

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



Česká zemědělská
univerzita v Praze

Testování rostlin v rámci projektu „Pěstuj bezpečně -
nepodporuj invazní druhy”

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: doc. Ing. Kateřina Berchová, Ph.D.

Konzultant: Ing. Josef Kutlvašr

Bakalant: Filip Němeček

2024

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Filip Němeček

Aplikovaná ekologie

Název práce

Testování rostlin v rámci projektu "Pěstuj bezpečně – nepodporuj invazní druhy"

Název anglicky

Plant testing as a part of a "Grow safely – do not support invasive species" project

Cíle práce

Hlavním cílem práce je srovnání invazních schopností zahradních a zplaňujících zástupců rodu hvězdnice (*Aster* s.l.). Součástí práce je i stručná charakteristika rodu, výčet a charakteristika v Česku rostoucích a v zahradnictvích volně dostupných taxonů rodu. Cílem teoretické práce je zjištění, které druhy jsou pěstovány a jaký mají potenciál zplaňovat. Experimentální částí práce bude výsadba a napěstování taxonů vybraných v rámci projektu "Pěstuj bezpečně – nepodporuj invazní druhy", sběr dat o růstu rostlin a určení míry klíčivosti semen.

Metodika

V teoretické části bude vedle dostupné literatury použita databáze Pladias pro zjištění výskytů jednotlivých taxonů. V experimentální části bude založen víceletý zahradní pokus, kdy u jednotlivých taxonů budou zjišťovány přírůsty formou měření váhy biomasy a počtu a délky výhonů. Z rostlin budou sebrána semena a u nich bude v laboratorních podmínkách zjištěna klíčivost jako jeden z důležitých faktorů pro zplanění.

Doporučený rozsah práce

30-50 stran, 2 nákresy či grafy

Klíčová slova

invazní rostliny, zahradnictví, okrasné druhy, klíčivost, Aster s. l.

Doporučené zdroje informací

- Dehnen-Schmutz K., Touza J., Perrings C., Williamson M., 2007: A century of the ornamental plant trade and its impact on invasion success. *Diversity and Distributions* 13: 527-534.
- Dehnen Schmutz K., 2011: Determining non-invasiveness in ornamental plants to build green lists. *Journal of Applied Ecology* 48: 1374-1380.
- Pyšek P., Sádlo J., Chrtek Jr. J., Chytrý M., Kaplan Z., Pergl J., Pokorná A., Axmanová I., Čuda J., Doležal J., Dřevojan P., Hejda M., Kočár P., Kortz A., Lososová Z., Lustyk P., Skálová H., Štajerová K., Večeřa M., Vítková M., Wild J., Danihelka J., 2022: Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts. *Preslia* 94: 447-577.
- van Kleunen M., Essl F., Pergl J., Brundu G., Carboni M., Dullinger S., Early R., González-Moreno P., Groom Q. J., Hulme P. E., Kueffer C., Kühn I., Mágua C., Maurel N., Novoa A., Parepa M., Pyšek P., Seebens H., Tanner R., Touza J., Verbrugge L., Weber E., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter M., Klöner G., Talluto M.V., and Dehnen-Schmutz K. 2018: The changing role of ornamental horticulture in alien plant invasions. *Biological Reviews* 93: 1421-1437.
- Vojík P., Sádlo J., Petřík P., Pyšek P., Man M., Pergl J., 2020: Two faces of parks: sources of invasion and habitat for threatened native plants. *Preslia* 92: 353-373.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

doc. Ing. Kateřina Berchová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Konzultant

Ing. Josef Kutlvašr

Elektronicky schváleno dne 18. 3. 2024

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 3. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou/závěrečnou práci na téma: Testování rostlin v rámci projektu "Pěstuj bezpečně - nepodporuj invazní druhy" vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Prohlašuji, že jsem nástroje AI využil v souladu s vnitřními předpisy univerzity a principy akademické integrity a etiky. Na využití těchto nástrojů v práci vhodným způsobem odkazuji. Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 27.3.2024

Podpis

Poděkování

Mé poděkování patří doc. Ing. Kateřině Berchové Bímové, Ph. D. a Ing. Josefovi Kutlvašrovi za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovali, taktéž jako Maryně Buts za pomoc při sběru dat. Dále bych chtěl poděkovat své přítelkyni a rodině za veškerou podporu, kterou mi věnovali.

V Praze dne 27.3.2024

Podpis

Abstrakt

Invazní rostlinné druhy působí problémy po celém světě. Nepůvodní rostlinné druhy vysazované za účelem okrášlení prostor, či obohacení sbírek dnes tvoří desítky procent flór států. V novém prostředí se totiž za absence přirozených predátorů a patogenů mohly nekontrolovaně šířit. Šlechtění a propagace druhů, jež invazní chování vykazují, stran zahradníků a botanických zahrad, tento problém pouze prohlubuje. Tato práce se týká vybraných druhů rodu *Aster* s. l., u nichž byly testovány růstové a klíčivé vlastnosti v rámci projektu „Pěstuj bezpečně - nepodporuj invazní druhy“. Cílem projektu je určení „bezpečných“ okrasných druhů, kterými by bylo možno invazní druhy v rámci výsadeb nahradit. V rešeršní části byly diskutovány vlastnosti spojované s invazemi druhů, charakteristika zájmového rodu a výčet v České republice původních, nepůvodních a zahradničky dostupných taxonů. V experimentální části bylo vysazeno 50 jedinců od každého z následujících druhů, *Symphyotrichum ericoides*, *Symphyotrichum lateriflorum* var. *horizontalis*, *Symphyotrichum novi-belgii* agg., *Aster ×frikartii* ‘Monch’ a *Kalimeris incisa*. U všech jedinců byla v prvním i druhém roce experimentu změřena výška výhonů a byl zaznamenán jejich počet. V rámci obou let byli jedinci vyzvednuti a usušená biomasa byla zvážena. Klíčivost zkoumal klíčivost vzorku 90 semen náhodně sebraných od každého z druhů. Na základě získaných dat byly pro výsadbu doporučeny druhy *Aster ×frikartii* ‘Monch’ a *Symphyotrichum lateriflorum* var. *horizontalis*. Práce přinesla poznatky o chování sledovaných druhů. Výsledky experimentu mohou být použity pro lepší pochopení chování rostlin v rámci okrasných kultur.

Klíčová slova:

invazní rostliny, zahradnictví, okrasné druhy, klíčivost, *Aster* s.l.

Abstrakt

Invasive plant species pose worldwide problems. Non-native plant species introduced for ornamental reasons or to enrich botanical collections now constitute a significant percentage of the flora of many states. These species have been able to spread uncontrollably in their new environments due to the absence of their natural predators and pathogens. Breeding and propagation of species exhibiting invasive behaviour, by gardeners and botanical gardens, only exacerbates this problem. This study focuses on selected species of the genus *Aster* s.l., where growth and germination characteristics were tested as a part of the "Grow safely - do not support invasive species". The project aims to identify "safer" ornamental species that could replace invasive species in the plantings. The literature review discusses traits associated with invasion of the species, characteristics of the genus of interest, and a list of native, non-native, and commercially available taxa in the Czech republic. In the experimental part, 50 individuals of each of the following species were planted, *Symphyotrichum ericoides*, *Symphyotrichum lateriflorum* var. *horizontalis*, *Symphyotrichum novi-belgii* agg., *Aster* ×*frikartii* 'Monch' and *Kalimeris incisa*. The height of the shoots and their number were measured in the first and second year for all individuals, and their biomass was weighed after drying. Germination test were conducted on a sample of 90 seeds randomly collected from each species. Based on the obtained data, *Aster* ×*frikartii* 'Monch' and *Symphyotrichum lateriflorum* var. *horizontalis* were recommended for planting. The study provided insights into the behaviour of the studied species and the experiment results can be used to better understand plant behaviour in ornamental cultures.

Keywords:

invasive alien plants, horticulture, ornamental species, germination, *Aster* s.l.

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	2
3. Literární rešerše.....	3
3.1. Invazní nepůvodní druhy.....	3
3.1.1. Historické hledisko.....	3
3.1.2. Definice základních pojmů.....	3
3.1.3. Vlastnosti přispívající k invazivitě druhů.....	4
3.1.4. Hlavní zdroje invazí.....	7
3.1.5. Vliv invazí na biodiverzitu.....	9
3.1.6. Snahy o snížení invazního tlaku.....	9
3.1.7. Nutná opatření, budoucnost invazí a výzkumu.....	10
3.1.8. Invaze v kontextu České republiky.....	11
3.1.10. Pěstuj bezpečně - nepodporuj invazní druhy.....	12
3.2. Charakteristika rodu Aster.....	14
3.2.1. Původní a současné rozšíření.....	17
3.2.2. Současný výzkum na případu Aster amellus.....	17
3.3. V Čechách rostoucí a zahradnický užívané taxony.....	18
3.3.1. Rod Aster (hvězdnice).....	19
3.3.2. Rod Tripolium (hvězdnice).....	22
3.3.3. Rod Eurybia (hvězdnice).....	23
3.3.4. Rod Galatella (hvězdnice).....	25
3.3.5. Rod Symphyotrichum astříčka (hvězdnice).....	26
4. Metodika.....	35
4.1. Zahradní experiment.....	35
4.1.1. Studované taxony rodu Aster s. l.....	36
4.2. Klíčící experiment.....	38
5. Výsledky.....	40
6. Diskuze.....	45
7. Závěr a přínos práce.....	48
8. Přehled literatury a použitých zdrojů.....	49

1. Úvod

Tisíce organismů byly člověkem introdukovány mimo svou původní oblast výskytu, kde se dokázaly etablovat a vytvořit soběstačné populace (Dawson et al., 2017). Zatímco některé druhy byly zavlečeny neúmyslně, veliké procento rostlin rozličného užití bylo introdukováno záměrně. Jde zejména o rostliny „ekonomického zájmu“, tedy pro člověka důležité, ať už jako jídlo, koření, stavební materiál, nebo pro účely okrasného zahradnictví (Lambdon et al., 2008). Druhy zavlečené mimo svou původní oblast výskytu mohou způsobit značné ekosystémové a ekonomické problémy. Přes zvyšující se managementové a eradikační snahy se jejich abundance a vliv na globální biodiverzitu neustále zvyšuje (Hulme et al., 2010). Pouze zlomek druhů je schopen překonat naturalizační bariéru a uniknout z kultury (Richardson et al., 2000), ale náklady na eradikaci a management těchto druhů mohou dosahovat horentních sum (van Kleunen et al., 2018).

V Evropě je pěstění rostlin spojeno s dlouhou tradicí (Zhou, 1994). Díky rostoucí míře globalizace se obchodování s okrasnými druhy stalo hlavním hráčem na poli introdukce nepůvodních druhů. Zámecké parky, školky a botanické zahrady jsou nejvýznamnějšími zdroji úniků (van Kleunen et al., 2018). Šíření napomáhají i projektanti, kteří užívají druhy s bohatým kvetením (Shackelton et al., 2019), dobrým vegetativním a generativním rozmnožováním (Kutlvašr et al., 2019) a širokou enviromentální tolerancí (Knight et al., 2011). V posledních letech jsou invazní vlastnosti rostlin často zkoumány (např. Pyšek a Richardson, 2007; Pyšek et al., 2015). Tyto studie se však zabývají pouze druhy volně rostoucími a ty pěstované jsou upozaděny (Kutlvašr et al., 2019) a to i přes jejich ohromný globální vliv na původní floru. Prodej okrasných druhů je zdrojem příjmů, nelze tedy ekonomickým subjektům zakázat jejich prodej (van Kleunen et al., 2018). Lze však do kultur užít hybridů, kultivarů cíleně šlechtěných na vlastnosti, jež snižují, nebo eliminují invazivitu, a obecně méně agresivních druhů (Datta et al., 2020).

2. Cíle práce

V rámci práce bude zpracována rešerše týkající se problematiky nepůvodních invazních druhů. Budou diskutovány vlastnosti nebo soubory vlastností spojované s invazními druhy, invaze v kontextu České republiky a vztah invazních nepůvodních druhů a zahradnického průmyslu. Dále bude zpracována stručná charakteristika rodu *Aster* s. l., seznam v zahradnictvích dostupných druhů a druhů jež zplaňují, či jsou původní na území České republiky, také jako stručná charakteristika druhů pěstovaných v experimentální části práce. V rámci experimentální části práce bude vysázeno 5 druhů rodu *Aster* s. l., vybraných v rámci projektu „Pěstuj bezpečně - nepodporuj invazní druhy“. Proběhne měření iniciální výšky, vyzvednutí rostlin a sběr dat o přírůstech. Dále bude proveden klíčící experiment a statistická analýza nasbíraných dat. Výstupem práce bude ověření klíčících vlastností vybraných druhů rostlin a seznámení se s aktuální problematikou týkající se invazí nepůvodních druhů.

3. Literární rešerše¹

3.1. Invazní nepůvodní druhy

3.1.1. Historické hledisko

Již před vznikem Říše římské (< 27 př. n. l.) a zejména během středověku (6–16. stol. n. l.), byly rostliny převáženy v rámci Evropy a v ojedinělých případech docházelo k importu z východní a střední Asie (Campbell-Culver, 2001). Z Mexika máme zprávy o zahradách králů Moctezumy I. (1390–1469), Moctezumy II. (1465–1520) nebo Netzahualcóyotla (1402–1472), do kterých byly rostliny sbírány po celém Mexiku a území Jižní Ameriky (Sánchez, 1997).

Po konci Středověku (cca. 15/16 stol.) nastal velký průzkumnický rozmach stran evropských národů, jež dal vzniknout první, opravdu globální síti pro obchod a výměnu rostlinného materiálu (Mack, 2000). Rostliny cestovaly do i z Evropy a zároveň probíhala výměna materiálu v rámci kolonií evropských mocností (Dunlap, 1997). Již v 18. století bylo na území Britských ostrovů zavlečeno okolo 9000 okrasných rostlin (Clement a Foster, 1994) a většina dnes v Evropě naturalizovaných druhů byla zavlečena právě v rámci 18. a 19. století (Maurel et al., 2016).

3.1.2. Definice základních pojmů

Termínem **nepůvodní** označujeme druh, jež za vědomé či nevědomé asistence člověka překonal geografickou bariéru při procesu zvaném **introdukce** (zavlečení). Tyto můžeme dále rozdělit (dle míry úspěchu v naturalizačně-invazním procesu) na **přechodně zavlečené**, **naturalizované** a **invazní**.

Přechodně zavlečené jsou druhy jež nejsou schopny vytvořit životaschopné populace a jsou závislé na neustálém přísunu diaspor.

¹ Kontroly gramatiky a interpunkce textu, stejně tak jako ke stylistické reformulace byly prováděny za pomoci nástroje ChatGPT dostupného z <<https://chat.openai.com/>>.

Znění promptů: “Zkontroluj gramatiku tohoto textu”

“Zkontroluj interpunkci tohoto textu”

“Přepiš daný textu tak, aby bylo dosaženo větší koherence”

Pokud jsou druhy schopny rozmnožování (vegetativního nebo generativního) a přežijí více populačních cyklů, bez zásahů stran člověka, lze je prohlásit za **naturalizované**. Druhy naturalizované sice vytvoří soběstačné populace, ale nešíří se do okolí.

Invazním je druh nazýván, pokud se intenzivně rozmnožuje a šíří na poměrně značné vzdálenosti od mateřských populací. Překonání vzdálenosti větší než 100 m v rámci 50 let, při šíření semeny a dalšími propagulemi, nebo překonání vzdálenosti větší než 6 m do 3 roků, vegetativním způsobem, je považováno za důkaz invazního chování druhu (Richardson et al., 2000).

3.1.3. Vlastnosti přispívající k invazivitě druhů

Rostliny užívají k invaznímu šíření široké spektrum mechanismů a vlastností, neexistují žádné univerzální znaky, při jejichž přítomnosti je rostlina prohlášena za invazní. Úspěšná invaze je spíše o souhře vlastností, pomocí kterých je rostlina schopna zaplnit prázdné niky v nových prostředích (Keane a Crawley, 2002). Lze však zkoumat vlastnosti, jež mohou být prediktorem invazivity (Rejmánek et al., 2005).

Genetické

Polyploidie je genetický jev přítomný u mnoha rostlinných druhů. Jde o přítomnost tří nebo vícero chromozomových sad v buněčném jádru a je známo, že jde o důležitý mechanismus speciace rostlin (Ramsey a Schemske, 1998). Frekvence polyploidie je u invazních rostlin vysoká (Tayalé a Parisod, 2013).

Ke vzniku polyploidů dochází buď somatickým zdvojením, nebo vytvořením neredukovaných gamet. Při splynutí neredukované gamety s redukovanou vznikají triploidní jedinci, kteří při zkřížení s dalším diploidem nebo triploidem, umožňují vznik tetraploidů, tomuto procesu se říká "triploidní most". Při křížení různých vyšších cytotypů nebo cytotypů lichých vznikají vyšší stupně ploidie (Ramsey a Schemske, 1998).

Vzniklí jedinci mají vyšší genetickou variabilitu, s níž se také pojí vyšší fenotypová plasticita. Thébaud a Simberloff (2001) tvrdí, že právě ta je úzce spojena s invazním úspěchem. Díky zvýšené genotypové a fenotypové variabilitě jsou druhy lépe vybaveny pro adaptaci na nová prostředí a získávají výhodu v rámci kompetice (Simpson, 2019).

Vegetativní rozmnožování

V rámci nepohlavního rozmnožování rostliny vytváří potomstvo, které je po genetické stránce totožné s mateřskou rostlinou. Toho jsou schopny docílit vegetativním způsobem nebo apomixií.

Při vegetativním způsobu se rostlina rozšiřuje pomocí klonů (ramet), jež vznikají z jejích vegetativních pletiv. Ramety mohou mít formu stolonů (nad povrchem) nebo rizomů (pod povrchem; Klimešová, 2018). Ramety zůstávají propojené a rostlina je díky tomu schopna „přeposílat“ zdroje v případě, že se jiné ramety dostanou do míst, kde není zdrojů dostatek, nebo vyživovat nově rostoucí klony, které nemají ještě takové zásoby (Song et al., 2013).

Druhým z hlavních způsobů nepohlavního rozmnožování je apomixie, jde o proces, při kterém rostlina vyprodukuje semena z vaječné buňky, jež nebyla oplodněna. Vajíčko sdílí ploidii svého rodiče, jelikož neprochází redukčním dělením (Simpson, 2019).

Generativní rozmnožování

Sexuální rozmnožování zajišťuje genetickou variabilitu jedinců a populací, rozlišujeme samosprašnost a cizosprašnost.

Samosprašnost je jednou z hlavních reprodukčních strategií u mnoha kolonizujících druhů (Brown a Burdon, 1987). Uchylují se k ní většinou rostliny jednoleté, jež nemají na reprodukci více cyklů, tak, jako druhy vytrvalé (Losos et al., 2013). Při porovnání několika párů rostlin, v nichž dvojice tvořila vždy naturalizovaná a v naturalizaci neúspěšná rostlina, ke kterým nebyli připuštěni

opylovači, se ukázalo, že u naturalizovaných druhů byla úspěšnost samooplození vyšší. Nejvyšší úspěšnost měly druhy, jež byly invazní (van Kleunen et al., 2008).

Pro obsazování nových stanovišť je mnohem výhodnější cizosprašnost a s ní spojené zvyšování polymorfismu a fenotypové plasticity (Pannell a Barrett, 1998). Mnoho druhů je schopno využívat vícero výše uvedených mechanismů, podle toho, co je pro ně v danou chvíli nejvýhodnější. Spoustu polyploidních taxonů v rámci populace tvoří směs sexuálně se rozmnožujících jedinců, fakultativních apomiktů a obligátních apomiktů, což jim poskytuje ohromnou výhodu co se vzniklé genetické variability týče (Bayer, 1999).

Morfologie

Podíváme-li se na morfologické porovnání invazních a nepůvodních druhů, lze taktéž vysledovat určité trendy v adaptacích druhů. Invazní druhy mívají vyšší specifickou listovou plochu (SLA), tedy větší výkonnost (využití sluneční energie), také rostou rychleji (relativní rychlost růstu; RGR) a do větších rozměrů než druhy původní/nenaturalizované (Rejmánek et al., 2005).

Semena jsou produktem pohlavního rozmnožování rostlin. Pro efektivní šíření a vznik nových populací mají rozličné adaptace naznačující typ šíření (Simpson, 2019) nebo strategii šíření (sensu Sádlo et al., 2018). Semena mohou být opatřena chmýrem, nebo křídly, pro zachytávání se na srsti živočichů (epizoochorie) a šíření větrem (anemochorie) nebo vodou (hydrochorie) na velké vzdálenost. Přítomnost jedlé dužiny plodů umožňuje překonávat dlouhé vzdálenosti v trávicích traktech zvířat (endozoochorie; Simpson, 2019). Studie které srovnávaly velikost semen u invazních druhů jsou rozporuplné, a nelze tedy tvrdit, že velikost semen má vliv na invazivitu (Pyšek a Richardson, 2007).

Klíční

Klíční vlastnosti jsou jedněmi z hlavních ukazatelů invaznosti druhu. Jde o nejranější významný vývojový přechod rostliny, podmínky prostředí jež vyvolávají klíčení jsou ty, jež rostlina zažije a mají zásadní vliv na budoucí fitness semenáčků, perzistenci, rozšíření a také na evoluční potenciál rostlin (Donohue et al., 2010).

Obecně lze říci, že druhy šířící se pomocí semen jsou v rámci invaze rychlejší, než druhy šířící se vegetativně (Pyšek a Tichý, 2001). Načasování a rychlost klíčení ovlivňuje konkurenční prostředí (Forbis, 2010), včetně kompetice mezi původními a nepůvodními druhy (Gioria et al., 2016).

Klíční vlastnosti druhů jsou zkoumány za užití klíčnicích experimentů, při nichž se sleduje úspěšnost klíčení (celkové procento vyklíčených jedinců, čas do vyklíčení prvního jedince, celková rychlost klíčení aj.) a odhaduje se v jakém rozsahu podmínek prostředí ke klíčení může dojít (Gioria a Pyšek, 2017). Sběr dat z těchto experimentů je relativně snadný a umožňuje získání informací o velkém počtu druhů v poměrně krátkém čase (Dürr et al., 2015). Mnohé studie naznačují, že úspěšnost a rychlost klíčení předurčují do jaké míry se bude druh v novém prostředí schopen uchytit a šířit se, vypovídají taktéž o jeho budoucí abundanci a celkovém vlivu na prostředí (Colautti et al., 2006).

Mnoho nepůvodních invazních druhů je schopno klíčit dříve, později, úspěšněji a v širším spektru okolních podmínek, než neinvazní, či původní druhy (Pyšek a Richardson, 2007). Druhy jež klíčí dříve než ostatní profitují z brzkého přístupu ke zdrojům, stejně tak jako z absence kompetice (Gioria a Osborne, 2014). Rychle rostoucí dominantní druhy tak mohou způsobovat problémy v rámci stanovišť stepního charakteru, kde původní druhy klíčí později (Wainwright a Cleland, 2013), nebo v rámci společenstev s původními jarními efemery, jež na nahromadění biomasy potřebují přímý osvit (Rothstein a Zak, 2001). Na druhé straně spektra jsou druhy s opožděným klíčením. Druhy jako *Bromus tectorum* L. (sveřep střešní; Harris, 1967), které profitují za podmínek, jež jsou pro ostatní druhy s klíčením neslučitelné. Semenáčky musí sice vydržet větší abiotický stres, ale pokud méně příznivé podmínky vydrží a dojdou do vývojového stadia, ve kterém jsou schopny přezimovat, získávají velký náskok pro nadcházející vegetační sezonu. Ačkoliv je efekt pozdního klíčení studii přehlížen, může invazním druhům poskytovat stejné výhody jako v případě klíčení dřívějšího (Gioria et al., 2016).

3.1.4. Hlavní zdroje invazí

Většina invazních druhů rostlin byla do svého prostředí introdukována záměrně a zejména skrz kultivaci v soukromých i veřejně přístupných zahradách, zahradnický průmysl a botanické zahrady jsou hlavními zdroji invazí (van Kleunen et al., 2018). Díky regionálním analýzám naturalizované flóry víme, že více než polovina nepůvodních druhů byla introdukována prostřednictvím okrasného zahradnictví (např. Česká republika: Pyšek et al., 2022; Velká Británie: Clement a Foster; 1994, Spojené státy americké: Mack a Erneberg, 2002).

Nejméně 51 % všech známých druhů cévnatých rostlin se pěstuje v domácích (10 %) nebo botanických (25 %) zahradách. Většina (88 %) druhů, které najdeme v domácích zahradách, je pěstována i v zahradách botanických a je vysoce pravděpodobné, že většina druhů vysazených ve veřejné zeleni, pro které nelze získat data, je také pěstována v domácích nebo botanických zahradách (Mayer et al., 2017).

V rámci více než 3000 botanických zahrad, jež ve své studii zahrnul Hulme (2015), se 99 % nepůvodních invazních rostlin vyskytovalo v jedné nebo více z nich. V zahradách nebyla pěstována ani čtvrtina (23 %) druhů červeného seznamu a zahrady v průměru pěstovaly čtyřikrát více nepůvodních druhů, než druhů z červených seznamů. Jediná živá sbírka sice představuje relativně malé riziko, ovšem se zvyšujícím se počtem botanických zahrad v regionu roste i pravděpodobnost zplanění (Hulme, 2015). Pro 450 druhů, uvedených ve studii, jež publikoval Weber (2003), platí, že počet oblastí, kde je každý z těchto druhů invazní, pozitivně koreluje s jejich četností ve sbírkách botanických zahrad po celém světě (Hulme, 2011). Mnohé dnes naturalizované nebo invazní taxony jako například *Solidago canadensis* L. (zlatobýl kanadský) nebo *Solidago gigantea* Aiton (zlatobýl obrovský), byly poprvé v rámci Evropy vysazeny v botanických zahradách v Paříži a Londýně (Weber, 1998).

Nejvýznamnějšími zdroji úniků rostlin do přírody sice stále zůstávají školky ve veřejném i privátním sektoru, to ovšem neznamená, že by se měl vliv botanických

zahrad opomíjet (Hulme, 2011, 2015). Van Kleunen et al. (2018) uvádějí, že se přibližně jedna třetina botanických zahrad z databáze Botanic Garden Conservation International (BGCI), zejména v rozvojových zemích, podílí na maloobchodním prodeji rostlin, nebo provádí zahradnický výzkum a přibližně jedna desetina všech zahrad okrasné druhy aktivně šlechtí.

Jak zmiňuje Dehnen-Schmutzová et al. (2007), invazní druhy jsou prodávány více školkami než ty neinvazní, cena semen invazních druhů je podstatně nižší a pravděpodobnost úniku z kultury vzrůstá s mírou dostupnosti druhů a se snižující se cenou semen. Velkoobchodní i maloobchodní dostupnost a cena poté určují, které druhy se objeví v botanických zahradách, na veřejných prostranstvích a v našich soukromých (domácích) zahradách (Richardson et al., 2000).

3.1.5. Vliv invazí na biodiverzitu

Invazní rostliny způsobují genetickou erozi původních druhů, prostřednictvím hybridizace a vytvářením nových genotypů ovlivňují genetickou rozmanitost. Exotické druhy mohou skrz fragmentace a modifikace stanovišť snižovat genetickou rozmanitost druhů, jež vede ke genetickému driftu a příbuzenskému šíření (Yanbao et al., 2010). Winter et al. (2009) demonstrovali efekt invazí na evropském kontinentu za použití dat z 23 evropských regionů, na příkladu homogenizace flory v jednotlivých regionech. Od roku 1500 se dle studie sice zvýšila taxonomická alfa diverzita, ovšem fylogenetická alfa diverzita zaznamenala pokles, zvýšená fylogenetická a taxonomická podobnost vedla k celkovému snížení beta diverzity napříč regiony.

3.1.6. Snahy o snížení invazního tlaku

Do dnešního dne nebylo zdokumentováno snažení o redukci invazního rizika ze strany zahradnického průmyslu (Novoa et al., 2015). Velký problém představuje fakt, že zahradníci z ekonomického hlediska preferují invazní vlastnosti pěstovaných druhů, např. raně kvetoucí rostliny okrášlí zahradu dříve, ale zároveň jsou zpravidla déle kvetoucí a tudíž mají více času na vysemenění. Rychle rostoucí rostliny vytvoří ve stejném časovém horizontu více kvetoucí biomasy a více propagulí a v záhonu se

rozdávají rychleji (Drew et al., 2010). Anderson et al., (2006) představili ve své studii 10 vlastností, prostřednictvím kterých dochází ke snížení invazivnosti, jsou jimi například zpomalení růstu, zredukovaná genetická variabilita propagulí, nekvetení, nedostatek jedlé dužiny plodů nebo sterilita výsledných kultivarů. Snažení o šlechtění neinvazních kultivarů se prozatím soustředilo spíše na sníženou fekunditu (Freyre et al., 2016). U vytrvalých druhů však stačí na započítání invaze i malý objem semen (Knight et al., 2011) a při cílení na sterilitu semen, či dwarfismus zase mohou také některé druhy revertovat do svých původních forem (Brand et al., 2012).

3.1.7. Nutná opatření, budoucnost invazí a výzkumu

Zvyšování teplot, rostoucí fragmentace krajiny a disturbance v rámci pozměněného užívání krajiny již invazím napomáhají dnes a je pravděpodobné, že tomu tak bude i v příštích letech (Liu et al., 2017).

Van Kleunen et al. (2018) nastiňuje vývoj invazí a poukazuje na důležité směry, kterými by se měl budoucí výzkum ubírat. Je zapotřebí porozumět lépe způsobům šíření, klást důraz na studie týkající neinvaznějších druhů a zároveň monitorovat druhy, jež by mohly prolomit naturalizační bariéru. Haeuser et al. (2018) definovali tři hlavní prediktory naturalizačního úspěchu, jsou jimi klimatická vhodnost, dostupnost ve školkách a naturalizační úspěch v rámci jiných lokalit. Predikování budoucí naturalizace a včasná právní regulace na základě dostupných dat je stěžejní v rámci boje s invazními druhy. Další výzkum vlastností indikujících invaznost a hlubší porozumění vztahu mezi zahradnickým průmyslem a invazními druhy je nezbytný. Zkoumání dostupných právních rámců a navrhování nových regulačních politik (van Kleunen et al., 2018) je taktéž žádoucí, například zdanění importu a prodeje invazních okrasných druhů by znatelně snížilo budoucí invaze (Knowler a Barbier, 2015).

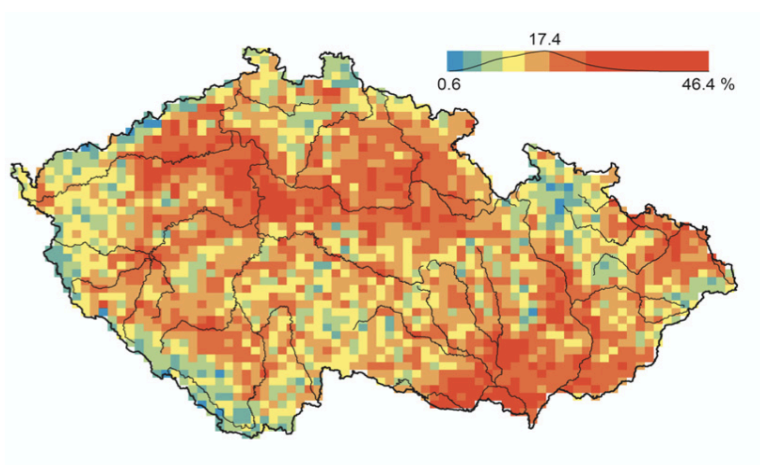
Neméně důležité je informování a vzdělávání veřejnosti, školkařů a dalších zainteresovaných subjektů, o negativních dopadech invazí a jak jim předcházet (van Kleunen et al., 2018). Drew et al. (2010) jsou názoru, že je záhodno vytvořit systém,

jež by efektivním způsobem dohlížel na pěstování invazních druhů v zahradnictvích a zároveň zahrnul v potaz ekonomické zájmy těchto subjektů. Řešení by mohlo využít tržních mechanismů a motivovat pěstitele i koncové zákazníky k užívání neinvazních druhů.

3.1.8. Invaze v kontextu České republiky

V České republice nepůvodních 1576 taxonů, 150 z nich jsou druhy invazní. Nepůvodní druhy představují 37.7 % celkové flóry. Nejrozšířenějšími invazními druhy jsou například *Arhenaterum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl (ovsík vyvýšený), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (pcháč oset), *Impatiens parviflorra* DC. (netýkavka malokvětá) nebo *Solidago canadensis* (zlatobýl kanadský). Podíl nepůvodních taxonů v rámci jednotlivých mapovacích kvadrantů databáze Pladius dosahoval v některých případech až 46.4 % (obr. č. 1). Úmyslně zavlečené okrasné druhy tvoří 36.7 % všech nepůvodních taxonů (Pyšek et al., 2022; Pladius – databáze české flóry a vegetace, www.pladius.cz, 2024).

Většina druhů v současnosti považovaných za invazní byla již na našem území přítomna okolo roku 1900 a čtvrtina z nich byla zavlečena ze severoamerického kontinentu. Nejvíce invadované jsou nížiny spojené se zemědělskou činností, městské, průmyslové a těžební oblasti a aluviální stanoviště (Pyšek et al., 2022).



Obr. č. 1: Procentuální zastoupení nepůvodních druhů v rámci jednotlivých mapovacích kvadrantů databáze Pladius (Pyšek et al., 2022)

3.10. Pěstuj bezpečně - nepodporuj invazní druhy

V rámci zahradnických realizací stále dochází k sázení nepůvodních i invazních rostlin. Hobby markety, zahradnická centra a školky s vidinou větších zisků prodávají druhy, které bohatě kvetou a rychle se rozrůstají. Přesně tyto druhy však mohou zplaňovat a působit nemalé škody ve volné přírodě (van Kleunen et al., 2018, Kutlvašr et al., 2019, Berchová Bímová et al., 2023). Zahradníci (profesionální i laičtí) by měli být informováni o rizicích spojených se sázením nepůvodních a invazních rostlin (Dehnen-Schmutz a Conroy, 2018, van Kleunen et al., 2018).

Projekt „Pěstuj bezpečně - nepodporuj invazní druhy“ je společným úsilím České zemědělské univerzity v Praze (ČZU), Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví (VÚKOZ), Svazu zakládání a údržby zeleně (SZUZ) a Coventry university (CU). V rámci projektu byl již vytvořen seznam „bezpečných“ druhů (obr. č. 2), kterými lze nahradit okrasné druhy vykazující invazní chování. Cílem je osvěta laické i odborné veřejnosti v problematice nepůvodních a invazních rostlin v rámci zahradnické praxe. Pod hlavičkou projektu probíhá sadba. Na několika proběhlých seminářích a workshopech již byly stran účastníků navrženy nové druhy , jež způsobují problémy.

Číslo	Druh invazní	Druh alternativní
1	<i>Lupinus polyphyllus</i>	<i>Baptisia</i>
2	<i>Solidago canadensis</i>	<i>Solidago caesia</i> , <i>S. virgaurea</i>
3	<i>Aster novi-belgii</i> agg.	<i>Kalimeris incisa</i> , <i>Aster xfrickartii</i> , <i>A. amellus</i> 'Rudolf Goethe', <i>A. lateriflorus</i> , <i>A. omerystinus</i> , <i>A. ogeratooides</i>
4	<i>Lychnis coronaria</i>	<i>Artemisia stelleriana</i> , <i>Salvia argentea</i> , <i>Dianthus gratianopolitanus</i> , <i>Dianthus carthusianorum</i>
5	<i>Stachys byzantina</i>	<i>Artemisia stelleriana</i> , <i>Salvia argentea</i> , <i>Veronica incana</i>
6	<i>Rudbeckia hirta</i>	<i>Coreopsis palmata</i> , <i>Rudbeckia fulgida</i>
7	<i>Rudbeckia laciniata</i>	<i>Rudbeckia occidentalis</i>
8	<i>Aquilegia vulgaris</i> cv.	Botanický druh
9	<i>Digitalis purpurea</i>	<i>Penstemon barbatus</i> 'Coccineus'
10	<i>Stipa tenuissima</i>	<i>Stipa pennata</i> , <i>S. joannis</i>
11	<i>Centranthus ruber</i>	<i>Lychnis chalcedonica</i> , <i>Monarda didyma</i> , <i>Achillea millefolium</i> 'Paprika'
12	<i>Lysichiton americanus</i>	<i>Arum italicum</i>
13	<i>Teledkia speciosa</i>	<i>Inula helenium</i>
14	<i>Fallopia aubertii</i>	<i>Clematis vitalba</i> , jiné plaménky a jejich kultivary
15	<i>Lamium galeobdolon</i> subsp. <i>argenteatum</i>	<i>Lysimachia nummularia</i>
16	<i>Parthenocissus quinquefolia</i> agg.	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>
17	<i>Helianthus tuberosus</i>	<i>Rudbeckia fulgida</i> , <i>Rudbeckia occidentalis</i>
18	<i>Vinca minor</i>	<i>Pachysandra terminalis</i>
19	<i>Anaphalis margaritacea</i>	<i>Anaphalis triplinervis</i> , <i>Helichrysum italicum</i>
Návrh	<i>Helianthus pauciflorus</i>	<i>Rudbeckia fulgida</i> , <i>Rudbeckia occidentalis</i>
Návrh	<i>Helianthus xlaetiflorus</i>	<i>Rudbeckia fulgida</i> , <i>Rudbeckia occidentalis</i>
Návrh	<i>Echinops ritro</i>	<i>Eryngium planum</i>
Návrh	<i>Aster ericoides</i>	?
Návrh	<i>Akebia quinata</i>	?
Návrh	<i>Clematis tangutica</i>	<i>Clematis vitalba</i> , jiné plaménky a jejich kultivary
Návrh	<i>Physalis alkekengi</i>	?
Návrh	<i>Lysimachia punctata</i>	<i>Ligularia</i>

*tučně označeny alternativy, které již byly použity do výsadeb
 modře jsou označeny druhy kontroverzní
 červeně jsou označeny druhy nově navržené na workshopu Pěstuj bezpečně v Praze a Brně

Obr. č. 2: Seznam invazních okrasných druhů a jejich navrhovaných alternativ

3.2. Charakteristika rodu *Aster*

Astry řadíme do řádu *Asterales* (hvězdicotvaré), čeledi *Asteraceae* Bercht. a J. Presl (hvězdicovité), starší název pro tuto čeleď je *Compositae* Giiseke (složnokvěté), podčeledi *Asteroideae* (hvězdicové), kmenu *Astereae* a rodu *Aster* L. (hvězdnice). V rámci čeledi *Asteraceae* vyčleňujeme 12 podčeledí, 17 kmenů a okolo 1600–1700 rodů, v nichž najdeme přibližně 30 000 kosmopolitně se vyskytujících druhů (Funk, 2009). Do kmenu *Astereae* spadá přibližně 225 rodů, jež čítají okolo 3100 druhů (Chen et al., 2011). Rodové pojetí *Aster* sensu lato se několikrát změnilo (Kovanda a Kubát, 2004), dle Thellunga (1914) nelze udržet původní pojetí aster jako součást jediného rodu *Aster* L., na základě karyologických studií z něj byly vyčleněny rody *Solidago* (zlatobýl), *Erigeron* L. (turan), *Eurybia* (Cass.) Cass (hvězdnice), *Symphyotrichum* Nees (astříčka), *Tripolium* Nees (hvězdnice) aj. (obr. č. 3).

Jde o vytrvalé netrsnaté byliny s krátce až dlouze plazivým oddenkem nebo rostliny trsnaté, s kořenovou hlavou rozvětvenou. Výjimečně mohou být jednoleté až dvouleté. Bývají chlupaté, či lysé, výjimečně žláznaté. Listy střídavé, celistvé, celokrajné, někdy až hrubě zubaté (Kovanda a Kubát, 2004). Květy druhů čeledi *Asteraceae* jsou uspořádány v úborech, heterogamních, nebo homogamních, pětičetných, či čtyřčetných a uspořádaných ve vrcholičnatých, nebo latnatých květenstvích (Simpson, 2019). Zákrovní listeny tupé nebo špičaté, bez přívěsků, celé nebo jen na části vnější plochy zelené (Kaplan, 2019).

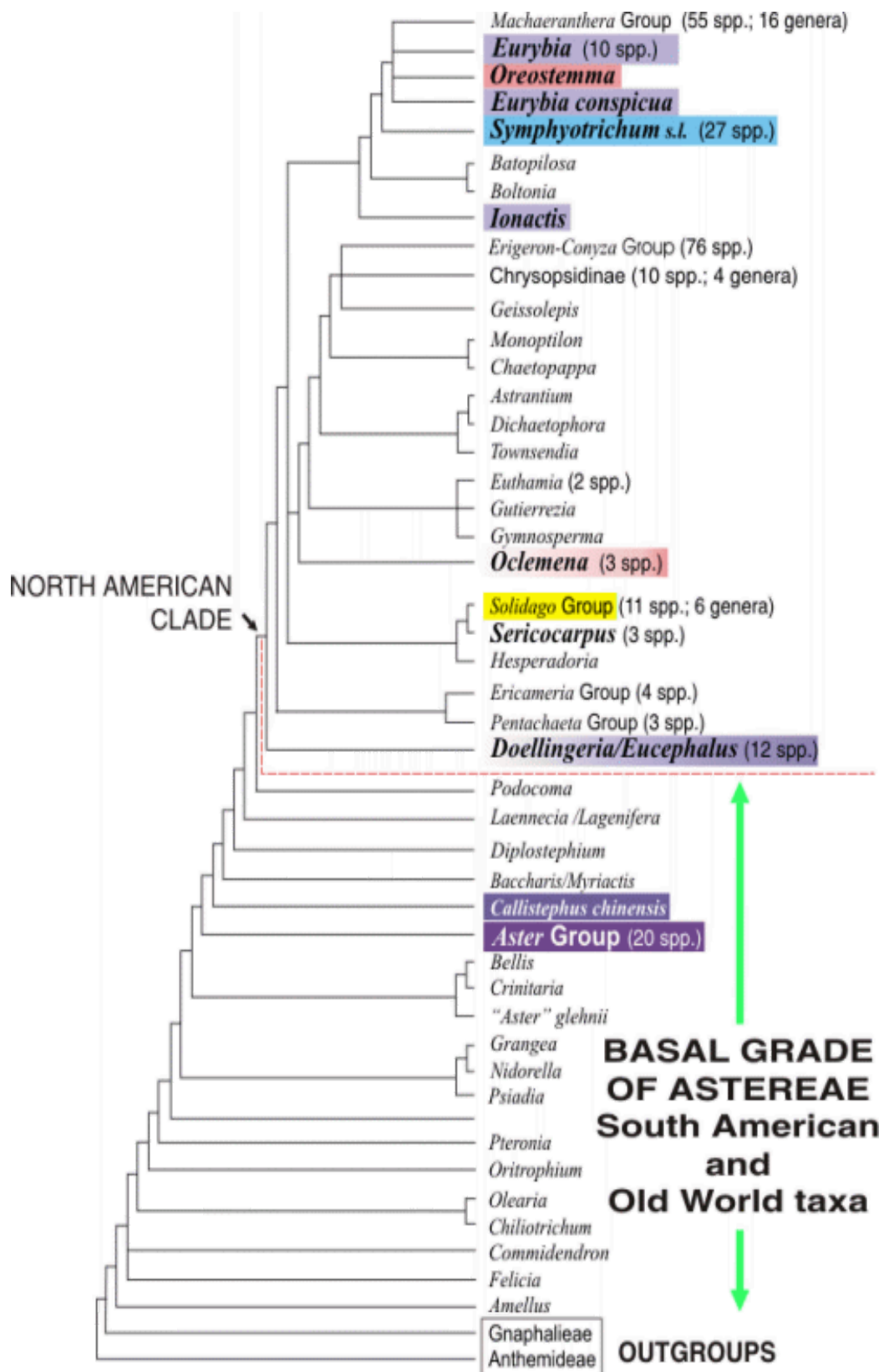
Květní vzorec *Asteraceae*:

♂ K(5),0 C(5) A(5) G(2)

Astry se rozmnožují generativním i vegetativním způsobem. Plodem je ochmýřená nažka. Převažující způsob šíření je anemochorie a autochorie, ale uplatňuje se také hydrochorie, exozochorie a částečně i endozochorie (Kovanda a Kubát, 2004; Fehér, 2008). Sádlo et al. (2018) tvrdí, že jsou v čeledi *Asteraceae* nejvíce rozšířeny strategie typů *Epilobium* (72,2 %), *Allium* (20,2 %) a *Bidens* (3,9

%). Na jedné rostlině se může vyvinout až 4000 fertálních i sterilních květů s až 250 000 nažkami. Vegetativně se astry šíří pomocí oddenků a nadzemních výhonků, celý systém zůstává spojen a vytváří hustou síť (Fehér, 2008).

Nejbližšími příbuznými předků dnešního kmene *Astereae* jsou rody *Commidendrum* Burch. Ex DC., *Olearia* Moench a *Felicia* Cass. (felicie), pro Eurasijskou větev je to druh *Bellis* L. (sedmikráska). Sedmikráskám příbuzný rod *Bellidiastrum* Less. (stokroč) předznamenává vývoj směrem k vytrvalým astrám východoasijským, typu *Aster glehnii* F. Schmidt, taktéž jako k astrám rodu *Galatella* Cass. (hvězdnice). Právě podzimní eurasijské astry jsou představovány druhy *Aster amellus* L. (hvězdnice chlumní), *Aster ageratoides* Turcz., *Aster alpinus* L. (hvězdnice alpská), taktéž jako druhy rodu *Kalimeris* (Cass.) Cass. (hvězdnice), jimž je nejpříbuznější rod *Callistephus* Cass. (astra). Na astry právě navazují rody *Baccharis* L. (pomíšenka), *Myriactis* Less., *Diplostephium* Kunth (diplostefium), *Podocoma* Cass., *Lagenifera* Cass. a *Celmisia* Cass. (celmisie). Následují severoamerické astry, u nichž byl poprvé popsán rod *Doellingeria* Ness, dále sem patří rod *Sericocarpus* Nees. Na tyto vývojově navazuje rod *Solidago* L.. Do rodu *Solidago* řadíme jak severoamerické druhy např. *Solidago canadensis*, tak euroasijské druhy např. *Solidago virgaurea*. L. (zlatobýl obecný). Dále rod *Stenactis* Cass. (turan) a na něj navazující rody *Erigeron* L. a *Conyza* L. (turanka). Poslední vývojovou skupinou jsou rody *Boltonia* L'Hér. (boltonie) a *Eurybia* (Cass.) Cass, z nichž se odštěpily rody *Machaeranthera* Nees a *Xanthisma* DC. (hvězdíček), navazující na astry rodu *Ionactis* Greene (Uher, 2004).



Obr. č. 3: Kladogram kmene *Astereae* (Semple, 2023)

3.2.1. Původní a současné rozšíření

Jednotlivé rody můžeme rozdělit na dvě základní skupiny. První skupinou jsou astry příbuzné druhům s původním výskytem v Jižní Americe, Africe a Asii, tou druhou jsou astry severoamerického původu. Do první skupiny řadíme také astry a nepravé astry z Afriky, Jihovýchodní Asie, Nového Zélandu a Austrálie i s jejich blízkými příbuznými z Evropy a Asie (Semple, 2023). Původním těžištěm výskytu kmene *Astereae* je nejpravděpodobněji Afrika. V historii zároveň došlo k několika migračním vlnám z Afriky do Austrálie, Euroasie, Jižní Ameriky a Severní Ameriky. Druhy tohoto kmene najdeme po celé jižní polokouli (Brouillet et al., 2009).

3.2.2. Současný výzkum na případu *Aster amellus*

Aster amellus L. tvoří vytrvalé polykormony vegetativně se rozrůstající rhizomy a nadzemními výhony, jenž se objevují s každým rokem (Klimešová, 2018). V rané fázi je biomasa listů větší než biomasa výhonů, po čtvrtém až pátém růstovém cyklu je tento poměr reciproční. Z rhizomů se vyvíjejí první listy začátkem jara a reproduktivní stonky se začínají objevovat v červnu (Fehér, 2008). *Aster amellus* je pozdně kvetoucí druh s poměrně dlouhou dobou květu, od poloviny července do září, u některých populací dokonce až do poloviny října. V čase plazení se vytváří nové boční růžice, jež se tvoří na odumírajících nakvetlých výhonech (Münzbergová et al., 2011). Ve vyšších polohách v lesních porostech jsou rostliny menší. Rozdíly ve výšce lze pozorovat také mezi kontinenty (Fehér, 2008).

Münzbergová et al. (2011) sledovali jak diploidní *Aster amellus*, tak několik kultivarů, které byly polyploidní (mnoho druhů kmene *Astereae* dosahuje vysokých polyploidních čísel). Divoký *Aster amellus* má vývoj embryonálních vaků a pylových zrn normální, zatímco kultivary vykazovaly poměrně vysoké úrovně sterility u samčích i samičích gamet v důsledku degenerace buněk již před meiozou (Annen, 1945). Rostlina je také schopna rozmnožování asexuálního, pomocí postranních ramet na oddenku (Klimešová, 2018).

Druhy rodu *Aster* mají sporofytický systém autoinkompatibility (Richards, 1986), jde o mechanismus, který zabraňuje inbreedingu a je geneticky určen jedním

nebo více lokusy, které se značí písmenem S. Autoinkompatibilita se projevuje tím, že reakci pylu podmiňuje diploidní genotyp sporofytu, v němž pyl vzniká. Všechny pyl si tedy při mikrosporogenezi (tvorba samčího pylu) ponechává fenotypovou reakci dominantní alely samčího pletiva (Hiscock a Tabah, 2003). U malých populací může dojít k částečné autokompatibilitě v důsledku nízké diverzity S alel (Giblin a Hamilton, 1999). Kovanda (2004) popsal *Aster amellus* jako samoinkompatibilní, ovšem jiná studie ukázala, že rostlina je částečně alogamická (Castro et al., 2011). Klíčivost semen byla nižší při samoopylení než při křížovém opylení. Úspěšnost alogamie byla u hexaploidů vyšší, než u diploidů (Castro et al., 2011).

3.3. V Čechách rostoucí a zahradnický užívané taxony

V rámci této kapitoly bude vždy uveden jako první rod a druhy popsané v Klíči ke květeně ČR (Kaplan, 2019). Následovat bude určení původnosti a frekvence výskytu (pokud je v Pladiasu zanesena) druhů. Dále bude vložen seznam zahradnický užívaných taxonů, pokud o těchto nebude zmínka v Pladiasu, bude jejich původ určen za užití stránky Plants of the World Online, spravované organizací Kew Royal Botanic Gardens (POWO, 2024; Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Zdrojem map je databáze Pladias. Jde o databázi s botaniky ověřenými daty o výskytu druhů, spravovanou Ústavem botaniky a zoologie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity a Botanickým ústavem AV ČR (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Mapy jsou výřezem z databáze síťového mapování, v rámci níž je Česká republika rozdělena na 679 základních polí o obsahu 133,2 km² (počítají se i neúplná pohraniční pole), pole jsou dále z rozčtvrcena a tím vznikají kvadranty. Každý kvadrant má obsah 33,3 km². Pro taxony, nebo okruhy bude uveden počet polí a počet kvadrantů, kde byl jejich výskyt zaznamenán v rámci síťového mapování a jejich původ, za užití databáze Pladias (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024).

V Evropě je původních 15 druhů. Zplaňují zde převážně severoamerické druhy. Mezi hojně pěstované severoamerické druhy patří zejména *Symphyotrichum novae-angliae*, *Symphyotrichum novi-belgii*, *Symphyotrichum lanceolatum* a jejich kultivary a hybridy, taktéž jako v kultuře vzniklý kříženec *Symphyotrichum dumosum* × *Symphyotrichum novi-belgii*.

Seznamy zahradnický užívaných, volně prodejných taxonů a jejich kultivarů, či hybridů vznikly kompilací online katalogů tří velkých distributorů, Zahradnictví Krulichovi, Zámecké zahradnictví Ctěnice a Trvalkové školky Perenny.

3.3.1. Rod Aster (hvězdnice)

Pro rod *Aster* je modelovým druhem *Aster amellus*. Druh má dva poddruhy lišící se ploidií a jde o jeden ze dvou původních druhů na našem území, tím dalším je *Aster alpinus* L. (v ČR kriticky ohrožený). Středoevropské populace *Aster amellus* jsou složeny z diploidních a hexaploidních rostlin. Taxony vykazují velký překryv morfologických vlastností a pro bezpečné rozlišení poddruhů je nutné znát ploidiu určovaného jedince (Kaplan, 2019; Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Aster alpinus

Aster amellus

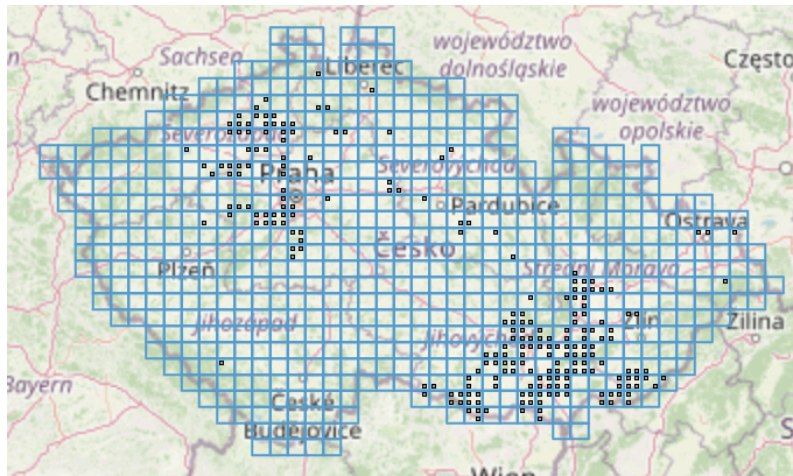
Aster amellus subsp. *bessarabicus* (Bernh. ex Rchb.) Soó
(hvězdnice chlumní velkoúborná)

Aster amellus subsp. *amellus* (hvězdnice chlumní pravá)

Aster amellus

Původ: V ČR původní (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Výskyt: 114 základních polí, 223 kvadrantů (obr. č. 4)

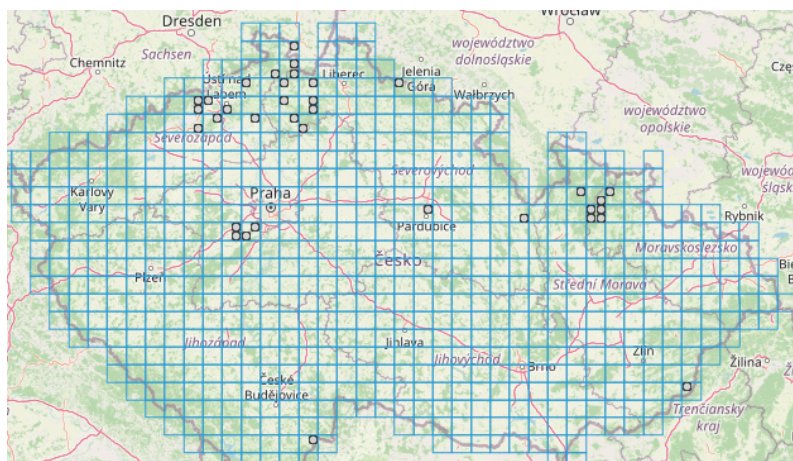


Obr. č. 4: Mapa s výskytem *Aster amellus* na území České republiky (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Aster alpinus

Původ: V ČR původní taxon (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Výskyt: 26 základních polí, 36 kvadrantů (obr. č. 5)



Obr. č. 5: Mapa s výskytem *Aster alpinus* na území České republiky (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Zahradnický užívané taxony

Hojně zastoupeny jsou kultivary *A. amellus*. Dále jsou prodávány druhy jako *Aster glehni* ‘Aglenii’, *Aster mackii* Regel, *Aster ptarmicoides* (Torr. & A.Gray) B.Boivin., *Aster pyrenaicus* Desf. ex DC a *Aster umbellatus* Mill.

Aster amellus

Aster amellus 'Blue King'
Aster amellus 'Brilliant'
Aster amellus 'Dark Pink' ex Hardy's
Aster amellus 'Glücksfund'
Aster amellus 'Gründer'
Aster amellus 'Joseph Lakin'
Aster amellus 'Lady Hindlip'
Aster amellus 'Mira'
Aster amellus 'Moerheim Gem'
Aster amellus 'Rosa Erfüllung'
Aster amellus 'Rudolf Goethe'
Aster amellus 'Silbersee'
Aster amellus 'Sonia'
Aster amellus 'Sonora'
Aster amellus 'Veilchenkönigin'

Aster alpinus

Aster alpinus 'Albus'
Aster alpinus 'Happy End'
Aster alpinus 'Violet'
Aster alpinus 'White'

Aster glehnii

Původní v Severní Koreji, na Sachalinu a v Japonsku (POWO, 2004).

Aster glehnii 'Aglenii'

Aster mackii

Původní od Mongolska po Japonsko a v Severní Číně (POWO, 2024).

Aster maackii

Aster ptarmicoides

V zahradnictví stále nabízeno jako rod *Aster*, nově se jedná o *Solidago ptarmicoides* (Torr. & A.Gray) B.Boivin. Původně se vyskytuje v Kanadě a USA (POWO, 2024).

Aster ptarmicoides 'Mago'
Aster ptarmicoides Torr. & A.Gray 'Major'
Aster ptarmicoides Torr. & A.Gray

Aster pyrenaeus

Původně se vyskytuje v západních a centrálních Pyrenejích (POWO, 2024).

Aster pyrenaeus 'Lutetia'

Aster umbellatus

V zahradnictvích stále nabízeno jako *Aster umbellatus*, ovšem jedná se nově o *Doellingeria umbellata* (Mill.) Nees. Původní v Kanadě a USA (POWO, 2024).

Aster umbellatus ‘Weisser Schirm‘

Aster ×frikartii

Kříženec *Aster amellus* a *Aster thomsonii* C. B. Clarke.

Aster ×frikartii Silva Tar. & C.K.Schneid. ‘Flora’s Delight‘

Aster ×frikartii ‘Mönch‘

Druhy nabízené bez bližšího určení

Aster ‘Blekota‘

Aster ‘Blue Autumn‘

Aster ‘Bystré‘

Aster ‘Carmen‘

Aster ‘Gardenista‘

Aster ‘Herfstweelde‘

Aster ‘Jermod‘

Aster ‘Ledová hvězda (Lezda)‘

Aster ‘Pinkanite‘

Aster ‘Pinkasino‘

Aster ‘Prozit‘

Aster ‘Sněžka‘

Aster ‘Sunhelene‘

Aster ‘Turbovice‘

3.3.2. Rod *Tripolium* (hvězdnice)

Dříve řazeno do rodu *Aster* jako *Aster tripolium* subsp. *pannonicus* (Jacq.) Soó (hvězdnice panonská pravá), u nás původní pouze jeden zástupce.

Tripolium pannonicum

Původ: V ČR původní taxon (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Výskyt: 21 základních polí, 34 kvadrantů (obr. č. 6)



Obr. č. 6 :Mapa s výskytem *Tripolium pannonicum* subsp. *pannonicum* na území ČR (Pladius – databáze české flóry a vegetace, www.pladius.cz, 2024)

Zahradnický užívané taxony

V rámci sortimentu výše zmíněných dodavatelů nebyly nalezeny žádné druhy rodu *Tripolium*, starší název *Aster tripolium* taktéž nenalezen.

3.3.3. Rod *Eurybia* (hvězdnice)

V Česku najdeme dva zástupce tohoto rodu, dříve řazené do rodu *Aster*, jako *Aster macrophyllus* L. a *Aster divaricatus* L..

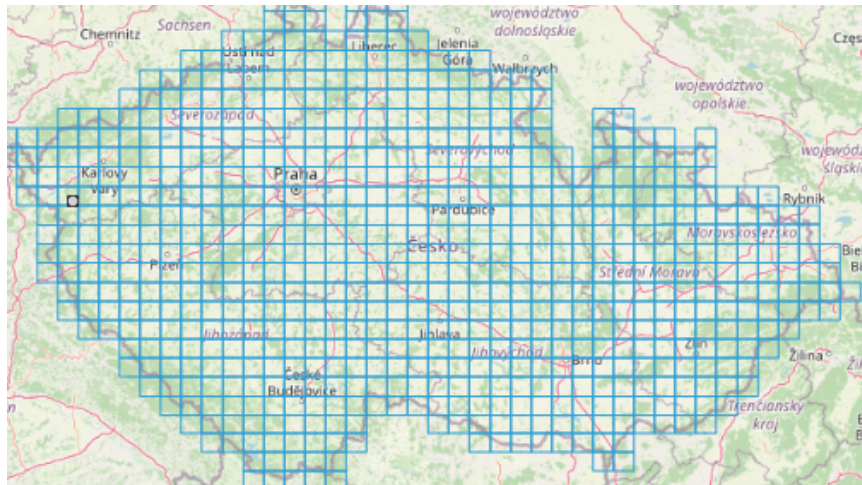
Eurybia macrophylla (L.) Cass. (hvězdnice velkolistá)

Eurybia divaricata (L.) G. L. Nesom (hvězdnice rozkladitá)

Eurybia macrophylla

Původ: Přechodně zavlečená ze Severní Ameriky (Pladius – databáze české flóry a vegetace, www.pladius.cz, 2024)

Výskyt: 0 základních polí, 1 kvadrant (obr. č. 7; nerevidováno, databáze uvádí, že taxon se ČR nevyskytuje)

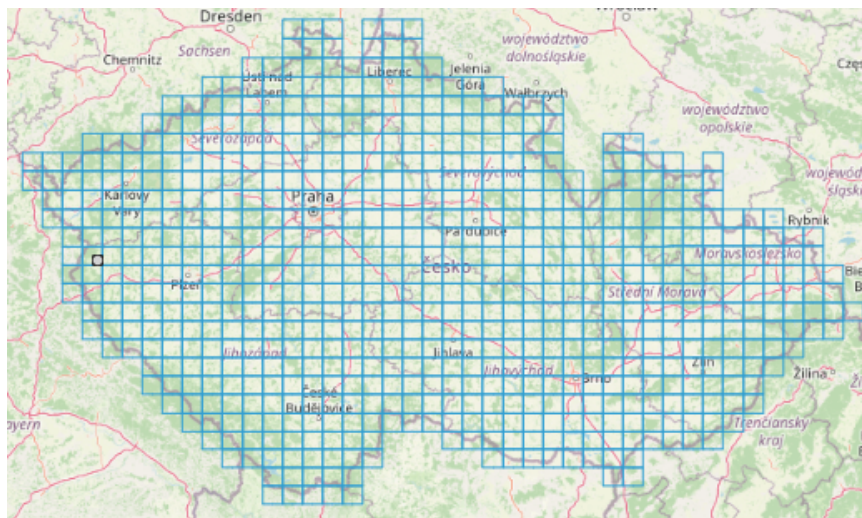


Obr. č. 7 : Mapa s výskytem *E. macrophylla* na území ČR (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Eurybia divaricata

Původ: Přechodně zavlečená ze Severní Ameriky

Výskyt: 0 základních polí, 1 kvadrant (obr. č. 8; nerevidováno, databáze uvádí, že taxon se ČR nevyskytuje)



Obr. č. 8: Mapa s výskytem *Eurybia divaricata* na území ČR (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Zahradnicky užívané taxony

Eurybia macrophylla

Eurybia macrophylla ‘Twilight‘

Eurybia macrophylla (keříčkovitá forma)

Eurybia macrophylla (plazivá forma)

Eurybia divaricata

Eurybia divaricata

Eurybia divaricata 'Beth Chatto'

Eurybia divaricata 'Eastern Star'

Eurybia divaricata 'Tradescant'

Eurybia* × *herveyi

Kříženec druhů *Eurybia spectabilis* a *Eurybia macrophylla*. Původně se vyskytuje na severovýchodě USA (POWO, 2024).

Eurybia × *herveyi* (A.Gray) G.L.Nesom 'Twilight'

3.3.4. Rod *Galatella* (hvězdnice)

V Česku se vyskytují dva zástupci tohoto rodu.

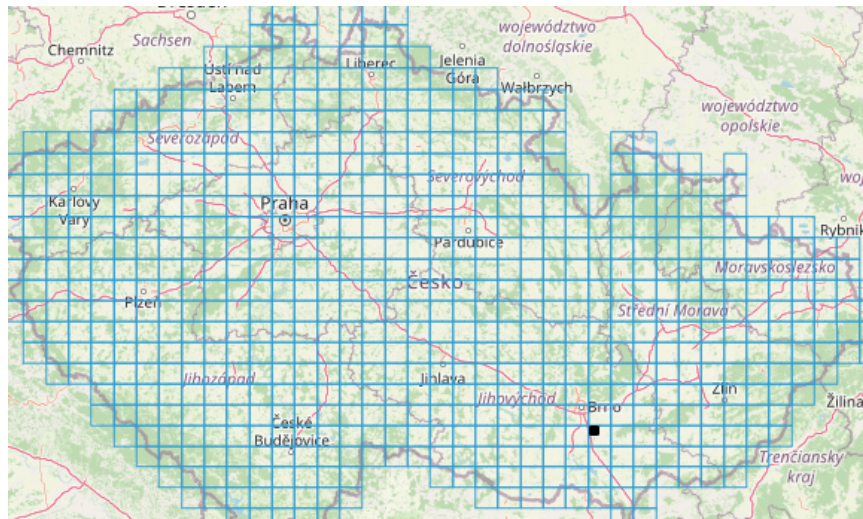
Galatella cana (Waldst. & Kit.) Nees (hvězdnice sivá)

Galatella linosyris (L.) Rchb.f. (hvězdnice zlatovlásek)

Galatella cana

Původ: původní (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Výskyt: 1 základní pole, 1 kvadrant (obr. č. 9)

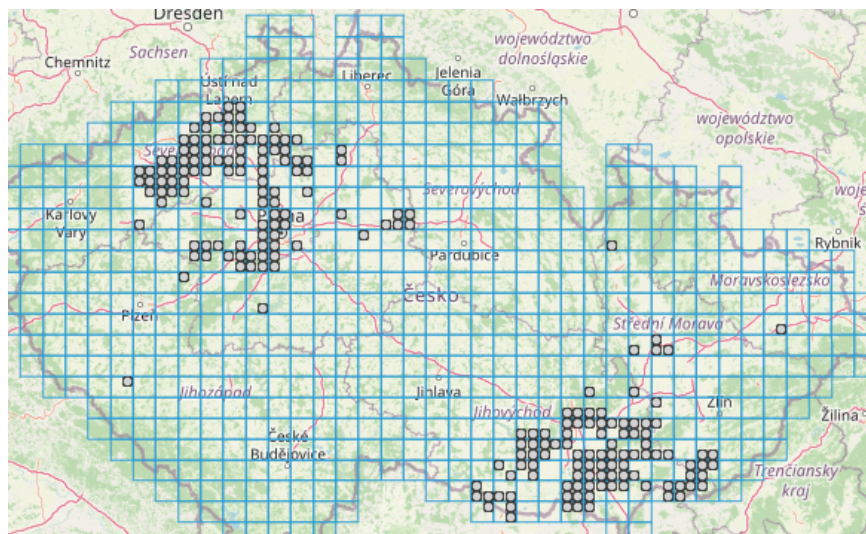


Obr. č. 9: Mapa s výskytem *Galatella cana* na území ČR (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Galatella linosyris

Původ: původní (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Výskyt: 97 základních polí, 279 kvadrantů (obr. č. 10)



Obr. č. 10: Mapa s výskytem *Galatella cana* na území ČR (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Zahradnický užívané taxony

Galatella cana

Galatella cana

Galatella linosyris

Galatella linosyris 'Golden Dust'

Galatella sedifolia

Původní ve většině Evropy krom České republiky, Německa a Polska (POWO, 2024).

Galatella sedifolia (L.) Greuter (hvězdnice tečkovaná)

Galatella sedifolia 'Nanus'

3.3.5. Rod *Symphotrichum* astříčka (hvězdnice)

Původně americké druhy, zatažené do Evropy okolo 18. století pro účely okrasného zahradnictví. Některé z níže uvedených druhů jsou hybridního původu, k hybridizaci došlo pravděpodobně až na Evropském kontinentu. Jde o zahradnický velmi oblíbený taxon (Kaplan, 2019). Zplaňují převážně v okolí měst, na rumištích, podél niv vodních toků (Kaplan, 2019, Pyšek et al. 2022). Determinace konkrétních

jedinců je poměrně obtížná, neboť druhy pravděpodobně v nepůvodním prostředí prošly mnohonásobnými hybridizacemi více druhů, hybridů nebo kultivarů (Kaplan, 2019).

Symphyotrichum cordifolium (L.) G.L. Nesom (astříčka srdcolistá)
Symphyotrichum × *salignum* (Willd.) G.L. Nesom (astříčka vrbovitá)
Symphyotrichum × *versicolor* (Willd.) G.L. Nesom (astříčka různobarvá)
Symphyotrichum ericoides (L.) G.L. Nesom (astříčka vřesovcová)
Symphyotrichum dumosum (L.) G.L. Nesom × *S. novi-belgii* (L.) G.L. Nesom (astříčka nízká)
Symphyotrichum laeve (L.) Á.Löve & D.Löve (astříčka hladká)
Symphyotrichum lanceolatum (Willd.) G.L. (astříčka kopinatá)
Symphyotrichum laeve × *S. lanceolatum* (astříčka hladká × a. kopinatá)
Symphyotrichum novi-belgii (L.) G.L. Nesom (astříčka novobelgická)
Symphyotrichum novae-angliae (L.) G.L. Nesom (astra novoanglická)
Symphyotrichum parviflorum (Nees) Greuter (astříčka malokvětá)
Symphyotrichum praealtum (Poir.) G.L. Nesom (astříčka ojíněná)
Symphyotrichum tradescanti (L.) G.L. Nesom (astříčka drobnokvětá)

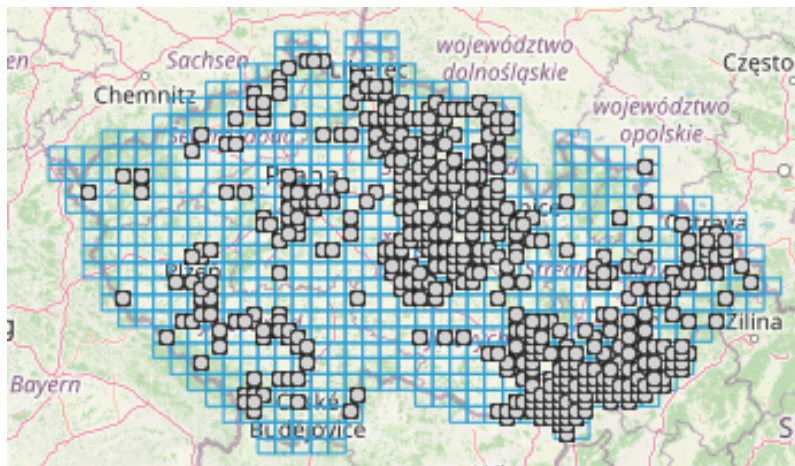
***Symphyotrichum novi-belgii* agg.**

Druhy jsou řazeny do okruhu (agregátu) z důvodu nejasných determinačních znaků. I v jejich původním areálu rozšíření je často problém s determinací a v Evropě je variabilita znaků napříč jedinci i populacemi ještě větší (Fehér, 2008). Okruh zahrnuje 2 křížence, kteří vznikli v nepůvodním areálu (Evropě), jde o *Symphyotrichum* × *salignum* a *Symphyotrichum* × *versicolor* (Kaplan, 2019).

Symphyotrichum × *salignum*
Symphyotrichum × *versicolor*
Symphyotrichum dumosum × *S. novi-belgii*
Symphyotrichum laeve
Symphyotrichum laeve × *S. lanceolatum*
Symphyotrichum lanceolatum
Symphyotrichum novi-belgii
Symphyotrichum parviflorum
Symphyotrichum praealtum
Symphyotrichum tradescantii

Původ: Severní Amerika, v Evropě invazní (Pladias – databáze české flóry a vegetace, www.pladias.cz, 2024)

Výskyt: 271 základních polí, 496 kvadrantů (obr. č. 11)

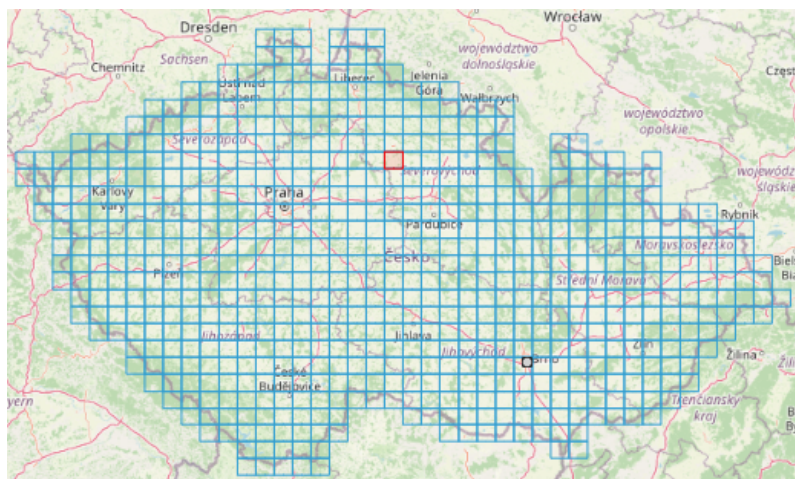


Obr. č. 11: Mapa s výskytem *Symphyotrichum novi-belgii* agg. na území ČR (Pladius – databáze české flóry a vegetace, www.pladius.cz, 2024)

Symphyotrichum ericoides

Původ: Od východní Kanady až po Mexiko (POWO, 2024)

Výskyt: 0 základních polí, 1 kvadrant (obr. č. 12; nerevidováno, databáze uvádí, že taxon se v ČR nevyskytuje)



Obr. č. 12: Mapa s výskytem *Symphyotrichum ericoides* na území ČR (Pladius – databáze české flóry a vegetace, www.pladius.cz, 2024)

Symphyotrichum novae-angliae

Původ: Severní Amerika, přechodně zavlečená

Výskyt: 32 základních polí, 32 kvadrantů (obr. č. 13)

Symphiotrichum novi-belgii ‘Fellowship’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Karminkuppel’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Lady Frances’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Lisette’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Marie Ballard’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Mauve Magic’ ex Helen Picton
Symphiotrichum novi-belgii ‘Morava’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Neron’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Paleček’ ex Litomyšl
Symphiotrichum novi-belgii ‘Patricia Ballard’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Porzellan’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Prosperity’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Rosenwichtel’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Royal Ruby’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Royal Velvet’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Sailor Boy’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Sarah Ballard’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Sázava’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Schneekissen’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Schöne von Dietlikon’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Starlight’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Strawberry and Cream’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Terry’s Pride’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Trudi Ann’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Vasterival’
Symphiotrichum novi-belgii ‘White Ladies’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Želivka’
Symphiotrichum novi-belgii ‘Winston Churchill’

Symphiotrichum novae-angliae ‘Abendsonne’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Alma Pötschke’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Alex Deamon’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Andenken an Alma Pötschke’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Andenken an Paul Gerber’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Anabelle de Chazal’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Barr's Blue’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Barr's Pink’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Betel Nut’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Colwall Galaxy’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Crimson Beauty’
Symphiotrichum novae-angliae ‘Foxy Emily’

Symphiotrichum novae-angliae 'Guido en Gezelle' ex Helen Picton
Symphiotrichum novae-angliae 'Harrington's Pink'
Symphiotrichum novae-angliae (L.) G.L.Nesom 'Helen Picton'
Symphiotrichum novae-angliae 'Herbstschnee'
Symphiotrichum novae-angliae 'Purple Dome'
Symphiotrichum novae-angliae 'Rosa Sieger'
Symphiotrichum novae-angliae 'Rubinschatz'
Symphiotrichum novae-angliae 'Rudelsburg'
Symphiotrichum novae-angliae 'Septemberrubin'
Symphiotrichum novae-angliae 'Vibrant Dome'
Symphiotrichum novae-angliae 'Violetta'

Symphiotrichum laeve 'Arcturus'
Symphiotrichum laeve 'Blauschleier'
Symphiotrichum laeve 'Calliope'
Symphiotrichum laeve 'Climax'
Symphiotrichum laeve 'Glow in the Dark'
Symphiotrichum laeve 'Novemberblau'
Symphiotrichum laeve 'Orpheus'
Symphiotrichum laeve 'Präriewind'
Symphiotrichum laeve 'Vesta'

Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Apollo'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Augenweide'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Azurro'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Blaue Lagune'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Blauer Zwerg'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Herbstgruss vom Bresserhof'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Herbstpurzel'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Island Samoa'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Jenny'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Kassel'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Kristina'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Mittelmeer'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Niobe'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Prof.A.Kippenberg'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Rosa Zwerg'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Rosenwichtel'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Schneekissen'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Silberteppich'
Symphiotrichum dumosum × *S. novi-belgii* 'Starlight'

Symphiotrichum lateriflorum

Původní rozšíření druhu je od Kanady po Mexiko (POWO, 2024).

Symphiotrichum lateriflorum 'Lady in Black'
Symphiotrichum lateriflorum var. *horizontalis* 'Chloe'
Symphiotrichum lateriflorum var. *horizontalis*
Symphiotrichum lateriflorum 'Horizontalis'
Symphiotrichum lateriflorum 'Bleke Bet'
Symphiotrichum lateriflorum 'Chloe'
Symphiotrichum lateriflorum 'Lady in Black'
Symphiotrichum lateriflorum 'Prince'
Symphiotrichum lateriflorum 'Beauté du Nord'
Symphiotrichum lateriflorum 'Coombe Fishacre'
Symphiotrichum lateriflorum 'Weisses Wunder'

Symphiotrichum dumosum

Původní rozšíření ve východní Kanadě a USA (POWO, 2024).

Symphiotrichum dumosum 'Alice Haslam'
Symphiotrichum dumosum 'Anneke'
Symphiotrichum dumosum 'Aramis Blue'
Symphiotrichum dumosum 'Aramis White'
Symphiotrichum dumosum 'Augenweide'
Symphiotrichum dumosum 'Azurro'
Symphiotrichum dumosum 'Blauer Zwerg'
Symphiotrichum dumosum 'Countess of Dudley'
Symphiotrichum dumosum 'Dietgard Rosa'
Symphiotrichum dumosum 'Herbstgruss v. Bresserhof'
Symphiotrichum dumosum 'Herbstpurzel'
Symphiotrichum dumosum 'Jenny'
Symphiotrichum dumosum 'Kassel'
Symphiotrichum dumosum 'Kristina'
Symphiotrichum dumosum 'Niobe'
Symphiotrichum dumosum 'Prof. A. Kippenberg'
Symphiotrichum dumosum 'Rosa Zwerg'
Symphiotrichum dumosum 'Rosemarie Sallmann'
Symphiotrichum dumosum 'Rosenwichtel'
Symphiotrichum dumosum 'Silberteppich'
Symphiotrichum dumosum 'Starlight'

Symphiotrichum ericoides

- Symphiotrichum ericoides* (L.) G.L.Nesom 'Blue Star'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Blue Wonder'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Cinderella'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Erlkönig'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Eleven Purple'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'First Snow'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Golden Spray'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Lovely'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Newstars Fantasy'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Newstars Glory'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Pink Cloud'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Pink Star'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Pixie Red Eye'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Ringdove'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Schneegitter'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Schneetanne'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Snowflurry'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Vimmer's Delight'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Weißer Zwerg'
Symphiotrichum ericoides (L.) G.L.Nesom 'Yvette Richardson'
Symphiotrichum ericoides var. *pansus* (S.F.Blake) G.L.Nesom 'Blauer Mond'

Symphiotrichum cordifolium

Původní rozšíření ve střední a východní Kanada a sever a východ USA (POWO, 2024).

- Symphiotrichum cordifolium* 'Little Carlow'
Symphiotrichum cordifolium 'Photograph'
Symphiotrichum cordifolium 'Prairie Purple'
Symphiotrichum cordifolium 'Treffpunkt'

Symphiotrichum pilosum

Původní rozšíření ve střední a východní Kanada a východ USA (POWO, 2024).

- Symphiotrichum pilosum* var. *pilosum*
Symphiotrichum pilosum var. *pringlei* (A.Gray) G.L.Nesom 'Monte Cassino'
Symphiotrichum pilosum var. *pringlei* Nesom 'Pink Star'
Symphiotrichum pilosum var. *pringlei* Nesom 'Monte Cassino Double'

Symphyotrichum oblongifolium

Původní rozšíření v USA a na severovýchodě Mexika (POWO, 2024).

Symphyotrichum oblongifolium (Nutt.) G.L.Nesom 'October Skies'

Symphyotrichum oblongifolium 'Raydon's Favourite'

Symphyotrichum turbinellum

Původní rozšíření od severního středu USA po Louisianu (POWO, 2024)

Symphyotrichum turbinellum (Lindl.) G.L.Nesom

Symphyotrichum* × *amethystinum

Hybridní rostlina s původním areálem na jihovýchodu Kanady a v USA (POWO, 2024).

Symphyotrichum × *amethystinum* (Nutt.) G.L.Nesom 'Freiburg'

Symphyotrichum × *amethystinum* 'Kylie'

Symphyotrichum × *amethystinum* 'Herbstleuchten'

Symphyotrichum × *amethystinum* 'Freiburg'

Symphyotrichum chilense

Původní rozšíření na západě Kanady a Spojených států amerických (POWO, 2024)

Symphyotrichum chilense (Nees) G.L.Nesom 'August Sky'

Druhy nabízené bez bližšího určení

Symphyotrichum 'Anja's Choice'

4. Metodika

4.1. Zahradní experiment

V rámci zahradního experimentu byly v rámci září roku 2022 na pokusných záhonech ČZU vysazeny (obr. č. 15, příloha č. 1) níže zmíněné druhy rodu *Aster* s. l.. Od každého z níže zmíněných taxonů bylo vysazeno 50 jedinců. Každý jedinec byl opatřen číslem od 1 do 50 a názvem druhu. Jedinci byli při výsadbě změřeni a byla zaznamenaná iniciální výška výhonů (cm), také jako jejich počet. Jako jeden výhon byla zaznamenána každá lodyha (daného jedince) nad úrovní země. Rostliny byly pravidelně zalévány a v listopadu proběhlo první vyzvednutí. Lodyhy byly ustřiženy v místě těsně nad kořenovým krčkem a každý jedinec byl vložen do papírového sáčku (příloha č. 2). Sáčky byly označeny korespondujícím číslem a druhem příslušného jedince. Veškerá biomasa byla v laboratoři vložena do sušárny a po dobu 15 hodin sušena při 75 °C. Usušená biomasa byla zvážena a výsledky zaokrouhleny na 2 desetinná místa. Celou vegetační sezonu roku 2023 byly rostliny znovu pravidelně zalévány. Na přelomu října a listopadu 2023 byly nově vzrostlí jedinci ustřiženi a byla změřena výška a počet výhonů každého z nich. Jedinci byli opět vloženi do sáčků a proběhlo druhé sušení a vážení stejným způsobem jako předchozí (příloha č. 3).



Obr. č. 15: Sadba rostlin

4.1.1. Studované taxony rodu *Aster* s. l.

***Symphotrichum novi-belgii* agg.**

Vytrvalá bylina, jež dosahuje výšky 60–140 cm, bohatě větvený oddenek. Lodyha je přímá, lysá, zhruba od poloviny stonku větvená. V dolní části stonku jsou listy (ob)kopinaté až eliptické, na bázi dochází k zužování do krátké stopky. V horní části stonku jsou listy celokrajné až ostře pilovité, délka dosahuje 4–17 cm. Podél stonku se listy směrem vzhůru zmenšují, stejně tak tomu je na postranních větvích. Květy tvoří úbory, jež mají v průměru ca. 30 mm, ty jsou na stonku v latnatém až chocholičnatém uspořádání. Pod horními listy je květenství z pravidla jemně

ojíněné, zákrovní listeny jsou lysé. Okrajové květy mohou být fialové, modravé, růžové a ojediněle také bílé (Kovanda a Kubát, 2004).

Symphotrichum lateriflorum* var. *horizontalis

Vytrvalá bylina, jež dosahuje výšky 50–120 (130) cm, má dlouhý, plazivý oddenek. Lodyha přímá, lysá, zelená až načervenalá. Od listů někdy vede řada jemných, pravidelných chloupků. Přízemní listy eliptické až kopinaté, řapíkatě zúžené, místy dlouhé až 15cm. Větší listeny a listy jsou celokrajné, nebo pouze mělce zubaté. Směrem od stonku se na bočních větvích listy zmenšují. Květy tvoří úbory o průměru 15mm. Okrajové květy mohou mít bílou, nebo modrofialovou barvu (Kovanda a Kubát, 2004).

Symphotrichum ericoides

Vytrvalá bylina dosahující výšky okolo 90 cm. Lodyha je vystoupavá až přímá, lysá, někdy řídce chlupatá, šedohnědá až hnědá. Přízemní listy jsou přisedlé, obkopinaté, lodyžní listy jsou přisedlé, čárkovité až kopinaté, chlupaté, horní listy jsou vejčité, zákrovní listeny obkopinaté, s krátkým trnem. Složené, bílé, ojediněle narůžovělé, 8–10mm široké úbory tvoří latnatá soukvětí (FNA, 1995).

***Aster* ×*frikartii* ‘Monch’**

Hybrid vzniklý zkřížením *Aster amellus* a *Aster thomsonii*. Vytrvalá, až 100 cm vysoká bylina s větvenými a zlehka zprohýbanými lodyhami. Listy až 10 cm dlouhé, přízemní listy krátce řapíkaté, výše na lodyhách jsou listy přisedlé a skoro celokrajné. Úbory jsou až po šesti v chocholíku. Květy jsou žluté, lemované modropurpurovými nebo růžovými paprsky (Uher, 2023).

Kalimeris incisa

Vytrvalá bylina s plazivým oddenkem, 30-50 cm vysoká. Lodyha je přímá, tuhá, válcovitá a rýhovaná. Lodyha v dolní části lysá, v horní chlupatá a větvená. Při zemi listy kopinaté nebo podlouhle kopinaté, přisedlé a směrem k bázi zúžené. Nahoře řapíkaté klínovitě laločnaté, nebo zubaté, květy žluté se světle modrými paprsky (Schischkin, 1999).

4.2. Klíčící experiment

V rámci klíčícího experimentu bylo z usušené biomasy náhodně (co se výběru jedinců týče) odebráno 90 semen od každého ze sledovaných druhů. Semena byla po dobu tří týdnů stratifikována v mrazáku (cca. -18°C). Po vyzvednutí z mrazáku byla semena druhu rozdělena po 30 do Petriho misek, v každé Petriho misce byly vloženy 3 pauzovací papíry (příloha č. 4 a 5). Pauzovací papíry byly namočené destilovanou vodou a semena byla vložena do klimaboxu (obr. č. 16). Při osvětlení byly teploty 25°C , při temné fázi 10°C , 12 hodin světlo, 12 hodin tma. Odečty vyklíčených semen a konroly probíhaly ob dva až tři dny.



Obr. č. 16: Petriho misky se semeny v klimaboxu

4.3 Statistická analýza

Pro testování normality dat byl použit Shapiro-Wilkův test. Pro modelování rozdílů v produkci biomasy mezi druhy byla použita ANOVA, kdy délka výhonů byla logaritmicky transformována.

Pro rozdíl mezi druhy v počtu výhonů bylo užito generalizovaného lineárního modelu a závislá proměnná byla aproximována Poissonovým rozdělením.

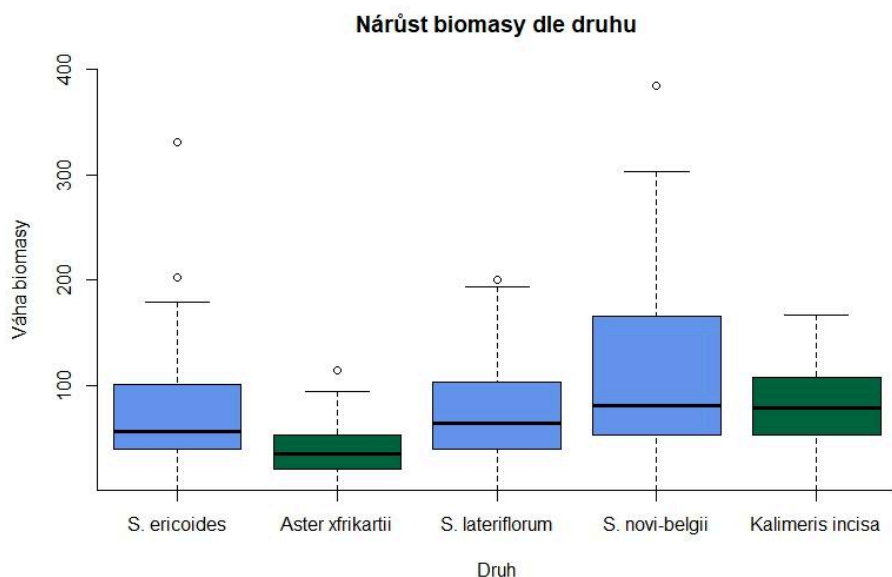
V případě testování vlivu druhu na nárůst biomasy a výšku výhonů byl použit hierarchický model ANOVA a následně Tukeyho HSD test. Testy byly provedeny v programu Statistica© a R©.

5. Výsledky

Vliv druhu na nárůst biomasy

V rámci analýzy generalizovaným lineárním modelem pro gamma distribuci byla biomasa druhů porovnávána proti biomase *Symphyotrichum ericoides* (odhad koeficientu 0,0131426, $p < 2e^{-16}$, SE = 0,0012438, t hodnota = 10,567). Na nejnižší hladině významnosti $p < 0.001$ byly statisticky významné výsledky pro *Aster xfrkartii* (odhad koeficientu 0,0116, $p = 1.87e^{-5}$, SE = 0,0026483, t hodnota = 4,366) a na hladině významnosti $p < 0,01$ pro *Symphyotrichum novi-belgii* agg. (odhad koeficientu -0,0044, $p = 0,004$, SE = 0,0014937, t hodnota = -2,948), znamená to tedy, že *Aster xfrkartii* vytváří nejméně biomasy ze zkoumaných druhů a *Symphyotrichum novi-belgii* agg. vytváří nejvíce biomasy. Výsledky pro *Kalimeris incisa* (odhad koeficientu -0,0009, $p = 0,60535$, SE = 0,0017011) a *Symphyotrichum lateriflorum* (odhad koeficientu 0,0003, $p = 0,86667$, SE = 0,0017791) nebyly statisticky významné druhy se tedy po stránce vytvořené biomasy neliší od *Symphyotrichum ericoides*.

Na krabicovém grafu (obr. č. 17) jsou na ose x jednotlivé druhy, na ose y váha jejich biomasy. Mezikvartilové rozpětí pro každý z druhů bylo (pořadí stejné jako v grafu) 60,2; 32,2; 62,9; 111 a 53,2. Mediány byly 56,2; 35,6; 64,6; 80,6 a 79.

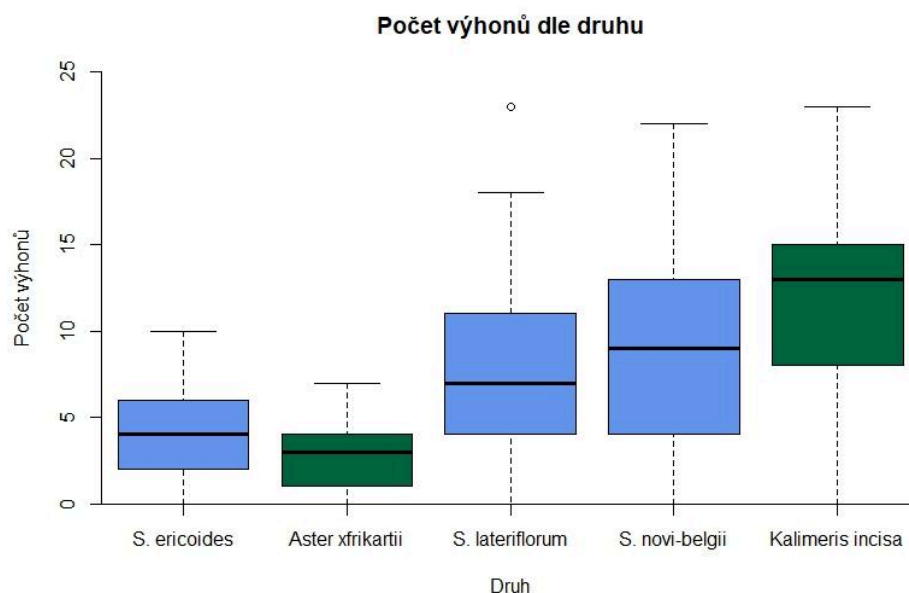


Obr. č. 17: Krabicový graf znázorňující nárůst biomasy zkoumaných druhů

Vliv druhu na počet výhonů

V rámci analýzy generalizovaným lineárním modelem pro Poissonovu distribuci byl počet výhonů jednotlivých druhů porovnáván s počtem výhonů *Symphyotrichum ericoides* (odhad koeficientu = 1.59737, $p = 2e^{-16}$, SE = 0,06363, z hodnota = 25,105). Na nejnižší hladině významnosti $p < 0,001$ byly statisticky významné výsledky pro *Symphyotrichum novi-belgii* agg. (odhad koeficientu = 0,66022, $p = 2e^{-16}$, SE = 0,07836, z hodnota = 8.425), *Kalimeris incisa* (odhad koeficientu = 0,98134, $p = 2e^{-16}$, SE = 0,07461, z hodnota = 13.154) a *Symphyotrichum lateriflorum* (odhad koeficientu = 0,59540, $p = 5,78e^{-14}$ SE = 0,07925, z hodnota = 7,513). Což znamená, že všechny tyto druhy měly počty výhonů vyšší než *Symphyotrichum ericoides*. Na vyšší hladině významnosti $p < 0,01$, ale stále statisticky významné byly výsledky pro *Aster xfrkartii* (odhad koeficientu = -0,26236, $p = 0,00655$, SE = 0,09650, z hodnota = -2,719). Což znamená, že počet výhonů *Aster xfrkartii* byl menší než u *Symphyotrichum ericoides*.

Na krabicovém grafu (obr. č. 18) jsou na ose x jednotlivé druhy, na ose y váha jejich biomasy. Mezikvartilové rozpětí pro každý z druhů bylo (pořadí stejné jako v grafu) 4; 3; 7; 9 a 6,75. Mediány byly 4; 3; 7; 9 a 13.

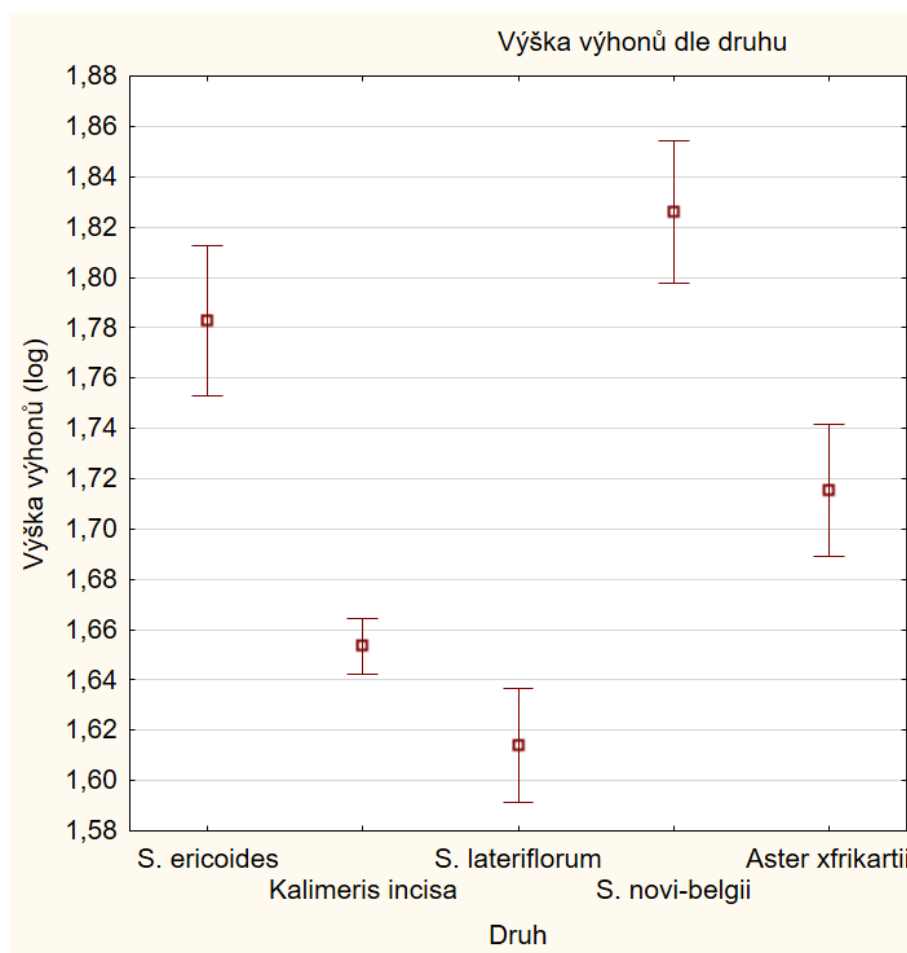


Obr. č. 18: Krabicový graf znázorňující nárůst počtu výhonů u zkoumaných druhů

Výška výhonů dle druhu a rostliny

V rámci statistické analýzy pro výšku výhonů dle druhu a rostliny byly Tukeyho HSD testem pro nested ANOVA model stanoveny 4 statisticky rozdílné skupiny, které byly homogenní na hladině významnosti 0,05. V první skupině byly druhy *Kalimeris incisa* (průměr = 45,96286) a *Symphyotrichum lateriflorum* (průměr = 46,90547). Druhou skupinou byl *Aster ×frikartii* (průměr = 54,98101). Třetí skupinou bylo *Symphyotrichum ericoides* (průměr = 64,23457). Ve čtvrté skupině byl *Symphyotrichum novi-belgii* agg. (průměr = 76,93082). Průměrný čtvercový rozdíl mezi skupinami byl 370 a stupňů volnosti bylo 2117.

V grafu průměrných hodnot (obr. č. 19) máme na ose x jednotlivé druhy a na ose y zlogaritmovanou výšku výhonů pro rostliny v rámci druhu. Výška výhonů byla transformována za účelem snížení zkreslení mezi *Kalimeris incisa* a *Symphyotrichum lateriflorum*. Průměry pro jednotlivé druhy jsou následující (pořadí stejné jako v grafu) 1,78279; 1,65358; 1,61416; 1,82606 a 1,71547. Intervaly 95% spolehlivosti jsou následující 1,75319-1,81239; 1,64796-1,65919; 1,59144-1,63688; 1,79792-1,85421 a 1,68922-1,74172.



Obr. č. 19: Graf průměrných hodnot znázorňující průměrnou výšku výhonů u druhů

Klíční experiment

V rámci klíčního experimentu vyklíčily pouze druhy *Symphyotrichum novi-belgii* agg. a *Symphyotrichum lateriflorum*.

Pro *Symphyotrichum novi-belgii* agg. byla klíčivost (tab. č. 1) pro jednotlivé Petriho misky následující (pořadí stejné jako v tabulce) 30 %, 16,66 % a 36,66 %. Souhrnná klíčivost všech semen druhu byla 27,77 %.

Den	SNov 1	SNov 2	SNov 3
4	5	0	2
7	1	5	6
11	1	0	2
14	2	0	1
17	0	0	0
Celkem	9	5	11

Tab. č. 1: Výsledky klíčného experimentu pro *Symphyotrichum novi-belgii* agg.

Pro *Symphyotrichum lateriflorum* byla klíčivost (tab. č. 2) pro jednotlivé Petriho misky následující (pořadí stejné jako v tabulce) 13,33 %, 10 % a 6,66 %. Souhrnná klíčivost všech semen druhu byla 10%.

Den	SLat 1	SLat 2	SLat 3
4	0	0	0
7	2	0	0
11	2	3	1
14	0	0	0
17	0	0	1
Celkem	4	3	2

Tab. č. 1: Výsledky klíčného experimentu pro *Symphyotrichum lateriflorum*

6. Diskuze

Van Kleunen et al. (2018) zjistili, že na úspěšnost naturalizace má největší vliv klimatická vhodnost rostlin, jejich dostupnost ve školkách a úspěšnost naturalizace v jiných zemích. Obecně lze říci, že astry jsou schopny tolerovat poměrně široké spektrum světelných podmínek a většina druhů hojně kvete (Hawke, 2013). Názvosloví aster je momentálně dosti zmatečné, v minulosti se mnohokrát změnilo a docházelo k vyčleňování celých rodů (Kovanda a Kubát, 2004). Navštívené stránky zahradnictví dokonce v některých případech uváděly pouze rodové jméno a jméno kultivaru. Kaplan (2019) také uvádí, že zahradnické encyklopedie strojovým překladem anglicky psaných textů způsobily zmatek v používaném názvosloví a druhová skladba ani sortiment druhů na našem území neodpovídají údajům v nich uvedených.

Druhy rodu *Symphyotrichum* a jejich kultivary se díky svému rychlému růstu a bohatému kvetení těší velké oblíbenosti u zahradníků. Druhy tohoto rodu jsou schopny produkovat velké množství snadno se šířících semen (Fehér, 2008), původní areál výskytu je ohromný a míra naturalizace v jiných zemích je taktéž velká, druhy rodu *Symphyotrichum* najdeme naturalizované po celé Evropě, částech Eurasie i Jižní Ameriky (POWO, 2024). Mnoho druhů má více cytotypů a je schopno se s velikou rychlostí křížit, tím mohou vznikat n-ploidní kříženci, kteří jsou poté schopni obsazovat stanoviště, které byla pro původní druhy nedosažitelná (Kaplan, 2019; Simpson, 2019). Vysoká oblíbenost druhů u zahradníků je problematická a je zapotřebí je s touto problematikou seznámit a začít snižovat invazní potenciál vybraných druhů.

Invazní chování druhu z *Symphyotrichum novi-belgii* agg. bylo v rámci analýzy dat potvrzeno, při srovnání s ostatními druhy dosahoval vyšších hodnot přírůstků biomasy i výšky výhonů. Zároveň se při vyzvedávání rostlin zjistilo, že se druh stihl rozšířit i na záhony s ostatními testovanými druhy a místo 50 jedinců bylo nalezeno jedinců 58.

Z dat pro *Symphyotrichum ericoides* a *Aster ×frikartii* vyplývá, že druhy v rámci těch zkoumaných rostou více do výšky a méně se větví, což jim může poskytovat výhodu v rámci kompetice. Výška rostlin může být významnou výhodou pro úspěšný rozptyl semen a pro větší konkurenceschopnost (Thompson et al., 2017). *Symphyotrichum ericoides* je již v některých částech Evropy hlášeno ve volné přírodě a je schopno rychlého vegetativního šíření (Chmielewski a Semple, 2003). Klíčivost semen nebyla v rámci této práce zjištěna bylo by tedy vhodné k tomuto druhu přistupovat s opatrností a je zapotřebí dalšího testování, pro určení invazního potenciálu. Nutno také podotknout, že *Symphyotrichum ericoides* bylo zahradníky v rámci workshopů navrženo na přidání do seznamu druhů vykazujících invazní chování.

U *Kalimeris incisa* lze vidět, že druh má sice vyšší hodnoty pro počet výhonů, ovšem to je dáno tím, že je menších rozměrů a spíše roste do šířky, než do výšky. Podobné chování lze pozorovat u *Symphyotrichum lateriflorum*. *Kalimeris incisa* je většinou spojována s lidskými aktivitami a najdeme ji na slunných a vysýchavých stanovištích podél silnic a na okrajích polí, pávě pro vazbu na narušovaná stanoviště bych jej do výsadeb nedoporučil. Chmielewski a Semple (2003) popisují *Symphyotrichum lateriflorum* jako nejméně invazní v rámci rodu *Symphyotrichum*, jde však o chování v rámci původního areálu, tudíž je zapotřebí dalšího testování. V rámci tohoto experimentu se pro výsadbu doporučuje, ovšem je doporučen monitoring chování.

Dle výsledků experimentu se pro výsadbu nejvíce hodí *Aster ×frikartii*, u kterého byla předpokládána i potvrzena sterilita semen a rostlina obecně vykazovala nejmenší invazní potenciál ze všech studovaných druhů.

Výsledky klíčného experimentu nelze statisticky analyzovat kvůli malým počtům vyklíčených semen. Semena aster by v příštích experimentech mohla být stratifikována spíše ve 4 °C, což je dostačující teplota pro prolomení dormance. Pro prokázání efektu teploty na dormanci semen by bylo záhodno nasbírat větší množství a rozdělit je na skupiny – stratifikované (různé teploty) a kontrolní vzorek

bez stratifikace. Ověřením klíčních vlastností i pro semena, jež neprošla stratifikací je možné zjistit chování druhů v jiných podnebích, kde nemrzne. Také by se do experimentu mohlo začlenit i sledování výkonnosti rostlin.

7. Závěr a přínos práce

V práci bylo stručně seznámeno s historií invazí okrasných druhů, bylo zjištěno, že historicky jsou s invazemi druhů spojovány sbírky botanických zahrad a také pěstění a prodej rostlin pro potřeby okrasného zahradnictví. Byly diskutovány vlastnosti, jež jsou spojovány s invazivitou druhů. Byla zjištěna původnost druhů rodu *Aster* s. l. zplaňujících v České republice, také jako druhů volně prodejných v zahradnictvích. Ukázalo, že nejvíce naše území invadují severoamerické astry rodu *Symphyotrichum*, s velkými areály původního výskytu, jež jsou zároveň hojně pěstovány ve školkách a zahradnictvích a množství nabízených kultivarů je značné.

V experimentální části byla provedena výsadba rostlin a sběr dat o přírůstech biomasy a výhonů, sběr semen a byl proveden klíčnicí experiment. V rámci zahradního experimentu byly identifikovány rozdíly v chování druhů. Druh ze *Symphyotrichum novi-belgii* agg. vykazoval dle očekávání nejinvaznější chování, v rámci studovaných druhů měl největší nárůst biomasy a nejvyšší výhony, také se rychle větvil. *Kalimeris incisa* a *Symphyotrichum lateriflorum* se bohatěji větvaly, ale nerostly tolik do výšky. Druhy *Aster ×frikartii* a *Symphyotrichum ericoides* rostly více do výšky a nedocházelo u nich k tak bohatému větvení jakou ostatních. Pro klíčnicí experiment nebyla zvolena vhodná teplota pro stratifikaci, data z experimentu tedy nelze dále analyzovat a dát do souvislosti se zahradním experimentem. Na základě nasbíraných dat se do výsadeb doporučují druhy *Aster ×frikartii* ‘Monch‘ a *Symphyotrichum lateriflorum* var. *horizontalis*.

Práce přinesla poznatky o chování vybraných druhů rodu *Aster* s.l.. Výsledky této studie mohou být použity k lepšímu pochopení chování rostlin v prostředí zahrad a parků, s cílem minimalizovat jejich potenciální negativní dopady. V rámci navazující práce by bylo záhodno zopakovat klíčnicí experiment a sběr dat, a to na větším vzorku. Při použitelných výsledcích z klíčnicího experimentu lze tyto dát do vztahu s nárůsty biomasy a výhonů a dojít k mnohem robustnějším závěrům.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace:

Anderson N. O., Gomez N., Galatowitsch S. M., 2006: A non-invasive crop ideotype to reduce invasive potential. *Euphytica* 148. P. 185–202.

Bayer R. J., 1999: New perspectives into the evolution of polyploid complexes. In: van Raamsdonk L. W. D., den Nijs J. C. M. (eds.): *Plant Evolution in Man Made Habitats*. Hugo de Vries Laboratory, Amsterdam. S. 359–373.

Berchová Bímová K., Vojík M., Kutlvašr J., 2023: Stratifikovaný přístup k pěstování nepůvodních okrasných rostlin aneb je možná cesta ze začarovaného kruhu?. *Inspirace* 3. S. 46–49.

Brand M. H., Lehrer J. M., Lubell J. D. 2012: Fecundity of Japanese barberry (*Berberis thunbergii*) cultivars and their ability to invade a deciduous woodland. *Invasive Plant Science and Management* 5. P. 464–476.

Brochmann C., Elven R., 1992: Ecological and genetic consequences of polyploidy in arctic *Draba* (*Brassicaceae*). *Ecological Trends in Plants* 6. P. 111–124.

Brown A. H. D., Burdon J. J., 1987: Mating systems and colonizing success in plants. In: Gray A. J., Crawley M. J., Edwards P. J. (eds.): *Colonization, Succession and Stability*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. P. 115–131.

Brouillet L., Lowrey T. K., Urbatsch L., Karaman-Castro V., Sancho G., Wagstaff S., Semple J. C., 2009. In: Funk V. A., Susanna A., Stuessy T., Bayer R. (eds.): *Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae*. International Association for Plant Taxonomy, Vídeň. P. 549–629.

Campbell-Culver M., 2001: *The Origin of Plants: The People and Plants that Have Shaped Britain's Garden History Since the Year 1000*. Headline Book Publishing, Londýn, 260 s.

Castro S., Münzbergová Z., Raabová J., Loureiro J., 2011: Breeding barriers at a diploid-hexaploid contact zone in *Aster amellus*. *Evolutionary Ecology* 25. P. 795–814.

Clement E. J., Foster M. C., 1994: Alien plants of the British Isles: a provisional catalogue of vascular plants (excluding grasses). Botanical Society of the British Isles, Londýn, 590 s.

Colautti R., Grigorovich I., MacIsaac H., 2006: Propagule pressure: a null model for biological invasions. *Biological Invasions* 8. P. 1023–1037.

Datta A., Kumschick S., Geerts S., Wilson J.R., 2020: Identifying safe cultivars of invasive plants: six questions for risk assessment, management, and communication. *NeoBiota* 62. P. 81–97.

Dawson W., Moser D., van Kleunen M., Kreft H., Pergl J., Pyšek P., Weigelt P., Winter M., Lenzner B., Blackburn T. M., Dyer E. E., Cassey P., Scrivens S. L., Economo E. P., Guénard B., Capinha C., Seebens H., García-Díaz P., Nentwig W., García-Berthou E., Casal C., Mandrak N. E., Fuller P., Meyer C., Essl F., 2017: Global hotspots and correlates of alien species richness across taxonomic groups. *Nature Ecology & Evolution*. P. 1–7.

Dehnen-Schmutz K., Touza J., Perrings C., Williamson M., 2007: A century of the ornamental trade and its impact on invasion success. *Diversity and Distributions* 13. P. 527–534.

Dehnen-Schmutz K., Conroy J., 2018: Working with gardeners to identify potential invasive ornamental garden plants. *Biological invasions* 20. P. 3069–3077.

Diagne C., Leroy B., Vaissière A. C., Gozlan R. E., Roiz D., Jarić I., Salles J. M., Bradshaw C. J. A., Courchamp F., 2021: High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature* 592. P. 571–576.

Donohue K., de Casas R. R., Burghardt L., Kovach K., Willis C. G., 2010: Germination, Postgermination Adaptation, and Species Ecological Ranges. *The Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 41. P. 293–319.

Drew J., Anderson N., Andow D., 2010: Conundrums of a complex vector for invasive species control: a detailed examination of the horticultural industry. *Biological Invasions* 12. P. 2837–2851.

Dunlap T. R., 1997: Remaking the land: the acclimatization movement and Anglo ideas of nature. *Journal of World History* 8. P. 303–319.

Dürr C., Dickie J., Yang X. Y., Pritchard H. W., 2015: Range of critical temperature and water potential values for the germination of species worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology* 200. P. 222–232.

Fehér A., 2008: *Aster* species from North America. In: Botta-Dukat Z., Balogh L. (eds.): *The most important invasive plants in Hungary*. Institute of Ecology and Botany a Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót. P. 179–188.

Forbis T. A., 2010: Germination phenology of some Great Basin native annual forb species. *Plant Species Biology* 25. P. 221–230.

Freyre R., 2015: Breeding for sterility in invasive ornamental plants. *ISHS Acta Horticulturae* 1085. 15–20.

Funk V. A., Susanna A., Stuessy T., Robinson H. E., 2009: Classification of *Compositae*. In: Funk V. A., Susanna A., Stuessy T., Bayer R. (eds.): *Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae*. International Association for Plant Taxonomy, Vídeň. P. 171–189.

Gioria M., Osborne B., 2014: The importance of competition in plant invasions: emerging patterns and research needs. *Frontiers in Plant Science* 5. P. 1–21.

Gioria M., Pyšek P., Osborne B. A., 2016: Timing is everything: does early and late germination favor invasions by alien plants?. *Journal of Plant Ecology* 11. P. 4–16.

Gioria M., Pyšek P., 2017: Early bird catches the worm: germination as a critical step in plant invasion. *Biological Invasions* 19. P. 1055–1080.

Gu H, Hoch P. C., 1997: Systematics of *Kalimeris* (Asteraceae: Astereae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 84. P. 762–814.

Haeuser E., Dawson W., Thuiller W., Dullinger S., Block S., Bossdorf O., Carboni M., Conti L., Dullinger I., Essl F., Klöner G., Moser D., Münkemüller T., Parepa M., Talluto M. V., Kreft H., Pergl J., Pyšek P., Weigelt P., Winter M., Hermy M., Van der Veken S., Roquet C., van Kleunen M., 2018: European ornamental garden flora as an invasion debt under climate change. *Journal of Applied Ecology* 55. P. 2386–2395.

Harris G., 1967: Competitive relationships between *Agropyron spicatum* and *Bromus tectorum*. *Ecological Monographs* 37. P. 89–111.

Hawke R. G. 2013, A Comparative study of Cultivated Asters. *Plant evaluation notes* 13. P. 1–11.

Hiscock S. J., 2000: Self-incompatibility in *Senecio squalidus* L. (Asteraceae). *Annals of Botany* 85. P. 181–190.

Hiscock S. J., Tabah D. A., 2003: The different mechanisms of sporophytic self-incompatibility. *Biological sciences* 358. P. 1037–1045.

Hulme P. E., Vila M., Nentwig W., Pyšek P., 2010: Are aliens taking over? Invasive species and their increasing impact on biodiversity. In: Settele J., Penev L., Georgiev T., Grabaum R., Grobelnik V., Hammen V., Klotz S., Kotarac M., Kühn I. (eds.): *Atlas of Biodiversity in Europe*, Pensoft Publishers, Sofia. P. 132–133.

Hulme P. E., 2011: Addressing the threat to biodiversity from botanical gardens. *Trends in Ecology and Evolution* 26. P. 168–174.

Hulme P. E., 2015: Resolving whether botanical gardens are on the road to conservation or a pathway for plant invasions. *Conservation Biology* 29. P. 816–824.

Chen Y. L., Chen Y. S., Brouillet J., Semple J. C., 2011: *Astereae*. In: Wu Z. Y., Raven P. H., Hong D. Y. (eds.): Flora of China Volume 20–21 (*Asteraceae*). Science Press a Missouri Botanical Garden Press, Peking a St. Louis. P. 545–652.

Chmielewski J. G., Semple J. C., 2003: The biology of Canadian weeds, 113, *Symphotrichum lanceolatum* (Willd.) Nesom [*Aster lanceolatus* Willd.] and *S. lateriflorum* (L.) Löve & Löve [*Aster lateriflorus* (L.) Britt.]. Canadian Journal of Plant science 81. P. 829–849.

Chmielewski J. G., Semple J. C., 2003: The biology of Canadian weeds 125, *Symphotrichum ericoides* (L.) Nesom (*Aster ericoides* L.) and *S. novae-angliae* (L.) Nesom (*A. novae-angliae* L.). Canadian Journal of Plant Science 83. P. 1017–1037.

Chytrý M., Danihelka J., Kaplan Z., Wild J., Holubová D., Novotný P., Řezníčková M., Rohn M., Dřevojan P., Grulich V., Klimešová J., Lepš J., Lososová Z., Pergl J., Sádlo J., Šmarda P., Štěpánková P., Tichý L., Axmanová I., Bartušková A., Blažek P., Chrtek J. Jr., Fischer F. M., Guo W.-Y., Herben T., Janovský Z., Konečná M., Kühn I., Moravcová L., Petřík P., Pierce S., Prach K., Prokešová H., Štech M., Těšitel J., Těšitelová T., Večeřa M., Zelený D., Pyšek P., 2021: Pladias Database of the Czech Flora and Vegetation. Preslia 93. S. 1–87.

Kaplan Z., Danihelka J., Chrtek junior J., Kirschner J., Kubát K., 2019: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, 1168 s.

Keane R. M., Crawley M. J., 2002: Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. Trends in Ecology and Evolution 17. P. 164–170.

Klimešová J., 2018: Temperate herbs: an architectural analysis. Academia, Praha, 274 s.

Knight T. M., Havens K., Vitt P., 2011: Will the use of Less Fecund Cultivars Reduce the Invasiveness of Perennial Plants?. BioScience 61. P. 816–822.

Knowler, D., Barbier E., 2005: Importing exotic plants and the risk of invasion: are market-based instruments adequate?. Ecological Economics 52. P. 341–354.

Kovanda M., Kubát K., 2004: *Aster* L. hvězdnice. In: Slavík B., Štěpánková J., Štěpánek J. (eds.): Květena České republiky 7. Academia, Praha. S. 125–140.

Kutlvašr J., Pergl J., Baroš A., Pyšek P., 2019: Survival, dynamics of spread and invasive potential of species in perennial plantations. *Biological Invasions* 21. P. 561–573.

Lambdon P. W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arrianoutsou M., Essl F., Jarošík V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulos P., Bazos I., Brundu G., Celesti-Grapow L., Chassot P., Delipetrou P., Josefsson M., Kark S., Klotz S., Kokkoris I., Kühn I., Marchante H., Perglová I., Pino J., Vilà M., Zikos A., Roy D., Hulme E. P., 2008: Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80. S. 101–149.

Liu Y., Oduor A. M. O., Zhang Z., Manea A., Tooth I. M., Leishman M. R., Xu X., van Kleunen M., 2017: Do invasive alien plants benefit more from global environmental change than native plants?. *Global Change Biology* 23. P. 3363–3370.

Losos J. B., 2013: Evolution of Mating Systems: Outcrossing versus Selfing. In: Baum D. A., Futuyma D. J., Hoekstra H. E., Lenski R. E., Moore A. J., Peichel C. L., Schluter D., Whitlock M. C. (eds.): *The Princeton Guide to Evolution*. Princeton University Press, Princeton. P. 356–362.

Mack R. N., 2000: Cultivation fosters plant naturalization by reducing environmental stochasticity. *Biological Invasions* 2. P. 111–122.

Mack R. N., Erneberg M., 2002: The United States Naturalized Flora: Largely the Product of Deliberate Introductions. *Annals of the Missouri Botanical Gardens* 89. P. 176–189.

Maurel N., Hanspach J., Kühn I., Pyšek P., van Kleunen M., 2016: Introduction bias affects relationships between the characteristics of ornamental alien plants and their naturalization success. *Global Ecology and Biogeography* 25. P. 1500–1509.

Mayer K., Haeuser E., Dawson W., Essl F., Kreft H., Pergl J., Pyšek P., Weigelt P., Winter M., Lenzner B., van Kleunen M., 2017: Current and future local naturalization potential of ornamental species planted in public greenspaces and private gardens. *Biological Invasions* 19. P. 3613–3627.

Münzbergová Z., Raabová J., Sílvia C., Pánková H., 2011: Biological flora of Central Europe *Aster Amellus* L.. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 13. P. 151–162.

Novoa A., Kaplan H., Kumschick S., Wilson J. R. U., Richardson D. M., 2015: Soft touch or heavy hand? Legislative approaches for preventing invasions: insights from cacti in South Africa. *Invasive Plant Science and Management* 8. P. 307–316.

Pannel J. R., Barrett S. C. H., 1998: Bakers Law revisited: reproductive assurance in a metapopulation. *Evolution* 52. P. 657–68.

Pergl J., Sádlo J., Petrušek A., Pyšek P., 2016: Seznam prioritních invazních druhů pro ČR. *Ochrana přírody*. S. 29–33.

Pyšek P., Tichý L., 2001: *Rostlinné invaze*. Rezekvítek, Brno, 40 s.

Pyšek P., Richardson D. M., 2007: Traits associated with invasiveness in alien plants: where do we stand?. *Biological Invasions* 193. P. 97–125.

Pyšek P., 2008: *Rostlinné invaze v současném světě - fakta, příčiny a souvislosti*. *Živa* 5. S. 214–217.

Pyšek P., Manceur M. A., Alba Ch., McGregor F. K., 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. P. 762–774.

Pyšek P., Sádlo J., Chrtěk Jr. J., Chytrý M., Kaplan Z., Pergl J., Pokorná A., Axmanová I., Čuda J., Doležal J., Dřevojan P., Hejda M., Kočár P., Kortz A., Lososová Z., Lustyk P., Skálová H., Štajerová K., Večeřa M., Vítková M., Wild J., Danihelka J., 2022: Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts. *Preslia* 94. S. 447–577.

Ramsey J., Schemske D. W., 1998: Pathways, mechanisms and rates of polyploid formation in flowering plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29. P. 467–501.

Rejmánek M., Richardson D. M., Higgins S. I., Pitcairn M. J., Grotkopp E., 2005: Ecology of invasive plants: state of the art. In: Harold A. M. (ed.): *Invasive Alien Species: A New Synthesis*. Island Press, Washington. P. 104–161.

Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D., West C. J., 2000: Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6. P. 93–107.

Rothstein D. E., Zak D. R., 2001: Photosynthetic adaptation and acclimation to exploit seasonal periods of direct irradiance in three temperate, deciduous-forest herbs. *Functional Ecology* 15. P. 722–731.

Sádlo J., Chytrý M., Pergl J., Pyšek P., 2018: Plant dispersal strategies: a new classification based on the multiple dispersal modes of individual species. *Preslia* 90. S. 1–22.

Sánchez A. L., 1997: Los jardines botánicos neotropicales y el intercambio de plantas: pasado, presente y futuro. *Monografías del Real Jardín Botánico de Córdoba* 5. P. 75–84.

Shackelton R. T., Richardson D. M., Shackelton C. M., Bennet B., Crowley S. L., Dehnen-Schmutz K., Estévez R. A., Fischer A., Kueffer C., Kull C. A., Marchante E., Novoa A., Potgieter L. J., Vaas J., Vaz A. S., Larson B. M. H., 2019: Explaining

people's perceptions of invasive alien species: A conceptual framework. *Journal of Environmental Management* 229. P. 10–26.

Schischkin B. K., 1999: *Compositae*, tribes *Eupatorieae*, *Astereae*, *Inuleae*, *Ambrosieae*, *Heliantheae* and *Heleniae*. In: Shetler G. S., Fet G. N. (eds.): *Flora of the USSR* (Translated from Russian). Smithsonian Institution Libraries, Washington. P. 115–116.

Simpson, M. G., 2019: *Plant Systematics* (Third edition). Academic Press, Cambridge, 774 s.

Song Y. B., Yu F. H., Keser L. H., Dawson W., Fischer M., Dong M., van Kleunen, M., 2013: United we stand, divided we fall: A meta-analysis of experiments on clonal integration and its relationship to invasiveness. *Oecologia* 171. P. 317–327.

Tayalé A., Parisod C., 2013: Natural Pathways to Polyploidy in Plants and Consequences for Genome Reorganization. *Cytogenetic and Genome Research* 140. P. 79–96.

Thébaud C., Simberloff D., 2001: Are plants really larger in their introduced ranges?. *American Naturalist* 157. P. 231–236.

Thellung A., 1914: Die in Mitteleuropa kultivierten und verwilderten *Aster* - und *Helianthus* - arten nebst einem Schlüssel zur Bestimmung derselben. *Allgemeine Botanische Zeitschrift* 19. P. 87–140.

Thompson F. J., Letten A. D., Tamme R., Edwards W., Moles A. T., 2017: Can dispersal investment explain why tall plant species achieve longer dispersal distances than short plant species?. *New Phytologist* 217. P. 407–415.

Uher J., 2004: Staré květiny s novými jmény 3 Astry. *Svět exotických rostlin* 5. S. 32–34.

van Kleunen M., Manning J. C., Pasqualetto V., Johnson S. D., 2008: Phylogenetically Independent Associations between Autonomous Self-Fertilization and Plant Invasiveness. *American Naturalist* 171. P. 195–201.

van Kleunen M., Essl F., Pergl J., Brundu G., Carboni M., Dullinger S., Early R., González-Moreno P., Groom Q. J., Hulme P. E., Kueffer C., Kühn I., Máguas C., Maurel N., Novoa A., Parepa M., Pyšek P., Seebens H., Tanner R., Touza J., Verbrugge L., Weber E., Dawson W., Kreft H., Weigelt P., Winter M., Klonner G., Talluto M.V., and Dehnen-Schmutz K., 2018: The changing role of ornamental horticulture in alien plant invasions. *Biological Reviews* 93. P. 1421–1437.

Wainwright C. E., Cleland E. E., 2013: Exotic species display greater germination plasticity and higher germination rates than native species across multiple cues. *Biological Invasions* 15. P. 2253–2264.

Weber E., 1998: The dynamic of plant invasions: a case study of three exotic goldenrod species (*Solidago* L.) in Europe. *Journal of Biogeography* 25. P. 147–154.
Weber E., 2003: *Invasive Plant Species of the World: A Reference Guide to Environmental Weeds*. CABI Publishing, Wallingford, 548 s.

Wild J., Kaplan Z., Danihelka J., Petřík P., Chytrý M., Novotný P., Rohn M., Šulc V., Brůna J., Chobot K., Ekrt L., Holubová D., Knollová I., Kocián P., Štech M., Štěpánek J., Zouhar V., 2019: Plant distribution data for the Czech Republic integrated in the Pladias database. *Preslia* 91. S. 1–24.

Winter M., Schweiger O., Klotz S., Nentwig W., Andriopoulos P., Arianoutsou M., Basnou C., Delipetrou P., Didziulis V., Hejda M., Hulme P. E., Lambdon P. W., Pergl J., Pyšek P., Roy D. B., Kühn I., 2009: Plant extinctions and introductions lead to phylogenetic and taxonomic homogenization of the European flora. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 106. P. 21721–21725

Yanbao L., Haifeng X., Yuolong F., 2010: Impacts of alien plant invasions on biodiversity and evolutionary responses of native species. *Biodiversity science* 18. P. 622–630.

Zhou W. Z., 1995: The role of horticulture in human history and culture. *ISHS Acta Horticulturae* 391. P. 41–52.

Internetové zdroje:

FNA, Flora of North America 2006: FNA Vol. 20 (online) [cit. 22.3.2024], dostupné z <http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=250067642>.

SEMPLE, J. C. 2023: University of Waterloo: Astereae lab (online) [cit. 5.3.2024], dostupné z: <<https://uwaterloo.ca/astereae-lab/research/asters>>.

Uher J. 2023: ASTER ×FRIKARTII Silva Tar. et C. K. Schneid. – hvězdnice / astra: BOTANY (online) [cit. 20.3.2024], dostupné z <<https://ragopestuj.fzp.czu.cz/cs/r-18541-o-projektu>>.

Přílohy

Seznam příloh

- Příloha č. 1: Sadba rostlin na pokusných záhonech
- Příloha č. 2: Vyzvedávání rostlin ze záhonů
- Příloha č. 3: Vážení biomasy
- Příloha č. 4: Příprava klíčného experimentu
- Příloha č. 5: Semena *Aster ×frikartii* ‘Monch‘ v Petriho misce



Příloha č. 1: Sadba rostlin na pokusných záhonech



Příloha č. 2: Vyzvedávání rostlin ze záhonů



Příloha č. 3: Vážení biomasy



Příloha č. 4: Zakládání klíčního experimentu



Příloha č. 5: Semena *Aster x frikartii* 'Monch' v Petriho misce