

# Hrají mykorrhizní houby roli šedé eminence v invazním procesu?

**V souvislosti s rostoucí globalizací se čím dál více hovoří také o rozšiřování půdních organismů za hranice jejich původních areálů. V celosvětovém měřítku to vede ke vzrůstající homogenizaci půdní bioty. S mnohem větší pravděpodobností, než tomu bylo doposud, tedy může dojít ke vzniku mutualistického vztahu (např. rostlin s mykorrhizními houbami). Proto se domnívám, že vliv půdní bioty v ekologických studiích stále trochu podceňujeme. V tomto příspěvku se do podzemí podíváme a pokusíme si přiblížit jednu skupinu organismů, která může zásadně ovlivnit úspěšnost invaze – mykorrhizní houby.**

Právě o houbách bylo na stránkách Živy napsáno již mnoho zajímavého (např. 2009, 4: 150–152). Obecně se jim v širším kontextu v loňském roce věnovalo monotematické číslo (Živa 2017, 5), proto se nebudu detailně zabývat popisem jednotlivých typů mykorrhiz, o nichž bude řeč, a zájmemce o jejich podrobnější studium odkazuji na zmíněnou literaturu.

V tomto příspěvku bude zmínka pouze o mykorrhizních houbách, které mohou pozitivně ovlivnit proces invaze. Houba poskytuje rostlině živiny (zejména dusík a fosfor) a vodu směnou za produkty fotosyntézy (hlavně cukry). Můžeme tedy říct, že jde o vzájemně prospěšný vztah mezi dvěma organismy – rostlinou a houbou, proto budu užívat termín mutualismus či mutualistický vztah. V současné době se totiž termín symbióza používá v mnohem širším kontextu a v podstatě zahrnuje celé kontinuum rozmanitých interakcí od parazitismu přes komenzalismus až k amenzalismu, případně neutralismu. Podrobnější rozbor této problematiky najdete v Živě 2018, 1: XVII–XVIII a různým podobám symbiózy se věnují všechny články letošního seriálu K výuce (2018, 1–4).

Jak už bylo zmíněno, mutualistický vztah mezi rostlinou a houbou může mít mnoho podob. V úvodu si ale klademe otázku, zda mohou být mykorrhizní houby šedou eminencí v invazním procesu, a abychom ji mohli alespoň částečně zodpovědět (univerzální odpověď zřejmě neexistuje), musíme mít představu, jak důležitou roli hrají:

- mykorrhizní status invazní rostliny – obligátní, či fakultativní vztah s mykorrhizními houbami; mnoho invazních druhů je dokonce nemykorrhizních – příkladem je invaze česnáčku lékařského (*Alliaria petiolata*) v Severní Americe;
- interakce mykorrhizních hub s invazní rostlinou – např. jestli se v důsledku mykorrhizy zvýší množství rostlinné biomasy, nebo zda se rostlina neobejde bez mykorrhizy v některém stadiu svého cyklu, jako je tomu u orchideoidní mykorrhizy;
- schopnost nebo flexibilita invazní rostliny vytvářet mutualistický vztah s širším

spektrém mykorrhizních hub – pokud je např. zavlečená rostlina úzce vázána na specifickou houbu, která se v novém areálu nevyskytuje, stává se mykorrhiza určitou překážkou nebo brzdou v procesu invaze;

- dynamika vztahu rostlina versus houba – velmi záleží, kdo má v tomto partnerském vztahu zrovna „nadvládu“, tedy kdo určuje pravidla hry;
- biogeografie mykorrhizních hub a jejich celosvětové rozšíření – např. invaze borovic do fynbosu, kde předtím zcela chyběly ektomykorrhizní houby;
- načasování introdukce mykorrhizních hub do nového areálu – důležité zejména pro rostliny, které mají obligátní vztah s mykorrhizními houbami;
- nové interakce a jejich důsledky – v nepůvodním areálu se mohou vytvořit nové interakce mezi rostlinami a houbami, pak záleží na tom, jak velký impakt mají na původní rostlinná společenstva.

**Pěnišník – noční můra nejednoho Brita**  
Světle růžově až fialově kvetoucí pěnišník pontický neboli p. černomořský (*Rhododendron ponticum*) je oblíbeným druhem používaným šlechtiteli ke křížení. Ze stejného důvodu byl kolem r. 1763 dovezen z Pyrenejského poloostrova přes Gibraltar do Velké Británie. Nejdříve byl pěstován v botanických zahradách, ale už kolem r. 1893 se dal koupit v květináči na tržišti. Později byl hojně vysazován do volné přírody za účelem navýšení vegetačního krytu pro oblíbenou lovnou zvěř (hlavně ptáky). Dnes tvoří invazní dominantu mnohých rostlinných společenstev, hlavně rašelinišť a vřesovišť, nejen ve Velké Británii.

Jeho významný negativní dopad spočívá v alelopatickém efektu – schopnosti vylučovat do svého okolí látky (např. z listové opadu, který navíc vytváří silnou vrstvu zabraňující klíčení semenáčů okolních původních druhů) potlačující růst jiných (často původních) organismů, čímž si zajišťuje značnou konkurenční výhodu. Velká reprodukční schopnost je další vlastností, která zvyšuje jeho invazivnost – jedna rostlina je schopna vyprodukovat až jeden



1



2

milion drobných semen, šířených větrem na velké vzdálenosti. Pěnišník je navíc odolný vůči aplikaci herbicidů a jeho mohutný kořenový systém není vůbec snadné vykopat. V neposlední řadě bylo zjištěno (např. Rotherham 1983), že mu poskytuje výraznou kompetiční výhodu mutualistický vztah s erikoidními mykorrhizními houbami, které jsou pro řád vřesovcovitých (*Ericales*) typické a pro přežití na rašeliništích a vřesovištích, tedy v půdách s nízkým pH, nižším podílem anorganických látek a naopak vysokým poměrem C : N, nepostradatelné. Těžko dostupné živiny tedy pěnišníky z půdy získávají i prostřednictvím erikoidních mykorrhizních hub. Sousední nemykorrhizní rostliny naopak trpí jejich nedostatkem, což je znevýhodňuje v kompetici – zvláště o světlo – právě s nepůvodními pěnišníky, neboť dochází k jejich zástínu a boj o životní prostor mají v podstatě prohraný.

Pěnišník pontický najdeme i v botanických zahradách a parcích v České republice, ale naštěstí v našich podmínkách, alespoň prozatím, nezplánuje. Kvetoucí jedince můžete během května ve velkém obdivovat v Průhonickém parku nedaleko Prahy, kde je již od konce 19. stol. vysazoval jeho zakladatel a původní majitel hrabě Arnošt Emanuel Silva-Tarouca. V r. 1967

Alžběta Dostálková provedla inventarizaci a zjistila přibližný počet pěnišníků v parku. Bylo jich zhruba 8 tisíc, ale většinu, kolem 75 %, tvoří kříženci (Jiří Burda, ústní sdělení). Původní výsadby se zachovaly na levém břehu Botiče u Podzámeckého rybníka a na svazích v okolí Hlavní vyhlídky, na Podzámecké louce a pod rybníkem Labešskou. Některé exempláře jsou už přes sto let staré. Pěnišník pontický, také zřejmě ještě z původní výsadby hraběte, najdete např. v okolí Hlavní vyhlídky.

### Sklízíme, co jsme zaseli

Borovice (*Pinus* spp.) se přirozeně vyskytují na severní polokouli, výjimkou je pouze *P. merkusii* ze Sumatry. Na jižní polokouli rostou druhotně, ale bez mutualistických partnerů – ektomykorhizních hub – by se v novém areálu neobešly. V podrostu jehličnatých lesů mírného klimatického pásu je diverzita ektomykorhizních hub obrovská. S plodnicemi většiny z nich se můžete v lesích setkat. Naproti tomu např. ve fynbosu, jihoafrické období středozevní makchie (podrobněji v seriálu Kapsko – botanický ráj v Živě 2007, 1–6), po nich není ani památka. Tedy spíše nebylo, než tam byly zavlečeny borovice (obr. 2). Z teoretického pohledu byla invaze borovic do jihoafrického fynbosu v podstatě úspěšná díky kombinaci tzv. nových zbraní a následného invazního kolapsu (viz v článku na str. 210–213 této extré).

Půdy fynbosu jsou extrémně chudé na živiny (hlavně na dusík a fosfor), což je zapříčiněno geologickým podkladem – převládají staré nepřeměněné usazené horniny (pískovce, břidlice, ale i křemence), které podléhají erozi minimálně, a proto dochází k uvolnění pouze malého množství živin. Rostliny trpí i kořeněním v tenké vrstvě neúživné půdy. Na takové stresové podmínky se musely adaptovat – omezují tvorbu nadzemní biomasy na minimum, bývají nízkého vzrůstu a mají drobné neopadavé listy (šupiny či jehlice), které zůstávají na rostlině celoročně. Díky těmto specifickým nehostinným podmínkám je fynbos typický vysokou mírou endemismu – najdeme tam druhy, dokonce celé čeledi (např. rostliny trávovitého vzrůstu z lanovcovitých – *Restionaceae*), jež se vyskytují výhradně v této oblasti. Fynbos jako vegetační typ se také zformoval na vápenitém podkladu na pobřeží. Na vápencích vzniká nerozpustný fosforečnan vápenatý, který rostliny nedokážou využít, z pohledu využitelnosti dusíku a fosforu se potýkají s obdobným problémem jako na usazených horninách.

Nedostupné živiny zde tedy hrají zásadní roli. A právě mutualismus ve formě mykorhizních hub rostlinám i v těchto podmínkách zprostředkuje živiny, jež jsou pro ně životně důležité. Zároveň jim houby pomáhají přežít v obdobích sucha. V kořenech většiny původních druhů fynbosu najdeme arbuskulární houby, ale s invazí borovic byl do systému zanesen úplně nový typ mykorhizy (nová zbraň) – ektomykorhiza, která pozměnila zažitá „pravidla hry“. Ektomykorhizní houby navíc postupem času půdu fynbosu prosytily, což usnadnilo uchycení nově přichozím ektomykorhizním rostlinným druhům (invazní kolaps), které pak mohly snadno najít své mutualistické partnery.



**1** Chrpa latnatá (*Centaurea stoebe*) je invazním druhem na severoamerických prériích. Foto K. Štajerová

**2** Fynbos zasažený invazí borovice montereyské (*Pinus radiata*), která se přirozeně vyskytuje v Kalifornii a Mexiku. Tento druh má tzv. serotinní šišky, které na stromě zůstávají i několik let neotevřené a otevírají se až při požárech v důsledku zvýšené teploty. Foto D. M. Richardson

**3** V Severní Americe invazní krušík širolistý (*Epipactis helleborine*, vstavačovité – *Orchidaceae*). Foto I. Králíček

V „předinvazní době“ byste ve fynbosu v podstatě nenašli žádné vzrostlé byliny nebo stromy, pokud nepočítáme některé zástupce čeledi proteovitých (*Proteaceae*) a vřesovce (*Erica* spp.). Následkem invaze tedy došlo k (často) nevratným změnám. Jedna z nich byla vyvolána asymetrickou kompeticí o světlo v důsledku zastínění původní bioty invazními borovicemi, což se projevilo negativním vlivem na celkovou diverzitu původního společenstva; některé endemické druhy nebyly schopny dostatečně rychle reagovat a jejich početnosti se (v lepším případě) snížily. Dále lze pozorovat změnu požárového režimu – mezi invazními borovicemi jsou často druhy odolné vůči ohni, proto se na některých místech zvýšila frekvence požárů; v souvislosti s tím došlo k rychlému uvolnění velkého množství živin do půdy, a tím se otevřela volná nika (prostor a živiny) pro konkurenčně silné, často invazní druhy.

Ačkoli je fynbos velmi specifickým a cenným biotem, v posledních dvou stoletích bohužel dochází k jeho velké degradaci, nejen v důsledku rostlinných invazí, ale i další lidské činnosti (pastvy, výstavby apod.). Naštěstí mají v Jihoafrické republice poměrně dobře propracovaný systém ochrany přírody i vědecké zázemí, tak se daří dosavadní stav alespoň nějakým způsobem stabilizovat.

### Na prériích amerického západu

V přírodě je arbuskulární mykorhiza nejčastějším typem mykorhizní symbiózy (Živa 2008, 5: 199–201). Vyjma některých (víceméně) nemykorhizních čeledí, především z řádu hvozdkotvarých (*Caryophyllales*), ji najdeme v kořenech více než

80 % druhů rostlin. Je to díky tomu, že arbuskulární houby mají relativně nízkou hostitelskou specifitu a kosmopolitní rozšíření (kromě některých vzdálených ostrovů, např. Galapág). V travinných ekosystémech tento typ mykorhizy převládá, i přesto bylo u některých invazních druhů zjištěno, že dokážou arbuskulární houby využít mnohem důmyslněji než druhy původní a vytěžit tak maximum ve svůj prospěch.

Na amerických prériích po mnoho let studoval Ray Callaway s kolegy jednoho úspěšného evropského přeběhlíka, kterým je chrpa latnatá (*Centaurea stoebe*, obr. 1; Živa 2015, 2: 62–65 a 3: 108–111). Její invaze je už z dálky nepřehlédnutelná, např. kolem univerzitního městečka Missoula, kde zmíněná vědecká skupina sídlí.

V kořenech chrpy v původním i nepůvodním areálu téměř vždy nalezneme arbuskulární houby. Při bližším studiu se však zjistilo, že jsou u rostlin z nepůvodního areálu hojně i arbuskulární houby, které se na americkém kontinentě vyskytují přirozeně. Invazní chrpa proto není závislá na importu mykorhizních partnerů ze své domoviny. Experimentálně bylo také zjištěno, že v důsledku invaze může dojít k obměně houbového společenstva v půdě, tudíž se zdá, že chrpa ovlivňuje i bezprostřední okolí, což se následně projevuje na kompetici s okolními původními druhy.

Za invazním úspěchem chrpy v novém areálu tedy stojí více faktorů. V neposlední řadě je to schopnost napojit se na již existující mykorhizní síť původních druhů rostlinného společenstva. Experimentálně to bylo zjištěno tak, že vědci (Marler a kol. 1997) pěstovali v květináčích samostatně některé vybrané původní rostliny, zvláště rostliny chrpy a původní druhy a chrpu společně. Ukázalo se, že pokud byly oba druhy vysazeny samostatně, rostly více méně stejně, ale ve společné nádobě chrpa prosperovala na úkor původních druhů, v tomto případě kostřavy *Festuca idahoensis*. Přesný mechanismus „kradení“ živin či škození ze strany chrpy zřejmě ještě nebyl odhalen, ale příklad jasně dokládá, že vynalézavost invazních druhů skutečně nezná mezí.

### Nebezpečná kráska – krušík širolistý

Semena orchidejí mají obvykle krátkou životnost, protože jsou drobná (často menší než 1 mm) a obsahují málo zásobních látek – nestačí ani k tomu, aby se semena vyrostla mladá rostlina. Orchideje se tak neobejdou bez pomoci právě mykorhizních hub (podrobněji v Živě 2016, 4: 168–171).

Přesto existují orchideje, které se staly obtížnými nepůvodními druhy. Příkladem je v Evropě i ČR hojně se vyskytující krušík širolistý (*Epipactis helleborine*, obr. 3) a jeho invaze v Severní Americe, kam byl na sklonku 19. stol. zavlečen. Záhy se rozšířil a dnes je naturalizovaným druhem v USA (na východním i západním pobřeží) i Kanadě. Likvidace krušíku v novém areálu vůbec není snadná, vyžaduje značné úsilí a rostlina je schopna zmlazovat i z drobných úlomků kořenového systému, které zůstanou při eradikaci v půdě.

Tak co myslíte, podceňujeme v ekologických studiích vliv půdní bioty, nebo ne?

Doporučená literatura je na webu Živa.