené krátkověké kvetoucí prýty. Produkují ohromné množství prachových semen s nediferencovaným embryem (obr. 5), v podstatě bez zásob a jejich vyklíčení a vývoj jsou tak plně závislé na houbové výživě. Mykoheterotrofní způsob života je velice citlivý ke všem změnám prostředí, a proto většina druhů patří k velmi vzácným a ohroženým.

Parazitismus na strukturách

Rostliny parazitující na oporných strukturách jiných rostlin si zpravidla za tímto účelem vyvinuly speciální zařízení, které jim umožňuje přichycení k okolní vegetaci. Klasickou adaptací jsou úponky, ať již listové, typické pro mnohé zástupce bob-

vitých, nebo nejrůznější stonkové, které jsou typické např. pro popínavé druhy z čeledi révovitých nebo pro mučenky (*Passiflora*). Dobře známé jsou i přichytné útvary typu přičepivých kořenů břečťanu (*Hedera*) nebo přísavné destičky na koncích úponků některých druhů rodu loubinec (*Parthenocissus*). Bohatě rozšířené a různorodé jsou varianty oplétání (pravotočivé, levotočivé stonky, oplétavé listové řapíky), kterými se vyznačují jak bylinné druhy – např. svlačec (*Convolvulus*), tak skutečné dřevnaté liány (např. plamének plotní – *Clematis vitalba*). I tyto rostliny si vytvářejí oporné struktury, jako třeba trny některých liánovitých palem z rodu *Calamus*, jejichž stoněk tímto způsobem může dosáhnout délky až 300 m. Mezi liány patří i známí škrtiči, např. zástupci rodů *Ficus* a *Bauhinia*, kteří postupně zadusi původní opěrnou rostlinu, na níž jako epi-

fyti vyklíčí a poté ji svými kořeny a tloušťkami stonky zcela obrostou.

Parazitismus na službách

Za parazitismus zneužívající živočichy lze považovat tzv. šálivé (deceptivní) květy. Rostliny s těmito květy nenabízejí prakticky nic, ale využívají podobnosti s různými objekty atraktivními pro opylovače. Potravně deceptivní květy navozují zdání přítomného nektaru (většina druhů rodů prstnatec – *Dactylorhiza* a vstavač – *Orchis*), podobnost s jinými rostlinami produkujícími nektar (Batesovo mimikry u orchidejí rodů *Disa* nebo *Oncidium*), nebo podobnost se zapáchajícími substráty vhodnými ke kladení vajíček dvoukřídleho hmyzu (tzv. sapromyofilní květy hojně zastoupené např. u áronovitých – *Araceae*, klejichovitých – *Asclepiadaceae* nebo i u parazitických *Rafflesiaceae*). Mezi po-

travně deceptivní druhy můžeme zařadit i sporofyty mechrostů čeledi volatkovitých (*Splachnaceae*) rostoucí výhradně na savčím trusu nebo mršinách a vydávající zápach podobný těmto substrátům (obr. 6). Tak lákají mouchy zajišťující přenos spor.

Sexuálně deceptivní květy, známé pouze u orchidejí (v Evropě tořič – *Ophrys*), připomínají tvarem, barvou a chlupatostí samičky hmyzu a často i produkují vůni blízkou hmyzím sexuálními feromonům. Tím lákají nezkušené samečky, především vos a včel, aby při pokusu o kopulaci přenesli pyl na další květ. Imitace samiček může být tak dokonalá, že samečci dávají přednost květu orchideje před skutečnými samičkami.

Kolektiv spoluautorů: Jana Jersáková, Jitka Klimešová, Tamara Malinová, Jakub Těšitel

Martin Vohník

Zelení dřívci a pobledlí podvodníci – rostliny, mykoheterotrofie a mixotrofie

Typická vyšší rostlina je fotoautotrofní, využívá slunečního záření jako primární zdroj energie a oxid uhličitý jako zdroj uhlíku. K tomu potřebuje chlorofyl – fotosyntetický pigment, který jí propůjčuje zelenou barvu. Jak je to ale s uhlíkovým metabolismem nezelených rostlin, které fotosyntetizovat nedokáží? A spoléhají opravdu všechny zelené rostliny jen na uhlík, který získají ze vzdušného oxidu uhličitého? Odpověď na tyto a podobné otázky přináší následující krátká stat o zelených dřívcích a jejich parazitech – pobledlých podvodnících.

I nezelené rostliny, přestože nemohou přímo využívat sluneční záření a oxid uhličitý, potřebují k životu uhlíkaté látky jako

zdroj energie a stavebních částic. Na místě je otázka, kde tyto látky berou; nabízí se několik možných odpovědí, které nej-

spíše napadnou každého čtenáře. Pozorujeme-li v přírodě kvetoucí podbílek šupinatý (*Lathraea squamaria*, obr. 3), připomínající křížence neurčité houby a vybledlého chřestu, napadne nás možná stejná úvaha, která vedla její autory k vytvoření pojmu hniložijné rostliny. Podbílek často vykukuje z nánosů rozkládajícího se listí, roste ve vlhké půdě podél potoků, rozklad na každém kroku – nemůže se tedy vyžít podobně jako hniložijné (= saprotrofní) houby, rozkládat odumřelou biomasu jiných rostlin nebo živočichů? Tato původní představa se mezi laickou, ale i odbornou veřejností udržela poměrně dlouho a ještě dnes se s ní lze setkat např. po zadání hesla hniložijné rostliny (nebo saprophytic plants) do internetového vyhledávače. Ač jde o úvahu intuitivní, je chybná; dosud neexistují důkazy, které by potvrzovaly, že se vyšší rostliny mohou vyžít striktně saprotrofně. Co je tedy pro nezelené rostliny zdrojem uhlíku?

U podbílků lze situaci snadno odhalit – stačí pátrat po jeho oddencích, z nichž vyrůstají haustoria, která se napojují na kořeny okolních stromů. Pobledlý podvodník podbílek parazituje na jiných rost-

1 a 2 Boubín – lokalita a kriticky ohrožený, velmi vzácný mykoheterotrofní sklenobýl bezlistý (*Epipogium aphyllum*)

