

Poloparazitické rostliny ve středoevropské krajině: indikátory biodiverzity a ekologičtí inženýři

V tomto článku se zabýváme ekologií středoevropských kořenových poloparazitů. Řada poloparazitických druhů z čeledi zárazovitých (*Orobanchaceae*) je spolu s lněnkami (*Thesium*) vcelku běžnou součástí (polo)přirozených společenstev, především pak trávníků. Poloparazitické rostliny mají mnoho unikátních biologických vlastností, díky nimž mohou hrát důležitou ekologickou úlohu ve společenstvech a ovlivňovat celé ekosystémy, proto jsou významnou součástí naší krajiny. Mnozí poloparaziti i nápadně kvetou, takže setkání s nimi potěší oko nejen leckterého přírodovědce.

O rostlinách obvykle uvažujeme jako o autotrofních organismech, které získávají organický uhlík pomocí fotosyntézy a minerální výživu z prostředí pomocí kořenů. I zde však existují výjimky. Jednou z nich jsou rostliny parazitující prostřednictvím speciálně uzpůsobených kořenů (haustorií) na jiných rostlinách – svých hostitelích. Parazity můžeme rozdělit do dvou skupin. Holoparaziti nefotosyntetizují, nemají chlorofyl a výživově zcela závislí na hostitelích. Druhou skupinu tvoří poloparaziti – rostliny, které fotosyntetizují, mají chlorofyl a na svých hostitelích tak nejsou zcela výživově závislí (podrobné informace o biologii parazitických rostlin lze nalézt v Živě 2010, 5: 204–207 a 2011, 3: 105–107).

Nejnámějším příkladem poloparazitů je jmelí bílé (*Viscum album*), které roste v korunách stromů. V našem příspěvku se ale budeme zabývat jinou skupinou – kořenovými poloparazity. Tyto druhy parazitují pod zemí na kořenech nebo oddencích jiných rostlin. Svým hostitelům odebírají z xylémové části cévních svazků vodu, minerální živiny a zpravidla i omezené množství organického uhlíku. Vzhledem k jejich zelené barvě a samostatnému růstu prýtlů nelze parazitický způsob života na první pohled rozeznat.

Kdo jsou a kde je potkáme

V české květeně bylo zaznamenáno celkem 42 druhů a poddruhů kořenových poloparazitů. Několik dalších druhů, které se u nás nevyskytují, můžeme navíc najít v nejbližším středoevropském okolí. Nápadné jsou např. typické všivce (*Pedicularis*) v Alpách (obr. 1). Středoevropské kořenové poloparaziti náležejí do dvou velkých skupin, v nichž se parazitismus vyvinul nezávisle. Nejvíce druhů patří do čeledi zárazovitých s typickými rody kokrhel (*Rhinanthus*), černýš (*Melampyrum*), všivec, světlík (*Euphrasia*) a zdravínek (*Odontites*). Z řádu santálotvarých (*Santalales*), kam patří i oba naše rody jmelí

(jmelí – *Viscum* a ochmet – *Loranthus*), potom u nás roste několik druhů kořenových poloparazitů z rodu lněnka (obr. 2).

Poloparazitické rostliny se vyskytují ve středoevropské krajině v celé škále suchozemských biotopů od nížin do hor, v lesních porostech i bezlesí a od mokřadů po suché stepi. Některé druhy mají poměrně širokou ekologickou niku (obr. 3). Přesto lze vypozařovat biotopy, ve kterých se poloparazitické rostliny nápadně koncentrují. Jde především o travinné ekosystémy, kde najdeme zástupce všech jmenovaných rodů – louky, stepi, alpské bezlesí. Poloparaziti však nerostou na kdekaké louce. Většina z nich je jednoletá nebo výrazně krátkověká a potřebují se obnovovat ze semen. Poloparazitům proto musíme dopřát dost času na kvetení a vývoj semen. Časná seč lučních porostů jim nepřeje. Další problém představuje hnojení. Ekologickou výhodou poloparazitů je zejména efektivní získávání minerálních živin a vody. Pokud jsou oba tyto zdroje dostupné v dostatečném množství, svou relativní výhodu ztrácejí a ze společenstva obvykle vymizí kvůli konkurenci vytrvalých neparazitických druhů. Současné intenzivní obhospodařování luk je založené právě na kombinaci hnojení a časných sečů. Výsledkem je výrazný ústup poloparazitických druhů ze středoevropské krajiny. Velká část lučních poloparazitických rostlin jinak kosení ale potřebuje, pouze ho musíme provádět až po jejich odplození. Důležité je také sušení sena na místě, během něhož mají semena pokosených rostlin šanci dozrát. V tomto ohledu známe výjimečné případy některých ekotypů zdravínek a světlíků – na jaře rostou jen pomalu a čekají na pokosení porostu, při kterém sice bývají částečně poškozeny, nicméně velmi rychle obrážejí a dále rostou. Následně kvetou koncem léta, kdy mohou dosahovat i výrazné dominance (obr. 4). Výskyt poloparazitů zpravidla podporují i vhodné disturbance. Např. přepasení louky na podzim



- 1 Všivec *Pedicularis rostratocapitata* se vyskytuje celkem hojně nad horní hranicí lesa ve vápencových Alpách.
- 2 Lněnka lnolístá (*Thesium linophyllon*) je nejběžnějším zástupcem rodu v české květeně. Roste v suchých trávnících a indikuje vysokou druhovou bohatost společenstva.
- 3 Středoevropským poloparazitickým druhem s nejširší ekologickou nikou je jednoznačně černýš luční (*Melampyrum pratense*) – najdeme ho od nížin do hor, v teplomilných doubravách i alpském bezlesí, ve stinných lesích i na okrajích rašelinišť. V rámci České republiky jde zároveň o nejběžnější druh kořenového poloparazita.

odstraní stařinu a naruší drn, čímž poskytne ideální podmínky pro uchycení semenáčků poloparazitů klíčících většinou časně zjara (obr. 5).

Poloparazitické rostliny najdeme v menším počtu i v synantropních biotopech. Je to především zdravínek jarní (*O. vernus*),



kteřý typicky roste na nejrozličnějších narušovaných místech. Některé druhy se dokonce vyskytovaly jako polní plevel: kokrhel luštinec (*R. alectorolophus*), černýš rolní (*M. arvense*) a časný ekotyp zdravínku jarního. Vzhledem ke zdokonalení zemědělské technologie v průběhu 20. století ale narazíme v dnešní krajině na takové případy již jen zřídka (obr. 6).

Zajímavým, i když netypickým případem jsou poloparazitické rostliny stinných biotopů. Černýš luční (*M. pratense*), č. lesní (*M. sylvaticum*, obr. 7) a č. hajní (*M. nemorosum*) dovedou růst i v tmavém podrostu zapojeného lesa, byť většinou dávají přednost světlejším lesním okrajům. Nedávná studie (Světlíková a kol. 2018) zaměřená na ekofyziologii černýše lučního ukázala, že světelné poměry v tomto biotopu mu neumožňují získávat vlastní fotosyntézou dostatek organického uhlíku pro růst a produkci semen koncem léta. Je tedy velmi pravděpodobné, že pro takové druhy je důležité získávat tento zdroj paraziticky od hostitele i v dospělosti. Podobným případem je hornice alpská (*Tozzia alpina*). Najdeme ji na březích potoků a dalších zamokřených biotopech v Alpách a Karpatech často pod zapojeným porostem vyšších bylin (obr. 8). Pro tento druh je ale vyšší závislost na zisku organického uhlíku od hostitele typická – vyznačuje se podzemním stadiem, které několik let parazituje, než vytvoří zele-

nou lodyhu nesoucí květy a posléze plody se semeny.

Poloparazitické rostliny ve společenstvech a ekosystémech

Proč bychom se ale vůbec měli poloparazitickými rostlinami zabývat, případně je dokonce chránit? Díky své unikátní strategii a s ní spojenými fyziologickými vlastnostmi dokážou hrát důležitou roli v rostlinných společenstvech. Dokonce dovedou ovlivňovat celé ekosystémy. Již z definice je parazitismus škodlivý pro hostitele a poloparazitismus v tomto ohledu není výjimkou. Mnoho poloparazitů hostitele dokonce poškozuje více než holoparaziti. Taková strategie je pro ně výhodná, protože tím snižují nadzemní kompetici o světlo, která pro poloparazity představuje zásadní limitující faktor. Hostitel tak v přítomnosti poloparazita vyrostle podstatně méně a jeho konkurenční schopnost je do značné míry omezena. Kořenový poloparazit jsou hostitelští generalisté, ale jednotlivé druhy hostitelů se výrazně liší v tom, jak podporují růst poloparazitů a jak je parazitismus poškozuje. Pokud hlavní hostitel tvoří dominantu porostu, mohou jeho ústupu využít další konkurenčně slabší druhy, které leckdy bývají méně citlivé na parazitaci, případně se dovedou účinně bránit. Tak může dojít i ke zvýšení celkové diverzity společenstva (viz kapitola Poloparaziti a biodiverzita).

4 Zdravínek jarní (*Odontites vernus*) dominující v otavě aluviální louky blízko Pohanska u Břeclavi

5 Stepní trávník v přírodní rezervaci Kamenný vrch u Kurdějova bývá během podzimu přepásán ovci. Výsledkem jsou ideální podmínky pro řadu poloparazitických druhů. Zde jsou hned tři: černýš rolní (*M. arvense*, 1), zdravínek žlutý (*O. luteus*, 2) a lněnka lnolistá (3).

6 Černýš rolní jako plevel v poličku ječmene v okolí Suchova v Bílých Karpatech v r. 2015. Dnes už je pole opuštěné.

7 Černýš lesní (*M. sylvaticum*) patří mezi charakteristické druhy smrkových lesů. Dokáže vytvářet husté populace i ve velmi stinném prostředí pod zápojem lesa.

8 Kvetoucí hornice alpská (*Tozzia alpina*) v zastíněném podrostu devětsilu (*Petasites* sp.) v Alpách

9 Holé plošky v porostu vznikající po odumření jednoletých poloparazitů (zde kokrhel luštinec – *Rhinanthus alectorolophus*) poskytují dobrou příležitost pro uchycení semenáčků dalších druhů. Plošky jsou navíc „pohnojeny“ opadem listů kokrhele bohatým na živiny.

10 Lepnice alpská (*Bartsia alpina*) v porostu dryadky osmiplátečné (*Dryas octopetala*). Lepnice je typickým druhem živinami chudých vysokohorských a arktických ekosystémů. V listech koncentruje živiny, které uvolňuje do prostředí ve formě opadu a urychluje tak koloběh živin.



11 až 13 Ideální výsledek výsevu kokrhelů luštěniny do porostu vlhké louky zarostlé třtinou křovištní (*Calamagrostis epigejos*, obr. 11). Výsev byl proveden na podzim 2012 spolu s pokosením a vyhrabáním stařiny. Kokrhel v následujícím roce vytvořil hustý porost, který zcela potlačil třtinu (12). V dalším roce se již kokrhel neuplatnil (i přes pokračující kosení) vzhledem k chybějícímu výjimečně dobrému hostiteli. Ale zanechal po sobě rozmanité společenstvo prakticky bez třtiny (13). Aplikace kokrhelů však nemusí být vždy takto úspěšná a výsledky ve formě obnoveného společenstva se nemusejí dostavit tak brzy.

Ve středně a více produktivních ekosystémech přítomnost poloparazitů snižuje produktivitu, což opět pomáhá koexistenci ostatních druhů.

Další pozitivní efekt na společenstvo vyplývá z převažující krátkověkosti (většinou jednoletosti) středoevropských poloparazitů. Po odumření vysemeněných rostlin mohou v porostech zůstat neobsazené plošky, které poskytují příležitost pro uchycení semenáčků, a to jak poloparazitů, tak i dalších druhů (obr. 9).

Zásadní ekologický význam má i tendence poloparazitů koncentrovat v biomase minerální živiny. Omezená schopnost tyto živiny ukládat do zásobních orgánů způsobuje, že jsou uvolněny do prostředí ve

formě obohaceného opadu. Studie z tundrových oblastí třeba ukázaly, že opad poloparazitů obsahuje stejně, nebo dokonce více dusíku než opad bobovitých (*Fabaceae*). Výrazně tak přispívá k mikrobiálnímu rozkladu odumřelé biomasy a koloběhu živin v ekosystému. V živinami velmi chudých ekosystémech tak mohou poloparaziti v omezené míře i zvyšovat produktivitu společenstva (obr. 10).

Kromě rostlinného společenstva a mikrobiálních procesů mohou ovlivňovat i další úrovně potravní pyramidy ekosystému. Díky vysokému obsahu živin by mohli být atraktivní potravou pro herbivory – to určitě platí ve vztahu k některým obratlovcím herbivorům. Srnčí zvěř např. dovede zcela vypást velké populace kvetoucích kokrhelů. Vzhledem k závislosti na generativním rozmnožování mnoho poloparazitických rostlin nápadně kvete a spolu s tím zároveň investuje zdroje do produkce nektaru pro opylovače. Tím mohou významně podpořit jejich početnost v krajině.

Ekosystémový inženýři

Podívejme se teď na několik případů, kdy poloparazitické rostliny ovlivňují strukturu společenstev a fungování ekosystémů. Dobře je dnes probádáný případ zmíněného rodu kokrhel – jednoletých poloparazitů, vyskytujících se především v lučních porostech. Jejich hlavními hostiteli jsou

trávy, případně bobovité rostliny. Travám parazitace výrazně škodí, což ve spojení se schopností kokrhelů dosáhnout výrazného zastoupení ve společenstvu vede k jejich značnému potlačení v lučním porostu. Původně dominantní skupina tak uvolní místo dvouděložným bylinám, které jsou jinak konkurenčně slabší. Tím dochází ke zvýšení květnatosti porostu, může se zvýšit i diverzita a rozhodně se rozšiřuje potravní nabídka pro opylovače. Extrémním případem potlačení trav je interakce kokrhelů s expanzivní třtinou křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Tato konkurenčně silná klonální tráva ohrožuje druhově bohaté luční porosty střední Evropy postupným zarůstáním. Třtina potlačuje slabší druhy a výrazně tak snižuje diverzitu společenstev, někdy až do stavu prakticky monokulturních porostů. Kokrhel luštěnec a k. větší (*R. major*) ji ale dokážou parazitovat. Ztráta živin z kořenů představuje pro třtinu zásadní problém, protože její růstová strategie je na uchování množství živin v těchto orgánech z velké části postavena. Následkem toho dochází po vysetí kokrhelů do společenstva (a aplikací dalších podpůrných zásahů – pokosení, vyhrabání stařiny) k rychlému úbytku třtiny a v mnoha případech i obnově diverzity původního společenstva (obr. 11–13).

Zajímavá se ukazuje interakce poloparazitů s bobovitými. Zástupci této čeledi se řadí typicky k dobrým hostitelům

poloparazitických druhů, ale sami jsou parazitismem poškozováni výrazně méně než třeba trávy parazitované kokrheli. Jinak jsou ale bobovité konkurenčně méně zdatné než trávy. Zdá se tak, že v některých případech mohou poloparaziti a bobovité vytvářet „alianci“, tedy porosty, kde se vyskytují obě skupiny spolu s dalšími dvouděložnými, ale s minimálním zastoupením trav. Zatím jsme pozorovali na několika místech nápadný společný výskyt bobovitých s kokrheli, ale potvrzení tohoto jevu by vyžadovalo experimentální ověření. Kultivační pokusy nedávno provedené čínskými botaniky s poloparazity rodu všivec nicméně ukazují přesně tímto směrem (Sui a kol. 2018).

Poloparazitické rostliny však nepředvádějí své schopnosti jen v loukách. Pozoruhodné případy byly dokumentovány na slatiništních mokřadech, které patří mezi značně ohrožená společenstva. Slatiniště, jež nebyla v minulosti vysušena, se často potýkají s nedostatkem péče a expanzí rákosu obecného (*Phragmites australis*) nebo vysokých ostřic (*Carex* spp.). To byl případ i dvou slatinišť, kde poloparaziti zásadně přispěli ke zvrácení uvedeného osudu. Na slatiništi v přírodní rezervaci Chvojnov na Vysočině proběhla v r. 2013 rozsáhlá obnova, díky níž se zde zlepšily podmínky pro život všivce bahenního (*P. palustris*). Tento chráněný druh poloparazita zde začal parazitovat na rákosu, rozšířil se a zásadním způsobem potlačuje regeneraci rákosu, takže nedochází k opětovnému zarůstání obnovených ploch (obr. 14). Druhý příklad pochází ze slatiniště v Belgii, které bylo zarostlé ostřicí štíhlou (*C. acuta*). Výsev, uchycení a postupná expanze všivce zredukovala pokryvnost ostřice a způsobila proměnu vegetace vysokých ostřic na druhově bohatou slatinnou louku včetně opětovného nastartování tvorby rašeliny.

Poloparaziti a biodiverzita

Mohou poloparazitické rostliny zvyšovat biodiverzitu společenstev? Na tuto otázku je třeba se dívat dvěma způsoby. První pohled je založen na pozorování, zda se poloparazitické rostliny v krajině vyskytují spíše v druhově bohatší, nebo naopak chudší vegetaci. Příslušná analýza však musí vzít v potaz, že i náhodně se chovající druh bude častěji nalezen v druhově bohatší vegetaci čistě na základě pravděpodobnosti. Proto je důležitější relativní porovnání korelací poloparazitů s diverzitou vůči ostatním druhům než jejich absolutní hodnoty. Na základě vegetačních dat z České národní fytoecologické databáze se ukázalo, že řada poloparazitických druhů je s diverzitou skutečně korelována pozitivněji než velká většina neparazitických druhů. Především kokrhel větší, lněnka lnolistá (*T. linophyllon*) a černýš hřebenitý (*M. cristatum*) patří mezi 10 % druhů nejsilněji indikujících vysokou diverzitu. V horní čtvrtině této statistiky se umístily kokrhel menší (*R. minor*), světlík lékařský (*E. officinalis*), zdravínek žlutý (*O. luteus*), všivec lesní (*P. sylvatica*) a černýš rolní. Naopak poloparazitem vázaným spíše na druhově chudé biotopy je černýš luční. Obecně platí, že se poloparaziti prakticky nevyskytují v celé druhově nejchudší



14 Všivec bahenní (*P. palustris*) v porostu rákosu (*Phragmites australis*). Přírodní rezervace Chvojnov na Vysočině. Snímky J. Těšitele

čtvrtině suchozemské vegetace České republiky. Zjištěné korelace však mají omezenou vypovídací schopnost ohledně skutečného vlivu poloparazitů na diverzitu. Může se totiž stát, a částečně tomu tak jistě je, že za nimi stojí pouhé ekologické nároky. Jak jsme již uvedli, velká část poloparazitických druhů roste v lučních společenstvech, a to především těch obhospodařovaných s ohledem na biodiverzitu, takže pozitivní korelace s diverzitou může vzniknout i bez přičinění poloparazitů.

Abychom zjistili, jak to skutečně je se schopnostmi poloparazitů ovlivňovat diverzitu, musíme provést manipulativní experimenty založené na výsevu, nebo naopak odstranění poloparazitických druhů ze společenstva. Provedené výzkumy zejména s druhy rodu kokrhel ukazují, že tento vliv silně závisí na ekologickém kontextu daného porostu. Mohou-li třeba druhy potlačené dominantami dobře regenerovat, ať už ze semen, nebo dormantních stadií, poloparaziti diverzitu zvýší. Tento efekt se ale nemusí projevit kvůli omezenému zásobníku druhů v okolí, případně ve společenstvu může převládnout původně subdominantní bylina, která nedovolí zvýšení diverzity. Zajímavá je ale nedávná studie britské biologky Sue Hartleyové a kol. (2015), která ukázala, že kokrhel menší má nejen vliv na diverzitu rostlinného společenstva, ale jeho přítomnost zvyšuje početnost jedinců několika skupin hmyzu stejně jako počet druhů polokřídělých a pavouků. Potenciál poloparazitů, a zejména kokrhelů, podpořit hmyzí populace se postupně začíná využívat i v praktických opatřeních ekologie obnovy (viz také článek na str. 235 této Živy).

Praktické využití poloparazitických rostlin

Parazitické organismy nebývají často předmětem zájmu z pohledu jejich využitelnosti ve prospěch lidí. Tento pohled se teprve postupně mění např. díky parazitům škůd-

ců, kteří se používají k biologické ochraně. Z celosvětového hlediska jsou poloparazitické rostliny vnímány značně negativně především kvůli plevelům z rodu *Striga* (zárazovité), devastujícím zemědělství v tropických oblastech. V našich končinách je však situace jiná. Poloparazitické plevele prakticky neškodí, naopak vzrůstá zájem o využití unikátních ekologických vlastností poloparazitů v ochraně přírody i dalších oblastech.

Na základě experimentálního ekologického výzkumu popsaného výše byla do praxe uvedena metoda potlačení třtiny křovištní poloparazitickým kokrhlem luštincem. Použití kokrhle je vždy vázáno na kombinaci s vhodně nastaveným režimem seče, nicméně se ukázalo jako výrazně efektivnější než samotné kosení. K potlačení expanzivního druhu dochází obvykle již během několika málo sezon. Mezery v porostu vytvářený kokrhel navíc mohou výrazně přispět k uchycení semenáček, výsledkem zpravidla bývá i rychlá obnova původního druhového složení. Obdobným způsobem by pravděpodobně mohly fungovat i další druhy poloparazitů v kombinaci s jinými expanzivními, nebo dokonce invazními druhy. Tento výzkum je ale teprve v začátcích.

Vliv poloparazitů na ekosystémy by kupodivu mohl najít uplatnění i v zemědělství. V kulturách sadů nebo vinohradů je travní podrost výrazným kořenovým konkurentem plodin o vodu a živiny. Poloparaziti by tak mohli snížit produktivitu, pokryvnost a konkurenční sílu podrostu. Navíc by mohli pomoci změnit jeho druhové složení ve prospěch dvouděložných bylin, případně i bobovitých. To by mohlo mít pozitivní vliv na propustnost půdy pro srážkovou vodu, která by se dostala také k hlouběji kořenícím dřevinným plodinám. Pozitivní vliv na koloběh živin by potom mohl přispět k jejich vyšší dostupnosti pro ovocné stromy nebo révu. Pestřejší porosty s dominancí dvouděložných by byly atraktivnější pro opylovače a mohly by napomoci k lepšímu opylování ovocných stromů. V neposlední řadě by nižší podrost s poloparazity vyžadoval méně intenzivní péči. Tento způsob využití poloparazitů je však zatím pouze teoretickou konstrukcí. Kdyby se ho povedlo dovést do praxe, mohl by mít dobré uplatnění v ekologické produkci ovoce a vína.

Poloparaziti by mohli najít své místo také v městských trávnících. V současnosti se ve veřejném prostoru setkáváme s větší snahou používání lučních (květnatých) trávníků, které zvyšují biodiverzitu a jsou atraktivní i z estetického hlediska. Výhodou je zároveň menší náročnost na údržbu a vyšší odolnost vůči výkyvům počasí. Založení takového trávníku nebo převod krátce stríženého parkového trávníku s dominancí trav na luční trávník není jednoduchá ani levná záležitost. A právě s tím by mohly poloparazitické rostliny pomoci. U nás je to zatím spíše neznámá věc, ale např. ve Velké Británii doporučuje Royal Horticultural Society všem, kteří chtějí ze svého „zeleného trávníku“ udělat louku plnou květů, vysít napřed poloparazitický kokrhel menší.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.