

## Dvanáct let výzkumu rostlinných invazí v České republice a ve světě

### Twelve years of research in plant invasions in the Czech Republic and other parts of the world

Petr Pyšek<sup>1)</sup>, Milan Chytrý<sup>2)</sup> & Karel Prach<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Botanický ústav AV ČR, v.v.i., Oddělení ekologie invazí, 252 43 Průhonice, a Katedra ekologie, Přírodovědecká fakulta UK, Viničná 7, Praha; e-mail: pysek@ibot.cas.cz

<sup>2)</sup> Ústav botaniky a zoologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: chytry@sci.muni.cz

<sup>3)</sup> Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, a Botanický ústav AV ČR, Dukelská 135, 379 82 Třeboň; e-mail: prach@prf.jcu.cz

#### Abstract

Progress in plant invasion research in the Czech Republic over the last decade is reviewed and put into the context of current research topics in biological invasions in general. During this period, research in this country shifted from inventories of alien floras and case studies of invasion histories of individual species to addressing invasion mechanisms by using a variety of methods and analysing large-scale patterns.

**Key words:** alien plant, biotic resistance, enemy release, invasibility, long-distance dispersal, mutualism, invasion, propagule pressure, residence time, species invasiveness

#### Pokrok ve studiu rostlinných invazí v České republice

Předložený sborník přináší příspěvky z konference České botanické společnosti *Rostlinné invaze v České republice: situace, výzkum a management*, která se konala 30. listopadu až 1. prosince 2007 v Praze. Pro historickou přesnost uvedme, že konference, na které bylo předneseno 31 referátů a prezentováno 18 posterů, se zúčastnilo celkem 180 účastníků. Rostlinné invaze se staly tématem výroční akce Společnosti již podruhé (první setkání věnované této problematice se uskutečnilo v roce 1995 ve formě celodenního semináře, protože pro standardní dvoudenní konferenci ČBS nebyl tehdy dostatek kvalitních příspěvků; Pyšek & Prach 1997). Nabízí se tudíž srovnání, které ukazuje, kam se výzkum invazí v České republice za 12 let posunul. Nahlíženo strohou řečí čísel, počet prezentovaných příspěvků se oproti 25 v roce 1995 téměř zdvojnásobil, ještě nápadnější je však nárůst v počtu autorů těchto příspěvků. Zatímco na první akci bylo pod prezentacemi podepsáno

26 autorů, v roce 2007 již 72. I když vezmeme v úvahu, že věda se za oněch 12 let výrazně posunula směrem k týmové spolupráci, takže pod jedním příspěvkem bývá v průměru podepsáno více autorů, rozdíl nepochybně indikuje zvýšený zájem o výzkum rostlinných invazí. Dobrá zpráva pro budoucnost oboru u nás je, že značnou část autorů tvoří studenti. Potenciál tohoto rozvoje nicméně existoval již před 12 lety, o čemž svědčí, že již tehdy byl o téma značný zájem – 143 účastníků představovalo jednu z nejnavštěvenějších akcí tohoto typu do té doby Společnosti pořádaných.

Srovnáme-li náplň tohoto sborníku s výsledky minulé konference (Pyšek & Prach 1997) z tématického hlediska, je rozdíl ještě markantnější než při srovnávání kvantitativních ukazatelů. Ve sborníku z roku 1997 se naprostá většina referátů týkala inventarizace nepůvodních druhů různých taxonomických skupin (sinice a řasy – Marvan et al. 1997, lišejníky – Liška & Pišút 1997, mechorosty – Soldán 1997, cévnaté rostliny – Kubát 1997, Mandák & Pyšek 1997), biotopů (rezervace – Kučera & Pyšek 1997, vodní nádrže a mokřady – Husák 1997) a regionů (Málková & Wagnerová 1997, Míhulka 1997, Višňák 1997); minimum článků bylo věnováno obecným principům (Herben 1997, Kočár et al. 1997, Prach & Pyšek 1997) či ekologii jednotlivých invazních druhů (Hadincová et al. 1997, Horn 1997).

Posun ve skladbě témat zastoupených v letošním sborníku je velmi nápadný, stejně jako důkladnost pojednání. Národně to dokládá srovnání dvou témat, která jsou zastoupena jak v současném, tak minulém sborníku – je nepochybné, že o významu, jaký má pro invaze typ stanoviště, víme dnes mnohem více, než před 12 lety (Chytrý & Pyšek 2008 vs. Prach & Pyšek 1997); na úrovni případových studií důležitých invazních rostlin totéž platí např. pro taxony rodu *Fallopia* (Berchová-Bímová & Mandák 2008 vs. Mandák & Pyšek 1997). Obecně platí, že výzkum invazí v České republice se v posledním desetiletí posunul ke studiu obecných zákonitostí a mechanismů podmiňujících invaze a šíření úspěšných invazních druhů. Značná pozornost je věnována významu stanoviště a invazibilitě společenstev, přičemž současné studie ukazují, že stanoviště hraje velmi důležitou úlohu, ať už svými vlastnostmi (Chytrý & Pyšek 2008) či sukcesním stářím (Prach et al. 2008, Štajerová et al. 2008).

Na úrovni případových studií jednotlivých druhů existují podrobné informace jednak o již zmíněných křídlatkách, kde se výzkum soustřeďuje především na genetickou strukturu populací (Berchová-Bímová & Mandák 2008), jednak o druhu *Heracleum mantegazzianum* Sommier & Levier. Tento druh byl studován v rámci evropského projektu GIANT ALIEN (souhrn viz Pyšek et al. 2007), díky němuž dnes máme důkladné znalosti o populační ekologii, průběhu životního cyklu (Pergl et al. 2008), genetických vztazích mezi příbuznými druhy (Jahodová & Pyšek 2008) a historií šíření na různých prostorových škálách (Müllerová et al. 2008, Pyšek et al. 2008c). Dalším druhem podrobeným v posledních letech důkladnému zkoumání je *Lythrum salicaria* L.; ten je u nás sice původní, studuje se však jeho invaze v Severní Americe a důležitým přístupem je srovnávání původních a invazních populací (Bastlová et al. 2008, Edwards & Květ 2008). Soubor studií věnovaných konkrétním invazním druhům se zabývá širokým okruhem vlastností, kte-

ré v konkrétním kontextu mohou přispívat k invaznímu chování druhu, např. populační růst a dynamika (Edwards & Květ 2008, Pergl et al. 2008), klíčení (Hrázský & Mihulka 2008, Pergl et al. 2008) či potenciální fyto toxické účinky (Šerá et al. 2008). Několik prací používá k osvětlení studovaných problémů genetické přístupy (Bastlová et al. 2008, Bímová & Mandák 2008, Jahodová & Pyšek 2008).

Také regionální studie (Gerža 2008, Matějček 2008) představují důležitý zdroj informací a pokud je sběr dat standardizován a doplněny informace o faktorech prostředí, mohou přinést poznatky nejen o tom, jaké je rozšíření zavlečených druhů v konkrétním území, ale také čím je podmíněno (Petřík & Pergl 2008).

Závěrečná sekce sborníku zahrnuje články věnované praktickým aspektům rostlinných invazí, ať už jde o možné důsledky invazí (Pergl 2008), legislativu uplatňovanou při jejich managementu (Šíma 2008) nebo aktuální informace o mezinárodních evropských projektech zabývajících se invazemi (Pyšek et al. 2008b). Pojednáno je i v současné době velmi aktuální téma genetických modifikací rostlin, které s invazemi úzce souvisí, neboť invaze představují vhodný model potenciálních rizik spojených se zaváděním takto upravených plodin (Krahulec 2008).

Ne vše, co se na poli studia invazních rostlin v posledním desetiletí v České republice odehrálo, je ve sborníku zastoupeno (přehled výzkumu do přelomu posledního desetiletí viz Pyšek & Prach 2003). V tomto období byla například provedena inventarizace zavlečené flóry (Pyšek et al. 2002b) a vzniklý katalog byl propojen s Českou národní fyto ceno logickou databází (viz Chytrý & Pyšek 2008 a literatura v tomto článku), dále byly soustředěny informace o některých naturalizovaných a invazních druzích (Pyšek & Tichý 2001, Mlíkovský & Stýblo 2006) a zmapovány invaze v rezervacích na území České republiky (Pyšek et al. 2002a, 2003).

## Současná témata invazní ekologie

Náplň předloženého sborníku odráží vývoj oboru biologických invazí v dotyčném období i ve světě. Počet publikací věnovaných invazím prudce narůstá (Pyšek et al. 2006, Richardson & Pyšek 2008) a roste i počet jednotlivých invazních druhů, kterým jsou věnovány případové studie, přičemž rostliny jsou mezi invazními organismy nejlépe dokumentovanou skupinou (Pyšek et al. 2008d). Není ostatně náhodou, že v roce 1999 byl založen časopis *Biological Invasions* a invazím se začal systematicky věnovat časopis *Diversity & Distributions*. Po světě se každoročně pořádá řada speciálních konferencí, mnoho obecně ekologicky zaměřených konferencí má sekce zaměřené na invaze a vychází velké množství knih o invazích u renomovaných nakladatelství.

V posledním desetiletí se více prací věnovalo obecným zákonitostem invazního procesu (např. Richardson et al. 2000b, Colautti & MacIsaac 2004, Pyšek et al. 2004, Dietz & Edwards 2006). Invazi si lze představit jako proces překonávání bariér, od geografických přes environmentální a reprodukční, dále bariér bránících šíření a konečně bariér, které in-

vadujícímu druhu klade do cesty vegetace v místě invaze. S tímto přístupem souvisí standardizace terminologie a rozdělení zavlečených druhů na přechodně zavlečené, naturalizované a invazní (Richardson et al. 2000b, Pyšek et al. 2004). Současně je užitečné si připomenout, že dvě klíčové otázky invazní ekologie (proč jsou některé druhy invazní a některá společenstva více invadovaná?) jsou i dnes oblíbenými tématy výzkumu, přestože si je kladl již v 80. letech minulého století projekt SCOPE, který obor postavil na pevnější teoretické základy. V poslední době je zejména zdůrazňována komplementarita těchto dvou otázek (Richardson & Pyšek 2006). V invazní ekologii byla v posledních desetiletích formulována řada teorií a koncepcí, z nichž některé jsou staršího data, jiné dosti recentní. Některé se zaměřují spíše na invazivnost druhů, jiné na invazibilitu společenstev, řada z nich však oba přístupy určitým způsobem integruje (např. Rejmánek 1996, Davis et al. 2000; obr. 1). V následujícím textu stručně zmíníme některé z nich a čtenáře se zájmem o podrobnější informace odkazujeme na článek Richardson & Pyšek (2006) a v něm uvedenou literaturu.

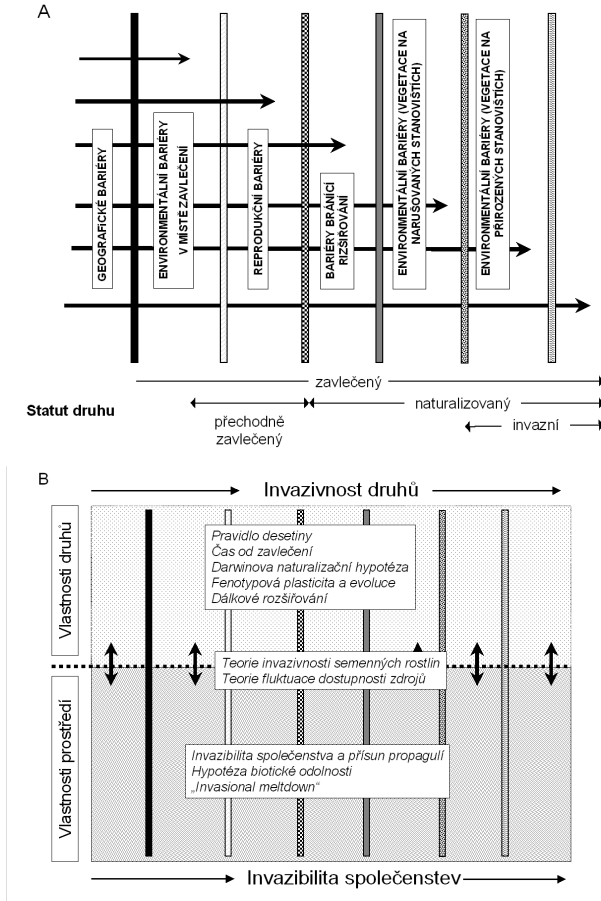
### Pravidlo desetiný a doba zavlečení

Invazní ekology vždy zajímala a dosud zajímá otázka, kolik je na světě potenciálně invazních druhů. V 90. letech minulého století formuloval Mark Williamson pravidlo, které odhaduje, s jakou pravděpodobností druh přejde z jednoho stadia invazního procesu do dalšího; podle něj v průměru 10 % importovaných druhů dosáhne stadia přechodného zavlečení, 10 % z přechodně zavlečených naturalizuje a 10 % z celkového počtu naturalizovaných druhů působí ekonomické škody v místě invaze; ve skutečnosti se jedná v každém přechodu o statisticky odvozené rozmezí 5–20 % (Williamson & Fitter 1996). Důležité na celé věci je, že úspěšné invazní druhy jsou jen zlomkem celkového počtu zavlečených; jde tedy o užitečnou generalizaci, ke které je možno vztahovat reálná data. Je však třeba mít na paměti, že pravidlo desetiný (*Tens Rule*<sup>1)</sup>) je do značné míry artefaktem času od zavlečení, tj. jak dlouho jsou nepůvodní druhy v dotyčném území a kolik měly času na naturalizaci. Obdobné hodnoty, které pro výše zmíněné přechody mezi stadii invazního procesu dostáváme, jsou do určité míry důsledkem toho, že v různých částech světa docházelo k hromadnému zavlékání rostlinných druhů přibližně ve stejnou dobu.

Doba zavlečení (*residence time*) je koncept, který zavedl Marcel Rejmánek (a první si uvědomil jeho důležitost). Mezi rozsahem rozšíření a hojností zavlečených druhů v určitém území a dobou, po kterou jsou tyto druhy v území přítomné, existuje vysoce průkazný vztah, který je patrný i u tak dlouho přítomné skupiny, jako jsou archeofyty. Tato skutečnost má závažné důsledky např. pro analýzy invazibility společenstev či vlastností invazních druhů – pokud je chceme srovnávat, musíme vzít v úvahu, že různé druhy měly různé

---

<sup>1)</sup> Definice termínů používaných v invazní ekologii a návrh české terminologie viz Pyšek et al. 2008a



Obr. 1. – (A) Invazi si lze představit jako proces překonávání bariér, od geografických přes environmentální a reprodukční, dále přes bariéry bránící šíření a konečně bariéry, které invadujícímu druhu klade do cesty vegetace v místě invaze. Podle toho, jak daleko se druh v tomto procesu dostane, klasifikujeme jej jako přechodně zavlečený, naturalizovaný nebo invazní. Upraveno podle Richardson et al. (2000). (B) Významné koncepte, teorie a hypotézy rostlinných invazí, rozdělené podle toho, zda se vztahují k invazivnosti druhů, invazibilitě společenstev, nebo se pokoušejí oba přístupy propojit. Upraveno podle Richardson & Pyšek (2006).

Fig. 1. – (A) General scheme of the invasion process. Adapted from Richardson et al. (2000). (B) Key concepts in plant invasions, related to species invasiveness, community invasibility or merging the two together. Adapted from Richardson & Pyšek (2006).

dlouhou dobu na to, aby uspěly. Praktickým důsledkem rozdílného času od zavlečení jednotlivých druhů je, že počet naturalizovaných (a potažmo invazních) druhů bude v budoucnosti vzrůstat, i kdyby zavlékání najednou ustalo.

### Faktory podmiňující naturalizaci (Darwinova naturalizační hypotéza)

De Candolle si všiml, že naturalizované nepůvodní druhy pocházejí častěji z rodů, které nejsou ve flóře invadovaného území zastoupeny. Myšlenku rozpracoval Darwin, vešla ve známost jako Darwinova naturalizační hypotéza a byla v posledním desetiletí podrobena testování se střídavými výsledky – některé práce ji potvrdily, jiné zamítly, což je i případ práce Daehlera (Daehler 2001), který provedl velmi důkladný test, při němž vzal v úvahu právě i čas od zavlečení druhů. Neplatnost Darwinovy naturalizační hypotézy by znamenala, že výhody, zejména určitá preadaptace na nové prostředí, které mají zavlečené druhy společné s původními příslušníky téhož rodu, převažují nad nevýhodami plynoucími z předpokládané intenzivnější kompetice se zástupci stejného rodu. Přestože tato hypotéza nebyla jednoznačně podpořena, stimulovala několik zajímavých studií.

Faktory podmiňující naturalizaci na regionální až kontinentální škále jsou častým předmětem studií, které vedly k formulování robustních zákonitostí (viz Pyšek & Richardson 2006, Chytrý & Pyšek 2008). Problémem je, že většina studií pracuje s počty naturalizovaných druhů a ty nám o skutečné úspěšnosti říkají málo. Lepším kritériem je podíl naturalizovaných z celkového počtu zavlečených, ale taková data jsou pro rostliny velmi vzácně k dispozici (Pyšek & Richardson 2006).

### Rekonstrukce historie invaze pomocí genetických metod

Bouřlivý rozvoj genetických metod umožnil lepší rekonstrukci šíření a identifikaci zdrojových populací – pokud sesbíráme vzorky z dostatečně reprezentativní části nepůvodního areálu a srovnáme je se vzorky z původního areálu, můžeme rekonstruovat historii invaze. Hezkým příkladem je studie druhu *Bromus tectorum*, který invaduje v Severní Americe. Novak & Mack (2001) tímto způsobem zjistili, že všechny současné invazní populace pocházejí ze střední Evropy a západního Mediteránu; na západě Severní Ameriky se druh rozšířil nejméně z šesti nezávislých introdukcí, zatímco na východě jsou známy jen dvě zdrojové populace. Obdobně, genetické studie druhu *Heracleum mantegazzianum* svědčí o tom, že k invazím do Evropy docházelo opakovaně (Jahodová et al. 2007).

### Fenotypová plasticita a evoluce

Dalším okruhem často řešených otázek je úloha genetické variability – do jaké míry a jak často dochází při introdukci ke snížení genetické variability, kdy je z primárního areálu

zavlečena jen její část (tzv. *population bottleneck, founder effect*)? S tím souvisí otázka, zda malá genetická variabilita snižuje šanci druhu na úspěšnou naturalizaci. Současná shrnutí literatury o genetické diverzitě zavlečených druhů (např. Novak & Mack 2005) spíše ukazují, že zavlečené populace ztrácejí velmi málo genetické variability a pokud se k sobě dostanou populace z širšího původního areálu, může být naopak v nepůvodním areálu genetická variabilita větší.

Intenzivně se studuje také úloha fenotypové plasticity a její relativní význam ve srovnání s postinvazní evolucí. Daehler (2003) vyhodnotil dostupná data a dospěl k závěru, že invazní druhy disponují vyšší fenotypovou plasticitou než původní druhy, které se s nimi vyskytují v invadovaných společenstvech. Pokud jde o postinvazní evoluci, máme dnes již řadu dokladů, že evoluce může být dostatečně rychlá na to, aby se odehrávala v ekologickém čase. Oblíbeným tématem výzkumu je v tomto ohledu hybridizace a její vliv na úspěšnost invaze. Elstrand & Schierenbeck (2000) dokumentují zhruba 40 konkrétních příkladů (z nichž téměř polovina je podpořena molekulárními studiemi), kdy invazi předcházela spontánní hybridizace.

Postinvazní evolucí se zabývá hypotéza evoluce větší konkurenční schopnosti (EICA – *Evolution of Increased Competitive Ability*; Blossey & Nötzold 1995). Ta předpokládá, že rostliny, které se při zavlečení zbaví přirozených nepřátel, procházejí selekcí, jež konkurenčně zvýhodňuje jedince investující více zdrojů do růstu a méně do tvorby morfologické nebo chemické pasivní ochrany proti herbivorům nebo patogenům. EICA byla podrobena mnoha testům, jejichž výsledky však nejsou jednoznačné.

## Únik před nepřáteli

Hypotéza EICA souvisí s hypotézou úniku před nepřáteli (*Enemy Release Hypothesis*), která předpokládá, že invazní druhy jsou úspěšné mimo jiné proto, že v nepůvodním areálu nemají nepřátele, kteří jejich populace regulují v původním areálu. Únik před nepřáteli byl prokázán například pro některé evropské druhy rostlin zavlečené do Severní Ameriky, které při zavlečení ztratily většinu houbových patogenů a virů z původního areálu; přestože některé nové škůdce v nepůvodním areálu naopak získávají, celkově se jejich zatížení patogeny a viry zmenší (Mitchell & Power 2003).

Hypotéza úniku před nepřáteli byla zajímavým způsobem propojena s dostupností zdrojů (Blumenthal 2005). Úvaha vychází z toho, že druhy rostoucí v prostředí bohatém na zdroje investují méně do obrany proti herbivorům a jsou tudíž pro herbivory atraktivnější. Proto v původním areálu přednostně přitahují herbivory a poté, co se přinejmenším částí z nich při zavlečení zbaví, získávají větší výhodu, než druhy pocházející z prostředí na zdroje chudého. U druhů z prostředí bohatého na zdroje se podle této teorie únik před nepřáteli projeví mnohem výrazněji, což jim poskytuje výhodu v kompetici s domácími kolonizátory invadovaných stanovišť (Blumenthal 2005).



## Úloha mutualistických vztahů v invazi

Vztahy s organismy jiných trofických úrovní jsou v moderní invazní ekologii velmi intenzivně studovány, ale teprve v posledním desetiletí se začala věnovat pozornost i vztahům mutualistickým, které mohou invazi usnadňovat (Richardson et al. 2000a, Traveset & Richardson 2006). Rozšíření jednoho nepůvodního druhu tak může usnadnit invaze dalších nepůvodních druhů; v důsledku invaze tak dochází k narušení dosavadních mutualistických vazeb ve společenstvu. Simberloff & Von Holle (1999) zavedli pro tento jev termín *invasional meltdown*. Samotný termín byl sice v literatuře kritizován jako příliš emotivně zabarvený, nicméně zavedení konceptu přitáhlo pozornost ke skutečnosti, že invazní rostliny při překonávání bariér závisí často na opylovačích, zvířatech rozšiřujících semena, symbiotických mykorrhizách apod.

## Dálkové rozšiřování, přísun diaspor a hypotéza biotické odolnosti

O rychlosti šíření invazních druhů rostlin existuje řada údajů (Pyšek & Hulme 2005); při interpretaci těchto dat je však důležité brát v úvahu dálkové rozšiřování (*long-distance dispersal*). Modely šíření, které je berou v úvahu, poskytují zpravidla mnohem lepší výsledky než ty, které tak nečiní.

S termínem přísun diaspor (*propagule pressure*) se dnes setkáváme v literatuře velmi často v souvislosti s invazibilitou společenstev (viz Chytrý & Pyšek 2008). Každé společenstvo je do určité míry rezistentní vůči invazím a tato rezistence může být překonána, když do společenstva introdukujeme diasporu nových druhů. Čím je společenstvo odolnější, tím více diaspor je třeba, aby došlo k invazi. Prísun diaspor tedy významně spoluurčuje, zda invaze bude úspěšná či nikoli, a působí v interakci s řadou dalších faktorů, zejména vlastnostmi invadujících druhů a vlastnostmi dotyčného společenstva (Colautti et al. 2006). Invazibilita společenstev je často zaměňována s invadovaností, tedy prostým počtem či podílem nepůvodních druhů vyskytujících se ve společenstvu nebo na dané lokalitě (viz Lonsdale 1999, Chytrý & Pyšek 2008). S invazibilitou souvisí tzv. hypotéza biotické odolnosti (*Biotic Resistance Hypothesis*), postulovaná již Charlesem Eltonem, zakladatelem moderní invazní biologie (Elton 1958). Vyneseme-li proti sobě počet zavlečených a domácích druhů, dostaneme někdy pozitivní, jindy negativní vztah. Tento vztah závisí na měřítku studia – v detailním měřítku se projevuje kompetice mezi původními a invadujícími druhy a vztah bývá negativní, zatímco na větší prostorové škále působí vnější faktory (klíma, půdy, heterogenita stanovišť) stejně na obě skupiny a dostáváme vztah pozitivní (Shea & Chesson 2002). Při studiu vztahů mezi druhovou diverzitou zavlečených a původních druhů je nutno mít na paměti, že výsledné vztahy mohou být do určité míry statistickým artefaktem, jak ukázaly neutrální modely (Fridley et al. 2004, Herben et al. 2004).



## Teorie fluktuační dostupnosti zdrojů

Ucelenou představu vysvětlující invazibilitu společenstev předložili Davis et al. (2000). Teorie fluktuační dostupnosti zdrojů (*Theory of Fluctuating Resource Availability*) předpokládá, že invazibilita roste s množstvím volných zdrojů, které má společenstvo k dispozici; k jejich náhlému zvětšení dochází buď přísunem z vnějšku (např. hnojením nebo zavlažováním) či zmenšením čerpání (např. disturbancí, která odstraní stávající vegetaci). Hladina zdrojů fluktuuje a pokud se druh do společenstva dostane v příhodnou chvíli, kdy je volných zdrojů dostatek, udrží se tam, i když jejich množství následně poklesne.

## Invaze a změny klimatu

V poslední době se často probírají možné důsledky globálního oteplování pro invaze. Protože probíhající klimatické změny ovlivňují fyziologické procesy a růst rostlin, lze předpokládat, že budou mít vliv i na to, jaké invazní druhy budou v budoucnosti úspěšné. Přesvědčivým důkazem postupující invaze vyvolané oteplením je šíření a postupná naturalizace asijské palmy *Trachycarpus fortunei* v tvrdolistých lesích jižního Švýcarska (Walther et al. 2007).

## Závěr

Přehled výše uvedených témat zdaleka není vyčerpávající. V poslední době se výzkum soustřeďuje rovněž na impakt, tedy důsledky invazí pro člověka a biodiverzitu (viz Pergl 2008); snaha řešit problémy s invazními druhy vedla k zaměření pozornosti na způsoby zavlékání a vypracování obecného schématu platného pro rostliny i živočichy (Hulme et al. 2008). Provádí se hodnocení rizik (*pest-risk assessment*) za pomoci expertních systémů, které využívají znalosti biologie a ekologie druhů, jejich chování v původním areálu i poznatků z případné invaze v jiné části světa; tyto systémy jsou používány při rozhodování, zda povolit import určitého druhu do země (Pheloung et al. 1999, Křivánek & Pyšek 2006). V posledních letech vyšla řada knih, které pojímají problematiku invazí komplexně (např. Kowarik 2003, Myers & Bazely 2003, Cadotte et al. 2006, Lockwood et al. 2006, Radosevich et al. 2007); čtenáře s hlubším zájmem o problematiku odkazujeme na ně.

## Poděkování

Náš výzkum v oblasti rostlinných invazí je podporován výzkumnými záměry č. AV0Z60050516 (AV ČR), 0021620828 (MŠMT ČR) a 0021622416 (MŠMT ČR). Za technickou pomoc při editaci sborníku děkujeme Zuzaně Sixtové.

## Literatura

Bastlová D., Květ J., Kubátová B., Trávníček P., Čurn V. & Suda J. (2008): Variabilita ve fenologii a ploidních hladinách původních a invazních populací kypřeje vrbice (*Lythrum salicaria*) v širším geografickém měřítku. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 43, Mater. 23: 103–112.

- Berchová-Bímová K. & Mandák B. (2008): Všechno zlé je k něčemu dobré: evoluce křídlatek (*Fallopia*) v sekundárním areálu. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 121–140.
- Blossey B. & Nötzold R. (1995): Evolution of increased competitive ability in invasive nonindigenous plants: a hypothesis. – *J. Ecol.* 83: 887–889.
- Blumenthal D. (2005): Interrelated causes of plant invasion. – *Science* 310: 243–244.
- Cadotte M. W., McMahon S. M. & Fukami T. [eds] (2006): *Conceptual ecology and invasions biology: reciprocal approaches to nature.* – Springer, Berlin.
- Colautti R. I., Grigorovich I. A. & MacIsaac H. J. (2006): Propagule pressure: a null model for biological invasions. – *Biol. Invas.* 8: 1023–1037.
- Colautti R. I. & MacIsaac H. J. (2004): A neutral terminology to define ‘invasive’ species. – *Diversity Distrib.* 10: 135–141.
- Daehler C. C. (2001): Darwin’s naturalization hypothesis revisited. – *Amer. Natur.* 158: 324–330.
- Daehler C. C. (2003): Performance’s comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: implications for conservation and restoration. – *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 34: 183–211.
- Davis M. A., Grime P. J. & Thompson K. (2000): Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. – *J. Ecol.* 88: 528–534.
- Dietz H. & Edwards P. J. (2006): Recognition that causal processes change during plant invasion helps explain conflicts in evidence. – *Ecology* 87: 1359–1367.
- Edwards K. R. & Květ J. (2008): Růstové a morfologické znaky původních a invazních populací kypřeje vrby (*Lythrum salicaria*) podél gradientu zeměpisné šířky. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 113–120.
- Ellstrand N. C. & Schierenbeck K. A. (2000): Hybridization as a stimulus for the evolution of invasiveness in plants? – *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 97: 7043–7050.
- Elton C. S. (1958): *The ecology of invasions by animals and plants.* – Methuen, London.
- Fridley J. D., Brown R. L. & Bruno J. E. (2004): Null models of exotic invasion and scale-dependent patterns of native and exotic species richness. – *Ecology* 85: 3215–3222.
- Gerža M. (2008): Invazní rostliny v Orlických horách. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 163–168.
- Hadinčová V., Dobrý J., Hanzélyová D., Härtel H., Herben T., Krahulec F., Kyncl J., Moravcová L., Šmilauer P. & Šmilauerová M. (1997): Invazní druh *Pinus strobus* v Labských pískovcích. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 32, Mater. 14: 63–79.
- Herben T. (1997): Jakou roli hraje rostlinné společenstvo v úspěšnosti invaze cizího druhu? – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 32, Mater. 14: 7–12.
- Herben T., Mandák B., Bímová K. & Münzbergová Z. (2004): Invasibility and species richness of a community: a neutral model and a survey of published data. – *Ecology* 85: 3223–3233.
- Horn P. (1997): Sezónní dynamika nadzemní biomasy *Reynoutria japonica*. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 32, Mater. 14: 59–62.
- Hrázský Z. & Míhulka S. (2008): Klíčení semen javoru jasanolistého (*Acer negundo*) a postup jeho invaze v ČR. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 151–162.
- Hulme P. E., Bacher S., Kenis M., Klotz S., Kühn I., Minchin D., Nentwig W., Olenin S., Panov V., Pergl J., Pyšek P., Roques A., Sol D., Solarz W. & Vilà M. (2008): Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. – *J. Appl. Ecol.* 45: 403–414.
- Husák Š. (1997): Vyšší rostliny cizího původu v našich vodách a mokřadech. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 32, Mater. 14: 95–98.
- Chytrý M. & Pyšek P. (2008): Invaze nepůvodních druhů v rostlinných společenstvech. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 17–40.
- Jahodová Š. & Pyšek P. (2008): Invazní bolševníky (*Heracleum*) v Evropě: genetická příbuznost a struktura populací. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 73–80.
- Jahodová Š., Trybush S., Pyšek P., Wade M. & Karp A. (2007): Invasive species of *Heracleum* in Europe: an insight into genetic relationships and invasion history. – *Diversity Distrib.* 13: 99–114.
- Kočár P., Bastl M. & Prach K. (1997): Invaze neofytů do různé starých sukcesních stádií: experimentální přístup. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 32, Mater. 14: 125–129.

- Kowarik I. (2003): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa. – Ulmer, Stuttgart.
- Krahulec F. (2008): Rostlinné invaze a problematika geneticky modifikovaných rostlin. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 43, Mater. 23: 193–198.
- Křivánek M. & Pyšek P. (2006): Predicting invasions by woody species in a temperate zone: a test of three risk assessment schemes in the Czech Republic (Central Europe). – Diversity Distrib. 12: 319–327.
- Kubát K. (1997): Invazní druhy šťovíků (*Rumex* s. str.) v České republice. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 32, Mater. 14: 41–43.
- Kučera T. & Pyšek P. (1997): Invazní druhy ve flóře rezervací – současný stav znalostí u nás a ve světě. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 32, Mater. 14: 81–93.
- Liška J. & Pišút I. (1997): Problematika invazí u lišejníků. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 32, Mater. 14: 21–32.
- Lockwood J. L., Hoopes M. F. & Marchetti M. P. (2006): Invasion ecology. – Blackwell, Oxford.
- Lonsdale W. M. (1999): Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. – Ecology 80: 1522–1536.
- Málková M. & Wagnerová Z. (1997): Šíření invazních druhů na hřebeny Krkonoš. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 32, Mater. 14: 117–124.
- Mandák B. & Pyšek P. (1997): Druhy rodu *Reynoutria* na území České republiky. – Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 32, Mater. 14: 45–57.
- Marvan P., Keršner V. & Komárek J. (1997): Invazní sinice a řasy. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 32, Mater. 14: 13–19.
- Matějček T. (2008): Výskyt invazních druhů rostlin v břehové vegetaci vybraných vodních toků. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 43, Mater. 23: 169–182.
- Míhulka S. (1997): Invazní rostliny v úseku jihočeské krajiny. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 32, Mater. 14: 99–104.
- Mitchell C. E. & Power A. G. (2003): Release of invasive plants from fungal and viral pathogens. – Nature 421: 625–627.
- Mlíkovský J. & Stýblo P. [eds] (2006): Nepůvodní druhy flóry a fauny České republiky. – Český svaz ochránců přírody, Praha.
- Müllerová J., Pyšek P., Pergl J. & Jarošík V. (2008): Dlouhodobá dynamika šíření bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*) v krajině: využití leteckých snímků. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 43, Mater. 23: 91–102.
- Myers J. H. & Bazely D. R. (2003): Ecology and control of introduced plants. – Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Novak S. J. & Mack R. N. (2001): Tracing plant introduction and spread: genetic evidence from *Bromus tectorum* (cheatgrass). – Bioscience 51: 114–122.
- Novak S. J. & Mack R. N. (2005): Genetic bottlenecks in alien plant species: influence of mating systems and introduction dynamics. – In: Sax D. F., Gaines S. D. & Stachowicz J. J. [eds], Species invasions: insights into ecology, evolution, and biogeography, p. 95–122, Sinauer, Sunderland MA.
- Pergl J. (2008): Co víme o vlivu zavlečených rostlinných druhů? – Zprávy Čes. Bot. Společ. 43, Mater. 23: 183–192.
- Pergl J., Pyšek P., Perglová I. & Moravcová L. (2008): Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*): velkolepý modelový druh v invazní ekologii. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 43, Mater. 23: 81–90.
- Petřík P. & Pergl J. (2008): Faktory ovlivňující rozšíření nepůvodních druhů cévnatých rostlin na Ještědském hřebtu. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 43, Mater. 23: 51–61.
- Pheloung P. C., Williams P. A. & Halloy S. R. (1999): A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. – J. Env. Management 57: 239–251
- Prach P. & Pyšek P. (1997): Invazibilita společenstev a ekosystémů. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 32, Mater. 14: 1–6.
- Prach K., Řehounková K., Konvalinková P. & Trnková R. (2008): Invaze a úspěchy. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 43, Mater. 23: 41–49.
- Pyšek P., Cock M. J. W., Nentwig W. & Ravn H. P. [eds] (2007): Ecology and management of giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*). – CAB International, Wallingford.

- Pyšek P. & Hulme P. E. (2005): Spatio-temporal dynamics of plant invasions: linking pattern to process. – *Ecoscience* 12: 302–315.
- Pyšek P., Chytrý M., Moravcová L., Pergl J., Perglová I., Prach K. & Skálová H. (2008a): Návrh české terminologie vztahující se k rostlinným invazím. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 219–222.
- Pyšek P., Jarošík V., Chytrý M. & Pergl J. (2008b): Projekty 6. rámcového programu Evropské unie zaměřené na biologické invaze: DAISIE a ALARM. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 199–211.
- Pyšek P., Jarošík V. & Kučera T. (2002a): Patterns of invasion in temperate nature reserves. – *Biol. Conserv.* 104: 13–24.
- Pyšek P., Jarošík V. & Kučera T. (2003): Inclusion of native and alien species in temperate nature reserves: an historical study from Central Europe. – *Conserv. Biol.* 17: 1414–1424.
- Pyšek P., Jarošík V., Müllerová J., Pergl J. & Wild J. (2008c): Comparing the rate of invasion by *Heracleum mantegazzianum* at the continental, regional and local scale. – *Diversity Distrib.* 14: 355–363.
- Pyšek P. & Prach K. [eds] (1997): Invazní rostliny v české flóře. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 32, Mater. 14: 1–137.
- Pyšek P. & Prach K. (2003): Research into plant invasions in a cross-roads region: history and focus. – *Biol. Invas.* 5: 337–348.
- Pyšek P. & Richardson D. M. (2006): The biogeography of naturalization in alien plants. – *J. Biogeogr.* 33: 2040–2050.
- Pyšek P., Richardson D. M. & Jarošík V. (2006): Who cites who in the invasion zoo: insights from an analysis of the most highly cited papers in invasion ecology. – *Preslia* 78: 437–468.
- Pyšek P., Richardson D. M., Pergl J., Jarošík V., Sixtová Z. & Weber E. (2008c): Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. – *Trends Ecol. Evol.* 23: 237–244.
- Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G., Williamson M. & Kirschner J. (2004): Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. – *Taxon* 53: 131–143.
- Pyšek P., Sádlo J. & Mandák B. (2002b): Catalogue of alien plants of the Czech Republic. – *Preslia* 74: 97–186.
- Pyšek P. & Tichý L. (2001): Rostlinné invaze. Principy rostlinných invazí a expanzí, jejich vliv na původní rostlinná společenstva a příklady našich invazních druhů. – Rezekvítek, Brno.
- Radosevich S. R., Holt J. S. & Ghersa C. M. (2007): Ecology of weeds and invasive plants. Ed. 3. – Wiley, New Jersey.
- Rejmánek M. (1996): A theory of seed plant invasiveness: the first sketch. – *Biol. Conserv.* 78: 171–181.
- Richardson D. M., Allsopp N., D'Antonio C., Milton S. J. & Rejmánek M. (2000a): Plant invasions: the role of mutualisms. – *Biol. Rev.* 75: 65–93.
- Richardson D. M. & Pyšek P. (2006): Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. – *Progr. Phys. Geogr.* 30: 409–431.
- Richardson D. M. & Pyšek P. (2008): Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton. – *Diversity Distrib.* 14: 161–168.
- Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D. & West C. J. (2000b): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. – *Diversity Distrib.* 6: 93–107.
- Shea K. & Chesson P. (2002): Community ecology theory as a framework for biological invasions. – *Trends Ecol. Evol.* 17: 170–176.
- Simberloff D. & Von Holle B. (1999): Positive interaction of nonindigenous species: invasional meltdown? – *Biol. Invas.* 1: 21–32.
- Soldán Z. (1997): Invazní mechorosty. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 32, Mater. 14: 33–39.
- Šerá B., Vrchotová N., Cvrčková K. & Krejčová J. (2008): Příspěvek ke studiu fyto toxických vlastností křídlatek (*Fallopia*). – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 141–150.
- Šíma J. (2008): Právní úprava problematiky nepůvodních druhů rostlin. – *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 213–218.

- Štajerová K., Kolář F., Kubešová M., Sekerka L., Molem K. & Lepš J. (2008): Role nepůvodních druhů během sukcese na opuštěných políčkách Papuy Nové Guineje. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 43, Mater. 23: 63–72.
- Traveset A. & Richardson D. M. (2006): Biological invasions as disruptors of plant reproductive mutualism. – Trends Ecol. Evol. 21: 208–216.
- Višňák R. (1997): Invazní neofyty v severní části České republiky. – Zprávy Čes. Bot. Společ. 32, Mater. 14: 105–116.
- Walther G. R., Gritti E. S., Berger S., Hickler T., Tyng Z. Y. & Sykes M. T. (2007): Palms tracking climate change. – Glob. Ecol. Biogeogr. 16: 801–809.
- Williamson M. & Fitter A. (1996): The varying success of invaders. – Ecology 77: 1661–1666.