

vodou), a tudíž běžná regulační opatření zaměřená primárně na obchod s rostlinným materiálem selhávala. Všechny pocházejí zároveň ze vzdálených koutů planety a v místech svého původního výskytu (v případě *O. novo-ulmi*, *H. fraxineus* a *P. alni* jde zřejmě o Himálaje, východní Asii a západ Severní Ameriky) zjevně působily nejméně nevýznamná poškození svých hostitelů, což vylučuje možnost jakéhokoli odhadu jejich potenciální patogenity pro naše dřeviny. Podobných organismů však mohou být na celém světě stovky.

#### Existuje vůbec řešení?

Eradikace zdomácnělých patogenů je zohledněn nemožná, zvládnout se teoreticky dají pouze lokální výskyt nově zavlečených. Naším hlavním cílem musí být zabránění nebo zpomalení pronikání dalších patogenů (nebo genotypů a ras už zdomácnělých patogenů) na naše území a zpomalení jejich šíření z míst, kde už se vyskytují. V případě zdomácnělých transformerů a dalších nebezpečných patogenů pak můžeme usilovat jedině o nalezení *modu vivendi*, kdy úspěchem bude koexistence bez zbytečných ekonomických ztrát a ekosystémových škod.

Řešení problematiky invazí je komplikované a vyžaduje spolupráci profesních skupin – od výzkumníků, přes fyto-sanitární služby, ochranu přírody (a státní správu vůbec), až po koncové uživatele (lesníky, vodohospodáře, školkaře, arboristy ad.). Alespoň v několika bodech si závěrem připomeňme hlavní současné slabiny a možné příležitosti do budoucna.

Je třeba provést důkladnou revizi nynějších fyto-sanitárních mechanismů, systém by měl být aktivnější a zaměřený na blo-



kování celých cest, kudy k nám patogeny proudí. Rovněž bude zapotřebí se soustředit na velké dovozcí s širokými sítěmi dodavatelů jako hlavní zdroj rizika. Dále by v zahradnických a školkařských firmách měly být zavedeny fyto-sanitární standardy – nejen pro ochranu jejich provozů, ale aby se zkomplikovalo šíření již introdukovaných organismů. Součástí se musí stát včasná identifikace hlavních rizik (potenciálních transformerů). Pro nově introdukované organismy je třeba vypracovat metodiky včasné identifikace a eradikace. Klíčový význam musí být přiznán městskému prostředí (včetně botanických zahrad a arboret), tedy jednomu z prvních ekosystémů, kde se invazní patogeny mohou objevit. Zároveň jde o prostředí, kde lze jejich přítomnost rychle zjistit, odstranit je a varovat odbornou veřejnost. Jako příklad z našeho území mohou sloužit některé záchyty rodu *Phytophthora* (obr. 9) nebo *C. corticale*. Důkladný výzkum rizikových druhů a potenciálních transformerů by měl zahrnovat ekologii, epidemiologii chorob, prediktivní modelování, kdy podle analýzy distribuce patogenu v síti výzkumných ploch můžeme

předpovědět jeho rozšíření v celém zájmovém území (obr. 10), dále hodnocení ekonomických škod a potenciálních ekosystémových dopadů. Na základě získaných informací bude nutné vypracovat metody jejich integrovaného managementu. V případě invazí transformerů, jako je např. voskovička jasanová, představuje velmi vhodné (a dosud opomíjené) opatření identifikace tolerantních genotypů jasanů přímo v lesních porostech a jejich přirozená obnova. S využitím těchto jedinců pak bude možné zakládat sady tolerantních genotypů, použitelných i ve šlechtění. Udržení stabilních populací obou citlivých druhů evropských jasanů (j. ztepilého a j. úzkolistého) v přírodě by mělo být jednou z priorit lesního hospodářství. Dnes zejména v západní Evropě preferovaný výběr tolerantních genotypů a šlechtění na odolnost a případné široké používání několika rezistentních linií může vést k poškození genofonu obou druhů jasanů v důsledku plošné introgrese (vnese ní genomu šlechtěných linií do genofonu přírodních populací jasanů) a zvýšení rizika kolapsu populací v důsledku náhodných disturbancí.

Dnes asi největším problémem, kterému ve spojitosti s invazemi patogenů dřevin čelíme, je dosavadní plošné podceňování jejich významu a obecně malé povědomí o těchto mikroskopických organismech. Snad tento příspěvek současnou situaci alespoň v malé míře napraví.

*Článek vznikl s podporou mezinárodního projektu COST FP1401 a českého partnerského projektu LD15148.*

Použitou literaturu uvádíme na webové stránce Živa.

V současné době se hvozdíky vyskytují na své poslední přirozené lokalitě v národní přírodní památce Kleneč pod horou Říp u Roudnice nad Labem – patří tedy mezi endemity. V minulosti rostl ještě ve větším množství u nedaleké obce Vražkov. Intenzivní výsadbou trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*) však došlo k takové změně biotopu, že se zde hvozdík po r. 1945 již téměř nevyskytoval. I klenečská lokalita byla osázena akátem a borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), což mělo v kombinaci s opuštěním tradičního pastevního hospodaření za následek výrazné zmenšení populace. Od 70. let 20. stol. se zde vystřídal řada managementových zásahů, které ale nezahrnovaly silnou disturbanci (hlavně kosení). Na začátku 90. let populace hvozdíku sestávala pouze z 200 stárnoucích trsů a dlouhodobě nebyly nalezeny žádné nové semenáčky. V r. 1999 se proto přistoupilo k prvnímu velkoplošnému stržení svrchního humusového horizontu a v r. 2008 byl schválen záchraný program na podporu tohoto endemitu. Protože do plochy stržené v r. 1999 se hvozdík začal dobře šířit, bylo v rámci realizace záchraného programu provedeno další velkoplošné stržení svrchního humusového horizontu v letech 2009 a 2010. Od té doby bylo na Klenci zavedeno intenzivní monitorování a výzkum sledující další šíření hvozdíku písečného českého a faktory, které toto šíření ovlivňují.

Tomáš Dostálek a kolektiv autorů

## Daří se záchrana hvozdíku písečného českého na Klenci?

**Když se koncem minulého století na poslední přirozené lokalitě hvozdíku písečného českého (*Dianthus arenarius* subsp. *bohemicus*) vyskytovalo pouze asi 200 rostlin a populace se dále nerozšiřovala, vypadal jeho osud velmi nejasně (viz též Živa 2010, 4: 156–157). Od té doby však na tomto místě proběhla řada managementových zásahů, pro hvozdík byl zpracován a naplňován záchraný program a stav populace se začal postupně zlepšovat. Proběhly a ještě pokračují také studie sledující jeho populační dynamiku, ovlivnění herbivory, změny vegetačního složení a pedologických poměrů vlivem sukcese a mnohé další. Jsme tedy už konečně blíž záchraně tohoto endemického poddruhu pro českou flóru?**

Hvozdík písečný český patří v České republice mezi kriticky ohrožené taxony. Jde o sivozelenou vytrvalou bylinu, rostoucí na výslunných místech v nezapojených travinných společenstvech na písčinatech. Z jed-

noho společného kořene vyrůstají poléhavé oddenky a tvoří se trsy lodyh. Kvete od začátku června do začátku července bílými nebo mírně narůžovělými a výrazně vonnými květy.



V rámci podrobného sledování populace na plochách se strženým svrchním humusovým horizontem je pravidelně zjišťován počet nově vzešlých jedinců. Chceme tak zaznamenat každoroční změny početnosti populace a rozmístění rostlin. Podrobný monitoring nám také umožňuje popsat celý životní cyklus hvozdíku a určit, které fáze jsou kritické pro přežívání a růst jeho populace. Bylo založeno 42 trvalých ploch o rozloze 0,5 × 0,5 m, kam jsme v letech 2009–11 vyseli celkem 2 800 semen hvozdíku odebraných v daném roce v rámci této populace. Výsevové plochy byly v letech 2010–15 kontrolovány vždy v červnu a říjnu. Byl zapisován počet nových semenáčků, u již dříve zaznamenaných rostlin změřeny dva nejdelší rozměry trsu na sebe kolmé a spočítány květy. Každou rostlinu jsme označili špendlíkem s barevnou hlavičkou a poznamenali její polohu v rámci odečítacího čtverce. Ke sledovaným parametrům dále patřil počet vyvinutých a nevyvinutých tobolek, u vyvinutých byla až v pěti náhodně vybraných na trs spočítána semena.

Rostliny byly rozděleny do pěti kategorií, z nichž se skládá životní cyklus hvozdíku – semena, semenáčky, malé a velké nekvetoucí rostliny a kvetoucí dospělé rostliny (obr. 1 a 2). Semenáčky jsou rostliny do velikosti 3 cm<sup>2</sup>, které vyklíčily v roce, kdy jsme je poprvé zaznamenali. Žádný semenáček nemůže být starší než jeden rok. Zpravidla za půl roku vyroste

do fáze malé (do 5 cm<sup>2</sup>) nebo velké (nad 5 cm<sup>2</sup>) nekvetoucí rostliny. V ojedinělých případech může hned za půl roku i vykvést a dostat se tak do fáze dospělé kvetoucí rostliny. Její produkce je stanovena jako průměrná produkce semen na tobolku vynásobená průměrným počtem vyvinutých tobolek na rostlinu.

### Populace konečně roste

Na trvalých plochách v NPP Kleneč došlo za dobu sledování k prudkému nárůstu počtu rostlin hvozdíku. Zároveň se také mění velikostní složení populace. Zatímco nejprve populaci tvořily hlavně semenáčky a malé nekvetoucí rostliny, postupně začíná přibývat i kvetoucích jedinců (obr. 3). Z původního výsevu 2 800 semen na sledované ploše stržené v r. 2009 se do r. 2015 rozrostla populace hvozdíku na 826 rostlin (197 semenáčků, 507 malých nekvetoucích, 59 velkých nekvetoucích a 63 kvetoucích rostlin), přičemž všechny fáze životního cyklu dále zvyšují svou početnost. Největší nárůst můžeme sledovat u malých nekvetoucích exemplářů, které nyní tvoří přes polovinu všech hvozdíků na ploše. Na rozdíl od malých semenáčků mají větší pravděpodobnost přežít do dalšího roku a je také pravděpodobnější, že v dalších letech vyprodukují semena. Ta mají velice dobrou klíčivost, která na lokalitě dosahuje až desítky procent. Stáří jednoho roku se však dožije jen zhruba 10 % jedinců z počtu vysetých semen.

**1** Životní cyklus hvozdíku písečného českého (*Dianthus arenarius* subsp. *bohemicus*) se skládá z pěti fází.

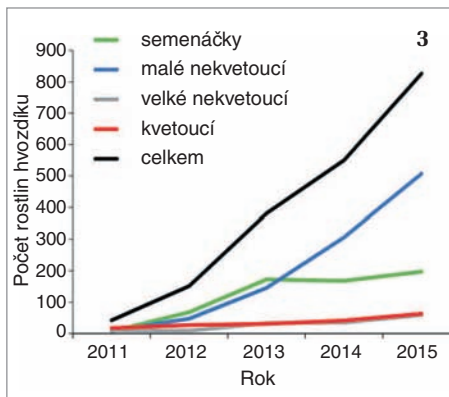
Zleva: semena, semenáčky, malé a velké nekvetoucí rostliny, pátým stadiem jsou kvetoucí exempláře (viz obr. 2).

**2** Dospělá kvetoucí rostlina tohoto českého endemitu na ploše se strženým humusovým horizontem v národní přírodní památce Kleneč pod horou Říp, jeho poslední přirozené lokalitě.

V několika desetkách trvalých ploch jsou zde v rámci monitorování populace všechny rostliny hvozdíku značeny různobarevnými špendlíky (pro odlišení jedinců) a každý rok v červnu a říjnu se odečítá jejich velikost.

Srovnání dat o populační dynamice hvozdíku ukazuje na postupné zpomalování rychlosti růstu populace od stržení humusového horizontu. Zatímco v letech 2011–12 byla populační růstová rychlost 2,23 (populace se za rok zvětšila 2,23krát), v dalších letech rychlost růstu klesala (1,76 mezi lety 2012 a 2013, 1,32 mezi 2013–14 a 1,57 mezi 2014–15). Zpomalení růstu populace je způsobeno zejména sukcesí na stržené ploše. Zatímco v prvních letech po zásahu rostliny hvozdíku velmi rychle vzcházejí a mohou brzy vykvést, s postupným zapojováním vegetace se růst zpomaluje a trvá delší dobu, než vyrostou do stadia dospělých kvetoucích rostlin, které se samy rozmnožují. Demografická analýza také ukázala, že největší vliv na populační růstovou rychlost má podle očekávání přežívání velkých reprodukujících se rostlin. Zajímavé je mírné zvýšení populační růstové rychlosti mezi obdobími 2013–14 (1,32) a 2014–15 (1,57). To je dáno vyšší produkcí semen na trs hvozdíku v r. 2014 a výrazně častějším vzcházením nových rostlin ve sledovaných plochách v r. 2015 (426 nových) oproti r. 2014 (295 nových rostlin) z podobného množství celkově vyprodukovaných semen. Vidíme tedy, že vhodné podmínky v určitém roce mohou hrát významnější roli než doba od stržení humusového horizontu, minimálně ve sledovaném časovém období (5–6 let od zásahu). Z výsledků dalších sledování vyplývá, že zarůstání bylinným a mechovým patrem, hromadění stařiny a ubývání volného písku v plochách se za 6 let monitorování ještě nezměnilo do té míry, aby významným způsobem ovlivnilo populační dynamiku hvozdíku. Jediný zaznamenaný jev představovalo mírné úspěšnější vzcházení semenáčků na plochách s větším podílem volné půdy a menším zastoupením bylin a mechů.





**3** Vývoj početnosti rostlin hvozdíku vzešlých z výsevů na ploše v NPP Kleneč, na které byl v letech 2009 a 2010 stržen svrchní humusový horizont.

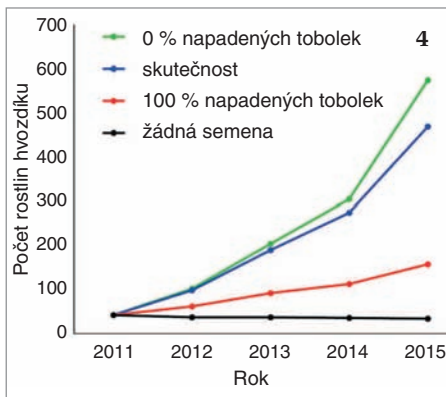
**4** Čtyři scénáře vlivu napadení tobolek obaleči z rodu *Cnephasia* na velikost populace hvozdíku písečného českého na lokalitě v NPP Kleneč. Zelená – žádné tobolek nejsou napadené; modrá – skutečná míra napadení, jak byla na lokalitě zaznamenána v letech 2011–14; červená – všechny tobolek napadeny herbivorem; černá – všechny tobolek napadeny herbivorem, který zničil úplně všechna semena. Jako počáteční stav byl použit skutečný počet rostlin hvozdíku, které se na sledovaných plochách vyskytovaly v r. 2011.

**5** Vývoj celkového počtu rostlin hvozdíku v NPP Kleneč (data pro období let 1999–2012 poskytl Jiří Bělohoubek). V letech neuvedených na ose x monitorování neprobíhalo. Hodnoty pro kvetoucí rostliny chybějí v letech, kdy tyto nebyly rozlišovány, neznamenají tedy absenci kvetoucích rostlin na lokalitě.

**6** Tobolky napadené herbivorem – obaleči z rodu *Cnephasia*. Snímky T. Dostálka

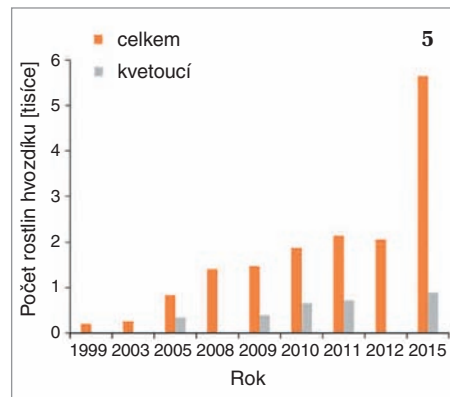
Další části životního cyklu sukcese ovlivňuje buď slabě, nebo je potřeba delší čas, abychom došli k přesvědčivým závěrům.

K potenciálně významným faktorům ovlivňujícím populaci hvozdíku se řadí fytofágové (obr. 6). Od publikace záchranného programu v r. 2008 bylo zjištěno, že hlavním nebezpečím pro hvozdík není nosatec *Hypera arator*, ale zejména obaleči z rodu *Cnephasia*. Tito obaleči jsou na Klenči relativně hojní, proto bylo na doporučení entomologů při plánování strhávání humusového horizontu dbáno, aby na lokalitě zůstalo dost jiných druhů rostlin, které patří mezi živné druhy obaleče. V případě nedostatku živných rostlin by se mohl tento herbivor na hvozdíku namnožit a způsobit velké škody. Obaleči se však živí na širokém spektru rostlin. Na Klenči byli ve větší míře nalezeni také na hvozdíku kartouzku (*D. carthusianorum*) nebo jestřábníku chlupáčku (*Hieracium pilosella*). Sledovali jsme proto, jak se během nárůstu populace hvozdíku písečného českého mění proporce napadených tobolek. Zaznamenávali jsme také, jak obaleči snižují množství semen v tobolekách a jaký mohou mít vliv na celkovou populační dynamiku hvozdíku na lokalitě. Z toho důvodu jsme na konci června a začátkem července 2015 odebrali jeho zralé tobolek. Zatímco nenapadené tobolek obsahovaly



průměrně 25 semen, ty napadené pouze asi čtvrtinu. Většina z nich byla skutečně napadena obaleči – zejména druhem *Cnephasia genitana*, jehož housenky žijí hlavně v semenících hvozdíku a většinou je uzavírají sepredenými korunními lístky. Procento napadených tobolek v rámci trsů se rovněž zvyšovalo od zahájení sledování v r. 2011, tedy od doby, kdy populace hvozdíku začala významněji růst po rozsáhlém strhávání humusového horizontu. Zatímco v r. 2011 bylo průměrně napadeno kolem 10 % tobolek, v r. 2014 už skoro 50 %. V r. 2015 však došlo opět k výraznému poklesu napadení. To ale může souviset pouze s výjimečně suchým rokem, který měl negativní vliv na výskyt a početnost mnoha druhů motýlů. Až další sledování pravděpodobně ukáže, jak bude vývoj napadení tobolek u hvozdíku pokračovat.

Společně s daty o populační dynamice z let 2011–15 jsme se snažili předpovědět vliv herbivorie semen na vývoj velikosti populace hvozdíku. Porovnávali jsme čtyři následující scénáře na lokalitě v NPP Kleneč: žádné tobolek nejsou napadené; míra napadení odpovídá skutečné, jak byla na lokalitě zaznamenána v letech 2011–14; přemnožení herbivora, kdy napadne všechny tobolek a zkonsumuje 75 % semen; všechny tobolek jsou napadeny herbivorem, který zničí úplně všechna semena (pouze teoretický katastrofický scénář, kdyby herbivor zvýšil svou efektivitu). Podle prvních tří scénářů populace hvozdíku stále roste. Na obr. 4 můžeme vidět, že při současném napadení (modré hodnoty) je růst populace jen nepatrně snížen oproti



situaci, kdyby hvozdík nebyl napaden vůbec (zelené hodnoty). Ani při hypotetickém napadení všech tobolek herbivorem není plně úspěšný (zkonsumuje okolo 75 % semen v tobolece), zbylé stále stačí k zajištění růstu populace. Byl by však výrazně zpomalen a její velikost by za pět let dosáhla zhruba čtvrtiny současného stavu. Při dalším snížení rychlosti růstu populace vlivem postupující sukcese by mohl nastat teoretický problém. Pouze podle čtvrtého, katastrofického scénáře (všechny tobolek napadeny a 100 % semen zkonsumováno – černé hodnoty) by se populace začala mírně zmenšovat. Vymírala by však velmi pomalu díky přítomnosti velkých dlouhověkých trsů. Herbivorie semen by tak teoreticky mohla sehrát významnější roli v případě, že by lokalita zůstala bez managementu, populace by byla stabilní a dále se nerozšiřovala. V nejbližší době to tak ale nevypadá, protože i po 7 letech od stržení humusového horizontu zde nacházíme stále množství volného písku pro vývoj semenáčků.

Jak to tedy vypadá se záchranou hvozdíku písečného českého dnes? Mnohé napoví výsledky monitoringu, kdy jsme v NPP Kleneč v polovině června 2015 provedli celkové sčítání všech rostlin tohoto endemitu. Z výsledků vyplývá, že se na lokalitě vyskytuje již více než 5 600 jedinců hvozdíku, z toho 890 kvetoucích, což představuje více než dvojnásobek oproti sčítáním v předchozích letech (2010–12). Vývoj populace je tedy příznivý (obr. 5) a situace na Klenči vypadá velmi nadějně. Na relativně velké ploše se na stržených písčitých plochách vyskytují nezapojená travinná společenstva s dominancí paličkovce šedavého (*Corynephorus canescens*), kde se hvozdík dobře šíří, a ani herbivorie semen se nezdá být významným problémem. Sukcese na lokalitě s přispěním pravidelného managementu neprobíhá příliš rychle, máme tak velkou naději, že se populace hvozdíku na Klenči bude ještě nějaký čas dále zvětšovat. Navíc byl na další části lokality na podzim 2015 stržen svrchní humusový horizont, což vytvořilo nový prostor pro šíření hvozdíku písečného českého.

Článek vznikl za finanční podpory EHP fondů 2009–14 a Ministerstva životního prostředí. Za jeho obsah jsou odpovědní výhradně autoři a nelze ho v žádném případě považovat za názor donora nebo Ministerstva životního prostředí.

Kolektiv spoluautorů: Iveta Husáková, Petra Sejrková a Zuzana Münzbergová