

## Kdo jsou hostitelé našich Lněnek

Poloparazitické rostliny patří k biologicky velmi zajímavým druhům. Jejich studium je však ve srovnání s jinými cévnatými rostlinami mnohem obtížnější a znalosti jejich biologie jsou proto poměrně omezené. Hlavní obtíží je nutnost sledování nejen nad zemí, ale i pod zemí, kde se poloparaziti napojují na své hostitele. Výskyt a růstová dynamika těchto druhů proto nezávisí pouze na abiotických podmínkách lokality, ale do značné míry také na přítomnosti ostatních rostlin v jejich okolí.

Poloparazitické rostliny jsou rostliny se zelenými listy umožňujícími uskutečňovat fotosyntézu (alespoň v některé části jejich životního cyklu), které však podstatnou část vody a živin získávají z hostitele svými speciálně uzpůsobenými kořeny zvanými haustoria. Podle míry závislosti na svém hostiteli je můžeme rozdělit na dvě skupiny – fakultativní a obligátní. Fakultativní poloparaziti nepotřebují hostitele k dokončení svého životního cyklu, ale normálně fotosyntetizují, a pokud se dostanou ke kořenům hostitelské rostliny, vytvářejí haustoria, jimiž pak z jejího xylému získávají vodu a rozpuštěné minerální látky. Naopak obligátní poloparaziti se potřebují svými haustorii na hostitele přichytit, aby byli vůbec schopni dokončit svůj životní cyklus.

Nejvíce zástupců parazitických druhů patří do řádů hluchavkotvarých (*Lamiales*; zejména čeledi zárazovitých – *Orobanchaceae*) a santálotvarých (*Santalales*). Zatímco první řád je častým cílem nejrůznějších prací, rostlinné druhy z řádu *Santalales* jsou zkoumány mnohem méně. Kromě bylin patří do této skupiny také řada tropických keřů a stromů. Jedním z nejznámějších je santal (*Santalum album*), jehož aromatické dřevo se používá k výrobě parfémů a v lékařství. U nás se setkáme hlavně se

dvěma rody z tohoto řádu – jmelí (*Viscum*) a lněnka (*Thesium*). V tomto článku popíšeme naši práci, ve které jsme se zabývali lněnkami, jejichž populační biologie a ekologie patří k nejméně prozkoumaným. Naším cílem bylo zjistit ekologické nároky tří vybraných druhů z tohoto rodu a porozumět vztahům s jejich hostiteli.

### Studie českých Lněnek

Lněny jsou v České republice zastoupeny 8 druhy, z nichž polovina má status kriticky ohrožených, dva jsou silně ohrožené a pouze dva druhy se vyskytují alespoň v některých oblastech hojněji. Informace o jejich populační biologii a ekologii by nám mohly velice pomoci v účinnější ochraně tohoto rodu. Z každé kategorie ohrožení jsme pro svoji studii proto vybrali jednoho zástupce.

● Lněnka lnolistá (*T. linophyllum*, obr. 1, 2) je pravděpodobně naším nejrozšířenějším zástupcem rodu. Centrum areálu má ve střední Evropě, roste v Itálii, Německu, Rakousku, ČR, SR, Maďarsku, Polsku, Rumunsku, na Balkánském poloostrově a na Ukrajině. U nás se vyskytuje roztroušeně v nížinách až pahorkatinách v teplomilných trávnících a světlých doubravách. Je to hemikryptofyt (rostlina s obnovovacími pupeny umístěnými těsně nad povrchem

půdy), který tvoří výběžkatý oddenek. Kvete v květnu až srpnu.

● Lněnka bavorská (*T. bavarum*, obr. 3, 4, 6) patří v ČR do kategorie C2 (silně ohrožené druhy) a vyskytuje se vzácně v pahorkatinách středních a severních Čech na stepních svazích a ve světlých lesích. Její rozšíření se táhne od Francie přes Itálii, Německo, ČR, Rakousko, Balkánský poloostrov až do Rumunska a Bulharska. Rostliny mají nevýběžkatý mnohohlavý oddenek. Je to rovněž hemikryptofyt s dobou květu od května do srpna.

● Lněnka bezlistenná (*T. ebracteatum*, viz obr. 5, 7) je východoevropský druh s centrem výskytu v Pobaltí, Bělorusku, Rusku až po Ural, na severní Ukrajině, v Moldavsku a ve středním Rumunsku, jednotlivě zasahuje do střední Evropy (Polsko, severní Německo, Čechy, Rakousko, kdysi Slovensko). V ČR byla známa především malá arela ve středním Polabí, z níž se dochovala jediná lokalita u Velenky. V r. 2008 byla objevena další malá lokalita u obce Běštín na okraji Brd. Patří mezi rostliny vlhkých, rašelinných nebo slatinných luk a pastvin, lesních světlin a světlých hájů. V Polsku a Německu roste i ve světlých lesích na písčitéch půdách podél cest a železničních tratí. Je to hemikryptofyt, jehož tenký oddenek tvoří plazivé výběžky. Kvete od května do června.

Prvním cílem studie bylo stanovit možné hostitele jednotlivých druhů a porovnat výsledky mezi jednotlivými lokalitami. K tomuto účelu jsme použili různé metodické přístupy. Nejprve nepřímou metodu, která spočívala v hledání druhů častěji se vyskytujících v plochách se lněnkou než v plochách bez ní. Tento způsob je nedestruktivní, a může tedy být použit i pro vzácné druhy. Dozvíme se však pouze to, které druhy rostou častěji se lněnkou, ale nikoli už to, jak jsou spojeny pod zemí. Proto jsme ještě použili přímou metodu, kdy jsme na lokalitách vykopávali čtverce, kde lněnka rostla, a po proplavení kořenů jsme pozorovali, se kterými druhy hosti-

1 Lněnka lnolistá (*Thesium linophyllum*) kvete od května až do srpna.

2 V Českém středohoří často můžeme najít velké populace lněny lnolisté zejména v teplomilných trávnících. Na snímku lokalita u Litoměřic



1



2





telů je poloparazit spojen svými haustorií. Protože tímto způsobem nelze pracovat u druhů vzácných, abychom neohrozili jejich populace, použili jsme tedy tuto metodu pouze na lokalitách s lněnkou lno-listou. I kdybychom ale zjistili, že roste častěji s druhy, s nimiž se pak i spojuje haustorií, nemusí to ještě znamenat, že pouze tyto druhy slouží jako hostitelé. Mohou to být rostliny, které jen sledují stejný abiotický faktor, jako např. vlhkost, světlo, množství živin v půdě apod. V další části experimentu jsme proto rostliny vysévali v zahradním pokusu s potenciálními hostiteli a sledovali, jak si lněnka své hostitele vybírá za stejných podmínek prostředí.

#### Hostitelé lněnek

Studovaným územím pro lněnkou lno-listou byly zejména populace v Českém středohoří a Českém krasu, kde je tento druh relativně hojný. Pro lněnkou bavorskou jsme vybrali lokality rovněž v Českém středohoří a v Českém krasu, kde se vyskytuje na více místech. Lněnka bezlistenná byla studována na poslední větší recentní lokalitě u Velenky. Dále byla sledována její místa výskytu v Polsku a Německu, u každého druhu šlo minimálně o 10 lokalit.

Pro lněnkou lno-listou jsme našli několik možných hostitelů vyskytujících se průkazně častěji se lněnkou než bez ní – především to byl zvonek klubkatý (*Cam-*

*panula glomerata*), devaterník velkokvětý (*Helianthemum grandiflorum*), bělozářka větvenatá (*Anthericum ramosum*) a pcháč panonský (*Cirsium pannonicum*). Naopak druhy, které častěji rostly na plochách bez lněnkou, byly jetel prostřední (*Trifolium medium*), šalvěj hajní (*Salvia nemorosa*), ožanka kalamandra (*Teucrium chamaedrys*), jehlice trnitá (*Ononis spinosa*), lipnice luční (*Poa pratensis*) nebo pýr prostřední (*Elytrigia intermedia*). Doufali jsme proto, že podobná zjištění přinese i průzkum podzemního napojení haustorií. To se však nestalo, a rostliny, které byly haustorií lněnkou napadeny nejvíce, se s potenciálními hostiteli určenými sledováním nadzemních částí prakticky vůbec neshodovaly. Mezi druhy, na jejichž kořenech lněnka tvořila nejvíce haustorií (největší počet přichycených haustorií na stejné množství kořenů), patřily především oman vrbolistý (*Inula salicina*), ostřice nízká (*Carex humilis*) a válečka prapořitá (*Brachypodium pinnatum*). Tyto druhy zároveň patřily k dominantám lokalit a jejich kořeny byly ve sledovaných plochách nejhojnější. Nepotvrdil se tedy předpoklad, že druhy, s nimiž je lněnka často asociována nad zemí, jsou zároveň její výhradní hostitelé.

Snažili jsme se i zjistit, zda by si lněnka lno-listá mohla vybírat své hostitele ne na úrovni druhů, ale na úrovni čeledí nebo při dělení na graminoidy (lipnicovitě – *Poa-*

3 Plodící lněnka bavorská (*T. bavarum*)

4 Lněnka bavorská vytváří často velké trsy, které snáze odolávají konkurenci s ostatními druhy.

5 Poslední větší populace lněnkou bezlistenné (*T. ebracteatum*) v České republice je v NPP Slatinná louka u Velenky.

6 Lněnka bavorská roste převážně v lesních lemech nebo ve světlých lesích, někdy na travnatých svazích. Karlické údolí v Českém krasu

7 Lněnka bezlistenná stačí vykvést a vyprodukovat semena dřív než okolní druhy, a proto netrpí konkurencí tolik, jako později kvetoucí lněnka lno-listá.

*ceae* a šáchorovitě – *Cyperaceae*), čeledí bobovitých (*Fabaceae*) a ostatní. Avšak ani při tomto dělení jsme nenalezli průkaznou závislost na nějaké hostitelské skupině, která by platila ve více populacích. Celkově se mezi populacemi lněnkou ukázala velká variabilita ve výběru hostitelských rostlin. Pozorovali jsme také silně průkazný vztah mezi množstvím kořenové biomasy a počtem vytvořených haustorií. Dalším důkazem nespecifity *T. linophyllum* je fakt, že haustoria byla nalezena na kořenech 94 % všech přítomných druhů. Pro další dvě vzácné lněnkou – bavorskou a bezlistennou jsme dokonce ani neurčili druhy, které by se častěji vyskytovaly s těmito poloparazity než bez nich. U lněnkou bezlistenné sice byla patrná tendence růst



častěji s některými čeleděmi (např. bukovité – *Fagaceae*, cistovité – *Cistaceae* nebo třezalkovité – *Hypericaceae*), ale na základě pokusů s lněnkou lnolistou není moc velký důvod se domnívat, že by zástupci těchto čeledí sloužili jako její výhradní hostitelé. Ani u lněnky bavorské jsme nepozorovali žádné tendence vyskytovat se častěji s určitými hostitelskými druhy nebo čeleděmi.

Na další potíže jsme narazili, když jsme se snažili pěstovat *T. linophyllum* v zahradě s potenciálními hostiteli za stejných podmínek. Přestože v minulosti byly zahradní pokusy úspěšně prováděny s poloparazitickými druhy např. z rodu černýš (*Melampyrum*) nebo kokrhel (*Rhinanthus*), pěstování lněnky v zahradě se ukázalo jako velice problematické. Ze 6 000 vysetých semen vzešlo pouze 35 semenáčků, z nichž většina uhynula během několika prvních měsíců. Pouze jediná rostlina přežila déle než jednu vegetační sezonu. Paradoxně nejvíce semenáčků narostlo v květináčích, kde se lněnkou nebyl pěstován žádný hostitel. Sedm vzešlo v květináčích se sverřepem vzpřímeným (*Bromus erectus*), 7 v květináčích s válečkou prapořitou, pět s omanem vrboolistým, dva s ostřicí plstnatou (*Carex tomentosa*) a jeden s ostřicí chabou (*C. flacca*). Přestože byla semena vyseta hned po odběru v přirozených populacích v červnu, většina jich klíčila až po zimě, což ukazuje na jejich dormanci.

#### Podmínky prostředí

Dalším cílem naší práce pak bylo porovnat, jak se na lokalitách liší podmínky prostředí a množství druhů na místech, kde lněnka roste a kde chybí. Pro tento účel jsme využili údaje o výskytu druhů a data vyhodnotili nepřímou metodou tzv. bioindikátorů. Ta vychází z předpokladu, že většina druhů má unimodální (tj. s jedním vrcholem) odezvu na proměnnou prostředí, tedy optimum při určité úrovni abiotického faktoru. Vztah mezi druhem a faktorem prostředí můžeme vyjádřit tzv. indikační hodnotou. Nejznámější a nejpoužívanější jsou tzv. Ellenbergovy indikační hodnoty. Na základě terénní zkušenosti byly k jednotlivým druhům rostlin ve střední Evropě přiřazeny indikační hodnoty pro zásobení stanoviště dusíkem (množství živin), kontinentalitu druhu, závislost na světle, na teplotě, na vlhkosti a půdní reakci. Přiřazením Ellenbergových indikačních hodnot ke všem ostatním přítomným druhům jsme spočítali průměrné hodnoty pro jednotlivé abiotické faktory a porovnávali, jak se liší plochy s výskytem různých druhů lněnky a bez ní. Největší rozdíly byly nalezeny v případě lněnky lnolisté. Plochy s přítomností tohoto poloparazita byly oproti ostatním částem lokalit celkově sušší, světlejší a chudší živinami. Příčinou pozorovaných rozdílů může být to, že poloparaziti většinou bývají konkurenčně slabší, a jsou proto vytlačováni na místa s méně vhodnými podmínkami prostředí, kde mohou přežít díky svému napojení na hostitelské rostliny. Tento trend však nebyl pozorován u zbývajících dvou studovaných druhů. Můžeme zde však uvést důvody, proč tomu tak bylo. Lněnka bavorská tvoří velké trsy a je tak mnohem kompetičně silnější než ostatní dva zá-

stupci. Není proto vytěšňována na suchá místa chudá živinami. Lněnka bezlistenná zase kvete a plodí brzy na jaře, kdy okolní druhy zpravidla nejsou vzrostlé, a netrpí proto kompeticí tolik, jako např. lněnka lnolistá kvetoucí a plodící o 1–3 měsíce později.

Zajímavý byl také rozdíl v počtu druhů na plochách se lněnkou a bez ní. Pro všechny sledované poloparazity jsme pozorovali více druhů na plochách se lněnkou. U lněnky bavorské sice nebyl rozdíl statisticky průkazný, ale průměrný počet druhů byl přesto vyšší na plochách, kde rostla. Na základě dalších studií poloparazitických rostlin byla již dříve vyslovena hypotéza, že poloparaziti omezují své hostitele a vytvářejí tak podmínky pro uchycení nových druhů, čímž zvyšují biodiverzitu na svých (mikro)stanovištích. Tato hypotéza je v naší studii podpořena faktem, že jsme našli průkazně více druhů na plochách se lněnkou i po statistickém odečtení vlivu podmínek prostředí. Alternativním vysvětlením může být naopak to, že lněnka ve skutečnosti nesnižuje vitalitu dominant v porostu, ale uchytí se jen tam, kde je prostor více různorodý a není zcela obsazen několika málo dominantními druhy.

Z výše uvedených zjištění tedy nevyplývá, že by zkoumané druhy lněnek (nebo alespoň lněnka lnolistá) byly nějak výrazně specifické ve výběru svých hostitelských rostlin. Tento závěr ovšem platí pouze za předpokladu, že pozorovaná haustoria, s nimiž jsme pracovali, byla opravdu haustoria funkční (tj. skutečně jimi dochá-

zelo k transportu látek z hostitele do poloparazita). Jsou známy i případy, kdy haustoria sice byla vytvořena, avšak spojení bylo nefunkční a k transportu látek ve skutečnosti docházelo jen někdy. To však nejsme schopni rozpoznat bez detailní anatomické studie nebo bez složitějšího sledování přenášených látek z hostitele do poloparazita. Celkově se však přikláníme k závěru, že si lněnky nevybírají své hostitele, ale vyskytují se na mikrostanovištích se specifickými podmínkami prostředí. Tímto směrem rovněž ukazuje výsledek pěstebních pokusů v zahradě, kdy nejvíce semenáčků vyrostlo v květináčích bez hostitelských rostlin. Naše práce je jednou z prvních svého druhu na lněnkách, a proto je třeba celý systém dále zkoumat, abychom získali další poznatky, které nám umožní zachovat lněnky jako součást flóry České republiky.

*Práce byla podpořena granty GAUK 148/2006, FRVŠ 1897/2006, MŠMT 2B06178, GAČR 206/08/H049, MŠMT 0021620828 a AV0Z60050516.*

8 Napojení lněnky lnolisté na jednoho ze svých nejčastějších hostitelů na lokalitách v Českém středohoří – oman vrboolistý (*Inula salicina*)

9 Detail napojení haustoria lněnky na oman vrboolistý

10 Kořen jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) napadený haustoriem lněnky lnolisté. Snímek T. Dostálka

