

1. Vztahy mezi zavlekanými rostlinami a organismy jiných trofických úrovní se měnily v průběhu tisíciletí

Při studiu příčin současného invazního chování rostlinných druhů je nutno vzít v úvahu, že vztahy mezi invazními rostlinami a organismy ostatních trofických úrovní, ať už tyto ovlivňovaly invadující druhy pozitivně či negativně, se utvářely v průběhu tisíciletí. Mezi rostlinnými druhy zavlečenými do střední Evropy je vyšší podíl rostlin opylovaných hmyzem a v průměru hostí více druhů opylovačů než původní druhy. Během procesu naturalizace nepůvodních druhů se však frekvence jednotlivých způsobů opylení mění a nejúspěšnější invazní druhy se co do způsobu opylení od domácích druhů neliší. Výsledky také potvrzují význam samoopylení pro invazi, neboť druhy využívající tento způsob jsou nejrozšířenější. Práce dále ukázala, že rostliny, které měly dostatek času rozšířit se na širší spektrum stanovišť než ty, které byly zavlečeny později, si vytvořily více vztahů s původními druhy opylovačů (Pyšek et al. 2011). Působení houbových a virových patogenů má opačný efekt, jak ukázala analýza 124 hostitelských druhů v jejich původním evropském a invazním severoamerickém areálu. Rostliny introdukované před 400 lety hostily v průměru šestkrát více patogenů, než druhy zavlečené před 40 lety. V původním areálu hostily více druhů patogenů ty rostliny, které se vyskytují na větším počtu stanovišť, jsou adaptovány na dostatečné množství zdrojů a pěstují se. V invadovaném regionu je druhová diverzita patogenů korelována s velikostí invadovaného areálu, pěstováním a dobou od zavlečení, nikoli však s biologickými vlastnostmi. Zavlečené druhy akumulují patogeny pomaleji, než je obvyklé pro většinu ekologických procesů, a rychlost této akumulace je dána geografickými a historickými okolnostmi (Mitchell et al. 2011).

Pyšek P., Jarošík V., Chytrý M., Danihelka J., Kühn I., **Pergl J.,** Tichý L., Biesmeijer J., Ellis W. N., Kunin W. E. & Settele J. 2011. Successful invaders co-opt pollinators of native flora and accumulate insect pollinators with increasing residence time. *Ecological Monographs* 81: 277–293 [IF = 5.938]

Mitchell C. E., Blumenthal D., **Jarošík V.,** Puckett E. E. & **Pyšek P.** 2010. Controls on pathogen species richness in plants' introduced and native ranges: roles of residence time, range size, and host traits. *Ecology Letters* 13: 1525–1535 [IF = 15.253]

2. Důsledky biologických invazí a přístup k jejich managementu: na původu záleží

Důsledky biologických invazí nebyly dosud kvantitativně zhodnoceny v celé šíři. Globální metaanalýza více než tisíce terénních studií 135 invazních druhů rostlin potvrdila statisticky průkazný impakt na 11 z 24 měřených charakteristik. Abundance a diverzita původních druhů po invazi klesá, zatímco produktivita společenstva a některé ekosystémové charakteristiky se zvyšují. Invaze mají obecně různorodé důsledky a mohou se podle situace lišit i ve směru, kterým působí (Vilà et al. 2011). Evropa je navíc jediným kontinentem, pro který jsou k dispozici shrnující vyhodnocení impaktu biologických invazí (Pyšek & Hulme 2011). Při vyhodnocování rizik spojených s invazemi nelze ignorovat, zda je druh původní či nikoli (Hulme et al. 2011). Změna v přístupu k managementu invazních druhů, navrhovaná v poslední době některými autory, je dobýváním se do otevřených dveří, protože většina ochranářů se nezaměřuje na všechny nepůvodní druhy jako takové a invazní biologové a manažeři neignorují skutečnost, že některé nepůvodní druhy jsou prospěšné. Není však vhodné přehlížet potenciální nebezpečí

plynoucí z invazí nepůvodních druhů jen proto, že jejich impakt se může projevit až po desetiletích od introdukce (Simberloff et al. 2011a). Úspěšnost eradikačních zásahů se stále zlepšuje díky novým technologiím; dosud je zaznamenáno přes tisíc takových případů po celém světě, některé z nich vedly ke zlepšení stavu populací ohrožených druhů ptáků, savců a obojživelníků. Přesto však eradikace zůstává posledním řešením poté co selžou preventivní metody (Simberloff et al. 2011b).

Vilà M., Espinar J. L., **Hejda M.**, Hulme P. E., **Jarošík V.**, Maron J. L., **Pergl J.**, Schaffner U., Sun Y. & **Pyšek P.** 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters* 14: 702–708 [IF = 15.253]

Pyšek P. & Hulme P. E. 2011. Biological invasions in Europe 50 years after Elton: time to sound the ALARM. In: Richardson D. M. (ed.), *Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton*, p. 73–88, Blackwell Publishing, Oxford.

Hulme P. E., **Pyšek P.** & Duncan R. P. 2011. Don't be fooled by a name: a reply to Thompson and Davis. *Trends in Ecology and Evolution* 26: 318 [IF = 14.448]

Simberloff D., Genovesi P., **Pyšek P.** & Campbell K. 2011b. Recognizing conservation success. *Science* 332: 419 [IF = 31.364]

Simberloff D., Alexander J., Allendorf F. et al. (incl. **Jarošík V.**, **Pergl J.**, **Pyšek P.**) 2011a. Non-natives: 141 scientists object. *Nature* 475: 36 [IF = 36.101]

3. Zobecnění invazního procesu: cesty zavlékání a vliv globálních změn

V posledních 20 letech bylo zobecnění invazního procesu limitováno skutečností, že invazní biologové pracující s různými taxony v různých typech prostředí používali různé modely. Navržený obecně platný koncepční rámec invazního procesu lze aplikovat na všechny invaze zapříčiněné lidskou činností, jejíž důsledky se projevují se zpožděním mnoha desetiletí (Essl et al. 2011). Nově navržený rámec propojuje předcházející jednotlivé modely definované buď pomocí stádií nebo překonávaných bariér a kategorizuje populace v různých fázích invaze, přičemž důraz je kladen na populační procesy (Blackburn et al. 2011, Richardson et al. 2011). Významným předpokladem k pochopení toho, jak invaze fungují, je první stádium procesu, tedy způsoby zavlékání. To lze ilustrovat na střeoevropské flóře. Rostlinné druhy zavlečené do České republiky různými způsoby jsou různé úspěšné; druhy zavlečené úmyslně jako komodita (vysévané či vysazované do přírody a zplaňující z kultury) naturalizují snadněji než druhy zavlečené neúmyslně. Podíl naturalizovaných a invazních druhů mezi všemi druhy introdukovanými daným způsobem klesá s klesající mírou přímé asistence poskytované člověkem. Druhy zavlečené jako náhodná příměs, kterým se i přes tuto nevýhodu podaří dosáhnout invazního stadia, se však vyskytují v nejširším spektru polopřirozených stanovišť a mohou proto představovat větší hrozbu, než se doposud myslelo (Pyšek et al. 2011a). Následné šíření v cílovém území bude s velkou pravděpodobností stále více ovlivňováno globálními změnami. V posledních dvou stoletích nepůvodní druhy rostlin v České republice postupně pronikaly do vyšších nadmořských výšek a není to výsledkem jejich náhodného šíření v prostoru a čase. Příčinu této stále snadnější invaze je třeba hledat ve vzrůstajícím antropickém tlaku, tedy v intenzivnějším osídlování a turistickém využívání těchto oblastí, a v měnícím se klimatu. Popsaný trend může mít závažné důsledky, protože horské oblasti byly dosud ve srovnání s nižšími polohami dopadů rostlinných invazí relativně ušetřeny (Pyšek et al. 2011b).

Essl F., Dullinger S., Rabitsch W., Hulme P. E., Hülber K., **Jarošík V.**, Kleinbauer I., Krausmann F., Kühn I., Nentwig W., Vilà M., Genovesi P., Gherardi F., Desprez-Lousteau M.-L., Roques A. & **Pyšek P.** 2011. Reply to Keller

- and Springborn: no doubt about invasion debt. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108: E221 [IF = 9.771]
- Blackburn T. M., **Pyšek P.**, Bacher S., Carlton J. T., Duncan R. P., **Jarošík V.**, Wilson J. R. U. & Richardson D. M. 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution* 26: 333–339 [IF = 14.448]
- Richardson D. M., **Pyšek P.** & Carlton J. T. 2011. A compendium of essential concepts and terminology in biological invasions. In: Richardson D. M. (ed.), *Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton*, p. 409–420, Blackwell Publishing, Oxford.
- Pyšek P.**, **Pergl J.** & **Jarošík V.** 2011a. Alien plants introduced by different pathways differ in invasion success: unintentional introductions as greater threat to natural areas. *PLoS One* 6: e24890 [IF = 4.411]
- Pyšek P.**, **Jarošík V.**, **Pergl J.** & Wild J. 2011b. Colonization of high altitudes by alien plants over the last two centuries. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108: 439–440 [IF = 9.771]

4. Mechanismy invazí v globálních travinných ekosystémech

Severoamerická a evropská travinná společenstva jsou relativně mladé ekosystémy, které se vyvinuly pod vlivem člověka a jsou citlivé na změnu intenzity a frekvence mechanismů kontrolujících druhové složení. Jednou z těchto změn je přetrvávající zavlékání nepůvodních druhů. K uchycení nepůvodních druhů je třeba dostatečné množství zdrojů, generované přirozenými i antropogenními disturbancemi, a využití odlišných ekologických nik těmito druhy. Přetrvávání a prostorová expanze invadujících druhů závisí na kompatibilitě jejich funkčních vlastností s novým režimem kompetitorů, predátorů, patogenů a symbiontů, kterému jsou vystaveny (Seastedt & Pyšek 2011). V invadovanosti travinných ekosystémů existují výrazné rozdíly mezi jednotlivými oblastmi, jak lze doložit na příkladu savan. Nižší invadovanost afrických savan ve srovnání s Austrálií a tropy Nového světa je způsobena menším počtem úmyslně introdukovaných a pěstovaných druhů, vlivem velkých herbivorních savců, historickými a biografickými okolnostmi a adaptací afrických ekosystémů vůči ohni (Foxcroft et al. 2010).

- Seastedt T. S. & **Pyšek P.** 2011. Mechanisms of plant invasions of North American and European grasslands. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 42: 133–153 [IF = 10.698]
- Foxcroft L. C., Richardson D. M., Rejmánek M. & **Pyšek P.** 2010. Alien plant invasions in tropical and sub-tropical savannas: patterns, processes and prospects. *Biological Invasions* 12: 3913–3933 [IF = 3.474]

5. Pronikání invazních druhů do přírodních rezervací

Počet invazních druhů rostlin, které pronikají do Národního Parku Kruger v Jihoafrické republice, prudce klesá do vzdálenosti 1,5 km od hranice parku. Invazní druhy se dostávají do národního parku o rozloze 20 000 km² především podél řek a cest, ale výskyt přirozené vegetace před hranicemi parku jejich šíření snižuje. Tato zjištění umožňují spolehlivě kvantifikovat počet pronikajících druhů a navrhnout opatření k omezení jejich šíření, např. umístování vjezdů do rezervace na místa bez vodních toků (Foxcroft et al. 2011). Výsledky analýzy pražských rezervací ukazují, že výskyt zavlečených rostlin, jakož i ohrožených a původních rostlin a motýlů je určován kvalitou stanovišť a jejich skladbou v době založení rezervace (Jarošík et al. 2011a, b).

- Foxcroft L. C., **Jarošík V.**, **Pyšek P.**, Richardson D. M. & Rouget M. 2011. Protected-area boundaries as filters of plant invasions. *Conservation Biology* 25: 400–405 [IF = 4.894]

- Jarošík V., Konvička M., Pyšek P., Kadlec T. & Beneš J. 2011a. Conservation in a city: do the same principles apply to different taxa? *Biological Conservation* 144: 490–499 [IF = 3.498]
- Jarošík V., Pyšek P. & Kadlec T. 2011b. Alien plants in urban nature reserves: from red-list species to future invaders. *NeoBiota* 10: 27–46

6. Při hodnocení invadovanosti světových oblastí je nutno přihlížet k abundanci: Evropa coby donor invazních druhů

Invadovanost určité oblasti se zpravidla vyjadřuje relativním počtem nepůvodních druhů, výsledek však závisí na měřítku pozorování (Pyšek 2011). Regiony se navíc mezi sebou liší nejen počtem nepůvodních druhů, ale i tím, jaké abundance v novém areálu tyto druhy dosáhnou. Práce jako první bere v úvahu toto měřítko a ukazuje, že v Evropě je mezi 120 nejrozšířenějšími druhy pouze 1 % nepůvodních, zatímco v oblastech Nového světa dosahují tyto hodnoty desítek procent a mnoho z nich pochází z Evropy. Nepůvodní druhy jsou v Novém světě rozšířeny v průměru více než druhy původní nebo přibližně stejně jako ony (Stohlgren et al. 2011).

- Pyšek P. 2011. Knowing what we count: a comment on Guo. *Neobiota* 10: 81–88
- Stohlgren T. J., Pyšek P., Kartesz J., Nishino M., Pauchard A., Winter M., Pino J., Richardson D. M., Wilson J. R. U., Murray B. R., Phillips M. L., Ming-yang L., Celesti-Grapow L. & Font X. 2011. Widespread plant species: natives versus aliens in our changing world. *Biological Invasions* 13: 1931–1944 [IF = 3.474]

7. Kolik dálkově šířených semen je třeba k masivní invazi?

Úspěšné šíření invazního druhu v určité lokalitě závisí na tom, že se část semen dostane dostatečně daleko od mateřské rostliny a druh se tak může rozšiřovat; jak velká část produkovaných semen to musí být, se však neví. Simulační model na bolševníku velkolepém (*Heracleum mantegazzianum*) v oblasti Slavkovského lesa ukázal, že podíl náhodně šířených semen se pohybuje mezi 0.1 až 7.5 %. Podíl náhodně šířených semen byl dále negativně korelován s dostupností vhodných stanovišť pro invazi; čím příznivější stanovištní podmínky, tím méně semen stačí k udržení rychlosti invaze.

- Pergl J., Müllerová J., Perglová I., Herben T. & Pyšek P. 2011. The role of long-distance seed dispersal in the local population dynamics of an invasive plant species. *Diversity and Distributions* 17: 725–738 [IF = 4.248]

8. Lokální adaptace původních a nepůvodních druhů netýkavek

Populace netýkavek v České republice se liší dynamikou klíčení a mrazuvzdorností semenáčů. Rozdíly mezi domácí *Impatiens noli-tangere* a invazními *I. glandulifera* a *I. parviflora* byly vysvětlitelné klimatickými charakteristikami zdrojových lokalit, což indikuje lokální adaptace jejich populací. Protože však indicie lokálních adaptací byly nalezeny u invazních i u domácího druhu, nezdá se, že by zvýhodňovaly invazní druhy oproti jejich domácím příbuzným. Projevy druhu *I. capensis* byly v rozmezí ostatních druhů, nezdají se tedy být bariérou pro její další šíření do střední Evropy (Skálová et al. 2011).

- Skálová H., Moravcová L. & Pyšek P. 2011. Germination dynamics and seedling frost resistance of invasive and native *Impatiens* species reflect local climatic conditions. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 13: 173–180 [IF = 4.488]

9. Na čem závisí přesnost modelování rozšíření invazního druhu?

Srovnání devíti modelů rozšíření invazního druhu mandelinky *Diabrotica virgifera* ukázalo, že přesnost výsledků velmi závisí na zdrojovém souboru s údaji o rozšíření. Pokud byly modely založeny jen na invazních ohniscích v počátečních stádiích invaze, nepřinesly zpravidla dobré výsledky. Dále se ukázalo, že použití PCA je vhodnou metodou ke snížení počtu klimatických proměnných (Dupin et al. 2011).

Dupin M., Reynaud P., **Jarošík V.**, Baker R., Brunel S., Eyre D., **Pergl J.** & Makowski D. 2011. Effects of the training dataset characteristics on the performance of nine species distribution models: application to *Diabrotica virgifera virgifera*. PLoS ONE 6: e20957 [IF = 4.411]