

Velká anotace – návrh:

Výsledek 1: (stručný popis výsledku, max. 200 znaků)

Jako první jsme popsali současné globální rozložení diverzity nepůvodních rostlin a procesy mezikontinentální výměny rostlinných druhů, které k němu vedly

Anotace :

Název česky: Mezikontinentální zavlékání rostlinných druhů a globální rozložení diverzity nepůvodních flór

Název anglicky: Global exchange and continental accumulation of non-native plants

Popis česky (max. 500 znaků): První celosvětová analýza zavlékání rostlin mezi kontinenty v důsledku lidské činnosti, založená na unikátní databázi výskytu zdomácnělých druhů ve 481 pevninských a 362 ostrovních regionech, ukázala, že 13 168 rostlinných druhů, což odpovídá 3,9% světové flóry, se trvale vyskytuje mimo oblast svého původního rozšíření. Zavlékání probíhalo zejména z kontinentů na severní polokouli do ostatních částí světa (obr. 1).

Popis anglicky: The first comprehensive analysis of the global accumulation and exchange of alien plant species based on a unique global database of naturalized alien plant species in 481 mainland and 362 island regions. In total, 13,168 plant species, corresponding to 3.9% of the extant global vascular flora, are naturalized somewhere on the globe as a result of human activity. Continents in the Northern Hemisphere are the major donors of naturalized alien species to all other continents (Fig. 1).

Spolupracující subjekt:

Kontaktní osoba (jméno, telefon, e-mail): Petr Pyšek, 271015266, pysek@ibot.cas.cz

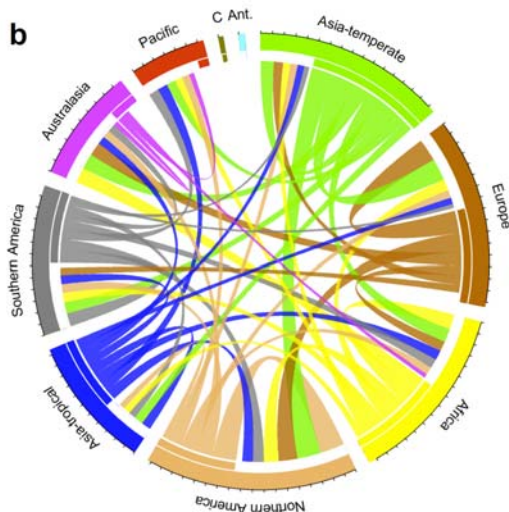
Citace výstupu: 1. van Kleunen M., Dawson W., Essl F., Pergl J., Winter M., Weber E., Kreft H., Weigelt P., Kartesz J., Nishino M., Antonova L. A., Barcelona J. F., Cabezas F. J., Cárdenas D., Cárdenas-Toro J., Castaño N., Chacón E., Chatelain C., Ebel A. L., Figueiredo E., Fuentes N., Groom Q. J., Henderson L., Inderjit, Kupriyanov A., Masciadri S., Meerman J., Morozova O., Moser D., Nickrent D. L., Patzelt A., Pelser P. B., Baptiste M. P., Poopath M., Schulze M., Seebens H., Shu W., Thomas J., Velayos M., Wieringa J. J. & Pyšek P. (2015) Global exchange and accumulation of non-native plants. *Nature* 525: 100–103 (doi: 10.1038/nature14910). – 2. Seebens H., Essl F., Dawson W., Fuentes N., Moser D., Pergl J., Pyšek P., van Kleunen M., Weber E., Winter M. & Blasius B. (2015) Global trade will accelerate plant invasions in emerging economies under climate change. *Global Change Biology* 21: 4128–4140 (doi: 10.1111/gcb.13021)

Název ilustrace česky: Výměna nepůvodních druhů mezi kontinenty.

Název ilustrace anglicky: Flow of naturalized plant species among continents.

Popis ilustrace česky: Obr. 1. Schématické znázornění člověkem podmíněných přesunů rostlin mezi jednotlivými kontinenty. Každý kontinent je jak zdrojem (v oblasti dvojité čáry po obvodu), tak příjemcem (prázdné místo ve vnitřním kruhu). Šířka čáry znázorňující výměnu proporcionálně odpovídá počtu druhů. V grafu je také ukázáno to, že druhy mohou být v jedné části kontinentu původní a v jiné nepůvodní. Převzato z van Kleunen et al., *Nature* 525: 100–103, 2015.

Popis ilustrace anglicky: Fig. 1. Observed flows of naturalized species. The continents are ordered according to decreasing importance as sources. Each tick along the outer circle corresponds to 1,000 species. Left (white) parts of inner bars along the circle represent flows of imported species; right (coloured) parts represent exported species. Taken from van Kleunen et al., *Nature* 525: 100–103, 2015.

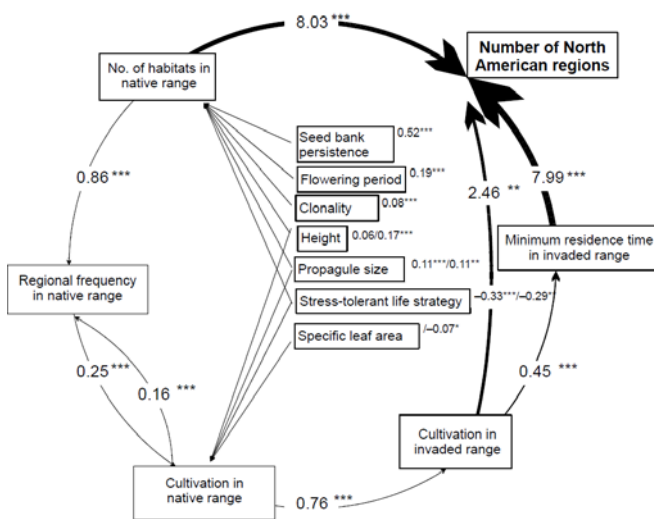


Result 1: Naturalization of central-European plants in North America results from the interplay of habitat legacy, propagule pressure and species traits

Naturalization of central European plants in North America, measured by the number of regions invaded, most strongly depends on the residence time in the invaded range (i.e. the time elapsed since the introduction of the species to North America) and on the number of habitats occupied by species in their native range. In addition to these factors, several biological traits contribute to the invasion success indirectly, via their effect on the number of native range habitats occupied and on the probability of cultivation in the native range. Persistent seed banks and longer flowering periods are positively correlated with number of native habitats, while slow growth is negatively correlated with native range cultivation (Fig. 2). However, the importance of the biological traits is nearly an order of magnitude less than that of the larger scale drivers and highly dependent on the invasion stage (1). In another paper we point that by including information on those species traits that are not usually available in multispecies analyses, such as quantitative data on reproductive output, we can increase the explanatory power of species traits in distinguishing between alien species that reach the final stage of the invasion process and dominate the local communities from those that do not (2). The role of habitats in native range that appeared important in the comprehensive main model (1) was further explored by examining the structure of native-range habitats of selected invasive plants, considered as the worst plant invaders worldwide. Most invaders were found to recruit from habitats that occupy large areas worldwide, such as forest, grassland and riparian (3). Finally, the biogeographical approach to invasions became a basis for suggesting a theoretical framework that, by using a simple mathematical framework, quantifies the invasiveness of species along two axes: (i) interspecific differences in performance among native and introduced species within a region, and (ii) intraspecific differences between populations of a species in its native and introduced ranges. Invasiveness, as measured by real data, was better explained by inter-specific variation in invasion potential than biogeographical changes in performance (4).

1. **Pyšek P.**, Manceur A. M., **Alba C.**, McGregor K. F., **Pergl J.**, Štajerová K., Chytrý M., **Danihelka J.**, Kartesz J., **Klimešová J.**, **Lučanová M.**, **Moravcová L.**, Nishino M., **Sádlo J.**, **Suda J.**, Tichý L. & Kühn I. (2015) Naturalization of central European plants in North America: species traits, habitats, propagule pressure, residence time. *Ecology* 96: 762–774 (doi: 10.1890/14-1005.1). – 2. **Moravcová L.**, **Pyšek P.**, **Jarošík V.** & **Pergl J.** (2015) Getting the right traits: reproductive and dispersal characteristics predict the invasiveness of herbaceous plant species. *PLoS One* 10: e0123634 (doi:10.1371/journal.pone.0123634). – 3. **Hejda M.**, **Chytrý M.**, **Pergl J.** & **Pyšek P.** (2015): Native-range habitats of invasive plants: are they similar to invaded-range habitats and do they differ according to the geographical direction of invasion? – *Diversity and Distributions* 21: 312–321 (doi: 10.1111/ddi.12269). – 4. Colautti R. I., Parker J. D., Cadotte M. W., **Pyšek P.**, Brown C. S., Sax D. F. & Richardson D. M. (2014) Quantifying the invasiveness of species. *NeoBiota* 21: 7–27 (doi: 10.3897/neobiota.21.5310)

Fig. 2. A path analysis fitted to predict the number of North American regions in which central European species have become naturalized. The width and magnitude of an arrow showing the relationships between drivers is proportional to the value of the coefficient. Boldface type distinguishes the response variable (number of North American regions) from explanatory ones. Coefficients following trait names indicate their effects on the number of habitats/cultivation in native range. Taken from Pyšek et al., *Ecology* 96: 762-774, 2015.



Výsledek 1: Naturalizace střeoevropských rostlin v Severní Americe závisí na stanovištní příslušnosti, přísunu diaspor a druhových vlastnostech

Pravděpodobnost zdomácnění střeoevropských rostlin v Severní Americe, vyjádřená počtem regionů, ze kterých je druh udáván, je vyšší u druhů zavlečených dříve a těch, které se v oblasti původního rozšíření vyskytují v širším rozmezí stanovištních typů. K úspěšné naturalizaci vedle toho přispívá i několik biologických vlastností, byť nepřímo (schopnost tvořit přetrvávající půdní banku semen, kvést po dlouhé období v roce a rychle růst), prostřednictvím toho, že ovlivňují zmíněnou habitatovou niku a spolurozhodují o tom, zda je druh v domácím areálu pěstován. Vliv biologických vlastností na pravděpodobnost naturalizace je však řádově nižší než efekt výše zmíněných klíčových faktorů (1). V další práci ukazujeme, že vypovídací schopnost biologických vlastností lze zvýšit tím, že zahrneme informace o vlastnostech, které zpravidla nejsou k dispozici, jako např. kvantitativní měření reprodukčních charakteristik (2). Vliv toho, na jakých stanovištích se druh vyskytuje v původním areálu, jsme zkoumali v dalším článku. Ukázalo se, že většina celosvětově významných invazních druhů se v původním areálu vyskytuje v lesních, travinných a pobřežních společenstvech (3). Biogeografický přístup k invazím jsme využili k navržení teoretického rámce, v němž je invazivnost druhu vyjádřena polohou na dvou kvantitativně vyjádřených osách, zohledňujících (i) mezidruhové rozdíly v projevech původních a nepůvodních druhů regionu, v němž invaze probíhá, a (ii) vnitrodruhové rozdíly mezi populacemi zavlečeného druhu v novém a původním areálu. Aplikace rámce na reálná data naznačuje, že první z výše uvedených možností je častější (4).

1. **Pyšek P.**, Manceur A. M., **Alba C.**, McGregor K. F., **Pergl J.**, **Štajerová K.**, Chytrý M., **Danihelka J.**, Kartesz J., **Klimešová J.**, **Lučanová M.**, **Moravcová L.**, Nishino M., **Sádlo J.**, **Suda J.**, Tichý L. & Kühn I. (2015) Naturalization of central European plants in North America: species traits, habitats, propagule pressure, residence time. *Ecology* 96: 762–774 (doi: 10.1890/14-1005.1). – 2. **Moravcová L.**, **Pyšek P.**, **Jarošík V.** & **Pergl J.** (2015) Getting the right traits: reproductive and dispersal characteristics predict the invasiveness of herbaceous plant species. *PLoS One* 10: e0123634 (doi:10.1371/journal.pone.0123634). – 3. **Hejda M.**, **Chytrý M.**, **Pergl J.** & **Pyšek P.** (2015): Native-range habitats of invasive plants: are they similar to invaded-range habitats and do they differ according to the geographical direction of invasion? – *Diversity and Distributions* 21: 312–321 (doi: 10.1111/ddi.12269). – 4. Colautti R. I., Parker J. D., Cadotte M. W., **Pyšek P.**, Brown C. S., Sax D. F. & Richardson D. M. (2014) Quantifying the invasiveness of species. *NeoBiota* 21: 7–27 (doi: 10.3897/neobiota.21.5310)

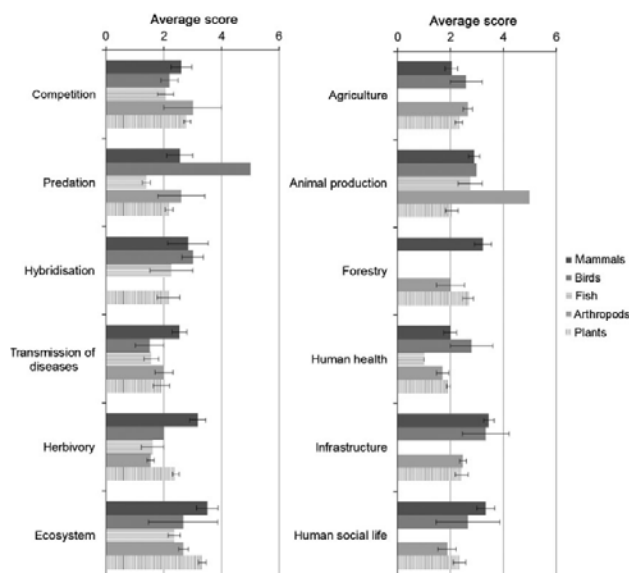
Obr. 2. Analýza cest popisující pravděpodobnost naturalizace střeoevropských rostlinných druhů v Severní Americe. Šířka a směr šipek odpovídají síle vlivu jednotlivých faktorů. Koeficienty za označením vlastností vyjadřují vliv na počet stanovišť, ve kterých se druh vyskytuje v původním areálu, a na pravděpodobnost pěstování. Převzato z Pyšek et al., *Ecology* 96: 762-774, 2015.

Results 2: Towards understanding and quantification of alien species' impacts

Using the same scoring system of impacts by alien taxa as diverse as invertebrates, vertebrates and plants, we found that alien mammals in Europe have the highest impact (Fig. 3). For mammals and birds, the impacts in invaded ranges outside Europe are broadly similar to those recorded for alien species within Europe. This indicates that a consideration of the known impacts of a species in other regions can be generally useful for predictions in this continent. Once more data are collated from different geographical regions and habitats using standard protocols, risk assessments for alien species based on rigorous measures of impact could be improved by taking into account local variation, and context-dependence of impacts (1). In another study we show, by revealing the presence of a phylogenetic signal on the magnitude of the impacts of non-native plants on resident plant and animal richness, that closely related non-native plants tend to have similar impacts; this supports the need to include the phylogenetic similarity of non-native plants to known invaders in risk assessment analysis (2). As a recent trend, current research on impacts of biological invasion is directed towards using existing data in a standardized way (3) but also on designing data collecting protocols for studies measuring the effects of invasive species in the field (4); example of the latter is the Global Invader Impact Network (GIIN), a coordinated distributed experiment composed of an observational and manipulative methodology for quantifying baseline ecological impacts of a range of species around the world (5). Unfortunately, data that cannot properly inform about impacts are still being used in the literature which leads to inappropriate analyses and misleading inferences regarding the impacts of non-native species (6).

1. Kumschick S., Bacher S., Evans T., **Marková Z.**, **Pergl J.**, **Pyšek P.**, Vaes-Petignat S., van der Veer G., Vilà M. & Nentwig W. (2015) Comparing impacts of alien plants and animals using a standard scoring system. *Journal of Applied Ecology* 52: 552-561 (doi: 10.1111/1365-2664.12427). – 2. Vilà M., Rohr R. P., Espinar J. L., Hulme P. E., **Pergl J.**, Le Roux J., Schaffner U. & **Pyšek P.** (2015) Explaining the variation in impacts of non-native plants on local-scale species richness: the role of phylogenetic relatedness. *Global Ecology and Biogeography* 24: 139–146 (doi: 10.1111/geb.12249). – 3. Hawkins C. L., Bacher S., Essl F., Hulme P. E., Jeschke J. M., Kühn I., Kumschick S., Nentwig W., **Pergl J.**, **Pyšek P.**, Rabitsch W., Richardson D. M., Vilà M., Wilson J. R. U., Genovesi P. & Blackburn T. M. (2015) Framework and guidelines for implementing the proposed IUCN Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT). *Diversity and Distributions* 21: 1360-1363 (doi: 10.1111/ddi.12379). – 4. Kumschick S., Gaertner M., Vilà M., Essl F., Jeschke J. M., **Pyšek P.**, Ricciardi A., Bacher S., Blackburn T. M., Dick J. T. A., Evans T., Hulme P. E., Kühn I., Mrugała A., **Pergl J.**, Rabitsch W., Richardson D. M., Sendek A. & Winter M. (2015) Ecological impacts of alien species: quantification, scope, caveats and recommendations. *BioScience* 65: 55-63 (doi: 10.1093/biosci/biu193). – 5. Barney J. N., Tekiel D. R., Barrios-García M. N., Dimarco R. D., Hufbauer R. A., Leipzig-Scott P., Nuñez M. A., Pauchard A., **Pyšek P.**, **Vítková M.** & Maxwell B. D. (2015) Global Invader Impact Network (GIIN): towards standardized evaluation of the ecological impacts of invasive plants. – *Ecology and Evolution* 5: 2878–2889 (doi: 10.1002/ece3.1551). – 6. Hulme P. E., Pauchard A., **Pyšek P.**, Vilà M., **Alba C.**, Blackburn T. M., Bullock J. M., Chytrý M., Dawson W., Dunn A. M., Essl F., Genovesi P., Maskell L. C., Meyerson L. A., Nuñez M. A., **Pergl J.**, Pescott O. L., Pocock M. J. O., Richardson D. M., Roy H. E., Smart S. M., **Štajerová K.**, Stohlgren T. J., van Kleunen M. & Winter M. (2015) Challenging the view that invasive non-native plants are not a significant threat to the floristic diversity of Great Britain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112: E2988–E2989 (doi: 10.1073/pnas.1506517112)

Fig. 3. Average scores of impact per taxonomic group and impact category for species with impact scores >0 (i.e. the species for which at least one impact record was found in the respective impact category). Taken from Kumschick et al., *Journal of Applied Ecology* 52: 552-561, 2015.



Výsledek 2: Na cestě ke kvantitativnímu vyjádření důsledků biologických invazí

Použití jednotného přístupu k hodnocení impaktu nepůvodních druhů pro různé skupiny taxonů (bezobratlí, obratlovci, rostliny) ukázalo, že největší impakt mají v Evropě nepůvodní savci (obr. 3). Impakt savců a ptáků v Evropě zhruba odpovídá tomu, jaký dopad mají jejich invaze v jiných částech světa, což znamená, že tyto informace lze použít k predikci impaktů jednotlivých druhů, které ještě nebyly do Evropy zavlečeny. Pokud budou za použití stejného skórovacího systému získána data z ostatních oblastí, umožní to při hodnocení rizik brát v úvahu i lokálně podmíněnou variabilitu impaktu a jeho závislost na daném kontextu (1). V další studii, zaměřené speciálně na rostliny, ukazujeme, že fylogeneticky blízké příbuzné invazní rostliny mají tendenci mít podobný impakt; informaci o impaktu blízké příbuzných invazních druhů, pro něž existují informace o impaktu, lze také využít ke zpřesnění regionální analýzy rizik (2). V současné době se výzkum impaktu ubírá dvěma směry, jednak ke standardizaci využití stávajících dat (3), ale také ke sjednocení metodiky studií, které sbírají primární data o impaktu v terénu (4, 5). Bohužel se stále vyskytují případy, kdy jsou nevhodná data účelově používána k vyvozování zavádějících závěrů a bagatelizaci dopadů biologických invazí (6).

1. Kumschick S., Bacher S., Evans T., **Marková Z.**, **Pergl J.**, **Pyšek P.**, Vaes-Petignat S., van der Veer G., Vilà M. & Nentwig W. (2015) Comparing impacts of alien plants and animals using a standard scoring system. *Journal of Applied Ecology* 52: 552-561 (doi: 10.1111/1365-2664.12427). – 2. Vilà M., Rohr R. P., Espinar J. L., Hulme P. E., **Pergl J.**, Le Roux J., Schaffner U. & **Pyšek P.** (2015) Explaining the variation in impacts of non-native plants on local-scale species richness: the role of phylogenetic relatedness. *Global Ecology and Biogeography* 24: 139–146 (doi: 10.1111/geb.12249). – 3. Hawkins C. L., Bacher S., Essl F., Hulme P. E., Jeschke J. M., Kühn I., Kumschick S., Nentwig W., **Pergl J.**, **Pyšek P.**, Rabitsch W., Richardson D. M., Vilà M., Wilson J. R. U., Genovesi P. & Blackburn T. M. (2015) Framework and guidelines for implementing the proposed IUCN Environmental Impact Classification for Alien Taxa (EICAT). *Diversity and Distributions* 21: 1360-1363 (doi: 10.1111/ddi.12379). – 4. Kumschick S., Gaertner M., Vilà M., Essl F., Jeschke J. M., **Pyšek P.**, Ricciardi A., Bacher S., Blackburn T. M., Dick J. T. A., Evans T., Hulme P. E., Kühn I., Mrugała A., **Pergl J.**, Rabitsch W., Richardson D. M., Sendek A. & Winter M. (2015) Ecological impacts of alien species: quantification, scope, caveats and recommendations. *BioScience* 65: 55-63 (doi: 10.1093/biosci/biu193). – 5. Barney J. N., Tekiel D. R., Barrios-Garcia M. N., Dimarco R. D., Hufbauer R. A., Leipzig-Scott P., Nuñez M. A., Pauchard A., **Pyšek P.**, **Vítková M.** & Maxwell B. D. (2015) Global Invader Impact Network (GIIN): towards standardized evaluation of the ecological impacts of invasive plants. – *Ecology and Evolution* 5: 2878–2889 (doi: 10.1002/ece3.1551). – 6. Hulme P. E., Pauchard A., **Pyšek P.**, Vilà M., **Alba C.**, Blackburn T. M., Bullock J. M., Chytrý M., Dawson W., Dunn A. M., Essl F., Genovesi P., Maskell L. C., Meyerson L. A., Nuñez M. A., **Pergl J.**, Pescott O. L., Pocock M. J. O., Richardson D. M., Roy H. E., Smart S. M., **Štajerová K.**, Stohlgren T. J., van Kleunen M. & Winter M. (2015) Challenging the view that invasive non-native plants are not a significant threat to the floristic diversity of Great Britain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112: E2988–E2989 (doi: 10.1073/pnas.1506517112)

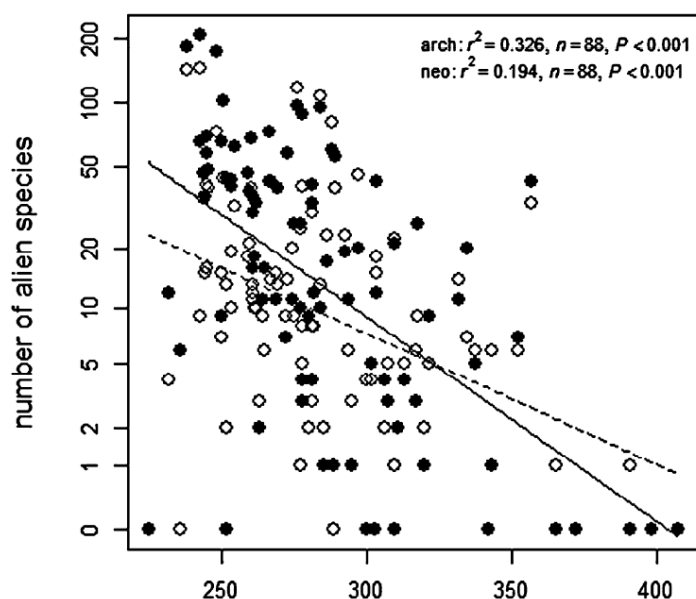
Obr. 3. Průměrný impakt pro jednotlivé taxonomické skupiny nepůvodních druhů v Evropě, uspořádaný podle kategorie (typu) impaktu. Převzato z Kumschick et al., *Journal of Applied Ecology* 52: 552-561, 2015.

Result 3: Alien plants invade communities that are phylogenetically clustered

Patterns of phylogenetic relatedness of species within community types (phylogenetic structure) are often used to infer processes of community assembly, yet the causes of these patterns remain poorly understood. Here we ask whether phylogenetic structure of extant plant species pools is related to availability of corresponding habitats in the geological history. Our analyses suggest that habitat age has a strong effect on phylogenetic structure of species pools of extant plant community types. Based on these results, we argue that history of the analysed species pools at a geological time scale should be considered whenever differences in phylogenetic structure are discussed and interpreted (1). In another study we show that phylogenetic relatedness of invaders to native species promotes invasion because of their shared adaptations to the same environments. Alien species more strongly invade community types that are phylogenetically clustered, and because they tend to be related to native species, invaded community types become even more clustered (2).

1. Lososová Z., Šmarda P., Chytrý M., Purschke O., **Pyšek P.**, **Sádlo J.**, Tichý L. & Winter M. (2015) Phylogenetic structure of plant species pools reflects habitat age on the geological time scale. *Journal of Vegetation Science* 26: 1080–1089 (doi: 10.1111/jvs.12308). – 2. Lososová Z., **de Bello F.**, Chytrý M., Kühn I., **Pyšek P.**, **Sádlo J.**, Winter M. & Zelený D. (2015) Alien plants invade more phylogenetically clustered communities and cause their even stronger clustering. *Global Ecology and Biogeography* 24: 786–794 (doi: 10.1111/geb.12317)

Fig. 4. The relationship between the number of alien species in the species pools and the phylogenetic diversity of the native part of the species pools expressed by mean phylogenetic distance indices for 88 central-European plant community types. Alien species are divided into archaeophytes and neophytes according to their residence time. Taken from Lososová et al., *Global Ecology and Biogeography* 24: 786–794, 2015.



Výsledek 3: Nepůvodní rostliny invadují společenstva s vyšším stupněm fylogenetického shlukování

Fylogenetická příbuznost druhů v rámci jednotlivých typů rostlinných společenstev (tzv. fylogenetická struktura) je často používána k vyvozování představy o procesech, jež vedly k současnému druhovému složení, přičinám těchto procesů však stále dobře nerozumíme. Studovali jsme, zda je fylogenetická struktura zásoby druhů současných společenstev, reprezentujících jednotlivé stanovištní typy, odrazem existence dotyčného habitatu v průběhu geologické historie. Analýza ukázala, že stáří habitatu má významný vliv na fylogenetickou strukturu souboru druhů, jež jsou na něj v současnosti vázané (1). V dalším kroku jsme ukázali, že vyšší fylogenetická příbuznost mezi druhy, které do společenstva invadují, a druhy, které jsou v něm přítomné, zvyšuje pravděpodobnost invaze. Nepůvodní druhy invadují snáze společenstva, pro která je typický vyšší stupeň fylogenetického shlukování, a protože jsou příbuzné původním druhům, společenstvo po invazi vykazuje ještě vyšší míru tohoto parametru (2).

1. Lososová Z., Šmarda P., Chytrý M., Purschke O., **Pyšek P.**, **Sádlo J.**, Tichý L. & Winter M. (2015) Phylogenetic structure of plant species pools reflects habitat age on the geological time scale. *Journal of Vegetation Science* 26:

1080–1089 (doi: 10.1111/jvs.12308). – 2. Lososová Z., **de Bello F.**, Chytrý M., Kühn I., **Pyšek P.**, **Sádlo J.**, Winter M. & Zelený D. (2015) Alien plants invade more phylogenetically clustered communities and cause their even stronger clustering. *Global Ecology and Biogeography* 24: 786–794 (doi: 10.1111/geb.12317)

Obr. 4. Vztah mezi počtem nepůvodních druhů vázaný na dotyčný habitat a fylogenetickou diverzitou původních druhů na něj vázaných, vyjádřený pro 88 typů středoevropských rostlinných společenstev. Nepůvodní druhy jsou rozděleny na dvě skupiny podle doby zavlečení (dřívější archeofyty a pozdější neofyty). Převzato z Lososová et al., *Global Ecology and Biogeography* 24: 786–794, 2015.