

Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



**Studie ekologických charakteristik invazního druhu
Chenopodium pumilio R. Br.**

**Františka Kašparová
2008**

Vedoucí práce: RNDr. Stanislav Mihulka, Ph.D.

Kašparová, F. 2008: Studie ekologických charakteristik invazního druhu *Chenopodium pumilio* R. Br. [Ecological characteristics of the invasive species *Chenopodium pumilio* R. Br.; Bc. thesis in Czech] – 32 p., Faculty of Science, the University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation: *Chenopodium pumilio* R. Br. is originally from Australia and Tasmania. This alien species is considered as naturalized species of the Czech Republic flora. Component parts of this thesis are two germination experiments, measuring of relative growth rate and phytocenological releve.

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, 4. ledna 2008

Františka Kašparová

Poděkování

Děkuji svému školiteli Staníkovi Mihulkovi za velkou pomoc a trpělivost, také všem přátelům a rodině za jejich podporu.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 1 |
| I. ČÁST: <i>Chenopodium pumilio</i> v kontextu biologických invazí | |
| 1. Biologické invaze | 2 |
| 1.1. Úvod | 2 |
| 1.2. Vlastnosti invazních druhů | 5 |
| 1.3. Vlastnosti invadovaných ekosystémů | 5 |
| 1.4. Vliv invazních druhů na jednotlivé složky invadovaných ekosystémů | 6 |
| 1.5. Fáze invazního procesu | 6 |
| 2. Invazní druhy v České republice | 7 |
| 2.1. Úvod | 7 |
| 2.2. Migrační cesty | 7 |
| 2.3. Plevelle | 8 |
| 3. Problematika druhu <i>Chenopodium pumilio</i> R. Br. | 9 |
| 3.1. Charakteristika čeledi | 9 |
| 3.1.1. Amaranthaceae | 9 |
| 3.1.2. Chenopodiaceae | 9 |
| 3.1.2.1. Rozšíření a význam | 10 |
| 3.1.2.2. Nepůvodní druhy čeledi <i>Chenopodiaceae</i> | 10 |
| 3.2. Charakteristika druhu | 11 |
| 3.2.1. Popis | 11 |
| 3.2.2. Původ a zavlečení | 11 |
| 3.2.3. Rozšíření v Čechách a na Slovensku | 12 |
| 3.2.4. Stanoviště | 13 |
| 3.2.5. Druhotné rozšíření | 14 |
| 3.2.6. Fytcenologie | 14 |
| 3.2.7. Analýza rizika | 15 |
| 4. Druhy svazu <i>Polygonion avicularis</i> | 15 |
| 4.1. <i>Herniaria glabra</i> | 15 |
| 4.2. <i>Poa annua</i> | 16 |
| 4.3. <i>Eragrostis minor</i> | 16 |
| 4.4. <i>Capsella bursa-pastoris</i> | 16 |
| 5. Závěr | 16 |

II. ČÁST: Pilotní studie ekologických charakteristik invazního druhu *Chenopodium pumilio*
R. Br.

| | |
|--|-----------|
| 1. ÚVOD | 17 |
| 2. METODIKA | 18 |
| 2.1. Experimenty | 18 |
| 2.1.1. Závislost klíčení diaspor druhu <i>Ch. pumilio</i> na druhu substrátu a hnojení | 19 |
| 2.1.2. Závislost klíčení na hustotě rozmístění a na délce skladování diaspor | 19 |
| 2.1.3. Relativní růstová rychlost | 19 |
| 2.2. Fytocenologické snímky | 20 |
| 3. VÝSLEDKY | 21 |
| 3.1. Experimenty | 21 |
| 3.1.1. Závislost klíčení diaspor druhu <i>Ch. pumilio</i> na druhu substrátu a hnojení | 21 |
| 3.1.2. Závislost klíčení na hustotě rozmístění a na délce skladování diaspor | 22 |
| 3.1.3. Relativní růstová rychlost | 23 |
| 3.2. Fytocenologické snímky | 24 |
| 4. DISKUZE | 25 |
| 4.1. Experimenty | 25 |
| 4.2.1. Závislost klíčení diaspor druhu <i>Ch. pumilio</i> na druhu substrátu a hnojení | 25 |
| 4.2.2. Závislost klíčení na hustotě rozmístění a na délce skladování diaspor | 25 |
| 4.2.3. Relativní růstová rychlost | 26 |
| 4.2. Fytocenologické snímky | 27 |
| 5. ZÁVĚR | 27 |

ÚVOD

Chenopodium pumilio R. Br. z čeledi *Chenopodiaceae* je zajímavým nepůvodním druhem České republiky, pocházejícím až z Austrálie. Tento synantropní druh je zde výrazně ostrůvkovitě rozšířen a tvoří série mikrolokalit zejména v centru hlavního města a na jižní Moravě. Přesto, že ve své domovině je hojně rozšířeným zahradním a polním plevelem, u nás není přímo invazivní. Vytváří sice dlouhodobě životaschopné populace, ale počtů lokalit zatím výrazně nepřibývá. Je tedy zařazován mezi druhy naturalizované, které si zaslouží trvalou pozornost.

Cílem předkládané práce bylo zpracovat dostupné informace o nepůvodním druhu *Chenopodium pumilio* v kontextu biologických invazí s důrazem na jeho ekologii a rozšíření. Na literární review navazuje experimentální část, která ověřuje a doplňuje vybrané ekologické charakteristiky.

Chenopodium pumilio R. Br. v kontextu biologických invazí

1. Biologické invaze

1.1. Úvod

Po úbytku a destrukci stanovišť jsou invaze druhým největším nebezpečím pro světovou biodiverzitu (Richardson et al.. 2000). Například ve Spojených státech je počet nepůvodních druhů odhadován na 50 000 a související ekonomické ztráty dosahují zhruba 137 miliard dolarů ročně (Pimentel et al.. 2000), což z výzkumu invazí činí lukrativní předmět zájmu četných biologů. Již v roce 1995 vycházelo ročně v odborných časopisech přibližně 100 prací, zabývajících se invazemi (Pyšek 1995). V současné době o intenzitě zájmu o biologické invaze svědčí 244 000 odkazů, nalezených internetovým vyhledávačem Google po zadání hesla „biological invasion“ a 3561 prací, souvisejících s tímto heslem v databázi vědeckých publikací Web of Science.

Od roku 1980, kdy byl zahájen program Ekologie biologických invazí pod záštitou SCOPE (Box 1), vzniklo 15 souborných publikací (seznam viz Williamson 1996, syntéza viz Drake et al.. 1989), zpráva kongresu US, proběhla řada mezinárodních konferencí o rostlinných invazích (např. Starfinger et al.. 1998), četná další symposia, kolektivní práce zaměřené na management, dvě knihy a dva nové časopisy (Williamson 1999).

Naprostá většina rostlinných invazí je v současné době zprostředkována činností člověka (Alpert 2006). Zavlečení nebezpečného cizího druhu rostlin může být úmyslné nebo neúmyslné. Úmyslné zavlečení je člověkem záměrně způsobený přesun druhu mimo jeho přirozený areál. Na území ČR se 49,9% všech taxonů dostalo bez úmyslného přispění člověka, 42,7% jich bylo zavlečeno úmyslně. Na zavlečení zbývajících 7,4% taxonů se podílely oba způsoby (Pyšek et al.. 2002).

Box 1. Mezinárodní projekty

Nejvýznamnější a největší mezinárodní organizací pro ochranu přírody je IUCN - Světový svaz ochrany přírody, který vytvořil specializovanou skupinu ISSG (Invasive Species Specialist Group). Ta má za úkol kontrolovat dopad invazí na ekosystémy, hledat způsoby jak předcházet hrozbě nepůvodních druhů a jak je případně vymýtit (<http://www.issg.org/>). Jedním z výsledků této aktivity je i Mezinárodní databáze invazních druhů (<http://www.issg.org/database>).

Mezinárodní úmluva o biodiverzitě (CBD) (<http://www.cbd.int/decisions/?m=COP-06&id=7197&lg=0>) nabádá zainteresované strany k „předcházení introdukcím, kontrole či eliminaci cizorodých druhů, škodících ekosystémům, biotopům či původním druhům“ (Glowka et al. 1994).

Pro přispění k realizaci těchto cílů odstartoval Vědecký výbor pro environmentální problémy (SCOPE) Globální program invazních druhů (GISP) (Dean 1998), který je podporován Spojenými národy (GEF, UNEP), Světovou ochrannářskou unií a dalšími (Williamson 1999).

ALARM – (Assessing Large Scale Environmental Risks for Biodiversity with Tested Methods) (<http://www.alarmproject.net>) je projekt 6. rámcového programu EU, jehož cílem je stanovit velkoplošná environmentální rizika, navrhnout a testovat metody, jejichž pomocí budou tato rizika hodnocena, a pomoci tak ke snížení negativního přímého a nepřímého vlivu lidské činnosti. Účelem projektu DAISIE – (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe) (<http://www.daisie.ceh.ac.uk>) je vytvořit katalog všech v Evropě invazních suchozemských, sladkovodních a mořských druhů rostlin a živočichů. Katalog bude tříděn na základě jednotných definicí a kritérií a tam, kde to bude možné, bude uvádět grafickou podobu rozšíření druhů. Tento seznam by měl být strukturován tak, aby poskytoval základ pro prevenci a kontrolu biologických invazí skrz porozumění environmentálním, sociálním, ekonomickým a dalším relevantním faktorům. Na řešení tohoto projektu se podílí tým předních evropských vědců v oboru biologických invazí. (3).

Terminologie, která byla použita v této práci je převzata z publikace Mlíkovský & Stýblo 2006, odpovídá mezinárodní konvenci CBD a je doplněna termíny podle Richardsona et al.. (2000) a Pyška et al.. (2002) (Box 2).

Box 2. Terminologie

Nepůvodní druh (alien species): Druh, poddruh, nebo nižší taxon, introdukovaný mimo svůj přirozený, dřívější nebo současný areál. Zahrnuje jakoukoliv část, gamety, semena nebo propagule takového druhu, které jsou schopny přežít a následně se rozmnožit.

Nepůvodní druhy lze rozdělit podle toho, jakého stupně dosáhly v invazním procesu. **U přechodně zavlečeného** (casual) druhu jde o zavlečené rostliny, které jsou závislé na opakovaném (člověkem zprostředkovaném) přísunu diaspor, jinak po určité době vymizí, protože nejsou schopné pravidelné reprodukce. **Naturalizovaný** (naturalized) druh je takový, který dlouhodobě vytváří v přírodě životaschopné populace a není přímo závislý na dílčích introdukcích. **Invazní** (invasive) je druh tehdy, když se v krajině šíří na velké vzdálenosti a vytváří rozsáhlé populace.

Introdukce (introduction): Přesun nepůvodního druhu mimo dřívější nebo současný areál přímou nebo nepřímou lidskou činností. K tomuto přesunu může dojít v rámci jedné země, nebo mezi zeměmi, nebo do území mimo státní jurisdikci.

Etablování (establishment): Proces, kdy nepůvodní druh v novém prostředí začne úspěšně produkovat životaschopné potomstvo a jeho další přežití je pravděpodobné.

Analýza rizika (risk analysis): (1) Zhodnocení následků introdukce a pravděpodobnosti etablování nepůvodního druhu na základě vědeckých informací (tj. zhodnocení rizika) a (2) výběr opatření použitelných pro snížení nebo regulování tohoto rizika (tj. management rizika), a to výběr provedený s ohledem na socioekonomické a kulturní faktory.

Karanténní druh: Z hlediska člověka zvláště nebezpečné choroby, škůdce a plevely, na které se vztahují zákonná a praktická opatření, jejichž uplatněním se zabráňuje jejich zavlékání a šíření, potažmo hospodářským škodám.

Důležitým klasifikačním kritériem je období, kdy k introdukci došlo. Podle toho dělíme nepůvodní druhy na archeofyty a neofyty. **Archeofyty** jsou zavlečené rostliny, které se na naše území dostaly přibližně do roku 1500 (do konce středověku). Většina z nich pochází ze Středozeří. **Neofyty** jsou rostliny, zavlečené po roce 1500 a mají původ převážně v ostatních částech Evropy a Asie a v Severní Americe. Z 1378 taxonů české celkové cizí flóry představují archeofyty 24,1% a 75,9% neofyty.

1.2. Vlastnosti invazních druhů

Ve velké většině ohledů jsou expandující cizorodé a původní druhy rostlin funkčně nerozlišitelné. Přesto mívají cizorodé druhy několik společných znaků. Bývají spíše klonální, polykarpické trvalky se vzpřímeným, olistěným stonkem a mívají krátkodobou semennou banku. Ekologické atributy úspěšných cizorodých invazních druhů jsou silně závislé na vlastnostech biotopu (Thompson et al.. 1995).

Obecnou podmínkou úspěšné invaze je vyšší kompetiční schopnost cizorodého druhu v daném prostředí ve srovnání s druhy původními. Mezi konkrétní vlastnosti, které se u úspěšných invazních druhů objevují, patří vysoká rychlost růstu, široký rozsah ekologické valence, vysoký reprodukční potenciál a produkce biomasy (Pyšek 2001, Weber 2003). Rostliny, množící se převážně vegetativně, tvoří zhruba 40% cizorodé flóry (Pyšek 1997) a patří mezi ně některé z nejodolnějších a nejagresivnějších invazních druhů (např. *Fallopia japonica* na Britských ostrovech a *Lythrum salicaria* v Sev. Americe). Příčinou vysoce úspěšné invaze však mohou být i „specifické okolnosti“, jež se vymykají veškerým pokusům o zobecnění (Pyšek 2001). Například u nás byly v průběhu zavlékání zvýhodněny druhy, které časně kvetou oproti druhům kvetoucím ve vegetační sezóně později. Tato vlastnost jim totiž umožňuje úspěšně dokončit životní cyklus (Pyšek & Sádlo 2004).

1.3. Vlastnosti invadovaných ekosystémů

Výzkum se v této oblasti soustředil na vývoj modelů, schopných předpovídat možnou distribuci invazních druhů a náchylnost specifických typů prostředí k invazi (Williamson 1999, Goslee et al.. 2001, Marco et al.. 2002, Buckley et al.. 2003). Pevninské areály mírného pásu jsou invadovány více než pevninské oblasti v tropech, zatímco mezi invazibilitou temperátních a tropických ostrovů není rozdíl. Ostrovy jsou invadovány více než pevniny. Počet naturalizovaných druhů v temperátních oblastech klesá směrem k pólům, zatímco rozsah obsazovaných území se zeměpisnou šířkou stoupá. Počet naturalizovaných druhů na ostrovech pozitivně koreluje s teplotou (Pyšek & Richardson 2006).

1.4. Vliv invazních druhů na jednotlivé složky invadovaných ekosystémů

Rostlinné druhy jsou schopny měnit prostředí a zdroje do té míry, že to vede k sukcesní výměně druhů (Tilman 1988). Dřeviny s bakteriálními symbionty, fixujícími dusík, se často podílejí na primární sukcesi zvyšováním množství dusíku a přispívají k rozvoji půdy (Van Cleve et al.. 1971, Walker 1993, Chapin et al.. 1994).

Invazní rostliny mohou měnit složení půdního mikrobiálního společenstva (Belnap & Philips 2001, Klironomos 2002, Kourtev et al.. 2002, Kuske et al.. 2002, Duda et al.. 2003, Batten et al.. 2006), což může mít za následek změnu kvality půdy a tím usnadnění případných invazí.

Například dřevina *Myrica faya*, která byla zavlečena na Havajské ostrovy z ostrovů při západním pobřeží Afriky, dokáže díky schopnosti vázat dusík zvýšit jeho obsah v mladých vulkanických popílcích až na čtyřnásobek. Zásadně se tak mění rychlost a směr primární sukcese, neboť dusíkatými živinami obohacená stanoviště jsou snáze osídlena dalšími zavlečenými druhy (Vitousek et al.. 1987). Obdobný vliv na invadované ekosystémy má také např. trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) (Von Holle et al.. 2006). Africký sukulent *Mesembryanthemum crystallinum*, který byl zavlečen na americký kontinent, zase soustřeďuje ve svých kořenech sůl, která pak krystalizuje na půdním povrchu (Vivrette & Muller 1977). Jiným příkladem je *Rhododendron ponticum*, který zarůstá velké plochy ve Velké Británii a produkuje velké množství kyselého opadu, čímž rovněž mění dynamiku živin a vlastnosti prostředí (Cross 1981, Read 1984).

1.5. Fáze invazního procesu

Invazní proces prochází řadou stádií – jakousi kaskádou. Ohledně pojmenování jejích jednotlivých fází nepanuje přílišná shoda, většinou je však rozlišováno pět hlavních: import (introdukce) do země, vypuštění nebo únik do divočiny, vznik populace, šíření a vznik problému, který někteří lidé chtějí řešit (škůdci nebo plevele) (Williamson 2006). Po importu se druh adaptuje na nové podmínky prostředí a populace může prodělavat genetické změny (Pyšek 2001). Poslední fáze (vlastní invaze) je charakterizována podle Richardsona et al.. (2000) produkcí potomků schopných reprodukce a pronikáním do dalších oblastí. Pro přiblížení možných následků celého procesu je v invazní biologii rostlin používáno pravidlo deseti, které říká, že přibližně jeden z 10 introdukovaných druhů zplaní, jeden z 10 zplanělých se etabluje a jeden z 10 etablovaných se stane nebezpečným invazním druhem (Williamson 2006).

V některých případech bývají fáze dále členěny podle toho zda invaze probíhá v přírodních společenstvech nebo v antropogenních biotopech (Williamson 2006).

2. Invazní druhy v České republice

2.1. Úvod

Česká republika je k invazím relativně náchylná (Pyšek & Sádlo 2004). Možnost uchycení diaspor nepůvodních rostlin podpořily změny v krajině vyvolané dlouhodobou činností člověka, jako je odlesnění, založení rozsáhlých ploch pro kultivaci polních plodin, intenzivní budování sídel, průmyslových objektů, komunikační a železniční sítě včetně překladišť zboží, většinou s rozsáhlými volnými plochami, které představovaly ideální místo pro klíčení a vývoj zavlekaných rostlin (Jehlík 1998).

Podle Katalogu zavlečených druhů flóry České republiky (Pyšek et al. 2002) zahrnuje naše nepůvodní flóra 1378 taxonů. Z toho je 332 archeofytů a 1046 neofytů. 892 taxonů je považováno za náhodně se vyskytující, 397 za naturalizované a 90 za invazní.

Jednoleté druhy tvoří 57,8 % všech archeofytů, zatímco vytrvalé bylinné druhy a dřeviny jsou častěji zastoupené mezi neofyty. Celkem česká nepůvodní flóra sestává z 44,0 % jednoletých, 9,3 % dvouletých, 34,4 % vytrvalých bylin, 7,7 % keřů a 4,5 % stromů.

Počet introdukovaných druhů v České Republice se neustále zvyšuje. Například v Plzni, kde klesl během osmdesáti let počet přirozených druhů o 11,5 %, stoupl počet neofytů o 10,8 %. (Chocholoušková & Pyšek 2003).

2.2. Migrační cesty

Územím naší republiky vedou přírodní (Moravská a Třebovická brána či moravské úvaly) i umělé cesty (železnice, hraniční přechody, mezinárodní letiště, přístavy a překladiště) otevírající možnosti jak úmyslné tak neúmyslné introdukci (Pyšek & Sádlo 2004). Jehlík (1998) prokázal, že specifické zákonitosti tří hlavních migračních cest, cesty východní, labské a panonské, platí nejméně pro území celé střední Evropy. Tyto cesty mají svou dynamiku, která se mění v čase (Jehlík 1998).

V současné době se při šíření nepůvodních druhů uplatňuje na území České republiky zejména fenomén Labské (šíření lodní dopravou z Hamburku do labských přístavů) a panonské cesty (Jehlík & Hejný 1974, Jehlík 1998).

2.3. Plevelle

Většina druhů české adventivní flóry je vázána na antropogenní stanoviště (Pyšek et al. 2002). Během let se transportované rostliny ujímaly v nových podmínkách buď jako nové plodiny, nebo jako nezáměrně zavlékané adventivní rostliny. Mnohé z nich po překonání tisíců kilometrů ztratily přirozené konzumenty a škůdce a tak se staly mnohdy i z neškodných druhů obávané plevelle (Jehlík 1998). Na území české a slovenské republiky je čtyřicet cizích expanzivních plevelů (Box 3).

Cizí expanzivní plevelle jsou podle Jehlíka (1998) rostliny cizího původu, které jsou k nám soustavně a opětovně zavlékány, mají schopnost trvalé samoreprodukce a vynikají v nových podmínkách značnou ekologickou adaptabilitou a plasticitou. Osidlují další synantropní ekotypy v obvodu komunikací a sídel a nakonec i obdělávané půdy, jejichž úrodnost mohou díky svým biologickým vlastnostem v budoucnosti podstatně snížit. Takto pojatý termín zahrnuje jak invazní, tak i naturalizované i přechodně zavlečené nepůvodní druhy podle Richardsona et al. (2000).

Box 3. Seznam cizích expanzivních plevelů

Pozn.: převzato z Jehlíka 1998.

Abutilon theophrasti, *Acroptilon repens*, *Alopecurus myosuroides*, *Amaranthus albus*, *A. blitoides*, *A. powellii*, *A. viridis*, *Ambrosia artemisiifolia*, *A. trifida*, *Artemisia annua*, *A. verlotiorum*, *Bunias orientalis*, *Canabis ruderalis*, ***Chenopodium pumilio***, *Commelina communis*, *Consolida orientalis*, *Cuscuta campestris*, *C. epithymum*, *Eleusine indica*, *Erigeron annuus*, *Helianthus annuus*, *Hirschfeldia incana*, *Iva xanthiifolia*, *Kochia scoparia*, *Lactuca tatarica*, *Orobranche cumana*, *O. minor*, *O. ramosa*, *Oxalis debilis*, *O. latifolia*, *Oxybaphus nyctagynus*, *Panicum capillare*, *P. dichotomiflorum*, *P. miliaceum*, *Rumex patientia*, *R. triangulivalvis*, *Setaria macrocarpa*, *Sisymbrium volgense*, *Sorghum halpense*, *Veronica filiformis*

3. Problematika druhu *Chenopodium pumilio* R. Br.

3.1. Charakteristika čeledi

3.1.1. *Amaranthaceae*

Podle nového systému APG jsou *Chenopodiaceae* zahrnuty do čeledi *Amaranthaceae* Juss. – laskavcovité (2). Do čeledi *Amaranthaceae* podle Květeny ČR (Hejný & Slavík 1990) patří jednoleté i vytrvalé byliny, se střídavými nebo vstřícnými celistvými listy bez palistů. Květy jsou jednotlivé nebo ve složených květenstvích, plodem je tobolka nebo nažka. Čeleď zahrnuje i řadu sukulentních rostlin (7) a také řadu nepůvodních druhů. Podle Katalogu nepůvodních druhů flóry České republiky (Pyšek et al. 2002) k nám bylo zavlečeno 24 druhů této čeledi, z toho jsou tři naturalizované (*A. albus*, *A. blitoides*, *A. blitum*) a dva invazivní (*A. powellii* a *A. retroflexus*). Mnoho taxonů jsou halofyty (Jacobs 2001, Sage 2002). Většina druhů této čeledi nevyužívá žádný typ mykorhizní symbiózy. Výjimku tvoří pouštní specialisti, u nichž byla objevena vezikulo-arbuskulární mykorhiza (Miller 1979).

Nepůvodní druhy čeledi *Amaranthaceae* k nám byly zavlečeny spolu s transportem surovin, nejčastěji s olejinami, vlnou, bavlnou, obilím, kávou a kakaem (např. *A. viridis*) nebo s jižním ovocem (např. *A. powellii*, *A. albus*), rychle se šíří (např. *A. albus*, *A. retroflexus*) a obývají širokou škálu stanovišť (Jehlík 1998).

3.1.2. *Chenopodiaceae*

Bývalá čeleď merlíkovitých - *Chenopodiaceae* Vent., kam se řadí i *Chenopodium pumilio* zahrnuje jednoleté, dvouleté i vytrvalé byliny nebo polokeře, lysé nebo pokryté trichomy. Mají jednoduché listy bez palistů, střídavé nebo vstřícné. Nenápadné, většinou jednodomé květy jsou převážně oboupohlavné. Umístěny jsou jednotlivě nebo ve vrcholičnatém květenství tvořícím u mnoha druhů v úžlabích listenů klubíčka, mohou však také vytvářet složená květenství (laty nebo klasy). Vytrvalé okvěti, nejčastěji pětičetné, obklopuje plod, kterým bývá nažka (Hejný & Slavík 1990).

3.1.2.1. Rozšíření a význam

Čeleď *Chenopodiaceae* zahrnuje přes 100 rodů a až 1500 druhů, je kosmopolitně rozšířená a má silné tendence k druhotnému šíření (Hejný & Slavík 1990). Mnohé druhy jsou xerofytní (Welsh 2003), objevují se v zásaditých nebo slaných biotopech, v pobřežních biotopech a ruderálech severní a jižní Afriky, Austrálie, Evropy, a Severní a Jižní Ameriky (Gelin 2003).

Mnoho zástupců této čeledi je hojně využíváno v různých odvětvích lidské činnosti. Patří sem rostliny krmivářsky a potravinářsky významné (*Beta vulgaris*, *Chenopodium quinoa*, *Spinacea oleracea*) (Welsh 2003), rostliny důležité v lékařství (*Chenopodium ambrosioides*, *Dysphania ambrosioides* a *Salsola collina*), také jsou nezbytným zdrojem potravy pouštních, polopouštních a stepních zvířat a používají se při ekologické obnově pouští (*Haloxylon ammodendron*) (Gelin 2003).

3.1.2.2. Nepůvodní druhy čeledi *Chenopodiaceae*

Chenopodiaceae je jednou z nejvíce zastoupených čeledí v české cizí flóře. V Katalogu nepůvodních druhů flóry České republiky uvádí Pyšek et al. (2002) 54 zavlečených druhů této čeledi. 17 z nich je naturalizovaných a 5 je invazivních. (Box 4). *Chenopodium* je rod s největším počtem nepůvodních taxonů (27) (Pyšek et al..2002). Mnoho druhů této čeledi je plevelných. Značnou část plevelů tvoří rody *Chenopodium* a *Atriplex*. (Gelin 2003). Poměr archeofytů a neofytů v ČR je v této čeledi 22/33 (Pyšek et al.. 2002).

Box 4. Invazivní a naturalizované druhy čeledi *Chenopodiaceae*

Pozn.:převzato z Pyška et al.. 2002

Naturalizované

Atriplex patula L.
Atriplex rosea L.
Atriplex tatarica L.
Chenopodium bonus-henricus L.
Chenopodium botrys L.
Chenopodium glaucum L.
Chenopodium murale L.
Chenopodium opulifolium Schrader
Chenopodium polyspermum L.
***Chenopodium pumilio* R. Br..**
Chenopodium striatiforme J. Murr
Chenopodium strictum Roth
Chenopodium urbicum L.
Chenopodium vulvaria L.
Polycnemum arvense L.
Polycnemum heuffelii A. F. Láng
Polycnemum majus A. Braun

Invazivní

Atriplex oblongifolia W. et K.
Atriplex sagittata Borkh.
Chenopodium ficifolium Sm.
Chenopodium pedunculare Bertol.
Kochia scoparia (L.) Schrader
subsp. *Scoparia*

3.2. Charakteristika druhu

3.2.1. Popis

Chenopodium pumilio R. Br. – merlík trpasličí je drobná jednoletá slabě aromatická bylina. Povrch má pokrytý bílými článkovanými chlupy (pomoučený) a kyjovitými žlázkami (lepkavý). Rostlina může být až 80 cm vysoká. Větve jsou plazivé až vystoupavé, s řapíkatými peřenolaločnými nebo peřenoklannými listy. Květenství je lichoklas složený z úžlabních klubíček oboupohlavných nebo samičích květů. Klubíčka jsou pokrytá chlupy za květu bledě zelenými, za plodu slámově žlutými. (Hejný & Slavík 1990).

Tento druh je snadno zaměnitelný s druhem *Ch. carinatum* R. Br., od něhož se liší především tvarem cípů okvětí, a také v okvětí neúplně uzavřeným plodem, který je z části viditelný (Hejný & Schwarzová 1978).

Ch. pumilio je neofyt. u nás je řazený mezi naturalizované druhy (Pyšek et al. 2002).

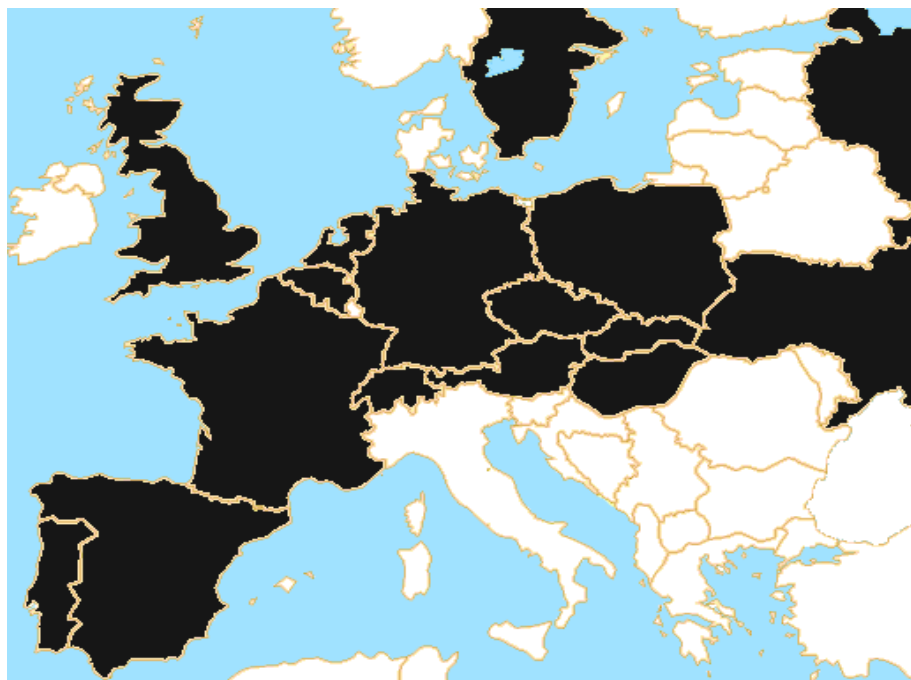
3.2.2. Původ a zavlečení

Ch. pumilio je obecně rozšířená rostlina v Austrálii a Tasmánii. Lokality nalezené na Novém Zélandě a Nové Kaledonii jsou považovány za sekundární výskyt (Aellen 1960 sec. in Lhotská & Hejný 1979). V Austrálii roste ve většině spolkových států, a to zejména jako polní (Jehlík 1998) a zahradní plevel (Beadle, Evans & Carolin 1962).

Vyskytuje se jak na pobřežních, tak i v aridních biotopech. Jeho primárním biotopem jsou pravidelně vysychavé břehy řek a nádrží, příležitostně i slané půdy (Lhotská & Hejný 1979). Ve své domácí krajině je druhem sekce *Orthosporum*, ve které je považován za nejhojnější (Aellen 1960 sec. in Lhotská & Hejný 1979). Sekundárními lokalitami jsou pastviny, ohrady pro dobytek, farmy a hospodářské dvory (Lhotská & Hejný 1979).

Druh se rozšířil především zavlékáním se surovou australskou vlnou, popř. s vlnovým odpadem (Jehlík 1997). Hlavními způsoby zavlečení je jednak vyvážení odpadu z továren na pole a také zanesení semen vodou do řek, kudy se pak rozšiřují dále (Hejný & Schwarzová 1978). Dnes je znám jako zdomácnělý nebo přechodně zavlečený v šestnácti evropských zemích, včetně Ruska, kde zasahuje až do Asie na Dálný východ (obr. 1). Zdomácnělý je také v Jižní Africe, Keni, USA, Argentině a Tichomoří (Havajské ostrovy) (Jehlík 1997). Jako „obecný plevel“ je uváděn pravděpodobně z Austrálie, Havajských ostrovů, Keňi a Jižní Afriky (Jehlík 1998).

Obr.1. Rozšíření druhu *Chenopodium pumilio* v Evropě



3.2.3. Rozšíření v Čechách a na Slovensku

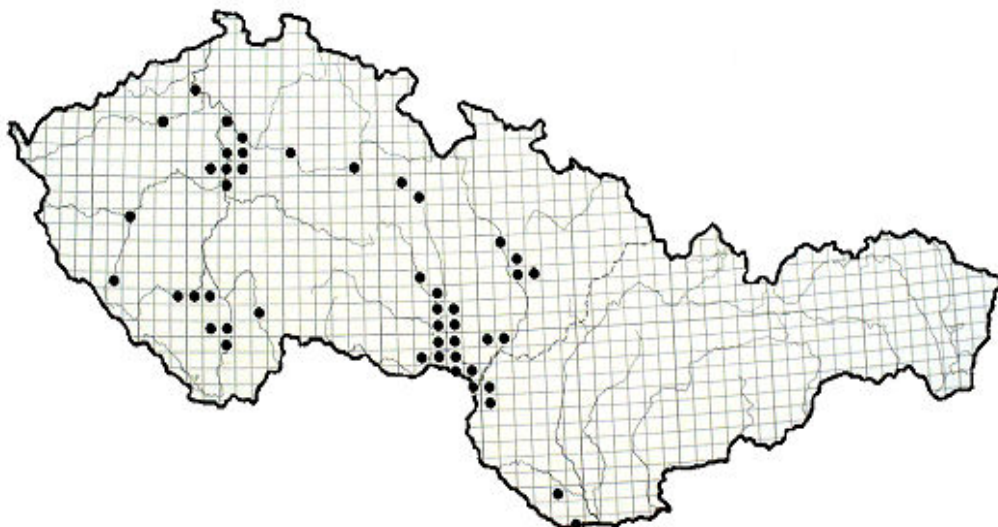
Poprvé bylo *Ch. pumilio* sbíráno už v r. 1980 na jižní Moravě, na okraji zahrádky v obci Nosislav (Schierl 1896 ut *Ch. carinatum*; Hejný & Schwarzová 1978). Tento nález patří mezi první lokality v Evropě (S Hejný, B Slavík – 1990). V dalších letech nálezů přibývalo (Šakvice 1895, Brno 1897, Praha Holešovice 1912, Smíchov 1925) (Hejný & Schwarzová 1978, Jehlík 1998).

Podle Přehledu lokalit v České republice (Jehlík 1998) se dnes nejvíce objevuje v Praze a v Brně a jejich okolí. Ve středočeském a severočeském kraji roste místy podél Labe nebo u železniční trati. Nález Hejného z r. 1950 v Plzni je považován za nejstarší lokalitu západočeského kraje. Hojně je rozšířen také v jihomoravském kraji a to nejvíce v Brně a Břeclavi (Pyšek & Pyšek 1988).

Ojedinělý výskyt tohoto druhu na Slovensku (pouze 6 lokalit v Podunajské a Záhorské nížině) se vysvětluje tím, že se zde zpracovávala vlna z místních zdrojů, zatímco do Čech se dovážela vlna ze zámorí. (Jehlík 1998, Hejný & Schwarzová 1978) (obr.2).

Obr. 2. Rozšíření druhu *Chenopodium pumilio* v Čechách a na Slovensku

Pozn.: Převzato z Jehlíka 1998.



3.2.4. Stanoviště

Ch. pumilio je světlomilný, teplomilný a suchomilný druh, snášející nadbytek živin (Mlíkovský & Stýblo 2006).

Na území České a Slovenské republiky se vyskytuje na těchto typech stanovišť: rumiště a skládky 29 %, šlapaná místa (tzn. komunikace, dlažba, dvory, vesnická návěs) 22 %, železniční stanice, trať, přístavy 19 %, vlnový odpad, přádelny vlny atd. 8 %, břehy řek a pobřeží rybníků 8 %, nespécifikovaná místa 6 %, zahrady 3 % a po 1 % několik dalších neobvyklých biotopů včetně obdělávané půdy a výskytu v botanické zahradě (Lhotská & Hejný 1979). Všechna tato naleziště se nachází v teplé, nebo mírně teplé klimatické oblasti na antropogenních půdách v údolích větších řek. Druh dobře prospívá v městských sídlech (Praze, Brně, Olomouci, Plzni, Pardubicích), ale i na vesnicích (tam především v teplejších územích, např. na jižní Moravě). Podobně je tomu i u velkých dopravních uzlů, které představují komplexy teplých a suchých lokalit otevřených pro invazi adventivních druhů (Jehlík 1998; Hejný & Schwarzová 1978).

V Praze jsou nejčastější místa výskytu nádraží, chodníky, dlažba náměstí, staveništní plochy a skládky, břehy řek a přístavy (Jehlík 1998). Často zde vyrůstá ze skulin v dlažbě nebo nad ní, kde se nalézá jen tenká vrstva humózní písčité hlíny se skeletem a štěrkem, psími výkaly, zvlhčovaná občas močí pobíhajících psů. Zemina v místech, kde roste, vykazuje zvýšený obsah vápenatých (jejichž zdrojem je mimo jiné místy opadaná omítka) a draselných iontů, dusičnanů, fosforečnanů a amoniaku (Jehlík 1997). V Plzni byl nalezen většinou na místech vázaných na železniční prostory a jejich okolí (Pyšek & Pyšek 1988).

3.2.5. Druhotné rozšíření

V teplejších oblastech České republiky *Ch. pumilio* bohatě a pravidelně plodí. Plody po uzrání nemají výrazný klíčící odpočinek, ale po porušení obalů, případně po uložení v chladných vlhkých podmínkách se rozsah teplot vhodných pro klíčení rozšiřuje směrem k teplotám nižším. Optimální teploty pro klíčení diaspor jsou 10/28-33 °C (Jehlík 1998).

Vývoj rostlin probíhá pouze v teplejším období roku, kdy je půda dostatečně zahřátá. To je zhruba od poloviny května do první třetiny června (Lhotská & Hejný 1979). Podle Jehlíka (1998) semenáčky vzchází už od konce dubna do poloviny května. Plody dozrávají až ve druhé polovině září a vysemeňují pomalu až do jara.

Druh se rozšiřuje mnoha způsoby. V Austrálii dokazují početné lokality na pastvinách, ohradách pro dobytek, statcích a hospodářských dvorech zoochorní roznášení diaspor pomocí ovcí a skotu (Lhotská & Hejný 1979). U nás se semena rozšiřují epichorně a endozoochorně různými živočichy, větrem (Jehlík 1998), a jak už bylo uvedeno i vodní cestou. Například nejstarší jihomoravské lokality (říční osa Svatka a Dyje) lze vysvětlit šířením vodou po zpracování a čištění dovezené vlny. Podobně lokality v přístavu na Smíchově ukazují na hydrochorii labskou cestou. Objevují se také názory, že by se na roznášení mohli podílet vodní ptáci (Hejný & Schwarzová 1978). Větre i vodou mohou být šířeny i celé rostliny, případně jejich části (Jehlík 1998).

Ve městech nelze zapomínat na přenášení člověkem (Jetzkowitz & Brunzel 2005), který se při pracovní činnosti na rozšiřování semen podílí podstatnou měrou (Jehlík 1998).

3.2.6. Fytocenologie

Ch. pumilio se vyskytuje hlavně ve společenstvech svazů *Polygonion avicularis*, *Malvion neglectae*, *Sisymbrium officinalis*, méně pak již ve svazech *Panico-Setarion* a *Bidention tripartiti*. (Hejný & Slavík 1990, Jehlík 1998).

V Praze, kde lze v současné době považovat druh za zcela zdomácnělý, má sekundární ekologické optimum v sešlapávaném společenstvu svazu *Polygonion avicularis*, prospívajícím na dlažbě chodníků, podle zdí domů, většinou s jižní expozicí. Toto společenstvo se konstitovalo teprve během posledních let a bylo předběžně nazváno *Polygonum arenastrum- Chenopodium pumilio* (= *Polygonum arenastrum* – *Chenopodium pumilionis*, *in prep.*) Výskyt tohoto společenstva lze očekávat v České republice patrně též na území Brna. (Jehlík 1997).

V Plzni byl druh zaznamenán nejčastěji v těchto společenstvech: *Chenopodium rubri*, *Sisymbrium loeselii*, *Chenopodium stricti* a *Polygonetum arenastri* (v originálu uvedeno *Plantagini-polygonetum avicularis*) (Pyšek 1978).

3.2.7. Analýza rizika

Ch. pumilio se v současné době šíří hlavně na železničních nádražích. Bohatá plodnost rostlin, pozdní zrání a vysemeňování jakož i vyšší nároky čerstvých diaspor na teplotu při klíčení a vývoji rostlin, umožňují tomuto druhu zdomácňování v našich klimatických podmínkách.(Jehlík 1998). Protože ale počtů lokalit zatím výrazně nepřibývá, je to rostlina řazená mezi druhy naturalizované (Pyšek et al.. 2002).

Ch. pumilio se v oblasti původního výskytu kříží s dalšími druhy sekce *Orthosporum*, s jinými druhy rodu *Chenopodium* se na území České republiky nekříží (B. Mandák, ústní sdělení).

Konkurenčně jde o slabý druh, který se na některých lokalitách plně etabloval a stal se v podstatě neškodnou komponentou české flóry. Pravděpodobnost, že by se začal šířit i do přirozených společenstev je téměř nulová (Mlíkovský & Stýblo 2006).

4. Druhy svazu *Polygonion avicularis*

Níže uvedené druhy ze svazu *Polygonion avicularis* typicky doprovázejí studovaný druh *Ch. pumilio* nejen na sledované lokalitě ve Zlivi, ale i v rámci ČR.

4.1. *Herniaria glabra* L. - průtržník lysý

Tato nenápadná rostlina je rozšířená po celé Evropě, v západní Asii včetně západní Sibíře a v severní Africe. Patrně je nepůvodní je v Severní Americe (4).

Vyskytuje na sešlapávaných suchých, většinou výslunných písčítých a štěrkovitých místech, často podél cest, především na železničních tratích a nádražích (Hejný & Slavík 1990). Preferuje půdy částečně odvápněné neutrální až kyselé (Smith 2005).

4.2. *Poa annua* L. - lipnice roční

Kosmopolitní rostlina rozšířená ve všech světadílech, která se rozmnožuje pouze generativně

Na jedné rostlině postupně dozrává několik set obilek (100 – 800), s velice krátkou dormancí. Z ohnisek zaplevelení se obilky snadno šíří vodou, větrem i jinými cestami (6). Lipnice roční často vytváří husté koberce, které mohou snižovat dostupnost živin v horních patrech půdy (1). U nás je velmi hojným druhem, dobře snášejícím sešlapávání. Upřednostňuje vlhké zastíněné půdy, bohaté na dusík a živiny (6).

4.3. *Eragrostis minor* Host - milička menší

Rostlina z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), původní ve Středomoří, ale druhotně byla zavlečena téměř do celého světa (např. Severní Amerika, Austrálie). U nás se vyskytuje roztroušeně od nížin do pahorkatin (4) na písčinych polích, cestách, návších, zdech, náspech a ruderalizovaných místech (Dostál 1989) Rod *Eragrostis* je druhově početný, čítající několik set druhů nejvíce zastoupených v Africe a v australsko-oceánské oblasti (4).

4.4. *Capsella bursa-pastoris* (L.) Med. - kokoška pastuší tobolka

Capsella bursa-pastoris je jednoletá nebo dvouletá rostlina z čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*). Roste na okrajích cest a silnic, železničních nádražích, v přístavech, na skládkách, navážkách a rumišťích. Hojná je rovněž jako plevel v polích a zahradách (Hejny & Slavík 1990) Původní je pravděpodobně ve středozeví, v současnosti je však rozšířena celosvětově (4).

5. Závěr

Chenopodium pumilio R. Br. pocházející z Austrálie je světlomilný, teplomilný a suchomilný jednoletý druh, zavlečený do mnoha zemí včetně České republiky s australskou vlnou. Dnes je znám jako zdomácnělý nebo přechodně zavlečený v šestnácti evropských zemích, v Jižní Africe, Keni, USA, Argentině a Tichomoří. U nás je rozšířen především ve městech a na vesnicích a to hlavně na železničních nádražích. Rostlina u nás patří mezi druhy naturalizované, protože počtů lokalit výrazně nepřibývá. Jde o konkurenčně slabý druh s nízkou pravděpodobností agresivního šíření do původních společenstev.

Studie ekologických charakteristik invazního druhu

Chenopodium pumilio R. Br.

1. ÚVOD

Chenopodium pumilio je jednoletá bylina, pocházející z Austrálie, kde roste jako plevel (Jehlík 1998). V České republice roste na chodnicích a dlažbě ve městech, na rumišťích, skládkách, železnicích a sešlapávaných místech (Hejný & Schwarzová 1978). Druh je světlomilný, teplomilný a suchomilný, konkurenčně slabý, náročný na živiny a naopak snášející jejich nadbytek (zasolení půdy nitráty, fosfáty a karbonáty u zdí, kam se chodívá pravidelně močit) (Mlíkovský & Stýblo 2006). V Praze se *Ch. pumilio* vyskytuje ve společenstvu svazu *Polygonion avicularis* (Hejný & Slavík 1990, Jehlík 1998) pravidelně s druhy *Polygonum aviculare* agg. a *Poa annua*, méně často s druhy *Eragrostis minor*, *Plantago major*, *Capsella bursa-pastoris*, *Galinsoga parviflora*, *Taraxacum officinale* agg., *Bryum argenteum* a *Ceratodon purpureus* (Jehlík 1997). V Plzni byl zaznamenán nejčastěji ve společenstvech *Chenopodietum rubri*, *Sisymbrietum loeselii*, *Chenopodietum stricti* a *Polygonetum arenastri* (Pyšek 1978).

Ch. pumilio u nás v teplejších oblastech bohatě a pravidelně plodí. Plody po uzrání nemají výrazný klíční odpočinek. Optimální teploty pro klíčení diaspor jsou 10/28-33 °C Po porušení obalů se rozsah teplot vhodných pro klíčení rozšiřuje směrem k teplotám nižším. (Jehlík 1998).

Vývoj rostlin probíhá až když je půda dostatečně zahřátá. To je zhruba od poloviny května do první třetiny června (Lhotská & Hejný). Plody dozrávají až ve druhé polovině září a vysemeňují pomalu až do jara (Jehlík 1998).

Terénní pozorování populací *Ch. pumilio* uvádějí v pochybnost pozorovanou náročnost na živiny (Mlíkovský & Stýblo 2006, Jehlík 1997). U drobné jednoletky preferující otevřená stanoviště s narušeným substrátem by bylo možné očekávat opak.

Zároveň je pro populace *Ch. pumilio* jako typického terofyta zásadní fáze klíčení semen a růst semenáčků. V tomto ohledu se o *Ch. pumilio* v literatuře objevují i poměrně protichůdné informace.

V obou případech byla uskutečněna pilotní studie, která sledovala chování semen a semenáčků druhu *Ch. pumilio*.

Cílem pilotních experimentů bylo ověřit:

1. zda tento druh preferuje určitý typ půdy a zda je závislý na živinách.
2. zda má hustota rozmístění semen vliv na jejich klíčení a zda je rozdíl mezi klíčením diaspor různého stáří.
3. relativní růstovou rychlost druhu *Ch. pumilio* a některých dalších druhů, které se objevují na stejných stanovištích

Klimaboxové experimenty byly doplněny terénním pozorováním jedné z mála dlouhodoběji existujících populací *Ch. pumilio* v jihočeském kraji.

Jeho cílem bylo:

4. pomocí fytoocenologických snímků vybraných lokalit dokumentovat druhy, které ve společenstvu doprovázejí *Ch. pumilio*

2. METODIKA

2.1. Experimenty

Všechny pokusy probíhaly v klimaboxu katedry botaniky v těchto podmínkách: světelný režim 16 hodin světlo / 8 hodin tma, průměrná teplota 25° C.

Semenáčky klíčily v dostatečně zavlažovaných květináčích o rozměru 8 x 8 cm, používané substráty (podle příslušného experimentu) byly rašelina, písek, rašelina + písek v poměru 1:1.

Hnojivo (pokud bylo používáno) bylo tyčinkové hnojivo Substral od firmy Scotts Poland z.o.o. s poměrem NPK 10,7/6,4/8,6, což představuje 10,7% dusíku celkem, 6,4% oxidu fosforečného (P₂O₅) rozpustného ve vodě, 8,6% oxidu draselného(K₂O) rozpustného ve vodě a 2,4% oxidu hořečnatého (MgO).

2.1.1. Závislost klíčení diaspor druhu *Ch. pumilio* na druhu substrátu a hnojení

Používané druhy substrátu byly rašelina, písek, rašelina a písek v poměru 1:1 (+ zahradní směs jako kontrola). Pro každý typ bylo použito 20 květináčů., které byly dostatečně zalévány. Do každého bylo zaseto 40 semen druhu *Ch. pumilio*. Do poloviny květináčů (10 od každého druhu substrátu), bylo přidáno hnojivo (doporučená dávka na květináč). Květináče byly náhodně rozmístěny. Po čtrnácti dnech byly sečteny všechny vyklíčené semenáčky.

Experiment byl zpracován pomocí programu Microsoft Excel a STATISTIKA, verze 7.1 (Anonymus 2006). Data byla zpracována dvoucestnou analýzou variance (ANOVA), před vlastní analýzou byla logaritmicky transformována (\ln), aby soubor dat dosáhl normálního rozdělení a homogenity variancí. Pro mnohonásobná porovnání byl použit Tukey HSD (Honest Significant Difference) test.

2.1.2. Závislost klíčení na hustotě rozmístění a na délce skladování diaspor

Použitým druhem substrátu pro tento pokus byla rašelina s pískem v poměru 1:1. Vždy do 10 květináčů byly zasazeny tyto počty semen: 10, 30 a 100. Květináče byly dostatečně zavlažovány.

Do prvních 30 květináčů byly zasazeny diaspory staré jeden rok, do dalších 30 diaspory měsíc staré. Všechna semena byla z vlastních zdrojů (z pokusů) a byla uchovávána v suchu při pokojové teplotě. Květináče byly náhodně rozmístěny. Po dvou týdnech byly sečteny všechny aktuální vyklíčené semenáčky. Experiment byl zpracován pomocí programu Microsoft Excel a STATISTIKA, verze 7.1 (Anonymus 2006). Pokus byl vyhodnocen dvoucestnou analýzou variance (ANOVA), před vlastní analýzou byla data upravena mocninovou transformací (x^2), aby soubor dat dosáhl normálního rozdělení a homogenity.

2.1.3. Relativní růstová rychlost

K určení RGR byla použita upravená metodika podle Hunta et al.. (1993). Semena druhu *Ch. pumilio* z roku 2006, pocházela z předcházejících pokusů. Semena dalších sledovaných druhů (*Poa annua*, *Achilea millefolium*, *Plantago lanceolata*, *Coryza canadensis*, *Herniaria glabra* a *Lolium perene*) byla opatřena ve stejném období od firmy Planta naturalis. Semena všech druhů byla nejprve naklíčena v miskách se směsí rašeliny a písku. Semenáčky potom byly opatrně vysazeny do květináčů (jeden semenáček na květináč) se směsí rašelina / písek (1:1) a s tyčinkovým hnojivem (doporučená dávka na květináč). Po 7 dnech byla odebrána polovina rostlinek (10 od každého druhu), které byly po dokonalém usušení zváženy

na analytických vahách. Po dalších 14 dnech byly usušeny a zváženy zbylé semenáčky. Výsledky byly zpracovány podle vzorce (Hunt et al., 1993):

$$\text{RGR} = (\ln m_{(21 \text{ dní})} - \ln m_{(7 \text{ dní})}) / 14$$

m ... průměrná hmotnost semenáčků po 7 nebo 14 dnech

2.2. Fytocenologické snímky

Fytocenologické snímky (0,5 x 0,5m) byly provedeny v jižních Čechách v obci Zliv na vrakovišti u nádraží ČD. Snímky byly zpracovány v programu CANOCO for Windows, verze 4.5 (Ter Braak et Šmilauer 2006), nepřímou gradientovou analýzou (CA). Grafický výstup byl upraven v programu CANODRAW 3.1 (Šmilauer 1992). Aby byla zajištěna normalita byla vstupní data logaritmičsky transformována. Pro větší přehlednost jsou v grafech zobrazeny pouze druhy s pravděpodobností výskytu nad 6 %. Protože jsou snímky z lokalit Hluboká a Zliv specifické, rozhodla jsem se je analyzovat každé zvlášť.

3. VÝSLEDKY

3.1. Experimenty

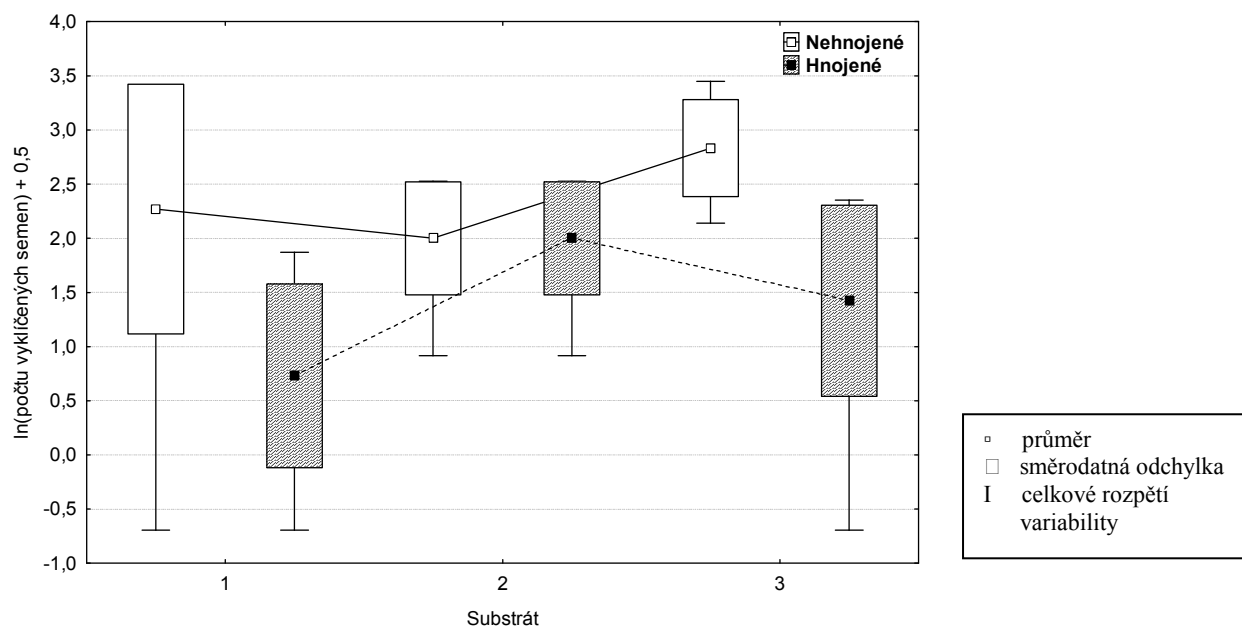
3.1.1. Závislost klíčení diaspor druhu *Ch. pumilio* na druhu substrátu a hnojení

V analýze bylo na 5 % - hladině významnosti dokázáno, že typ substrátu i hnojení má průkazný vliv na klíčení semen druhu *Ch. pumilio*. Vliv substrátu sice není tak patrný, ale je průkazný. Byl také prokázán vliv interakce mezi hnojením a druhem substrátu, jednotlivé kombinace hnojení a substrátu měly tedy různou klíčivost (tab. 1, obr.1).

Podle Tukeyho testu bylo prokázáno, že hnojení substrátu má vliv na klíčení druhu pouze v případech rašelina a rašelina / písek. Hnojení písku na klíčení vliv nemá. Průkazné výsledky ($p < 0,5$) jsou zvýrazněny tučně (tab. 2).

Tab. 1. Výsledky vlivu hnojení a typu substrátu na klíčení

| | STUPNĚ VOLNOSTI | F | p |
|----------------------------|--------------------|---------|----------|
| SUBSTRÁTY | 2 | 3,6957 | 0,031312 |
| HNOJENÍ | 1 | 24,3578 | 0,000008 |
| SUBSTRÁTY A HNOJENÍ | 2 | 6,1243 | 0,004007 |



Obr. 1. Srovnání klíčivosti hnojených a nehnojených substrátů ($n = 10$). Legenda: 1 – rašelina, 2 – písek, 3 – rašelina + písek (1:1).

Tab. 2. Výsledek mnohonásobných porovnání pomocí Tukeyho testu

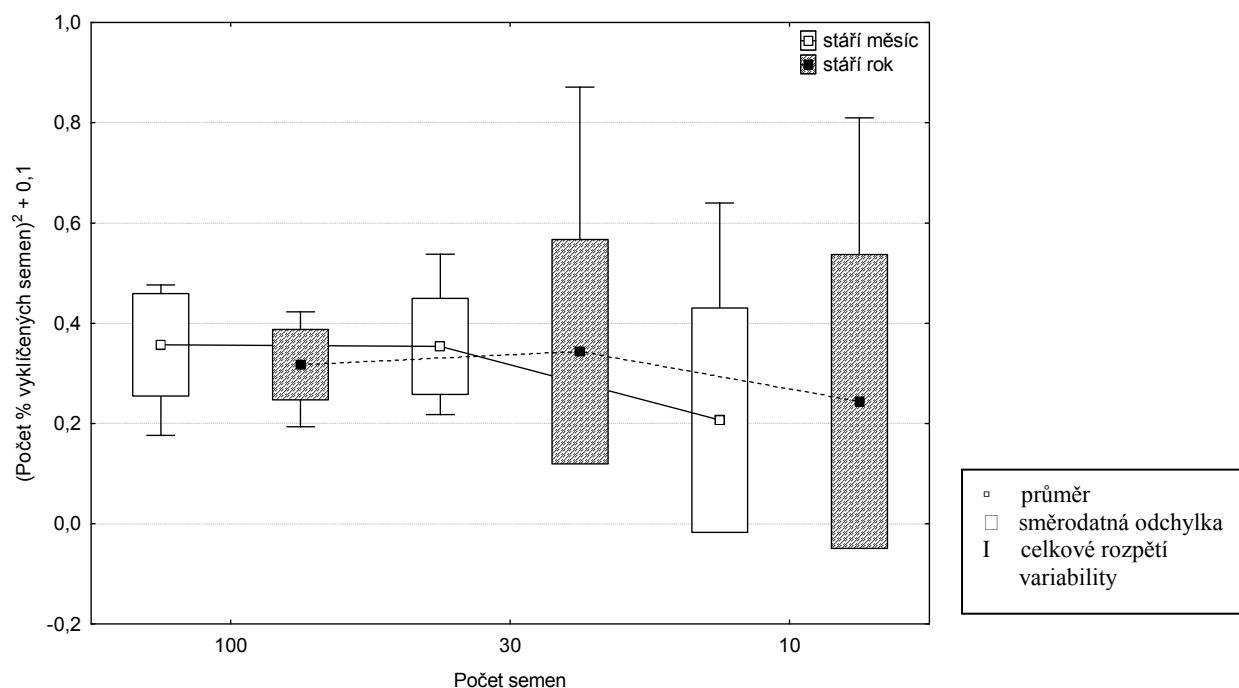
| | R-N | R-H | P-N | P-H | R+P-N | R+P-H |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| R-N | | 0,000692 | 0,969532 | 0,969532 | 0,581625 | 0,156115 |
| R-H | 0,000692 | | 0,006910 | 0,006910 | 0,000139 | 0,352883 |
| P-N | 0,969532 | 0,006910 | | 1,000000 | 0,169893 | 0,554769 |
| P-H | 0,969532 | 0,006910 | 1,000000 | | 0,169893 | 0,554769 |
| R+P-N | 0,581625 | 0,000139 | 0,169893 | 0,169893 | | 0,002045 |
| R+P-H | 0,156115 | 0,352883 | 0,554769 | 0,554769 | 0,002045 | |

3.1.2. Závislost klíčení na hustotě rozmístění a na délce skladování diaspor

V analýze bylo na 5 % - hladině významnosti dokázáno, že doba skladování a hustota rozmístění semen druhu *Ch. pumilio* nemá na jejich klíčení žádný vliv. Dále, že nejsou žádné interakce mezi těmito dvěma faktory (tab. 1, obr.1).

Tab. 1. Výsledky vlivu délky skladování a hustoty rozmístění semen na jejich klíčení

| | STUPNĚ VOLNOSTI | F | p |
|---------------------|--------------------|--------|----------|
| POČET SEMEN | 2 | 2,6336 | 0,081027 |
| STÁŘÍ | 1 | 0,0082 | 0,927988 |
| POČET SEMEN A STÁŘÍ | 2 | 0,2127 | 0,809090 |



Obr. 2 Srovnání klíčivosti různě starých semen s různou hustotou rozmístění (n = 10).

3.1.3. Relativní růstová rychlost

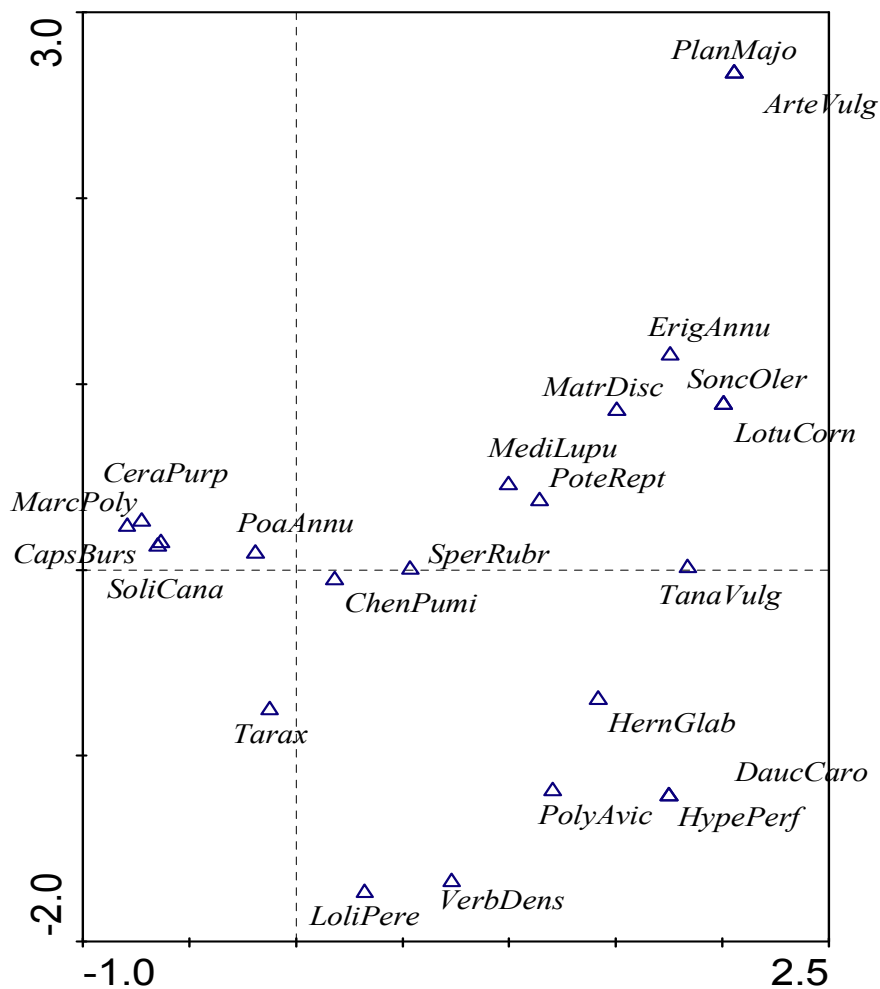
Podle výsledků relativní růstové rychlosti vybraných druhů roste *Ch. pumilio* ze všech těchto druhů nejrychleji (tab. 4). Druhým nejrychleji rostoucím druhem byl řebříček (*Achilea milefolium*), nejpomaleji rostl jílek (*Lolium perene*).

Tab. 4. Výsledky relativních růstových rychlostí

| DRUH | PRŮMĚR HMOTNOSTÍ SEMENÁČKŮ (g) | | RGR |
|----------------------------|--------------------------------|--------------|----------|
| | stáří 7 dní | stáří 21 dní | |
| <i>Chenopodium pumilio</i> | 0,00038 | 0,00452 | 0,176864 |
| <i>Achilea milefolium</i> | 0,00112 | 0,00782 | 0,138811 |
| <i>Conyza canadensis</i> | 0,00042 | 0,00288 | 0,137521 |
| <i>Plantago lanceolata</i> | 0,00554 | 0,0327 | 0,126813 |
| <i>Poa annua</i> | 0,00076 | 0,00178 | 0,060789 |
| <i>Herniaria glabra</i> | 0,00052 | 0,00108 | 0,052206 |
| <i>Lolium perene</i> | 0,00434 | 0,00584 | 0,021204 |

3.2. Fytcenologické snímky

Vztahy mezi výskytem jednotlivých druhů ve sledovaném společenstvu ve Zlivi ukazuje nepřímá gradientová analýza CA (obr 3). Výskyt druhu *Chenopodium pumilio* dobře koreluje například s výskytem druhů *Spergularia rubra*, *Tanacetum vulgare*, *Medicago lupulina*, *Potentilla reptans* a *Herniaria glabra*. Naopak negativně koreluje například s výskytem druhu *Poa annua*. První ordinační osou lze zleva doprava proložit gradient zapojenosti vegetace od holého šterku po zapojenou vegetaci svazu *Sisymbrium officinalis*.



Obr. 3. Nepřímá gradientová analýza CA. Zobrazeny pouze druhy, které odpovídají modelu ze 6 a více %.

4. DISKUZE

4.1. Experimenty

4.1.1. Závislost klíčení diaspor druhu *Ch. pumilio* na druhu substrátu a hnojení

Ch. pumilio roste v Čechách ve městech na suchých teplých sešlapávaných půdách, na dlažbě (Jehlík 1997), na chodnících, na rumišťích, skládkách a železnicích (Hejný et Schwarzová 1978). *Ch. pumilio* roste na mnoha druzích substrátu (Jehlík 1998), je náročný na živiny a snáší jejich nadbytek (Mlíkovský & Stýblo 2006).. Například zvýšený obsah vápenatých (jejichž zdrojem je mimo jiné místy opadaná omítka) a draselných iontů, dusičnanů, fosforečnanů a amoniaku (Jehlík 1997).

V pokusu s různými substráty vycházely nejlepší výsledky klíčení na substrátu nehnojené směsi rašeliny a písku. Nejméně klíčil druh na hnojené rašelině. Překvapivé je, že navzdory dostupným údajům (Jehlík 1997, Mlíkovský & Stýblo 2006) reagovaly diasporý na hnojení téměř ve všech případech negativně. Jedinou výjimkou byl písek, kde se vliv hnojení nelišil. V žádném z případů však neklíčily na hnojené půdě diasporý lépe. Myslím, že tento výsledek mohl být ovlivněn dávkou hnojiva nebo nepřímo rozvojem patogenů či herbivorů v důsledku pohnojení.

4.1.2. Závislost klíčení na hustotě rozmístění a na délce skladování diaspor

U krátkověkých druhů, které spoléhají především na rozmnožování pomocí semen se obvykle předpokládá, že počáteční hustota rostlin ovlivňuje výsledný počet semenáčků (Lortie & Turkington 2002). V rámci uskutečněného experimentu neměla hustota rozmístění semen na jejich klíčení průkazný vliv. To může být částečně způsobeno i velikostí semenáčků *Ch. pumilio*, které jsou poměrně drobné (plocha děložních lístků cca 4 x 1 mm). Bylo by lépe použít větší počty semenáčků, což ale bylo problematické vzhledem k omezenému počtu diaspor. Větší rozptyl v datech u nízkých hustot semenáčků je pochopitelný vzhledem k nižšímu počtu zahrnutých rostlin.

Lhotská & Hejný (1979) provedli klíčící experimenty se semeny různého věku. Nechávali klíčit 30 dní diasporý rostlin z několika míst v Praze. Došli k výsledkům, že semena nějaký čas uskladněná klíčí z podstatně větší části, než semena čerstvá. Například diasporý 7 let staré klíčily ze 64%, zatímco čerstvé jen z 20%. Klíčivost se tedy podle jejich studie s délkou skladování semen zvyšuje až do 15 let, kdy nastává ztráta klíčivosti a příznaky

konečného rozkladu. Naopak Jehlík (1998) tvrdí, že s dobou skladování se pomalu postupně zvyšuje ztráta klíčivosti. Diaspory, které byly skladovány v nevytápěné místnosti klíčily takto: po 3 letech na 100 %, po 5 letech na 74 %, po 7 letech na 68 %, 12 let staré plody již nebyly klíčivé.

Výsledky mého pokusu ale ukazují, že mezi klíčením diaspor čerstvých a rok starých není rozdíl. Toto zjištění není nijak překvapivé vzhledem k rozporuplnosti výsledků výše zmíněných autorů. Navíc v těchto studiích nejsou uvedeny dostatečné informace k metodikám experimentů. Důvodem tedy může být i jiný postup.

Jedním z příčin různících se výsledků může být také místo, odkud rostliny (zdroj diaspor k pokusu) pocházejí. Semena používaná v mém pokusu byla z vlastních rostlin, vypěstovaných přímo k těmto účelům v klimaboxu, kde jsou stále podmínky. Causin (2004) udává maternální efekt, čili vliv prostředí, v němž roste mateřská rostlina, na její potomstvo, pro odpověď na osvětlení rostlin a hospodaření s dusíkem u druhu *Chenopodium album*.

4.1.3. Relativní růstová rychlost

Relativní růstová rychlost patří mezi často měřené charakteristiky invazních rostlin. Nicméně např. Daehler (2003) nebo Mihulka et al. (2006) uvádějí vliv RGR na invazní chování jako neprůkazný.

V tomto pokusu byla měřena růstová rychlost některých druhů společně rostoucích s *Ch. pumilio*. Sledovaný druh měl poměrně překvapivě nejvyšší růstovou rychlost. Semenáčky *Ch. pumilio* byly při odběru po 1. týdnu nejmenší a měly nejnižší hmotnost, po třech týdnech byly naopak třetí největší po semenáčcích *Achillea millefolium* a *Lolium perene*. Na základě porovnání RGR *Ch. pumilio* a vybraných druhů ze stejného biotopu nelze vyloučit, že by právě RGR by mohla být jednou z vlastností sledovaného nepůvodního druhu, která souvisí s jeho úspěchem v oblastech nepůvodního výskytu po světě (Jehlík 1997, Jehlík 1998).

4.2. Fytocenologické snímky

Chenopodium pumilio na sledované lokalitě doprovázejí další drobné krátkověké druhy otevřených narušovaných stanovišť, jako jsou *Spergularia rubra* a *Herniaria glabra*, které mají blízké nároky na prostředí. Zároveň sledovaný druh často roste se druhy schopnými intenzivního vegetativního rozmnožování (*Tanacetum vulgare*, *Medicago lupulina* a *Potentilla reptans*), které mají spíše širší nároky na prostředí, než *Ch. pumilio* a dovedou se prosadit i v poměrně náročném biotopu otevřených narušovaných stanovišť.

Jehlík (1997) uvádí výskyt *Ch. pumilio* nejčastěji s druhy *Polygonum aviculare* agg. a *Poa annua*, méně často s druhy *Eragrostis minor*, *Plantago major*, *Capsella bursa-pastoris*, *Galinsoga parviflora*, *Taraxacum officinale* agg., *Bryum argenteum* a *Ceratodon purpureus*.

5. ZÁVĚR

Druh *Chenopodium pumilio* preferuje určité typy substrátu, nejlépe klíčí na nehnojené směsi rašeliny a písku. Na hnojení reagoval negativně. Hustota rozmístění semen a doba jejich skladování nemá na klíčení vliv. *Chenopodium pumilio* má mezi ostatními druhy, vyskytujícími se na stejných stanovištích největší relativní rychlost růstu. Na lokalitě Zliv se *Chenopodium pumilio* nejčastěji vyskytovalo s druhy *Spergularia rubra*, *Tanacetum vulgare*, *Medicago lupulina*, *Potentilla reptans* a *Herniaria glabra*.

Literatura

- Alpert, P.** 2006: The advantages and disadvantages of being introduced. *Biological Invasions* 8: 1523-1534.
- Anonymus** 2006: Statistica fo Windows [Computers program manual]. StatSoft, Tulsa.
- Batten, K.M.**, Scow, K.M., Davies, K.F. & Harrison, S.P. 2006: Two invasive plants alter soil microbial community composition in serpentine grasslands. *Biological Invasions* 8: 217-230.
- Beadle, N.C.W.**, Evans, O.D. & Carolin, R.C. 1962: Handbook of the vascular plants of the Sydney District and Blue Mountains, Armdale.
- Belnap, J.** & Phillips, S.L. 2001: Soil biota in an ungrazed grassland: response to annual grass (*Bromus tectorum*) invasion. *Ecological Applications* 11: 1261–1275.
- Buckley, Y.M.**, Briese, D.T. & Rees, M. 2003: Demography and management of the invasive plant species *Hypericum perforatum*. II. Construction and use of an individual-based model to predict population dynamics and the effects of management strategies. *Journal of Applied Ecology* 40: 494-507.
- Causin, H.F.** 2004: Responses to shading in *Chenopodium album*: the effect of the maternal environment and the N source supplied. *Canadian Journal of Botany - Revue Canadienne de Botanique* 82(9): 1371-1381.
- Cross, J.R.** 1981: The establishment of *Rhododendron ponticum* in the Killarney oakwoods S. W. Ireland. *Journal of Ecology* 69:807-824.
- Daehler, C.C.**, Strong, D. R. 1993: Prediction and biological invasion. *Trends in Ecology & Evolution* 8:830
- Dean, W.R.J.** 1998: Space invaders: modeling the distribution, impacts and control of alien organisms. *Trends in Ecology and Evolution* 13: 256-258.
- Dostál, J.** (eds.): Nová květena ČSSR 2. Academia, Praha, 1989.
- Drake, J.A.** et al.. 1989: Biological invasions: a global perspective. SCOPE 37. - John Wiley.
- Duda, J.J.**, Freeman, D.C., Emlen, J.M., Belnap, J., Kitchen, S.G., Zak, J.C., Sobek, E., Tracy, M. & Montante, J. 2003: Differences in native soil ecology associated with invasion of the exotic annual chenopod, *Halogeton glomeratus*. *Biology and Fertility of Soils* 38: 72–77.
- Gelin, Z.**, Mosyakin, S.L. & Clemants, S.E. 2003: Chenopodiace. *Flora of China* 5: 351-414.
- Glowka, L.**, Burhenne-Guilmilmin, F. & Synge, H. 1994: A guide to the convention on biological diversity. IUCN, Gland.
- Goslee, S.C.**, Peters, D.P.C. & Beck, K.G. 2001: Modeling invasive weeds in grasslands: the role of allelopathy in *Acroptilon repens* invasion. *Ecological Modelling* 139: 31-45. [39236].

- Hejný, S.** & Schwarzová, T. 1978: *Chenopodium pumilio* R. Br. in der Tschechoslowakei. Acta botanica slovacica Academiae scientiarum slovacae, Series A 3: 41 – 53.
- Hejný, S.** & Slavík, B. (eds.): Květena České republiky 2. - Academia, Praha 1990.
- Hunt, R.**, Neal, A.M., Laffarga, J., Montserrat-Marti, G., Stockey, A. & Whitehouse, J. 1993: Mean relative growth rate. In: Henry, G.A.F., Grime, J.P. (eds.): Methods in Comparative Plant Ecology: A Laboratory Manual. Chapman & Hall, London, pp. 98-102.
- Chapin, E S. III.**, Walker, L.R., Fastie, C.L. & Sharman, L.C. 1994: Mechanisms of primary succession following deglaciation at Glacier Bay, Alaska. Ecological Monographs 64: 149-175.
- Chocholoušková, Z.** & Pyšek, P. 2003: Changes in composition and structure of urban flora over 120 years: a case study of the city of Plzeň. Flora 198 (2003): 366-376.
- Jacobs, S.W.L.** 2001: Review of leaf anatomy and ultrastructure in the Chenopodiaceae (Caryophyllales). Torrey Botanic Society Journal 128: 236-253.
- Jehlík V.** & Hejný S. 1974: Main migration routes of adventitious plants in Czechoslovakia. Folia Geobotanica et Phytotaxonomica 9: 241–248.
- Jehlík, V.** (eds.): Cizí expanzivní plevele České republiky a Slovenské republiky. Academia, Praha 1998.
- Jehlík, V.** 1997: Nové společenstvo s *Chenopodium pumilio* na území Prahy. Zprávy České Botanické Společnosti, Praha 32/Mater. 15: 217–220.
- Jetzkowitz, J.** & Brunzel, S. 2005: Transgressing the Boundaries: An Experimental Reconnoitre. Graduate Journal of Social Science – Vol. 2, Issue 1.
- Klironomos, J.N.** 2002: Feedback with soil biota contributes to plant rarity and invasiveness in communities. Nature 417: 67–70.
- Kourtev, P.S.**, Ehrenfeld, J.G. & Haggblom, M. 2002: Exotic plant species alter the microbial community structure and function in the soil. Ecology 83: 3152–3166.
- Kuske, C.R.**, Ticknor, L.O., Miller, M.E., Dunbar, J.M., Davis, J.A., Barns, S.M. & Belnap, J. 2002: Comparison of soil bacterial communities in rhizospheres of three plant species and the interspaces in an arid grassland. Applied and Environmental Microbiology 68: 1854–1863.
- Lhotská, M.** & Hejný, S. 1979: *Chenopodium pumilio* in Czechoslovakia: its strategy of dispersal and domestication. Folia Geobotanica et Phytotaxonomica. 14: 367–375.
- Lortie, C.J** & Turkington, R. 2002: The effect of initial seed density on the structure of a desert annual plant community. Journal of Ecology 90(3): 435-445.
- Marco, D.E.**, Páez, S.A. & Cannas, S.A. 2002: Species invasiveness in biological invasions: a modelling approach. Biological Invasions 4: 193-205.

- Mihulka, S.,** Pyšek, P., Martínková, J., Jarošík, V. 2006: Invasiveness of *Oenothera* congeners alien to Europe: Jack of all trades, master of invasion? *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8:83-96.
- Miller, R.M.** 1979: Some occurrences of vesicular-arbuscular mycorrhiza in natural and disturbed ecosystems of the Red Desert. *Canadian Journal of Botany* 57: 619-623.
- Mlíkovský, J. & Stýblo, S.** (eds.): *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha 2006.*
- Pimentel, D.,** Lach, L., Zuniga, R. & Morrison, D. 2000: Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *Bioscience* 50: 53-65.
- Pyšek, A. & Pyšek, P.** 1988. Ruderální flóra Plzně. *Sborník Západočesého Muzea, Plzeň. Ser. Nat.*68: 1-34.
- Pyšek, A.** 1978: Bemerkungen zur Ökologie und Phytozoölogie der westböhmisches Arten der Gattung *Chenopodium* L. *Folia Musei rerum naturalium Bohemiae occidentalis., Plzeň, ser. bot.,*10: 1-38.
- Pyšek, P. & Richardson, D.M.** 2006: The biogeography of naturalization in alien plants. *Journal of Biogeography* 33: 2040-2050.
- Pyšek, P. & Sádlo, J.** 2004: Zelení cizinci a nové krajiny 2. Zavlečené rostliny – jak je to u nás doma? *Vesmír* 83: 80-85.
- Pyšek, P.** 1995: Recent trends in studies on plant invasions (1974-1993). In: Pyšek, P. et al.. (eds), *Plant invasions: general aspects and special problems.* SPB Academic Publ.. Amsterdam. pp. 223-236.
- Pyšek, P.** 1997: Clonality and plant invasions: can a trait make a difference? In: de Kroon H. & van Groenendael J. (eds.): *The ecology and evolution of clonal plants,* p. 405–427, Backhuys Publishers, Leiden.
- Pyšek, P.** 2001: Past and future of predictions in plant invasions: a field test by time. *Diversity and Distributions* 7: 145-151.
- Pyšek, P.,** Sádlo, J. & Mandák, B. 2002: *Catalogue of alien plants of the Czech Republic.* Preslia, Praha 74: 97-186.
- Read, D. J.** 1984: Interactions between ericaceous plants and their competitors with special reference to soil toxicity. *Aspects of Applied Biology* 5:195-209.
- 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: 93-107.

- Sage, R.F.** 2002: C₄ photosynthesis in terrestrial plants does not require Kranz anatomy. Trends in Plant Science 7: 283-285.
- Smith, P. H.** 2005: *Herniaria glabra* on the Septon Coast, Merseyside. Botanical Society of the British Isles News 100: 23-25.
- Starfinger, U.** et al. (eds.): Plant invasions: ecological consequences and human responses. Backhuys, Leiden 1998.
- Šmilauer, P.** 2005: Canoco reference manual and CanoDraw for Windows user's guide [Software for canonical community ordination]. – Microcomputer power, Ithaca.
- Ter Braak, C.J.F.** & Šmilauer, P. 2006: CANOCO for Windows [Software for canonical community ordination]. - Microcomputer Power, Ithaca.
- Thompson, K.,** Hodgson, J.G. & Rich, T.C.G. 1995: Native and alien invasive plants: more of the same? Ecography 18: 390-402.
- Tilman, D.** 1988: Plant strategies and the structure and dynamics of plant communities. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press.
- Van Cleve, K.,** Viereck, L. A. & Schlentner, R. L. 1971: Accumulation of nitrogen in alder (*Alnus*) ecosystems near Fairbanks, Alaska. Arctic and Alpine Research 3: 101-114.
- Vitousek, P.M.,** Walker, L.R., Whiteaker, L.D., Mueller-Dombois, D. & Matson, P.A. 1987: Biological invasion by *Myrica faya* alters ecosystem development in Hawaii. Science 238: 802-804.
- Vivrette, N.J.** & Muller, C.H. 1977: Mechanism of invasion and dominance of coastal grassland by *Mesembryanthemum crystallinum*. Ecological Monographs 47: 301-218.
- Von Holle, B.,** Joseph, K.A., Largay, E.F. & Lohnes, R.G. 2006: Facilitations between the introduced nitrogen-fixing tree, *Robinia pseudoacacia*, and nonnative plant species in the glacial outwash upland ecosystem of Cape Cod, MA. Biodiversity and Conservation 15: 2197-2215.
- Walker, L. R.** 1993: Nitrogen fixers and species replacements in primary succession. Pages 249-272 in J. Miles and D.W. H. Walton, editors. Primary succession on land. Blackwell Scientific, Oxford, UK.
- Weber, E.** (eds.): Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds. Wallingford, UK, CABI Publishing 2003.
- Welsh, S.L.,** Crompton & Steven E. Clemants, S.E. 2003: Chenopodiaceae. Flora of North America Vol. 4 Page 258, 268, 302.
- Williamson, M.** 1996. Biological Invasions. Chapman & Hall, London.
- Williamson, M.** 1999: Invasions. Ecography 22: 5-12.

Williamson, M. 2006: Explaining and predicting the success of invading species at different stages of invasion. *Biological Invasions* 8: 1561-1568.

Internetové odkazy

- (1) **Alaska Natural Heritage Program:** Annual bluegrass: *Poa annua* L. (2004). http://akweeds.uaa.alaska.edu/pdfs/species_bios_pdfs/Species_bios_POAN.pdf
- (2) **The Angiosperm Phylogeny Group:** An ordinal classification for the families of flowering plants (1998). <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/apg/APG.html>
- (3) **Botanický ústav Akademie věd ČR:** Oddělení ekologie invazí (2007). http://www.ibot.cas.cz/invasions/projects_cz.html
- (4) **Botany.cz:** herbář (2007). <http://botany.cz/cs/rubrika/herbar/>
- (5) **Convention on Biological Diversity:** Decision VI/23 Alien species that threaten ecosystems, habitats or species (2002). <http://www.cbd.int/decisions/?m=COP-06&id=7197&lg=0>
- (6) **Herba, Atlas plevelů verze 1.0:** *Poa annua* L. (2007). http://www.jvsystem.net/app19/Species.aspx?pk=1040&lng_user=1
- (7) **Watson, L. & Dallwitz, M.J. 1992 onwards.** The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. Version: 1st June 2007. <http://delta-intkey.com>.