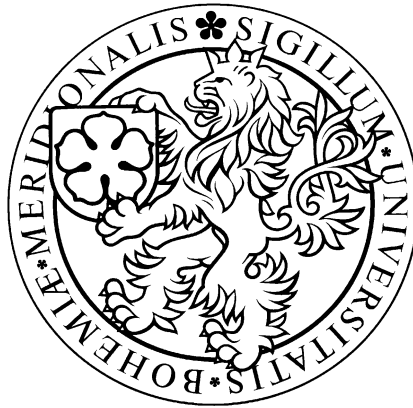


**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta**



**Ekologická studie invazního druhu
Senecio inaequidens (DC.)**

Diplomová práce

Bc. Sandra Venclová

Školitel: RNDr. Stanislav Mihulka, Ph.D.

České Budějovice 2012

VENCLOVÁ, S. (2012): Ekologická studie invazního druhu *Senecio inaequidens* (DC.) [Ecological study of invasive species *Senecio inaequidens* (DC.). Mgr. Thesis, in Czech.] – 46 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Senecio inaequidens, native species to South Africa, is an invasive plant in Europe. In this study, some experiments were performed to contribute to the explanation of its invasive success. Laboratory experiments were done to investigate its potential allelopathic effect on seed germination, competitive ability and resistance to deicing salt stress in comparison with 5 coexisting species and other invasive species in Europe, *Dittrichia graveolens*.

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury 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, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne 27. 4. 2012

.....
Sandra Venclová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému školiteli Standovi Mihulkovi za poskytnutí zajímavého tématu a za veškerou pomoc. Simoně Polákové a Petru Kouteckému za zodpovězení mých dotazů ohledně statistiky. Dík však patří každému, kdo mi jakkoliv pomohl. Rodičům děkuji za podporu.

Obsah:

1. Úvod	1
1.1 Rostlinné invaze	1
1.2 Alelopatie	2
1.3 Konkurence	2
1.4 Zasolení	3
1.5 Studovaný druh <i>Senecio inaequidens</i>	5
1.6 Cíle práce.....	8
2. Materiál a metody.....	9
2.1 Vliv zasolení na klíčivost semínek vybraných druhů.....	9
2.2 Vliv zasolení na růst rostlin vybraných druhů	10
2.3 Vliv alelopatického výluhu <i>S. inaequidens</i> na klíčivost semínek vybraných druhů	11
2.4 Kompetice <i>Senecio inaequidens</i> s vybranými druhy	12
2.5 Nomenklatura	13
3. Výsledky.....	14
3.1 Vliv alelopatického výluhu <i>S. inaequidens</i> na klíčivost semínek vybraných druhů	14
3.2 Kompetice <i>Senecio inaequidens</i> s vybranými druhy	16
3.3 Vliv zasolení na klíčivost semínek studovaných druhů	18
3.4 Vliv zasolení na růst rostlin vybraných druhů	21
4. Diskuze	24
4.1 Alelopatie	24
4.2 Konkurence	26
4.3 Zasolení	27
5. Závěr.....	29
6. Literatura	30
Přílohy	37

1. Úvod

1.1 Rostlinné invaze

Šíření nepůvodních druhů do nových ekosystémů se děje buď náhodným způsobem (přirozeně) či jako následek lidské činnosti (uměle). Introdukce nepůvodních druhů člověkem do nových ekosystémů, ať již úmyslně či neúmyslně, je jedním z významných dopadů lidské činnosti na biologické ekosystémy. Tempo šíření nepůvodních druhů, zvláště za posledních několik desítek let, narůstá se zvyšujícím se transportem, mezinárodním obchodem, cestovním ruchem (VITOUSEK et al. 1996). Tyto činnosti poskytují organismům cesty k překonání biogeografických bariér, které by jinak bránily v jejich rozšíření (VITOUSEK et al. 1996).

Část nepůvodních druhů je v novém areálu natolik úspěšných, že se z nich stanou druhy invazní. Za invazní druh se považuje ten, který se buď za pomoci semen rozšíří na vzdálenost větší než 100 m za méně než 50 let, nebo ten, který se pomocí svých vegetativních orgánů rozšíří za méně jak 3 roky na vzdálenost větší než 6 m (RICHARDSON et al. 2000). Problematika studia invazních druhů se zabývá několika oblastmi: (1) identifikace možných invazních druhů a studium jejich invazivnosti, (2) studium náchylnosti společenstev k invazím (tzv. invazibilita společenstev), (3) následky biologických invazí, (4) prevence a kontrola biologických invazí (MACK et al. 2000).

Predikcí invazivnosti druhů se zabývají např. studie (REJMÁNEK 1996; REJMÁNEK et RICHARDSON 1996; ANDREU et VILÀ 2010; CATFORD et al. 2012; JONES et GOMULKIEWICZ 2012). Na úspěšnost budoucího invazního druhu má vliv celá řada faktorů (REJMÁNEK 1995). Invazivnost je ovlivněna např. množstvím vyprodukovaných semen či životním cyklem v juvenilní fázi rostliny (REJMÁNEK et RICHARDSON 1996). Důležitou roli v úspěšnosti invazního druhu také hraje způsob, jakým se invazní druh šíří (PYŠEK et al. 2011).

Dopad rostlinných invazí na tamní společenstva bývá značný. Redukují fitness a růst domácích druhů, mění strukturu společenstva snížením počtu jedinců původního druhu a snížením diverzity (HEJDA et al. 2009; PYŠEK et RICHARDSON 2010; VILÀ et al. 2011).

1.2 Alelopatie

Alelopatie v užším slova smyslu je charakterizována jako vzájemný vztah mezi dvěma rostlinami, kdy jedna rostlina vylučuje chemické látky, které ovlivňují růst a vývoj rostliny druhé. Ve většině případů působí tyto látky na druhou rostlinu inhibičně. Tyto chemické látky se do prostředí dostávají několika způsoby: (1) jako výměšky z kořenů, které jsou rozpouštěny v půdním roztoku, (2) jako vodní výluhy z nadzemních částí rostlin nebo z detritu, (3) v podobě aromatických těkavých látek, které ovlivňují rostlinu buď přímo, nebo se rozpouštěny dostávají do půdního roztoku (INDERJIT et DAKSHINI 1995).

Otázka vlivu alelopatie se stala proto velice diskutovanou, co se týče úspěšnosti invazních rostlin a jejich šíření v nepůvodních areálech (např. HIERRO et CALLAWAY 2003; PRATI et BOSSDORF 2004; ABHILASHA et al. 2008; INDERJIT et al. 2008; PISULA et MEINERS 2010). Alelochemické látky, které vylučuje invazní druh, jsou pro invadované společenstvo nové. Tyto nové látky s sebou přinášejí nové mechanismy interakcí, na které rostliny v invadovaném společenstvu nemohou být adaptovány kvůli odlišné koevoluční historii (CALLAWAY et ASCHEHOUG 2000).

V širším pojetí můžeme alelopatii chápat nejen jako vylučování alelochemických látek, které přímo ovlivňují další rostlinu, ale mnohem komplexněji. Rostlina s alelopatickým efektem může vylučovat netoxické látky, které interagují s půdními mikroorganismy nebo látky, které mění půdní prostředí a až tyto interakce mohou mít vliv na sousední rostlinu (INDERJIT et WEINER 2001).

Při studiu alelopatie se často využívá aktivního uhlí (např. CALLAWAY et ASCHEHOUG 2000; RIDENOUR et CALLAWAY 2001; PRATI et BOSSDORF 2004; LAU et al. 2008; WEIBHUHN et PRATI 2009). Aktivní uhlí má tu vlastnost, že dokáže adsorbovat organické sloučeniny. Proto přidání aktivního uhlí do půdy či roztoku může snížit alelopatický efekt tím, že se na aktivní uhlí navážou velké organické sloučeniny, které mohou být zodpovědné za alelopatický účinek rostliny (CALLAWAY et ASCHEHOUG 2000) a tak lze ověřit, zda jsou takové látky za pozorovaný alelopatický efekt odpovědné.

1.3 Konkurence

Mezidruhová konkurence (kompetice) je považována za jeden z důležitých procesů poukazujících na to, zda se daný druh může stát invazním (CRAWLEY 1990). Vysoká

schopnost mezidruhové konkurence invazních druhů hraje klíčovou roli v jejich uchycení se a šíření v postižených ekosystémech (ROY 1990). Předpokládá se, že kompetice o limitující zdroje hraje důležitou roli v počátečních fázích invaze (VILÀ et WEINER 2004).

Na roli kompetice u rostlinných invazí se dá nahlédnout ze dvou směrů: (1) na schopnost invazní rostliny růstu a rozšiřování populace v invadovaném společenstvu, (2) schopnost tolerance invadovaného společenstva vůči invazivnímu druhu (GOLDBERG et FLEETWOOD 1987; VILÀ et WEINER 2004).

Problematicke kompetice invazních druhů se věnuje celá řada prací (např. GRUBEROVÁ 2002 – *Bidens frondosa*; VILÀ et al. 2003 – *Hypericum perforatum*; VILÀ et al. 2004; RIDENOUR et al. 2008 – *Centaurea maculosa*; NI et al. 2010 – *Acroptilon repens*; DOSTÁL 2011). Pozornost je věnována také kompetici druhů rodu *Senecio*. Práce GARCIA-SERRANO et al. (2007) studuje mezidruhovou kompetici dvou nepůvodních druhů *S. inaequidens* a *S. pterophorus* a domácího druhu *S. malacitanus*. Druhy *S. inaequidens* a *S. malacitanus* byly také vzájemně porovnávány v práci GARCIA-SERRANO et al. (2008).

V předkládané práci je pozornost věnována kompetici invazního druhu *S. inaequidens* s domácími druhy, se kterými se společně vyskytuje, a také s dalším invazním druhem *Dittrichia graveolens*.

1.4 Zasolení

K zajišťování sjízdnosti komunikací v zimních měsících v našich zeměpisných šířkách se využívá mechanických a chemických postupů. Pro chemické ošetření silnic se používají látky, které způsobují fyzikálně chemickou změnu sněhu a ledu přítomného na povrchu vozovky, přičemž dochází k jejich tání. Nejběžnější látkou, která se pro tento účel využívá, je chlorid sodný (NaCl). Chlorid sodný má dvě velké přednosti – dobré rozmrazovací vlastnosti a nízké pořizovací náklady. Používá se v pevném stavu, nebo jako solankový roztok (tzn. roztok, ve kterém jsou rozpuštěny sole). Nejlepší účinnost má do -7 °C. Při teplotách pod -11 °C se stává pro zimní posyp už neúčinným (RAMAKRISHNA et VIRARAGHAVAN 2005). Z dalších chemických rozmrazovacích materiálů se v daleko menší míře ještě používají chlorid vápenatý (CaCl₂) a chlorid hořečnatý (MgCl₂) (RAMAKRISHNA et VIRARAGHAVAN 2005). Chlorid vápenatý je velmi účinný i při nízkých teplotách až do -35 °C, nevýhodou je však až několikanásobně vyšší cena oproti chloridu sodnému. Používá se v pevném stavu nebo jako solanka. Nejběžněji používanou solankou je roztok s koncentrací 26%. V praxi se často

používá ve směsi s chloridem sodným, kdy se pevný chlorid sodný zvlhčí solankovým roztokem chloridu vápenatého. Chlorid hořečnatý se používá jen v nepatrném rozsahu v zásadě jen při likvidačním posypu. Další látky (různé druhy glykolů, alkoholů, močovina, CMA - Calcium Magnesium Acetate) se v běžné praxi nepoužívají, spíše jen v rámci pokusů (RAMAKRISHNA et VIRARAGHAVAN 2005).

Posypová sůl se z vozovky do okolí dostává několika způsoby: rozprášením pomocí větru, vystřikováním z vozovky jako následek provozu, přímým prosakováním vozovkou či odtokem z vozovky (BLOMQUIST et JOHANSSON 1999). BLOMQUIST et JOHANSSON (1999) také uvádějí, že 20-63% soli bylo z vozovky transportováno pomocí větru a deponováno do prostředí 2-40 m ve vzdálenosti od vozovky. Dále uvádějí, že až přes 90% celkové depozice větrem bylo na vzdálenost kratší než 20 m. V otevřené krajině může být sůl transportována větrem až několik stovek metrů od vozovky (KELSEY et HOOTMAN 1992). V opačném případě, lesní porost funguje jako filtr a to vede k větším depozicím soli pod lesní vegetací v blízkosti vozovky (HAUTALA et al. 1995).

Vliv zasolení na okolní prostředí byl zkoumán v mnoha studiích: např Ruth uvádí, že až polovina množství posypových solí končí v tekoucích vodách (RUTH 2003), byl také zkoumán vliv zasolení na podzemní vodu (např. THUNQVIST 2004), či obsah posypových solí v půdním profilu (CUNNINGHAM et al. 2008). Zvýšené koncentrace solí v prostředí jako důsledek solení silnic tak mají vliv na životní cyklus rostlin (FORMAN et ALEXANDER 1998).

Rostlinná společenstva v blízkosti vozovek jsou vystavena dvěma způsobům kontaktu se solí. Sůl, která je ze silnic roznášena větrem či rozstřikováním pomocí silničních vozidel, vede u rostlin spíše k vadnutí a poškozování nadzemních orgánů (rostliny mohou znovu obrazit), zatímco přesolenost půd, která je hlavně způsobena odtokem slané vody z vozovky, vede u rostlin k úhynu (THOMPSON et RUTTER 1986). U rostlin, které jsou vystaveny vlivu posypových solí, se objevují poškození jako nekróza, postupný rozklad chlorofylu (EOM et al. 2007), u dřevin předčasné podzimní zabarvení či tvorba čarověníků (PEDERSEN et al. 2000). Poškozená rostlinná pletiva mohou obsahovat až 75× více sodíku než zdravá pletiva (BRYSON et BARKER 2002). Taková akumulace je možná, jestliže je rostlina vystavena vysokému zasolení po mnoho sezón (BERKHEIMER et HANSON 2006), a také proto, že tyto rostliny nemají mechanismy na odstranění solí, které nashromáždily ve svých pletivech (MUNNS 2002). Zasolení půd také může potlačit klíčení semen (SPENCER et PORT 1988).

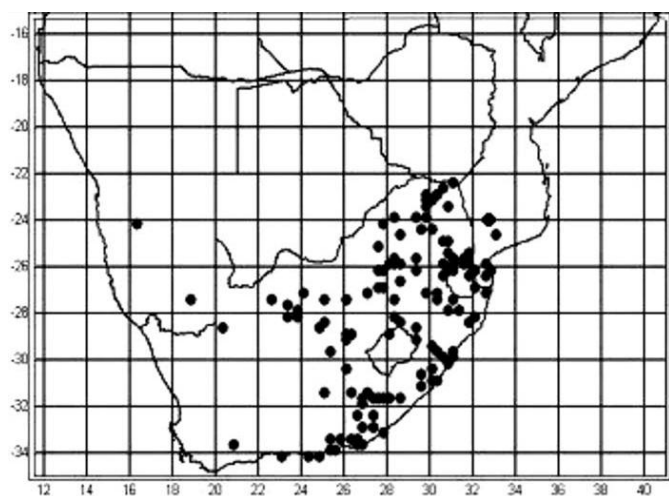
Zasolení půd také může pozitivně ovlivnit šíření halofilních druhů na místa mimo jejich přirozený areál, nebo halofilním druhům, které jsou invazní, ještě více pomoci k jejich šíření (BRAUER et GEBER 2002; MIKLOVIC et GALATOWITSCH 2005; JARZYNA et al. 2010).

Problematice vlivu zasolení na vzrostlé rostliny se věnuje celá řada prací (např. FORCZEK et al. 2011; GALUSZKA et al. 2011; TAHKOKORPI et al. 2012). Najdeme i řadu prací, které se věnují vlivu zasolení na klíčení semen (např. HARRINGTON et MEIKLE 1992; MIKLOVIC et GALATOWITSCH 2005; WROCHNA et al. 2010).

1.5 Studovaný druh *Senecio inaequidens*

Senecio inaequidens patří do čeledi *Asteraceae*. Jedná se o polokeř, který zpravidla dosahuje výšky 60 cm, ovšem může dosahovat výšky i 100 cm. Stonky jsou bohatě větvené, hustě olistěné, na bázi dřevnatějící. Listy jsou přisedlé, čárkovité, celokrajné, vz. s drobnými oddálenými zuby, na vrcholu zakončené tuhou ostrou špičkou, dlouhé až 70 mm. Úbory mohou mít až 25 mm v průměru, tvoří bohatý chocholík. Zákrovní listy jsou zelené, na špičce tmavě fialově naběhlé. Špičky listenů (někdy i celé listeny) zákrovečků jsou nápadně tmavě fialově naběhlé. Okrajové jazykovité květy mají zlatožlutou ligulu. V našem podnebí rostlina kvete od června do listopadu. Plodem jsou válcovité, krátce a hustě chlupaté nažky (GRULICH 2004; KOCIÁN 2009).

Tento druh je pro většinu savců toxický, protože obsahuje pyrolizidinové alkaloidy. Práce BICCHI et al. (1985) zjistila přítomnost 5 chemických látek patřících do této skupiny, konkrétně senecivernin, senecionin, integerrimin, retrorsin a látku podobnou retrorsinu. O senecioninu a retrorsinu je známo, že jsou hepatotoxické. Ve své domovině je tato rostlina zodpovědná za úhyn dobytka na pastvách (DIMANDE et al. 2007).

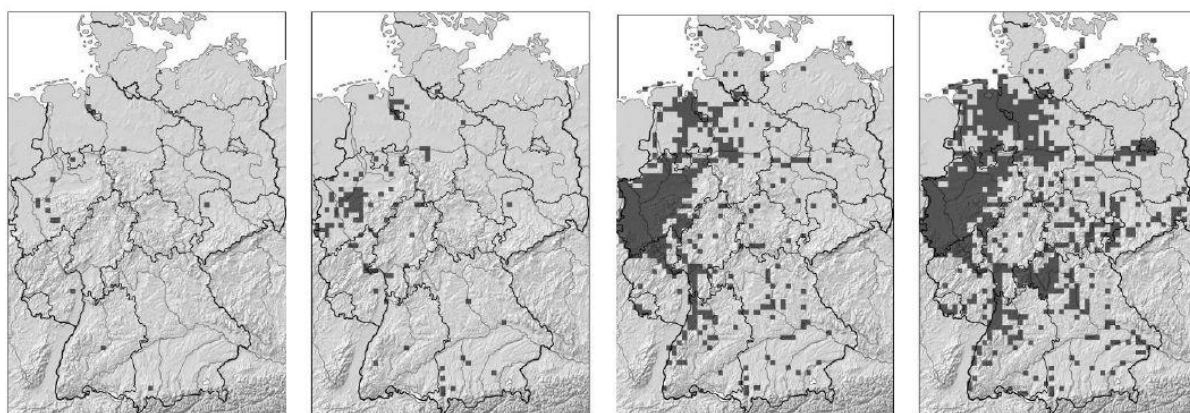


Obrázek 1.1 Rozšíření *Senecio inaequidens* v jižní Africe (převzato DIMANDE et al. 2007).

Senecio inaequidens je původní v jižní Africe – konkrétně státy Jižní Afrika, Mosambik, Namibie, Lesotho, Svazijsko (DIMANDE et al. 2007, viz obr. 1.1). Zde se vyskytuje na strmých kamenitých a vlhkých travnatých svazích, na křemičitých pískách na svažitéch březích řek, v korytech přechodně tekoucích vodních toků, v nadmořské výšce 1400 – 2850 m n. m. (HEGER et BÖHMER 2006).

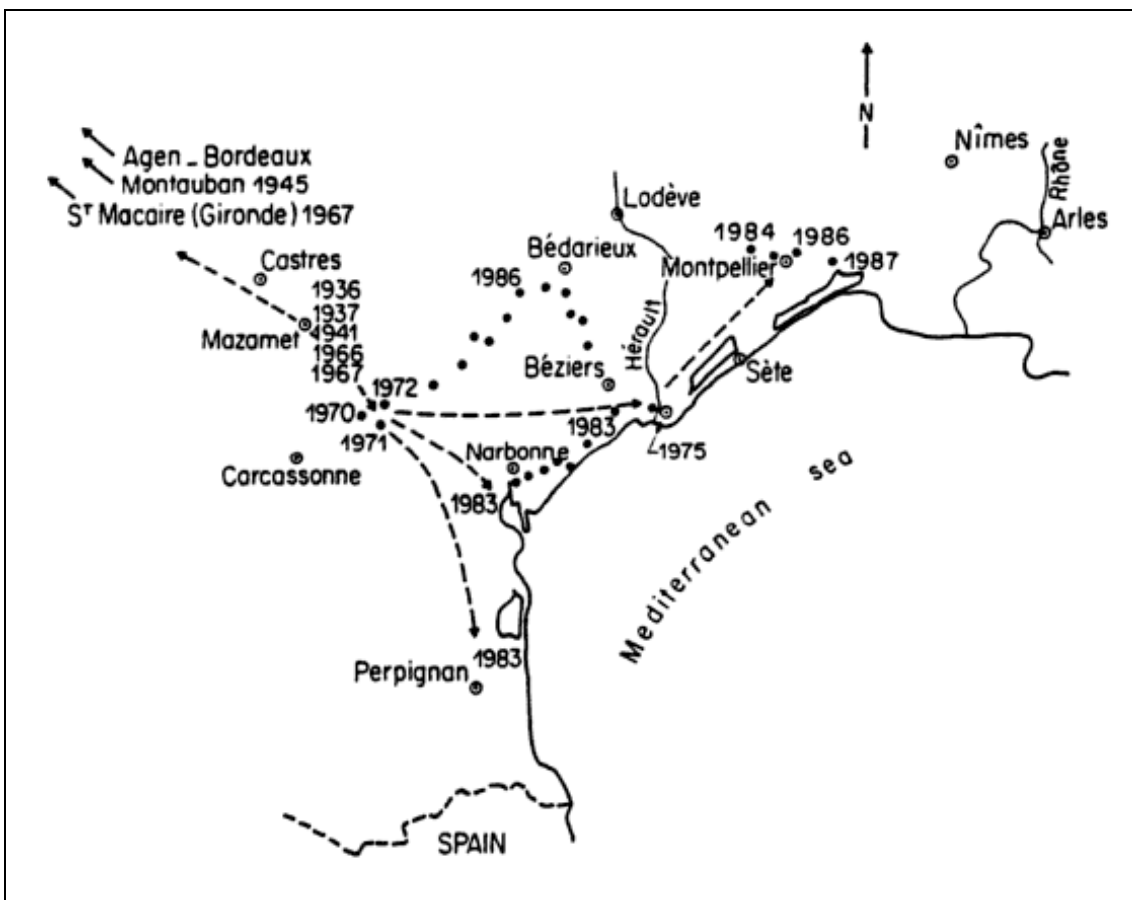
Senecio inaequidens byl do Evropy náhodně zavlečen v 19. století s jihoafrickou ovčí vlnou (HEGER et BÖHMER 2006). První nálezy se vyskytovaly v blízkosti továren na zpracování vlny. Poprvé byl zaznamenán v areálu továrny v Hannoveru (1889), o sedm let později v mezinárodním přístavu Brémy (1896). V první polovině 20. století vzrůstal počet lokalit, jednalo se o jednorázová zavlečení – Lutych v Belgii (1922), Edinburgh ve Skotsku (1928), Mettmann (1922) a Leipzig (1938) v Německu, Tilburg v Holandsku (1939), Francie (1935), Itálie (1947). Města Mazamet (J Francie), Calais (S Francie), Verona (S Itálie), Lutych (Belgie) a Brémy (S Německo) se stala prvními centry šíření této rostliny v Evropě. Od 70. let 20. století přibývá lokalit a druh se začíná šířit ze západní a jižní Evropy (WERNER et al. 1991).

Již jsou také zaznamenány výskyty na Havaji, v Mexiku a v Argentině (EPPO 2006).



Obrázek 1.2 Šíření *Senecio inaequidens* v Německu – 1979, 1989, 1997, 2003 (převzato HEGER et BÖHMER 2006).

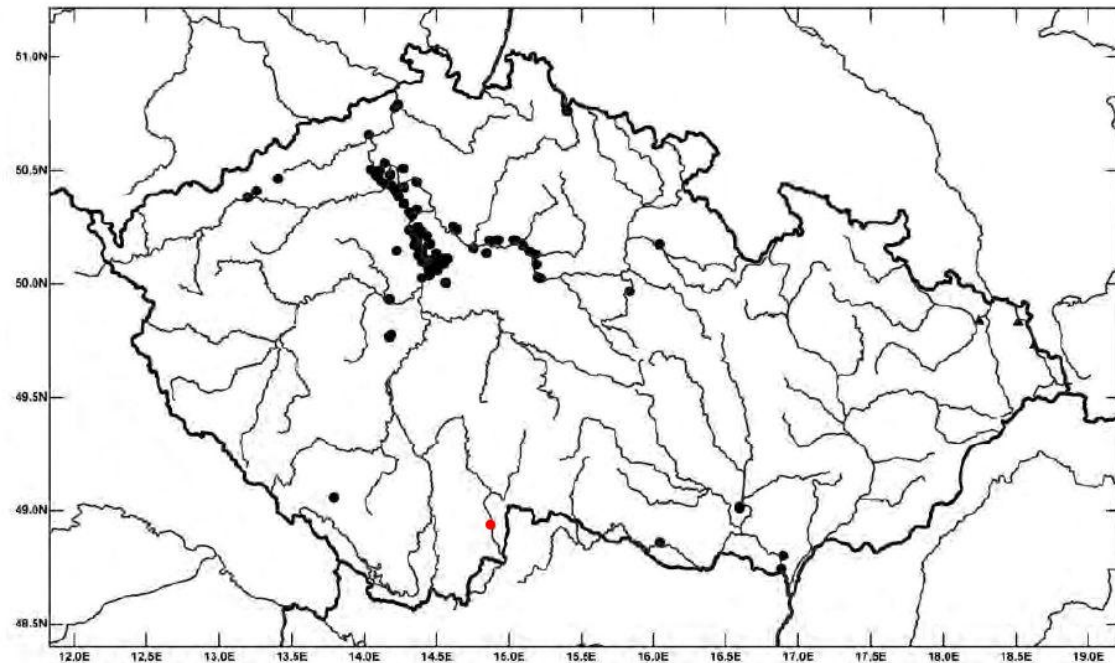
V Evropě je to druh převážně synantropních stanovišť: okraje komunikací, železnice, vlaková nádraží, různé nevyužívané plochy, skládky zeminy, výsyvky, také náplavy vodních toků (GRULICH 2004). V západní a jižní Evropě se také vyskytuje již jako plevel na polích, vinicích a pastvinách (GUILLERM et al. 1990). Snáší štěrkovité i hlinité podklady a osluněná i zastíněná místa, nesnáší však zapojené porosty (GRULICH 2004).



Obrázek 1.3 Příklad šíření *S. inaequidens* v jižní Francii z centra Mazamet (převzato GUILLERM et al. 1990).

V České republice byl *Senecio inaequidens* poprvé zaznamenán v roce 1997 v areálu labského překladiště v Děčíně (MANDÁK et BÍMOVÁ 2001). Zpočátku byly jeho lokality ojedinělé. Poté se začal šířit ze S Čech směrem k Praze (GRULICH 2004). Nejpodrobnější seznam lokalit uvádí JOZA (2008) – 102 lokali z Čech a 5 z jižní Moravy. Práce KOCIÁN (2009) uvádí 3 nové lokality na severní Moravě a ve Slezsku zjištěné během projektu mapování flóry vlakových nádraží v roce 2008.

Z chování invazního druhu *Senecio inaequidens* je zřejmé, že šíření Evropou bude pokračovat. V současné době se intenzivně šíří genotypy dobře přizpůsobené podmínkám ve střední Evropě. Předpokládá se, že tyto genotypy pocházejí z hornatých regionů jižní Afriky (BOSSDORF et al. 2008).



Obrázek 1.4 Rozšíření *Senecio inaequidens* v ČR podle JOZA (2008) – černá kolečka a KOCIÁN (2009) – černé trojúhelníky. Červeně vyznačena nová lokalita Tuš (u silnice na Halámky) – K. PRACH, ústní sdělení, 2011.

1.6 Cíle práce

Snahou této práce je prozkoumání vybraných vlastností invazního druhu *Senecio inaequidens*, které mohou hrát důležitou roli v úspěšnosti jeho šíření. V předkládané práci jsem se zabývala následující problematikou:

- 1) Zjistit vliv potenciálního alelopatického efektu druhu *Senecio inaequidens* na klíčení semen vybraných druhů.
- 2) Zjistit kompetiční schopnost *Senecio inaequidens* s vybranými druhy rostlin.
- 3) Zjistit vliv zasolení na klíčení semen a růst rostlin druhu *Senecio inaequidens* v porovnání s ostatními vybranými druhy.

2. Materiál a metody

Bylo vybráno šest lokalit v Praze (viz Příloha I a II), na kterých byly zhotoveny fytoocenologické snímky. Na každé lokalitě byly vyhotoveny 4 fytoocenologické snímky o rozměrech 4×1 m. Jako koexistující druhy pro následné pokusy byly zvoleny druhy, které se se *Senecio inaequidens* vyskytovaly nejčastěji. Byly to: *Achillea millefolium* agg., *Centaurea stoebe*, *Daucus carota*, *Echium vulgare*, *Matricaria recutita*. Jeden z nejčastěji se vyskytujících koexistujících druhů byl také *Artemisia vulgaris*, ovšem semínka tohoto druhu, která byla zakoupena u firmy AEV-VS, neklíčila, proto s tímto druhem nemohly být provedeny žádné pokusy. Do pokusů byl zahrnut ještě druh *Dittrichia graveolens*. Celkem se tedy v pokusech sledovalo 7 druhů rostlin.

Semena druhu *Senecio inaequidens* pocházela z lokality Praha – Bubny a byla nasbírána během podzimu 2010. Semena druhu *Dittrichia graveolens* pocházela z rostlin, které byly vypěstované v klimaboxu katedry botaniky ze semínek, která byla nasbírána v listopadu 2009 z populací rostoucích jihovýchodně od Norimberku (Německo) u dálnice E50 (SVĚTLÍKOVÁ 2010). Semena druhů *Achillea millefolium* agg., *Centaurea stoebe*, *Daucus carota* a *Echium vulgare* byla zakoupena u firmy PLANTA NATURALIS. Semena druhu *Matricaria recutita* pocházela od firmy SEMO.

Všechny pokusy proběhly v klimaboxu katedry botaniky. Během všech pokusů byl stejný světelný režim (14 hodin světlo, 10 hodin tma) a stejný teplotní režim po celý den (teplota se pohybovala od 20 do 21 °C).

2.1 Vliv zasolení na klíčivost semínek vybraných druhů

Tento experiment měl zjistit vliv různých koncentrací roztoků NaCl na klíčivost semen jednotlivých druhů. Pro experiment byla použita standardní posypová sůl (firma Solné mlýny a.s. Olomouc, min. obsah NaCl v sušině 96 %, max. obsah protispěkové látky 200 mg/kg – jedná se buď o ferrokyanid draselný nebo ferrokyanid sodný).

V klimaboxu byl nejprve proveden pilotní pokus se semeny *Senecio inaequidens*, podle kterého se určily finální koncentrace roztoků soli pro následující pokusy. Semena byla vyseta na vlhčený filtrační papír v Petriho miskách. Do Petriho misky o průměru 9 cm se dala dnem

vzhůru Petriho miska o průměru 6 cm, na kterou se umístilo kolečko filtračního papíru o průměru 9 cm a potom se do misky nalil roztok. Do každé misky bylo vyseto 30 semínek. Podle práce Miklovic a Galatowitsch, která se zabývá vlivem solení silnic na tamní společenstva (MIKLOVIC et GALATOWITSCH 2005), byly nejdříve zvoleny pro pilotní pokus roztoky NaCl o hmotnostních koncentracích 0,25, 1 a 2,5 g/l. V následujících třech týdnech byl zaznamenáván počet vyklíčených semínek. Tyto nízké koncentrace neměly vliv na vyklíčení semínek (viz tabulka 2.1). Postupně se pilotní pokus rozšiřoval o vyšší koncentrace až po koncentraci 12 g/l – výsledky pilotního pokusu viz tabulka 2.1. Pro následné pokusy byly zvoleny koncentrace roztoků 2, 4, 8, 12 g/l NaCl.

Pro experiment byly připraveny Petriho misky výše popsaným způsobem. Do každé misky bylo vyseto 30 semínek. Bylo zvoleno 5 treatmentů – kontrola (vodovodní voda) a 4 různé koncentrace soli (viz výše). Pro každý treatment bylo zvoleno 10 opakování. Celkem pro tento experiment bylo vyhodnoceno 350 Petriho misek (7 druhů × 5 treatmentů × 10 opakování). Misky byly rozmístěny náhodným způsobem. Jednou týdně byly misky zalévány příslušným roztokem. Během experimentu bylo průběžně počítáno množství vyklíčených semínek. Za vyklíčené semínko se považovalo to, které vytvořilo klíček delší než 1 mm. Experiment trval 5 týdnů.

Výsledky experimentu byly vyhodnoceny v programu STATISTIKA, verze 9.1 (ANONYMUS 2009). Byla zvolena metoda dvoucestné (faktoriální) analýzy variance (ANOVA), kde druh rostliny a treatment byly použity jako kategoriální vysvětlující proměnné. Konečné výsledky vyklíčených semínek byly převedeny na procenta a ještě vyděleny 100. Nejprve byl proveden test homogenity variancí, který vyšel průkazně, proto data před další analýzou musela být transformována. Byla použita arcsinová transformace, která se používá pro hodnoty v rozsahu 0 – 1.

2.2 Vliv zasolení na růst rostlin vybraných druhů

V experimentu, který zkoumal vliv zasolení roztoků NaCl o různých koncentracích na růst vybraných rostlin, byla použita stejná posypová sůl a stejné hodnoty koncentrací NaCl jako v předešlém experimentu. Bylo tedy zvoleno opět 5 treatmentů – kontrola (vodovodní voda) a 4 koncentrace soli (2, 4, 8, 12 g/l). Pro každý treatment bylo zvoleno 10 opakování. Celkem tento experiment obsahoval 350 květináčů (7 druhů × 5 treatmentů × 10 opakování).

Nejprve byla vyseta semínka studovaných druhů do truhlíků. Substrát tvořila směs písku a zahradnického substrátu v poměru 1:1. Po dvou týdnech byly semenáčky přesazeny do květináčů o rozměrech 11×11×12 cm. Substrát tvořila opět směs písku a zahradnického substrátu v poměru 1:1. Do každého květináče byla zasazena jedna rostlina. Rozmístění květináčů bylo provedeno náhodným způsobem. Rostliny byly zalévány každý druhý až třetí den odpovídajícím roztokem NaCl nebo vodou. Pokus trval 11 týdnů.

Po skončení pokusu byla odebrána nadzemní biomasa rostlin, která byla usušena při 110 °C po dobu 24 hodin, poté byly všechny usušené rostliny zváženy na laboratorních vahách KERN.

Získané hodnoty usušené biomasy rostlin byly vyhodnoceny v programu STATISTIKA, verze 9.1 (ANONYMUS 2009). Byla zvolena metoda dvoucestné (faktoriální) analýzy variance (ANOVA), jako kategoriální vysvětlující proměnné byly opět druh rostliny a treatment. Provedený test homogenity variancí vyšel průkazně, závislá proměnná proto musela být transformována logaritmickou transformací.

2.3 Vliv alelopatického výluhu *S. inaequidens* na klíčivost semínek vybraných druhů

Tento experiment měl ověřit, zda výluh ze *Senecio inaequidens* inhibuje klíčivost semen. Semínka byla vyseta na Petriho misky stejným způsobem popsaným v kapitole 2.1. V každé Petriho misce bylo 30 semínek. V experimentu byly používány 3 druhy treatmentů – kontrola (vodovodní voda), výluh 1 (přímý výluh ze *Senecio inaequidens*), výluh 2 (výluh ze *Senecio inaequidens* přefiltrovaný přes aktivní uhlí). Pro každou kombinaci bylo zvoleno 10 opakování. Celkem bylo vyhodnoceno 210 Petriho misek (7 druhů × 3 treatmenty × 10 opakování). Petriho misky byly rozmístěny náhodně. Jednou za týden byly misky zality odpovídajícím čerstvě připraveným výluhem nebo vodou. Během experimentu byla průběžně počítána vyklíčená semínka, která se ponechávala na místě. Za vyklíčené semínko se považovalo to, které vytvořilo klíček delší než 1 mm. Experiment trval 5 týdnů.

Výluh ze *Senecio inaequidens* se připravoval vždy stejným způsobem. Rostliny pro přípravu výluhu pocházely z lokality Praha – Bubny. 120 gramů zmražené nadzemní biomasy se nechalo louhovat ve 2 litrech vody v temnu a při pokojové teplotě. Po dvou dnech se výluh přecedil a byl připraven k použití. Výluh 2 byl navíc přefiltrován přes aktivní uhlí, které má díky své pórovité struktuře a velkému vnitřnímu povrchu schopnost adsorbovat široké spektrum látek (CALLAWAY et ASCHEHOUG 2000).

Výsledky experimentu byly vyhodnoceny v programu STATISTIKA, verze 9.1 (ANONYMUS 2009). Byla zvolena metoda dvoucestné (faktoriální) analýzy variance (ANOVA), kde druh rostliny a treatment byly použity jako kategoriální vysvětlující proměnné. Konečné počty vyklíčených semínek byly převedeny na procenta a ještě vyděleny 100. Nejprve byl proveden test homogenity variancí, který vyšel průkazně, proto data před další analýzou musela být transformována. Byla použita arcsinová transformace, která se používá pro hodnoty v rozsahu 0 – 1.

2.4 Kompetice *Senecio inaequidens* s vybranými druhy

Tento experiment měl za úkol zjistit vzájemnou kompetici *S. inaequidens* s ostatními druhy. Pro experiment byly vytvořeny kombinace *Senecio* × *Senecio*, *Senecio* × *Daucus*, *Senecio* × *Echium*, *Senecio* × *Centaurea*, *Senecio* × *Dittrichia*, *Senecio* × *Achillea*, *Senecio* × *Matricaria*. Poslední kombinací bylo zasazení do květináče pouze jednoho jedince *Senecio inaequidens*. Ve všech ostatních případech byly v květináči vždy 2 jedinci – od každého druhu jeden. U kombinace *Senecio* × *Senecio* byla na začátku pokusu označena jedna rostlina, která po skončení pokusu byla vyhodnocována. Pro každý typ kombinace bylo zvoleno 10 opakování, celkem pro pokus bylo použito 80 květináčů (8 kombinací × 10 opakování).

Semínka byla vyseta do truhlíků se směsí písku a zahradnického substrátu v poměru 1:1. 14 dní staré semenáčky byly přesazeny do květináčů o průměru 16 cm a výšce 19 cm. Substrát tvořila opět směs písku a zahradnického substrátu v poměru 1:1. Rozmístění květináčů bylo provedeno náhodným způsobem. Rostliny byly zalévány každý druhý až třetí den vodou. Pokus trval 11 týdnů.

Po skončení pokusu byla odebrána nadzemní biomasa rostlin *Senecio inaequidens*, která byla posléze usušena při 110 °C po dobu 24 hodin, poté byly všechny usušené rostliny zváženy na laboratorních vahách KERN.

Získané hodnoty usušené biomasy rostlin byly vyhodnoceny v programu STATISTIKA, verze 9.1 (ANONYMUS 2009) pomocí jednocestné analýzy variance (ANOVA). Jako kategoriální vysvětlující proměnná byla kombinace rostlin. Provedený test homogenity variancí vyšel neprůkazně, takže data nemusela být transformována.

2.5 Nomenklatura

Veškeré názvosloví taxonů vyšších rostlin je uváděno podle Kubáta (KUBÁT et al. 2002), kromě druhu *Dittrichia graveolens*, která je uváděna podle Balla (BALL 1976).

3. Výsledky

3.1 Vliv alelopatického výluhu *S. inaequidens* na klíčivost semínek vybraných druhů

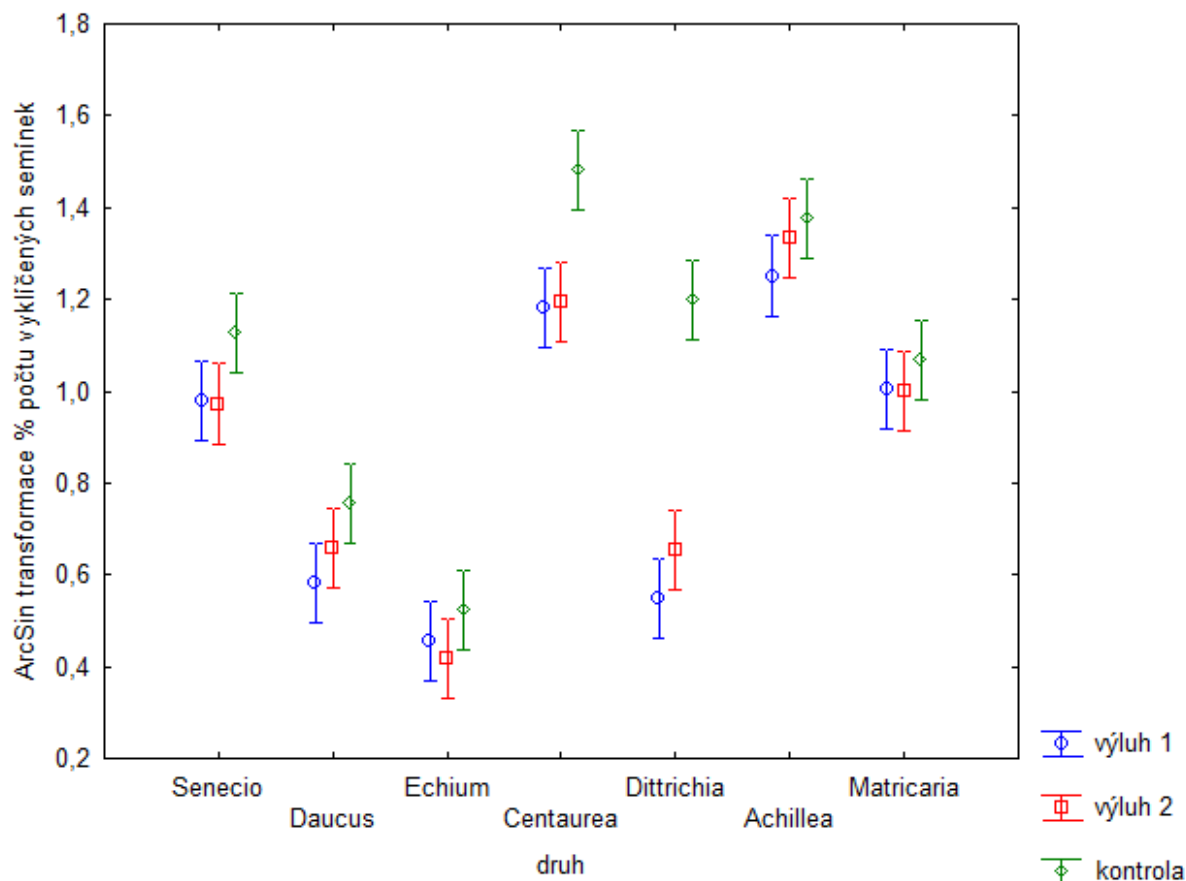
Výsledky testu prokázaly rozdíl v klíčivosti jednotlivých druhů v závislosti na typu zálivky – faktoriální ANOVA $F(12, 189) = 6,6583$, $p < 0,05$ – viz obrázek 3.1. V tabulce 3.1 jsou uvedeny výsledky testů klíčivosti semínek v závislosti na druhu a také na typu treatmentu.

Tabulka 3.1 Výsledné hodnoty testu pro zjištění klíčivosti semínek studovaných druhů v závislosti na typu treatmentu - faktoriální ANOVA.

druh	$F(6, 189) = 155,61$	$p < 0,05$
treatment	$F(2, 189) = 50,32$	$p < 0,05$
druh * treatment	$F(12, 189) = 6,6583$	$p < 0,05$

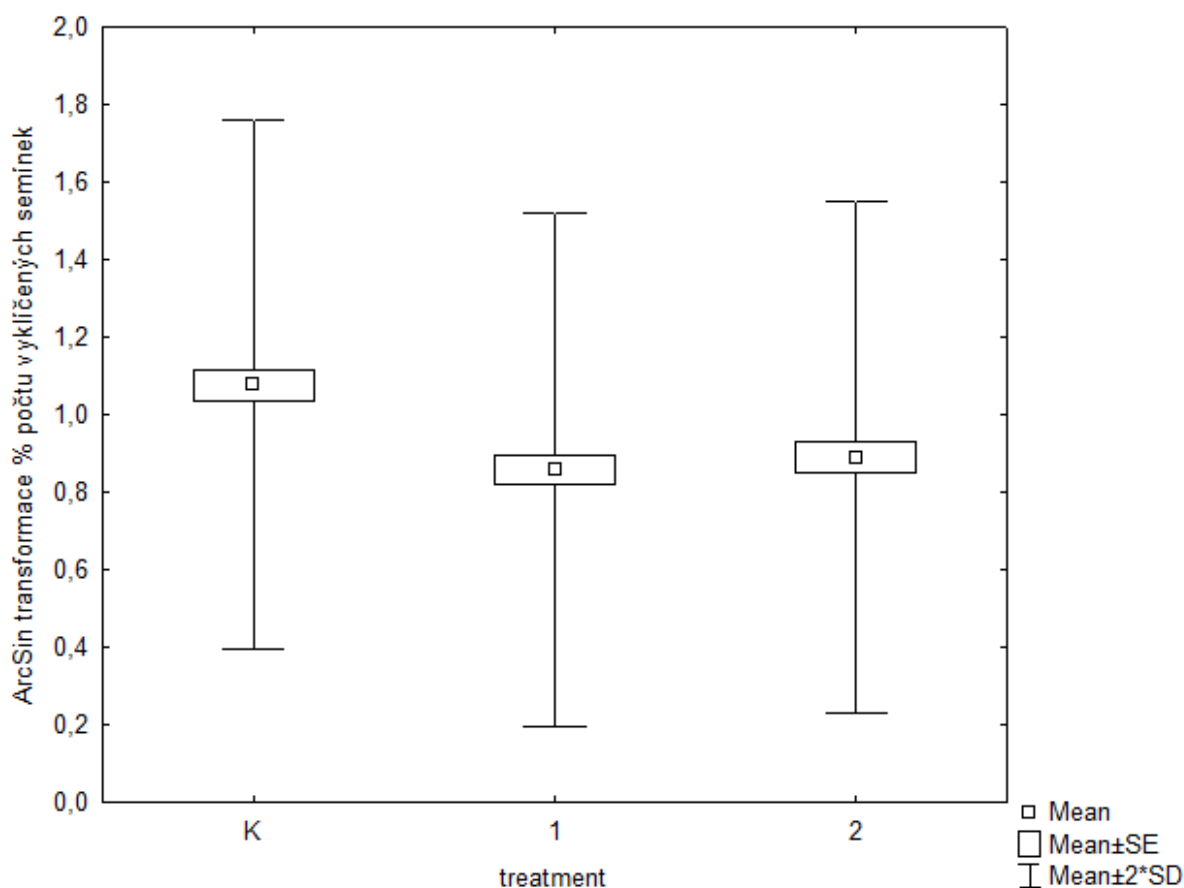
Největších potlačení v klíčivosti semínek oproti kontrole vykazují druhy *Dittrichia graveolens* a *Centaurea stoebe*. Všechny ostatní druhy vykazují jen mírné potlačení v klíčivosti semínek zalévaných výluhu ze *Senecio inaequidens* oproti kontrole.

Předpokládalo se, že díky schopnosti aktivního uhlí adsorbovat potenciální organické alelopatické látky, by mohla být klíčivost semínek nižší při zalévání výluhem 1 (přímý výluh nepřefiltrovaný přes aktivní uhlí) než při zalévání výluhem 2 (výluh přefiltrovaný přes aktivní uhlí). Tento předpoklad se nepodařilo statisticky prokázat (Tukey HSD test, $p = 0,360907$). Přesto se tento trend projevil u druhů *Daucus carota*, *Dittrichia graveolens* a *Achillea millefolium*.



Obrázek 3.1 Srovnání klíčivosti semínek všech studovaných druhů v závislosti na typu treatmentu. Zobrazeny jsou průměry a 95% konfidenční intervaly. Počet pozorování (n = 10).

Obrázek 3.2 znázorňuje klíčivost semínek v závislosti na typu závlivky. Nejvyšší klíčivosti dosahovala semínka zalévaná vodou oproti semínkům zalévaných výluhy 1 a 2. Jak již bylo uvedeno výše, průkazný rozdíl v klíčivosti semínek zalévaných výluhy 1 a 2 se nepodařilo dokázat.



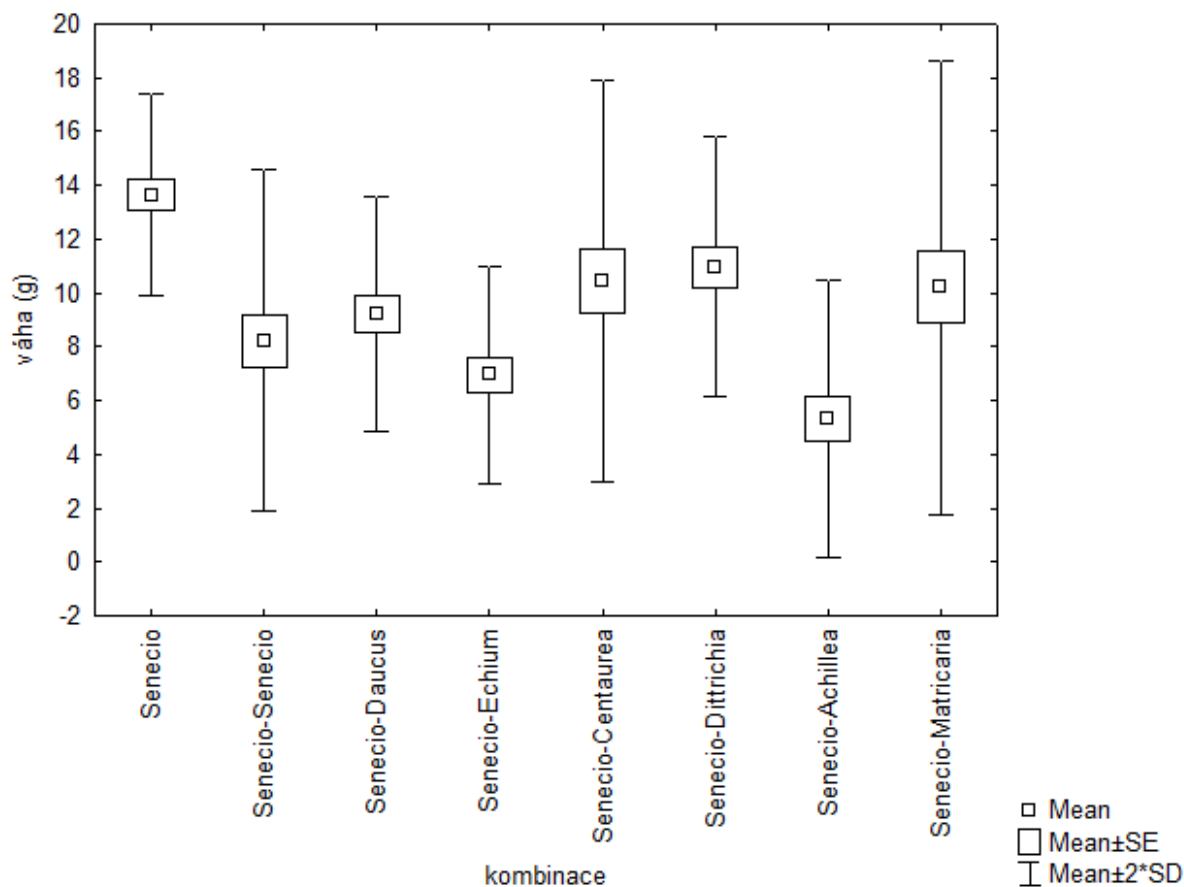
Obrázek 3.2 Srovnání klíčivosti všech semínek v závislosti na typu závlivky. Zobrazeny jsou průměry a 95% konfidenční intervaly. Počet pozorování (n = 70). Legenda: K – kontrola; 1 – přímý výluh ze *S. inaequidens*; 2 – výluh ze *S. inaequidens* přefiltrovaný přes aktivní uhlí.

3.2 Kompetice *Senecio inaequidens* s vybranými druhy

Experiment prokázal rozdíly dosažené biomasy *Senecio inaequidens* v rámci jednotlivých kombinací (*Senecio*, *S. × Senecio*, *S. × Daucus*, *S. × Echium*, *S. × Centaurea*, *S. × Dittrichia*, *S. × Achillea*, *S. × Matricaria*) – jednocestná ANOVA - $F(7, 72) = 7,924$, $p < 0,05$ – viz obrázek 3.3.

Nejvyšších hodnot biomasy dosahoval *Senecio inaequidens*, když rostl sám. Naopak nejmenších hodnot dosahoval, když rostl ve dvojici s *Achillea millefolium* agg. a s *Echium vulgare*. Tyto dva druhy tedy dokázaly růst starčku nejvíce potlačit.

V tabulce 3.2 jsou uvedeny hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi – Tukey HSD test.



Obrázek 3.3 Kompetice *Senecio inaequidens* s vybranými druhy. Na ose Y je vynesena váha usušené biomasy *Senecio inaequidens*. Zobrazeny jsou průměry a 95% konfidenční intervaly. Počet pozorování (n = 10).

Tabulka 3.2 Hladiny průkaznosti mezi jednotlivými kombinacemi. Hladiny průkaznosti < 0,05 jsou vyznačeny tučně. Číslo v závorce uvádí průměrnou hodnotu biomasy *Senecio inaequidens* v dané kombinaci.

Kombinace	Senecio (13,647)	S.-Senecio (8,2147)	S.-Daucus (9,1926)	S.-Echium (6,9637)	S.-Centaurea (10,440)	S.-Dittrichia (10,975)	S.-Achillea (5,3321)	S.-Matricaria (10,227)
Senecio								
S.-Senecio	0,001884							
S.-Daucus	0,020121	0,994758						
S.-Echium	0,000166	0,977404	0,670102					
S.-Centaurea	0,218910	0,671850	0,977758	0,141603				
S.-Dittrichia	0,443898	0,401087	0,862942	0,051963	0,999902			
S.-Achillea	0,000123	0,345011	0,070137	0,908976	0,004243	0,001115		
S.-Matricaria	0,155762	0,772554	0,992576	0,200689	1,000000	0,999067	0,007163	

3.3 Vliv zasolení na klíčivost semínek studovaných druhů

Výsledky pilotního pokusu se zasolením na semínka *Senecio inaequidens* jsou znázorněny v tabulce 3.3. Výsledné počty vyklíčených semínek při koncentracích 0,25 g/l, 1 g/l a 2,5 g/l NaCl dosahovaly obdobných počtů jako výsledné počty při kontrole, proto pilotní pokus dále pokračoval postupně s vyššími koncentracemi – 4,5 g/l, 6 g/l, 8 g/l, 10 g/l a 12 g/l NaCl. Podle výsledků pilotního pokusu byly zvoleny 4 finální koncentrace (2 g/l, 4 g/l, 8 g/l, 12 g/l), které vystihují postupný klesající trend v klíčení semínek.

Tabulka 3.3 Konečný počet vyklíčených semínek *Senecio inaequidens* pilotního pokusu.

koncentrace g/l	miska 1	miska 2	miska 3	miska 4	miska 5
kontrola	26	27	26	28	25
0,25	27	26	28	28	25
1	29	26	27	26	26
2,5	23	26	26	30	25
4,5	25	21	23	25	25
6	15	15	20	14	15
8	14	12	16	8	13
10	8	10	13	14	11
12	6	3	5	3	1

Statistické vyhodnocení výsledků prokázalo vliv zasolení na klíčení semínek studovaných druhů – faktoriální ANOVA $F(24, 315) = 11,209$, $p < 0,05$. Další hodnoty, které prokázaly rozdílnost klíčení jednotlivých druhů a rozdílnost klíčení podle zvoleného treatmentu, jsou uvedeny v tabulce 3.4.

Tabulka 3.4 Výsledné hodnoty testu pro zjištění vlivu zasolení na klíčivost semínek studovaných druhů - faktoriální ANOVA.

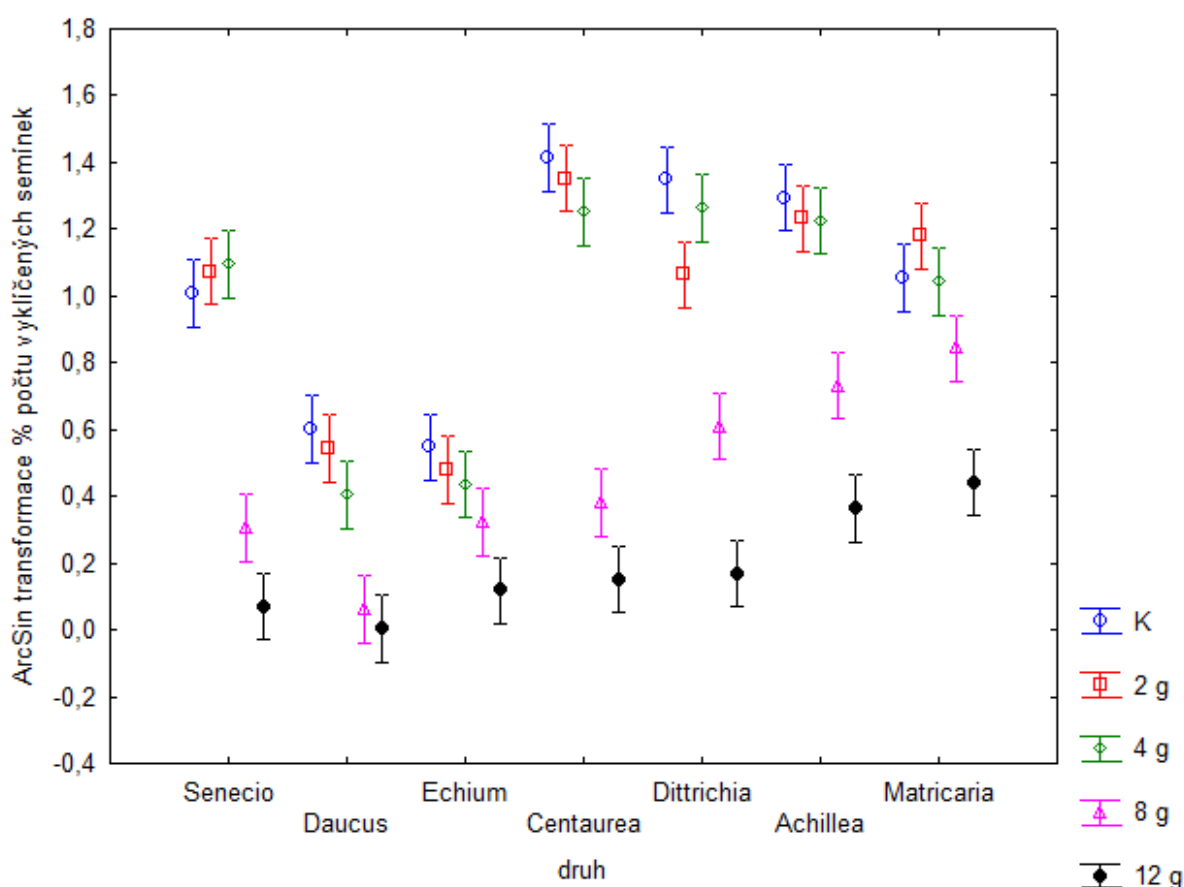
druh	$F(6, 315) = 139,165$	$p < 0,05$
treatment	$F(4, 315) = 386,818$	$p < 0,05$
druh * treatment	$F(24, 315) = 11,209$	$p < 0,05$

Z obrázku 3.4 je patrné, že druhy *Daucus carota* a *Echium vulgare* se obecně vyznačovaly nižší klíčivostí semínek oproti ostatním druhům. U druhů *Senecio inaequidens*, *Daucus carota*, *Centaurea stoebe*, *Dittrichia graveolens*, *Achillea millefolium* agg. a *Matricaria recutita* se klíčivost semínek výrazně nelišila mezi treatmenty: kontrola, 2 g/l a 4 g/l NaCl.

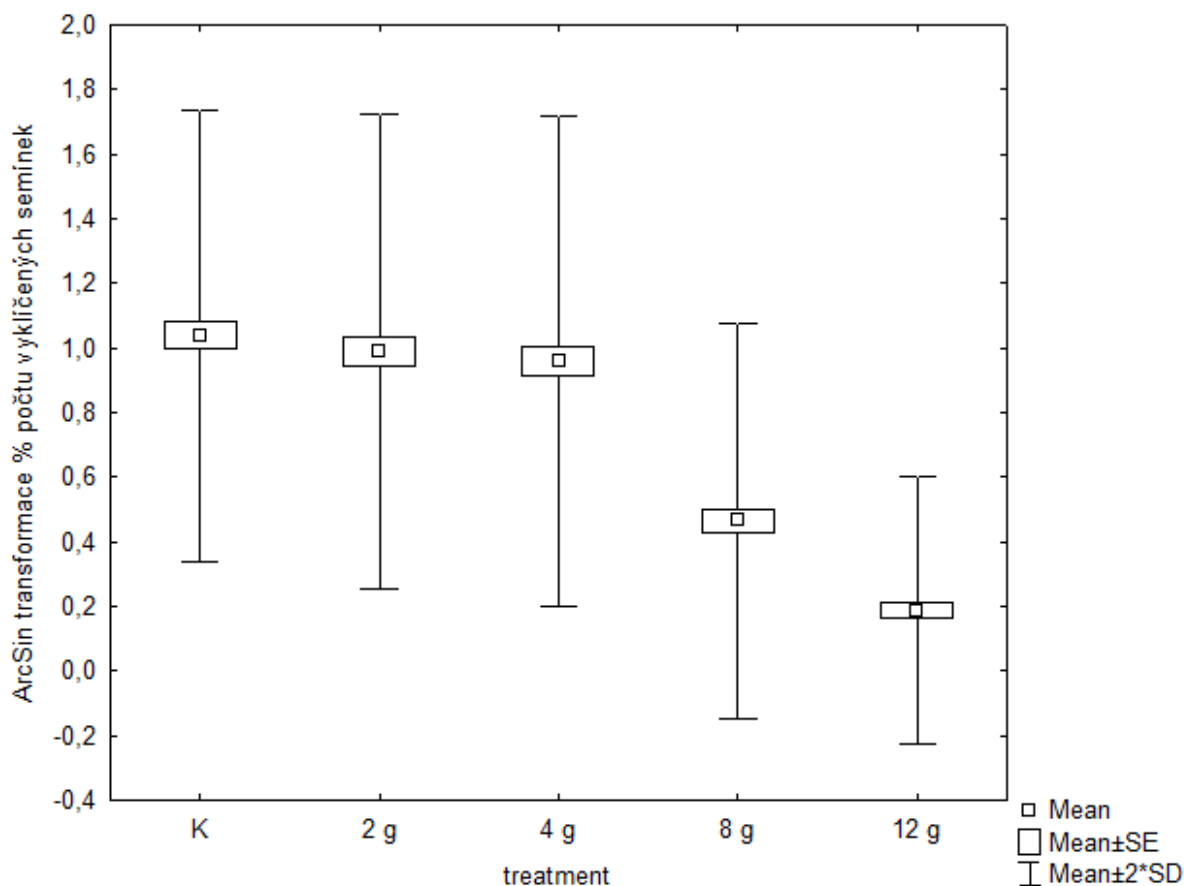
Teprve při koncentracích 8 g/l a 12 g/l NaCl se projevil výraznější pokles v klíčivosti semínek.

U druhu *Senecio inaequidens* se počet vyklíčených semínek mírně zvýšil při koncentracích 2 g/l a 4 g/l NaCl oproti kontrole. U *Dittrichia graveolens* byla klíčivost semínek vyšší při koncentraci 4 g/l oproti koncentraci 2 g/l. U *Matricaria recutita* byla klíčivost semínek vyšší při koncentraci 2 g/l oproti kontrole, klíčivost při koncentraci 4 g/l byla téměř shodná jako u kontroly. Ve všech ostatních případech klíčivost semínek klesala se zvyšující se koncentrací soli. Negativní vliv zvyšující se koncentrace soli na klíčivost semínek ukazuje obrázek 3.5.

Koncentrace 8 g/l a 12 g/l NaCl měly také vliv na zpoždění začátku klíčení semínek u studovaných druhů. Zpoždění začátku klíčení se pohybovalo od několika dní (*Centaurea*, *Echium*, *Achillea*, *Matricaria*) až po jeden týden (*Senecio*, *Daucus*, *Dittrichia*). Po třech týdnech však vyklíčila drtivá většina z celkového počtu vyklíčených semínek.



Obrázek 3.4 Srovnání klíčivosti jednotlivých druhů v závislosti na různých koncentracích NaCl. Zobrazeny jsou průměry a 95% konfidenční intervaly. Počet pozorování (n = 10).



Obrázek 3.5 Srovnání klíčivosti semen všech druhů se zvyšující se koncentrací NaCl. Zobrazeny jsou průměry a 95% konfidenční intervaly. Počet pozorování (n = 70).

Tabulka 3.5 ukazuje procentuální pokles v klíčivosti semínek u studovaných druhů mezi kontrolou a koncentrací soli 12 g/l. Největší pokles zaznamenaly druhy *Centaurea stoebe*, *Dittrichia graveolens* a *Senecio inaequidens*. Nejmenší pokles zaznamenal druh *Echium vulgare*.

Tabulka 3.5 Celkový pokles v klíčivosti semínek u jednotlivých druhů.

druh	prům. počet vykl. semínek (%) kontrola	prům. počet vykl. semínek (%) $c_m = 12 \text{ g/l}$	pokles (%)
Senecio	84	7	77
Daucus	56,3	0,3	56
Echium	51,6	11,6	40
Centaurea	98	15	83
Dittrichia	95,6	16,6	79
Achillea	95,6	34,6	61
Matricaria	86,3	41,6	44,7

3.4 Vliv zasolení na růst rostlin vybraných druhů

Byl prokázán vliv na růst rostlin vybraných druhů v závislosti se zvyšující se koncentrací soli - faktoriální ANOVA $F(24, 315) = 11,025$, $p < 0,05$. Další hodnoty, které prokázaly rozdílnost dosažené biomasy jednotlivých druhů a rozdílnost dosažené biomasy podle zvoleného treatmentu, jsou uvedeny v tabulce 3.6.

Tabulka 3.6 Výsledné hodnoty testu pro zjištění vlivu zasolení na růst rostlin studovaných druhů - faktoriální ANOVA.

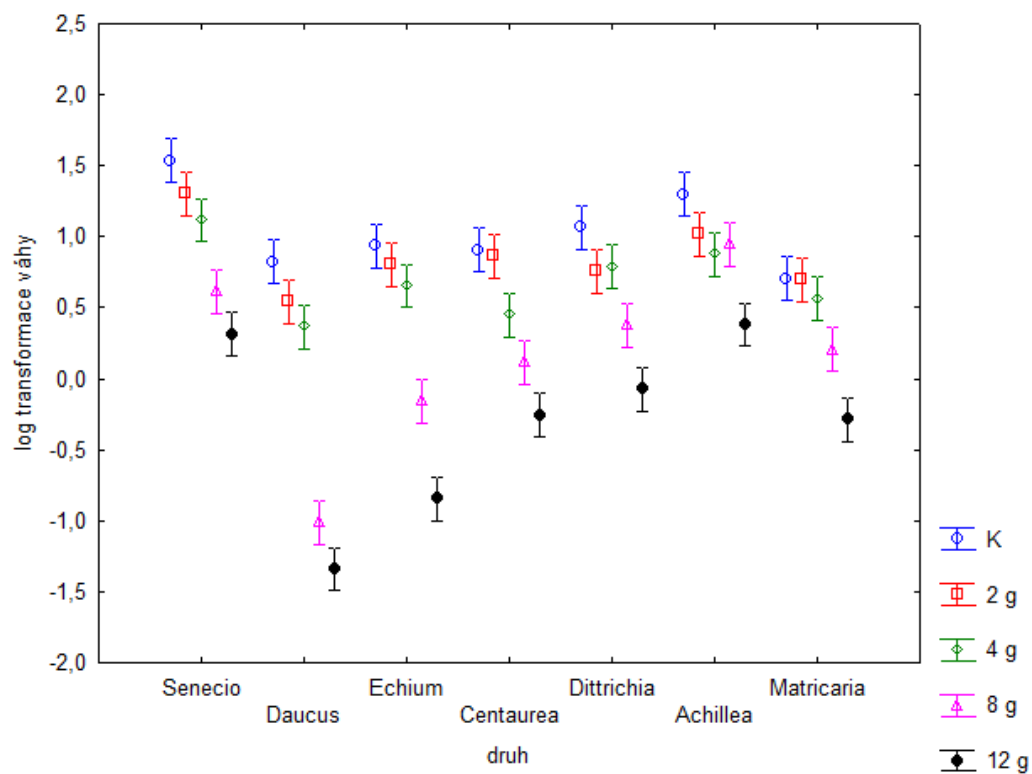
druh	$F(6, 315) = 117,738$	$p < 0,05$
treatment	$F(4, 315) = 349,415$	$p < 0,05$
druh * treatment	$F(24, 315) = 11,025$	$p < 0,05$

Nejvíce biomasy ze studovaných druhů při koncentracích 2 g/l a 4 g/l NaCl vytvořil *Senecio inaequidens*. Při koncentracích 8 g/l a 12 g/l vytvořil druh *Achillea millefolium* agg. o trochu více biomasy než *Senecio inaequidens*. Všechny ostatní druhy vytvořily při koncentracích 8 g/l a 12 g/l podstatně méně biomasy než *Senecio inaequidens*. Druh *Dittrichia graveolens* vytvořil o trochu více biomasy při koncentraci 4 g/l než při koncentraci 2 g/l. Druh *Achillea millefolium* agg. vytvořil při koncentraci 8 g/l o trochu více biomasy než při koncentraci 4 g/l. Z obrázku 3.6 je patrný negativní vliv na růst jednotlivých druhů rostlin se zvyšující se koncentrací soli.

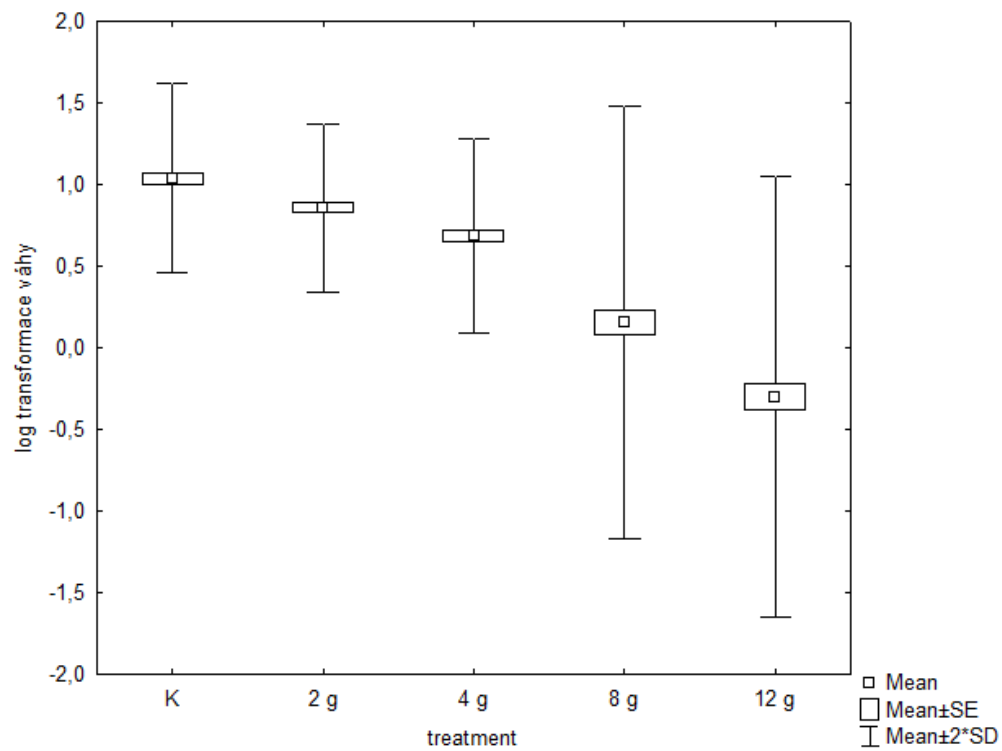
Při koncentracích 2 g/l a 4 g/l rostliny většiny studovaných druhů nejevily žádné vnější známky vlivu zasolení kromě menšího vzrůstu, který odpovídal dané koncentraci. Zhruba polovina rostlin *Centaurea stoebe* při koncentraci 4 g/l částečně zhnědla.

Při koncentracích 8 g/l a 12 g/l většina rostlin jevila značné poškození v důsledku silného zasolení. Jedinci druhů *Daucus carota*, *Echium vulgare*, *Centaurea stoebe* při koncentracích 8 g/l a 12 g/l během pokusu zhnědly, poté uschly. U *Dittrichia graveolens* zhnědly a uschly jedinci při koncentraci 12 g/l. U druhu *Achillea millefolium* agg. jeden jedinec při koncentraci 8 g/l vykvetl, jedinci při koncentraci 12 g/l byli částečně zelení. Pro jedince *Dittrichia graveolens* při koncentraci 8 g/l a jedince *Matricaria recutita* při koncentracích 8 g/l a 12 g/l byla charakteristická tmavě zelená barva biomasy. U druhu *Senecio inaequidens* měla při koncentraci 8 g/l polovina jedinců normální vzhled, polovina jedinců byla nahnědlá, 6 jedinců vykvetlo. Při koncentraci 12 g/l byli jedinci buď částečně, nebo zcela zhnědlí, 5 jedinců bylo schopno vykvetst.

Obrázek 3.7 znázorňuje obecný pokles růstu rostlin se zvyšující se koncentrací soli. Největší pokles růstu se děje při koncentracích 8 g/l a 12 g/l NaCl.



Obrázek 3.6 Srovnání dosažené biomasy jednotlivých druhů v závislosti na koncentraci NaCl. Zobrazeny jsou průměry a 95% konfidenční intervaly. Počet pozorování (n = 10).



Obrázek 3.7 Srovnání dosažené biomasy všech druhů se zvyšující se koncentrací NaCl. Zobrazeny jsou průměry a 95% konfidenční intervaly. Počet pozorování (n = 70).

4. Diskuze

4.1 Alelopatie

Provedený experiment prokázal vliv na klíčení semen pokusných druhů. Semena zalévána výluhem *Senecio inaequidens* (ať již přefiltrovaným přes aktivní uhlí či ne), prokázala nižší klíčivost než semena zalévána vodou. Z výsledků experimentu lze tedy vyvodit, že *Senecio inaequidens* má alelopatický – inhibiční účinek na klíčivost vybraných druhů.

Na alelopatických vlastnostech rostlin se významně podílejí sekundární metabolity, které rostliny produkují (MACÍAS et al. 2007). Mezi tyto organické látky patří např. jednoduché fenoly, flavonoidy, terpeny, alkaloidy, mastné kyseliny, polyacetyleny, glykosidy, oligopeptidy. Jak již bylo uvedeno v úvodní kapitole této práce, *Senecio inaequidens* obsahuje pyrolizidinové alkaloidy. Práce DIMANDE et al. (2007) se zabývala analýzou pyrolizidinových alkaloidů u tohoto druhu. Dvě sloučeniny byly identifikovány jako senecionin a retrorsin (obě hepatotoxické), další dvě sloučeniny se nepodařilo identifikovat. Je možné, že se tyto sloučeniny mohou podílet na alelopatickém účinku *Senecio inaequidens*.

V laboratorních podmínkách je často obtížné navodit během experimentu stejné podmínky, které panují v reálném světě. V případě výzkumu alelopatie to platí dvojnásob. Tento experiment byl navržen tak, aby vůbec prokázal, zda studovaný druh *Senecio inaequidens* má alespoň nějaký alelopatický efekt na klíčivost semínek jiných druhů rostlin, což se potvrdilo.

U semínek, která byla zalévána výluhem přefiltrovaným přes aktivní uhlí, se předpokládalo, že by mohla mít vyšší klíčivost než semínka zalévaná přímým výluhem *Senecio inaequidens*. Aktivní uhlí má totiž vysokou adsorpci pro organické sloučeniny (možné potenciální alelopatické látky), a nízkou adsorpci pro anorganické látky (CALLAWAY et ASCHEHOUG 2000). Tento předpoklad se nepodařilo statisticky prokázat (přesto tento trend byl vyzorován při klíčení semínek druhů *Daucus carota*, *Dittrichia graveolens*, *Achillea millefolium*). Kdyby se tento předpoklad potvrdil, znamenalo by to, že za alelopatickými účinky *Senecio inaequidens* stojí hlavně velké organické molekuly (sekundární metabolity). Z výsledků tedy vyplývá, že za alelopatickými účinky *S. inaequidens* nemusejí stát jen velké organické molekuly, ale i jednoduché anorganické látky. Práce KUMAR et al. (2010) uvádí

přítomnost tří anorganických prvků (konkrétně Mn^{2+} , Cu^{2+} a Fe^{3+}) u *Sorghum vulgare*, které mohou pozměnit alelopatický efekt této rostliny. U druhu *Brassica juncea* bylo zase zjištěno vylučování selenu (VONDERHEIDE et al. 2006).

Tento experiment sledoval vliv případných alelochemických látek z výluhu *S. inaequidens* na vyklíčení semínek. TONGMA et al. (1998) ve své práci zkoumali alelopatický účinek z vodního výluhu listů *Tithonia diversifolia* (Asteraceae). Nebyl prokázán vliv na klíčení semínek testovaných rostlin, ale byl prokázán inhibiční vliv na nadzemní a podzemní biomasu testovaných rostlin, které byly zalévány tímto výluhem. Byl také prokázán negativní vliv na nadzemní i podzemní biomasu rostlin, které byly pěstovány v půdě, ve které předtím rostla *Tithonia diversifolia*.

Procesy během experimentů na zjištění alelopatického efektu rostlin v laboratorním prostředí se mohou značně lišit od procesů, které panují v přírodě. Ve volném prostředí alelopatické látky interagují s celou řadou faktorů – půdní typ, půdní mikroorganismy, chemické vlastnosti půdy atd. Práce INDERJIT et DAKSHINI (1994) uvádí vliv alelopatického výluhu *Pluchea lanceolata* (Asteraceae) na růst semenáčků 2 testovaných druhů ve 4 různých substrátech – písčité půda, jílovitá půda, písek, hlinitá půda. Výluh pozměnil u všech typů substrátů chemické vlastnosti. Růst semenáčků byl nejvíce potlačen v písčité a jílovité půdě.

V mém experimentu byl používán výluh z nadzemní biomasy (stonky, listy, květy). Jak ukazuje např. studie BUTCKO et JENSEN (2002), výluh z nadzemní a podzemní biomasy může mít odlišný efekt na klíčivost semen. V této studii výluhy z listů rostlin *Euthamia graminifolia* a *Solidago canadensis* významně potlačily klíčivost semínek testovaných druhů, zatímco extrakty z kořenů obou druhů neměly vliv na klíčivost semínek. Naopak, MCCARTHY et HANSON (1996) uvádějí, že extrakt z kořenů *Alliaria petiolata* potlačil klíčení semen druhu *Raphanus sativus*.

WEIßHUHN et PRATI (2009) provedli kompetiční experiment ke zjištění alelopatického vlivu *S. inaequidens* na koexistující druh *Artemisia vulgaris*. Výsledky tohoto experimentu neprokázaly znatelný alelopatický vliv *S. inaequidens*.

Problematika alelopatie si proto může vyžadovat hlubší prozkoumání, neboť látky, které se dostávají do prostředí pomocí kořenů, mohou mít na okolní rostliny jiný efekt než látky, které se dostanou do prostředí z nadzemní biomasy (např. při rozkladu nekromasy). K dalšímu objasnění otázky alelopatie u *Senecio inaequidens* by mohly přispět například experimenty podle metodiky v práci TONGMA et al. (1998).

4.2 Konkurence

Tento experiment měl objasnit konkurenceschopnost invazního druhu *Senecio inaequidens* s 5 koexistujícími druhy a s druhem *Dittrichia graveolens*. Podle předpokladu, nejvyšších hodnot biomasy dosahoval *S. inaequidens*, když byl pěstován v květináči sám po jednom jedinci. Z vybraných druhů se jako konkurenčně nejméně úspěšné jevíly *Centaurea stoebe*, *Dittrichia graveolens* a *Matricaria recutita*. Druhy, které dokázaly nejvíce potlačit *S. inaequidens* v růstu, byly *Echium vulgare* a *Achillea millefolium*. Vůči některým druhům byl tedy *S. inaequidens* silnější kompetitor, vůči některým zase slabší kompetitor, než když byl pěstován ve dvojici *Senecio* × *Senecio*.

V práci, kde byl *S. inaequidens* kompetičně porovnáván s domácím koexistujícím druhem *Artemisia vulgaris* (WEIßHUHN et PRATI 2009), se projevil jako slabý kompetitor. Dosažená biomasa dosahovala vyšších hodnot, pokud byl *S. inaequidens* pěstován ve dvojici *Senecio* × *Senecio*, než pokud byl pěstován ve dvojici *Senecio* × *Artemisia*. Ke stejným výsledkům jsem dospěla i já, pokud šlo o dvojice *Senecio* × *Echium*, *Senecio* × *Achillea*.

Naopak v práci (GARCIA-SERRANO et al. 2007), která se zabývala mezidruhovou kompeticí druhů rodu *Senecio* (*S. inaequidens*, *S. pterophorus*, *S. malacitanus*), se *S. inaequidens* jevil jako silný kompetitor. V kombinacích *S. inaequidens* × *S. pterophorus* a *S. inaequidens* × *S. malacitanus* dosahoval vyšších hodnot biomasy, než v kombinaci *S. inaequidens* × *S. inaequidens*.

DAEHLER (2003) ve své práci, která se věnuje souhrnněji problematice, zda jsou invazní druhy lepšími kompetitory než domácí druhy, uvádí pouze 5 studií ze 16, ve kterých invazní druh byl univerzálně lepším kompetitorem oproti domácímu druhu. Ve zbylých 11 studiích domácí druh byl srovnatelný nebo lepší kompetitor než druh invazní. *Senecio inaequidens* se nejeví jako univerzálně lepší kompetitor. Výsledky mého experimentu ukázaly na lepší kompetiční vlastnosti domácích druhů *Achillea millefolium* agg. a *Echium vulgare*.

Porovnávání invazních a domácích nekongenerických druhů může mít tu nevýhodu, že nebere v potaz fylogenetickou historii, což může omezit druhovou variabilitu z hlediska morfologických nebo fyziologických vlastností (GARCIA-SERRANO et al. 2007).

4.3 Zasolení

Cílem experimentů bylo zjistit vliv zasolení o různých koncentracích NaCl na klíčení semínek a růst rostlin studovaného druhu *Senecio inaequidens* a dalších vybraných druhů.

Klíčení semínek všech druhů při nižších koncentracích (2 g/l a 4 g/l NaCl) vykazovalo obecně menší pokles v klíčivosti. Až vyšší koncentrace (8 g/l a 12 g/l NaCl) prokázaly obecně znatelný pokles v klíčivosti semen. U druhu *Echium vulgare* byl pokles v klíčení velice pozvolný. Vysoké koncentrace (8 g/l a 12 g/l NaCl) také měly vliv na několikadenní zpoždění počátku klíčení u všech druhů. Studie, které se věnovaly vlivu zasolení NaCl na klíčení semen různých rostlin (např. HARRINGTON et MEIKLE 1992; AL-KARAKI 2001; ALMANSOURI et al. 2001; GHOULAM et FARES 2001; ZAPATA et al. 2003; WROCHNA et al. 2010), došly k obdobným výsledkům. Se zvyšující se koncentrací NaCl docházelo ke snížení klíčivosti semínek, také docházelo ke zpomalení počátku klíčení o několik dní, při vyšších koncentracích vyklíčené rostlinky měly redukovanou biomasu (hlavně kořen). Mechanismus potlačení klíčení kvůli vysokým koncentracím NaCl ještě není zcela objasněn. Al-Karaki se ve své práci domnívá (AL-KARAKI 2001), že nepříznivý účinek zasolení na klíčivost semen může vyplývat kvůli vnitřnímu osmotickému stresu nebo bobtnání než kvůli toxickému vlivu NaCl.

Při experimentu, kdy rostliny byly zalévány různými koncentracemi soli, docházelo obecně k vytváření méně biomasy se zvyšující se koncentrací NaCl. K větším poklesům biomasy a následnému uhynutí docházelo při vyšších koncentracích (8 g/l a 12 g/l NaCl). Z výsledků mého experimentu vyplývá, že nejvíce tolerantní druhy vůči zasolení byly *Senecio inaequidens* a *Achillea millefolium*. Studie provedená na *Vaccinium corymbosum* (BERKHEIMER et HANSON 2006) dokládá při vysokých koncentracích NaCl (až 32 g/l) následný úhyn květních pupenů, pokles ve vytváření biomasy, značný úhyn větví, odumírání vegetativních pupenů nebo jejich pomalý vývoj. Naopak nízké koncentrace (1 a 3 g/l NaCl) neprokázaly vliv na vegetativní ani generativní orgány. Práce EOM et al. (2007) popisuje vliv zalévání různými koncentracemi NaCl (3, 6, 12 a 24 g/l) na růst 6 druhů bylin. Při vysokých koncentracích (12 a 24 g/l) většina rostlin uhynula. Toto jsem pozorovala i já ve svém experimentu při koncentracích 8 a 12 g/l.

DRIVER (1979) uvádí, že průměrná aplikace soli ve Velké Británii je 35 g/m². Pokud by se takové množství rozpustilo při srážkách 1 mm, byla by výsledná koncentrace přibližně 35 g/l na daném m². Jelikož dochází během let k akumulaci solí do půdy kolem vozovky (BRYSON et BARKER 2002), domnívám se, že takovéto podmínky pro klíčení semen a růst

bylin jsou velice stresující. Je ale samozřejmé, že zasolení půd podél vozovek nebude všude stejné, jelikož se nesolí po celé délce vozovky rovnoměrně a také proto, že sůl se do okolí dostává různými způsoby (BLOMQVIST et JOHANSSON 1999).

5. Závěr

- 1) Byl zjištěn negativní vliv výluhu z nadzemních částí rostlin *Senecio inaequidens* na klíčení vybraných druhů, zvláště na druh *Dittrichia graveolens*. Tento jev vypovídá o alelopatickém efektu studovaného druhu.

Něbyl statisticky prokázán rozdíl mezi výluhem 1 a 2 (výluh přefiltrovaný přes aktivní uhlí), což naznačuje, že alelopatický efekt nemusejí způsobovat jen velké organické molekuly, ale i menší anorganické látky.

- 2) Výsledky kompetičního pokusu poukazují na celkem dobré kompetiční vlastnosti druhu *Senecio inaequidens*.

Ve dvojicích s druhy *Centaurea stoebe*, *Daucus carota*, *Dittrichia graveolens* a *Matricaria recutita* dosahoval *Senecio inaequidens* větších hodnot biomasy než ve dvojici *Senecio* × *Senecio*.

Pouze druhy *Echium vulgare* a *Achillea millefolium* agg. vykazaly lepší kompetiční schopnost než studovaný druh.

- 3) Z výsledků vyplývá, že mírné zasolení (2 a 4 g/l NaCl) nemá vliv na klíčení semen *Senecio inaequidens*. Až vyšší koncentrace NaCl (8 a 12 g/l) více potlačily klíčení semen studovaného druhu, i přesto je ale schopen při takto vysokých koncentracích vyklíčit. Kromě druhu *Daucus carota*, všechny ostatní vybrané druhy vykazovaly stejnou nebo lepší schopnost klíčení při vyšších koncentracích než *Senecio inaequidens*.

Z výsledků experimentu vlivu zasolení na růst rostlin vyplývá, že studovaný druh snáší zasolení i o vyšších koncentracích (8 a 12 g/l) nejlépe ze všech vybraných druhů. Několik rostlin *Senecio inaequidens* bylo i při těchto vysokých koncentracích schopno vykvést. Tyto vlastnosti jistě přispívají studovanému druhu v šíření kolem komunikací, kde následky zimního solení silnic mají významný dopad na okolní vegetaci.

6. Literatura

ABHILASHA, D.; QUINTANA, N.; VIVANCO, J. et JOSHI, J. (2008): Do allelopathic compounds in invasive *Solidago canadensis* s.l. restrain the native European flora? - *Journal of Ecology* 96: 993-1001.

AL-KARAKI, G.N. (2001): Germination, sodium, and potassium concentrations of barley seeds as influenced by salinity. - *Journal of Plant Nutrition* 24 (3): 511-522.

ALMANSOURI, M.; KINET, J.M. et LUTTS, S. (2001): Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). - *Plant and Soil* 231: 243-254.

ANDREU, J. et VILÀ, M. (2010): Risk analysis of potential invasive plants in Spain. - *Journal for Nature Conservation* 18: 34-44.

ANONYMUS (2009): *Statistica for Windows* [Computer program manual]. – Statsoft, Tulsa.

BALL, P.W. (1976): *Dittrichia* W. Greuter. – In: Tutin, T.G., Chater, A.O., DeFilips, R.A. et Richardson, I.B.K. [eds.]: *Flora Europaea*. Vol. 4, *Plantaginaceae* to *Compositae* (and *Rubiaceae*), Cambridge University Press, Cambridge, 136-137.

BERKHEIMER, S.F. et HANSON, E. (2006): Deicing salts reduce cold hardiness and increase flower bud mortality of highbush blueberry. - *Journal of the American Society For Horticultural Science* 131 (1): 11-16.

BICCHI, C.; D'AMATO, A. et CAPPELLETTI, E. (1985): Determination of pyrrolizidine alkaloids in *Senecio inaequidens* DC. by capillary gas chromatography. - *Journal of Chromatography* 349: 23-29.

BLOMQVIST, G. et JOHANSSON, E.L. (1999): Airborne spreading and deposition of de-icing salt - a case study. - *The Science of the Total Environment* 235: 161-168.

BOSSDORF, O.; LIPOWSKY, A. et PRATI, D. (2008): Selection of preadapted populations allowed *Senecio inaequidens* to invade Central Europe. - *Diversity and Distributions* 14: 676-685.

BRAUER, J. et GEBER, M.A. (2002): Population differentiation in the range expansion of a native maritime plant, *Solidago sempervirens* L. – *International Journal of Plant Sciences* 163 (1): 141-150.

BRYSON, G.M. et BARKER, A.V. (2002): Sodium accumulation in soils and plants along Massachusetts roadsides. - *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 33 (1-2): 67-78.

BUTCKO, V.M. et JENSEN, R.J. (2002): Evidence of tissue-specific allelopathic activity in *Euthamia graminifolia* and *Solidago canadensis* (Asteraceae). - The American Midland Naturalist 148 (2): 253-262.

CALLAWAY, R.M. et ASCHEHOUG, E.T. (2000): Invasive plants versus their new and old neighbors: A mechanism for exotic invasion. – Science 290: 521-523.

CATFORD, J.A.; VESK, P.A.; RICHARDSON, D.M. et PYŠEK, P. (2012): Quantifying levels of biological invasion: towards the objective classification of invaded and invulnerable ecosystems. - Global Change Biology 18: 44–62.

CRAWLEY, M.J. (1990): The population dynamics of plants. - Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences 330 (1257): 125-140.

CUNNINGHAM, M.A.; SNYDER, E.; YONKIN, D.; ROSS, M. et ELSER, T. (2008): Accumulation of deicing salts in soils in an urban environment. – Urban Ecosystems 11: 17-31.

DAEHLER, C.C. (2003): Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: Implications for Conservation and Restoration. - Annual Review of Ecology Evolution and Systematics 34: 183-211.

DIMANDE, A.F.P.; BOTHA, C.J.; PROZESKY, L.; BEKKER, L.; RÖSEMANN, G.M.; LABUSCHAGNE, L. et RETIEF, E. (2007): The toxicity of *Senecio inaequidens* DC. - Journal of the South African Veterinary Association 78 (3): 121-129.

DOSTÁL, P. (2011): Plant competitive interactions and invasiveness: Searching for the effects of phylogenetic relatedness and origin on competition intensity. - The American Naturalist 177 (5): 655-667.

DRIVER, F. T. (1979): Winter maintenance: practices and policies. The impact of road traffic on plants. – In: Colwill, D.M., Thompson, J.R. et Rutter, A.J. [eds.]: TRRL Supplementary Report, Department of the Environment, Department of Transport, No. 513. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, 73-77.

EOM, S.H.; SETTER, T.L.; DiTOMMASO, A. et WESTON, L.A. (2007): Differential growth response to salt stress among selected ornamentals. - Journal of Plant Nutrition 30: 1109-1126.

EPP0 (2006): List of invasive alien plants – EPP0 data sheet on Invasive Plants – *Senecio inaequidens*. [počítačová síť INTERNET] www.eppo.org (WWW), adresář: /QUARANTINE/plants/*Senecio_inaequidens*, soubor: SENIQ_ds.pdf

FORCZEK, S.T.; BENADA, O.; KOFROŇOVÁ, O.; SIGLER, K. et MATUCHA, M. (2011): Influence of road salting on the adjacent Norway spruce (*Picea abies*) forest. – Plant, Soil and Environment 57 (7): 344-350.

FORMAN, R.T.T. et ALEXANDER, L.E. (1998): Roads and their major ecological effects. - Annual Review of Ecology and Systematics 29: 207-231.

- GALUSZKA, A.; MIGASZEWSKI, Z.M.; PODLASKI, R.; DOŁĘGOWSKA, S. et MICHALIK, A. (2011): The influence of chloride deicers on mineral nutrition and the health status of roadside trees in the city of Kielce, Poland. – *Environmental Monitoring and Assessment* 176 (1-4): 451-464.
- GARCIA-SERRANO, H.; SANS, F.X. et ESCARRÉ, J. (2007): Interspecific competition between alien and native congeneric species. - *Acta Oecologica* 31: 69-78.
- GARCIA-SERRANO, H.; ESCARRÉ, J.; CAÑO, L. et SANS, F.X. (2008): Comparing the effect of habitat on the magnitude of inbreeding depression in the Mediterranean native *Senecio malacitanus* and the alien *S. inaequidens*: consequences for invasive ability. - *Botany* 86: 63-75.
- GHOULAM, C. et FARES, K. (2001): Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). - *Seed Science and Technology* 29: 357-364.
- GOLDBERG, D.E. et FLEETWOOD, L. (1987): Competitive effect and response in four annual plants. - *Journal of Ecology* 75: 1131-1143.
- GRUBEROVÁ, H. (2002): Srovnávací studie invazního druhu *Bidens frondosa* L. a domácích zástupců r. *Bidens*. - Ms. [Magisterská práce, depon. in: Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita, České Budějovice, Česká republika].
- GRULICH, V. (2004): Starček úzkolistý (DC.). - In: Slavík, B. et Štěpánková, J. [eds.]: Květena České republiky, díl 7., Academia, Praha, 278-279.
- GUILLERM, J.L.; LE FLOCH, E.; MAILLET, J. et BOULET, C. (1990): The invading weeds within the Western Mediterranean Basin. - In: di Castri, F., Hansen, A.J. et Debussche, M. [eds.]: *Biological invasion in Europe and the Mediterranean Basin*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 61-84.
- HARRINGTON, J.A. et MEIKLE, T. (1992): Road salt effects on the germination of eight select prairie species. – Thirteenth North American Prairie Conference: 183-192.
- HAUTALA, E.L.; REKILÄ, R.; TARHANEN, J. et RUUSKANEN, J. (1995): Deposition of motor vehicle emissions and winter maintenance along roadside assessed by snow analyses. - *Environmental Pollution* 87: 45-49.
- HEGER, T. et BÖHMER, H.J. (2006): NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Senecio inaequidens*. Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS.
- HEJDA, M.; PYŠEK, P. et JAROŠÍK, V. (2009): Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. - *Journal of Ecology* 97: 393-403.
- HIERRO, J.L. et CALLAWAY, R.M. (2003): Allelopathy and exotic plant invasion. - *Plant and Soil* 256 (1): 29-39.

INDERJIT et DAKSHINI, K.M.M. (1994): Allelopathic effect of *Pluchea lanceolata* (Asteraceae) on characteristics of four soils and tomato and mustard growth. - American Journal of Botany 81 (7): 799-804.

INDERJIT et DAKSHINI, K.M.M. (1995): On Laboratory Bioassays in Allelopathy. - The Botanical Review 61 (1): 28-44.

INDERJIT et WEINER, J. (2001): Plant allelochemical interference or soil chemical ecology? - Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 4 (1): 3-12.

INDERJIT; SEASTEDT, T.R.; CALLAWAY, R.M.; POLLOCK, J.L. et KAUR, J. (2008): Allelopathy and plant invasions: traditional, congeneric, and bio-geographical approaches. - Biological Invasions 10: 875-890.

JARZYNA, I.; MAŁECKA, K.; PANUFNIK-MĘDRZYCKA, D. et MĘDRZYCKI, P. (2010): Dynamics and occurrence patterns of the tatarian orache *Atriplex tatarica* L. (Chenopodiaceae) at the roadsides in Warsaw, Poland. - Acta Societatis Botanicorum Poloniae 79 (3): 249-254.

JONES, E.I. et GOMULKIEWICZ R. (2012): Biotic Interactions, Rapid Evolution, and the Establishment of Introduced Species. - The American Naturalist 179 (2): E28-E36.

JOZA, V. (2008): Přehled výskytu starček úzkolistého (*Senecio inaequidens*) v České republice. - Muzeum a současnost, řada přírodovědná 23: 201-210.

KELSEY, P.D. et HOOTMAN, R.G. (1992): Deicing salt dispersion and effects on vegetation along highways - case-study - deicing salt deposition on the morton arboretum. - Chemical Deicers and the Environment: 253-281.

KOCIÁN, P. (2009): Invazní starček úzkolistý (*Senecio inaequidens*) také na severní Moravě a ve Slezsku. - Acta Musei Beskidensis 1: 23-29.

KUBÁT, K.; HROUDA, L.; CHRTEK, J. jun.; KAPLAN, Z.; KIRSCHNER, J. et ŠTĚPÁNEK, J. [eds.] (2002): Klíč ke květeně České republiky. - Academia, Praha.

KUMAR, L.; CHAUDHARY, R.G.; SHUKLA, N. et PRAJAPATI, R.K. (2010): Isolation of sorghum allelochemicals and their efficacy against crops pathogens. - Allelopathy Journal 25 (2): 369-382.

LAU, J.A.; PULIAFICO, K.P.; KOPSHEVER, J.A.; STELTZER, H.; JARVIS, E.P.; SCHWARZLÄNDER, M.; STRAUSS, S.Y. et HUFBAUER, R.A. (2008): Inference of allelopathy is complicated by effects of activated carbon on plant growth. - New Phytologist 178: 412-423.

MACÍAS, F.A.; MOLINILLO, J.M.G.; VARELA, R.M. et GALINDO, J.C.G (2007): Allelopathy - a natural alternative for weed control. - Pest Management Science 63: 327-348.

MACK R.N., SIMBERLOFF D., LONSDALE W.M., EVANS H., CLOUT M. et BAZZAZ F.A. (2000): Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. - Ecological Applications 10: 689-710.

- MANDÁK, B. et BÍMOVÁ, K. (2001): Nový druh jihoafrického starčku v České republice – *Senecio inaequidens*. - Zprávy České botanické společnosti 36: 81-98.
- MCCARTHY, C. B. et HANSON, S.L. (1996): Ecological significance of allelopathy in the invasive weed *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara et Grande (*Brassicaceae*). - American Journal of Botany 83 (Suppl.): 72.
- MIKLOVIC, S. et GALATOWITSCH, S.M. (2005): Effect of NaCl and *Typha angustifolia* L. on marsh community establishment: a greenhouse study. – Wetlands 25 (2): 420-429.
- MUNNS, R. (2002): Comparative physiology of salt and water stress. - Plant, Cell and Environment 25: 239-250.
- NI, G.Y.; SCHAFFNER, U.; PENG, S.L. et CALLAWAY, R.M. (2010): *Acroptilon repens*, an Asian invader, has stronger competitive effects on species from America than species from its native range. – Biological Invasions 12: 3653-3663.
- PEDERSEN, L.B.; RANDRUP, T.B. et INGERSLEV, M. (2000): Effects of road distance and protective measures on deicing NaCl deposition and soil solution chemistry in planted median strips. - Journal of Arboriculture 26 (5): 238-245.
- PISULA, N.L. et MEINERS, S.J. (2010): Relative allelopathic potential of invasive plant species in a young disturbed woodland. - Journal of the Torrey Botanical Society 137(1): 81-87.
- PRATI, D. et BOSSDORF, O. (2004): Allelopathic inhibition of germination by *Alliaria petiolata* (*Brassicaceae*). - American Journal of Botany 91 (2): 285-288.
- PYŠEK, P. et RICHARDSON, D.M. (2010): Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. - Annual Review of Environment and Resources 35 (1): 25-55.
- PYŠEK, P.; JAROŠÍK, V. et PERGL, J. (2011): Alien plants introduced by different pathways differ in invasion success: Unintentional introductions as a threat to natural areas. – Plos One 6 (9): e24890.
- RAMAKRISHNA, D.M. et VIRARAGHAVAN, T. (2005): Environmental impact of chemical deicers - a review. - Water, Air, and Soil Pollution 166: 49-63.
- REJMÁNEK, M. (1995): What makes a species invasive? – In: Pyšek, P.; Prach, K.; Rejmánek, M. et Wade M. [eds.]: Plant Invasions: General Aspects and Special Problems, SPB Academic Publishing, Amsterdam, 3-13.
- REJMÁNEK, M. (1996): A theory of seed plant invasiveness: the first sketch. - Biological Conservation 78: 171-181.
- REJMÁNEK, M. et RICHARDSON, D.M. (1996): What attributes make some plant species more invasive? - Ecology 77 (6): 1655-1661.

RIDENOUR, W.M. et CALLAWAY, R.M. (2001): The relative importance of allelopathy in interference: The effects of an invasive weed on a native bunchgrass. – *Oecologia* 126 (3): 444-450.

RIDENOUR, W.M.; VIVANCO, J.M.; FENG, Y.; HORIUCHI, J. et CALLAWAY, R.M. (2008): No evidence for trade-offs: *Centaurea* plants from America are better competitors and defenders. - *Ecological Monographs* 78 (3): 369-386.

RICHARDSON, D.M.; PYŠEK, P.; REJMÁNEK, M.; BARBOUR, M.G.; PANETTA, F.D. et WEST, C.J. (2000): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. - *Diversity and Distributions* 6: 93-107.

ROY, J. (1990): In search of the characteristics of plant invaders. – In: di Castri, F., Hansen, A.J. et Debussche, M. [eds.]: *Biological invasion in Europe and the Mediterranean Basin*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 335-352.

RUTH, O. (2003): The effects of de-icing in Helsinki urban streams, Southern Finland. - *Water Science and Technology* 48 (9): 33-43.

SPENCER, H.J. et PORT, G.R. (1988): Effects of roadside conditions on plants and insects. II. Soil conditions. – *Journal of Applied Ecology* 25: 709-715.

SVĚTLÍKOVÁ, P. (2010): Vegetace teplovodů a uplatnění invazních druhů. – Bc. [Bakalářská práce, depon. in: Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita, České Budějovice, Česká republika].

TAHKOKORPI, M.; TAULAVUORI, E.; LAINE, K. et TAULAVUORI, K. (2012): Severe salt stress in *Vaccinium myrtillus* (L.) in response to Na⁺ ion toxicity. - *Environmental and Experimental Botany* 76: 49-53.

THOMPSON, J.R. et RUTTER, A.J. (1986): The salinity of motorway soils. IV. Effects of sodium chloride on some native british shrub species, and the possibility of establishing shrubs on the central reserves of motorways. - *Journal of Applied Ecology* 23: 299-315.

THUNQVIST, E.L. (2004): Regional increase of mean chloride concentration in water due to the application of deicing salt. - *Science of the Total Environment* 325: 29-37.

TONGMA, S.; KOBAYASHI, K. et USUI, K. (1998): Allelopathic Activity of Mexican Sunflower (*Tithonia diversifolia*) in Soil. - *Weed Science* 46 (4): 432-437.

VILÀ, M.; GÓMEZ, A. et MARON, J.L. (2003): Are alien plants more competitive than their native conspecifics? A test using *Hypericum perforatum* L. – *Oecologia* 137: 211-215.

VILÀ, M.; WILLIAMSON, M. et LONSDALE, M. (2004): Competition experiments on alien weeds with crops: lessons for measuring plant invasion impact? - *Biological Invasions* 6: 59-69.

VILÀ, M. et WEINER, J. (2004): Are invasive plant species better competitors than native plant species? - evidence from pair-wise experiments. - *Oikos* 105: 229-238.

- VILÀ, M.; ESPINAR, J.L.; HEJDA, M.; HULME, P.E.; JAROŠÍK, V.; MARON, J.L.; PERGL, J.; SCHAFFNER, U.; SUN, Y. et PYŠEK, P. (2011): Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. - *Ecology Letters* 14: 702–708.
- VITOUSEK, P.M.; DANTONIO, C.M.; LOOPE, L.L. et WESTBROOKS, R. (1996): Biological invasions as global environmental change. - *American Scientist* 84 (5): 468-478.
- VONDERHEIDE, A.P.; MOUNICOU, S.; MEIJA, J.; HENRY, H.F.; CARUSO, J.A. et SHANN, J.R. (2006): Investigation of selenium-containing root exudates of *Brassica juncea* using HPLC-ICP-MS and ESI-qTOF-MS. – *Analyst* 131 (1): 33-40.
- WEIßHUHN; K. et PRATI, D. (2009): Activated carbon may have undesired side effects for testing allelopathy in invasive plants. - *Basic and Applied Ecology* 10: 500-507.
- WERNER, D.J.; ROCKENBACH, T. et HÖLSCHER, M.L. (1991): Herkunft, Vergesellschaftung und Ökologie von *Senecio inaequidens* DC. unter besonder Berücksichtigung des Köln-Aachener Raumes. – *Tuexenia* 11: 73-107.
- WROCHNA, M.; MAŁECKA-PRZYBYSZ, M. et GAWROŃSKA, H. (2010): Effect of road de-icing salts with anti corrosion agents on selected plant species. - *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus* 9 (4): 171-182.
- ZAPATA, P.J.; SERRANO, M.; PRETEL, M.T.; AMORÓS, A. et BOTELLA, M.A. (2003): Changes in ethylene evolution and polyamine profiles of seedlings of nine cultivars of *Lactuca sativa* L. in response to salt stress during germination. - *Plant Science* 164: 557-563.

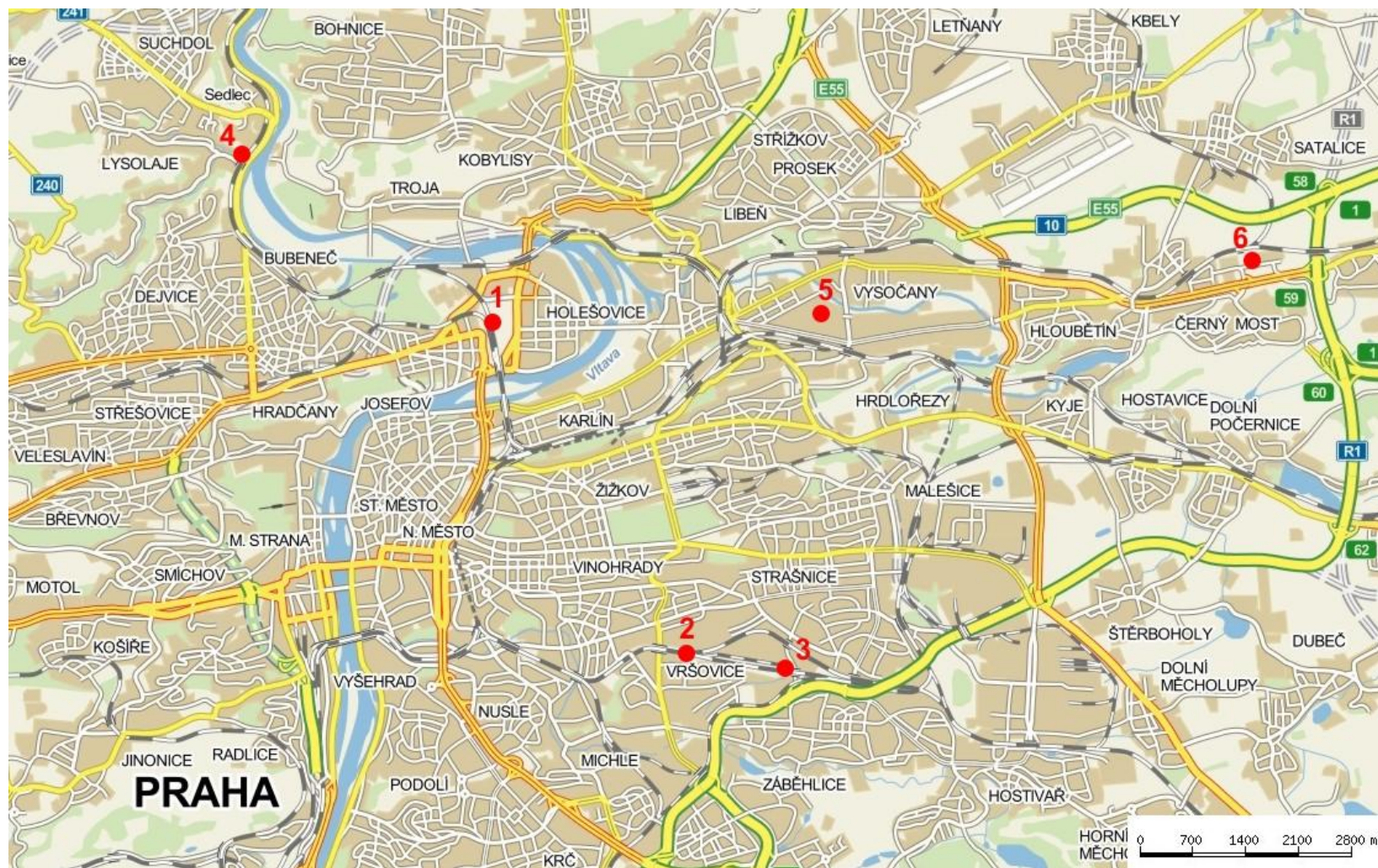
Přílohy

Příloha I	Seznam lokalit
Příloha II	Mapa lokalit
Příloha III	Fotografie vybraných lokalit
Příloha IV	Fytocenologické snímky
Příloha V	Fotografie z pokusů

Příloha I Seznam lokalit

Číslo lokality	Název lokality	Typ lokality	Souřadnice
1	Praha - Bubny	nádraží	N 50° 06' 16,4'' ; E 14° 26' 20''
2	Praha - Vršovice	bývalé seřadovací nádraží	N 50° 03' 55,7'' ; E 14° 28' 25,5''
3	Praha - Strašnice	bývalé nákladové nádraží	N 50° 03' 48,7'' ; E 14° 29' 33,5''
4	Praha - V Podbabě	podél železniční trati	N 50° 07' 22,5'' ; E 14° 23' 40,7''
5	Praha - ulice Ocelářská	bývalý areál ČKD	N 50° 06' 20,3'' ; E 14° 29' 50''
6	Praha - Černý Most	travnatý porost v průmyslové zóně	N 50° 06' 43,7'' ; E 14° 34' 37,2''

Příloha II Mapa lokalit



Příloha III Fotografie vybraných lokalit



Foto 1 Praha – Bubny (říjen 2010)



Foto 2 Směr Praha – Podbaba → Praha – Sedlec (říjen 2010)



Foto 3 Praha – Vršovice (srpen 2010)



Foto 4 Praha – Černý Most (říjen 2010)

Příloha IV

Fytocenologické snímky

Lokalita	1				2				3				4				5				6			
	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c	4d	5a	5b	5c	5d	6a	6b	6c	6d
E1 Celková pokryvnost (%)	30	45	12	20	10	5	7	18	30	15	40	20	25	25	15	30	25	15	5	5	95	85	95	70
<i>Achillea millefolium</i> agg.	-	-	2	-	-	-	-	-	5	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	15	3
<i>Ailanthus altissima</i> juv.	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	1	1	-	-	1	-	-	1	-	2	-	5	15	10	2	5	-	-	-	-	1	3	-	-
<i>Aster novi-belgii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	15	-
<i>Atriplex patula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Bromus tectorum</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis epigejos</i>	3	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	5	2	-	60	10	30	60
<i>Carduus acanthoides</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Centaurea stoebe</i>	3	2	-	2	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
<i>Clematis vitalba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Conyza canadensis</i>	-	-	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crepis foetida</i> subsp. <i>rheadifolia</i>	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daucus carota</i>	2	7	-	-	2	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	3	1	-	-	-	-	2	5
<i>Digitaria sanguinalis</i>	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echium vulgare</i>	4	-	1	1	-	-	-	-	4	1	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elytrigia repens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	20	-
<i>Epilobium angustifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Fallopia convolvulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Festuca rubra</i> agg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	10	2	-	-	-	-	-	-	-	-

Hypericum perforatum	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Lactuca serriola	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	
Lepidium ruderales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	
Linaria vulgaris	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lolium perenne	10	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Matricaria recutita	2	1	3	4	-	-	-	-	3	2	7	2	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
Medicago lupulina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	
Melilotus albus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	20	-
Melilotus officinalis	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Oenothera biennis agg.	1	-	-	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	
Poa compressa	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Potentilla heptaphylla	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rumex acetosella	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
Sedum album	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Senecio inaequidens	10	5	3	5	2	2	5	15	10	5	20	5	10	15	7	15	5	10	4	5	3	15	20	5
Senecio viscosus	-	-	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silene vulgaris subsp. vulgaris	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Sisymbrium loeselii	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solidago canadensis	-	1	-	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	3	5	-
Tanacetum vulgare	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trifolium repens	-	-	-	-	-	-	-	-	20	3	10	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tripleurospermum inodorum	2	-	-	2	-	-	-	-	4	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verbascum densiflorum	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E0 Celková pokrývnost (%)	10	15	5	4	0	0	0	1	40	85	65	45	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	20

Příloha V Fotografie z pokusů

Alelopatie



Foto 1 Semena *Dittrichia graveolens* zalévaná přímým výluhem *S. inaequidens*, 10. den pokusu



Foto 2 Semena *Dittrichia graveolens* zalévaná přefiltrovaným výluhem přes aktivní uhlí, 10. Den pokusu

Kompetice

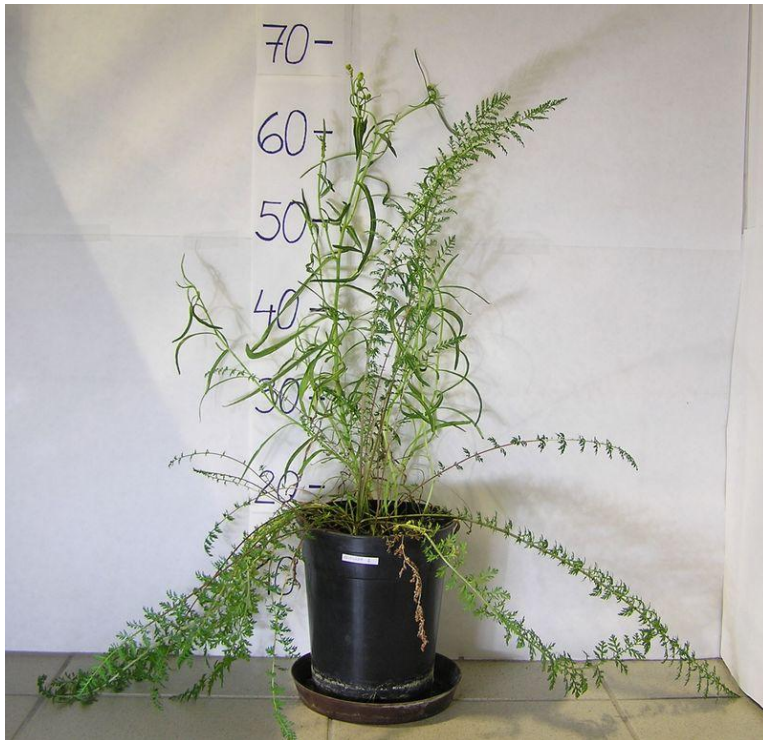


Foto 3 Kombinace *Senecio* × *Achillea* na konci pokusu

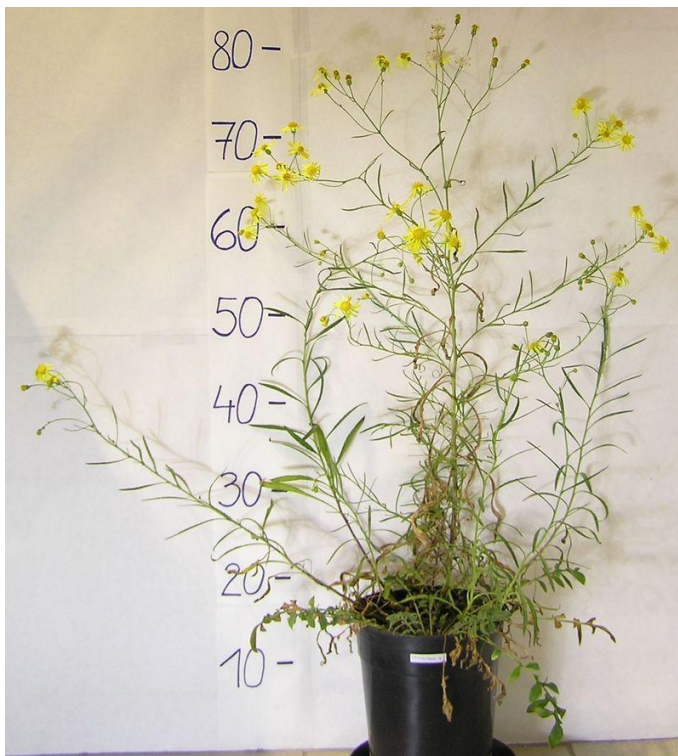


Foto 4 Kombinace *Senecio* × *Centaurea* na konci pokusu

Zasolení



Foto 5 Semena *Senecio inaequidens* zalévaná koncentrací 8 g/l NaCl, 10. den pokusu

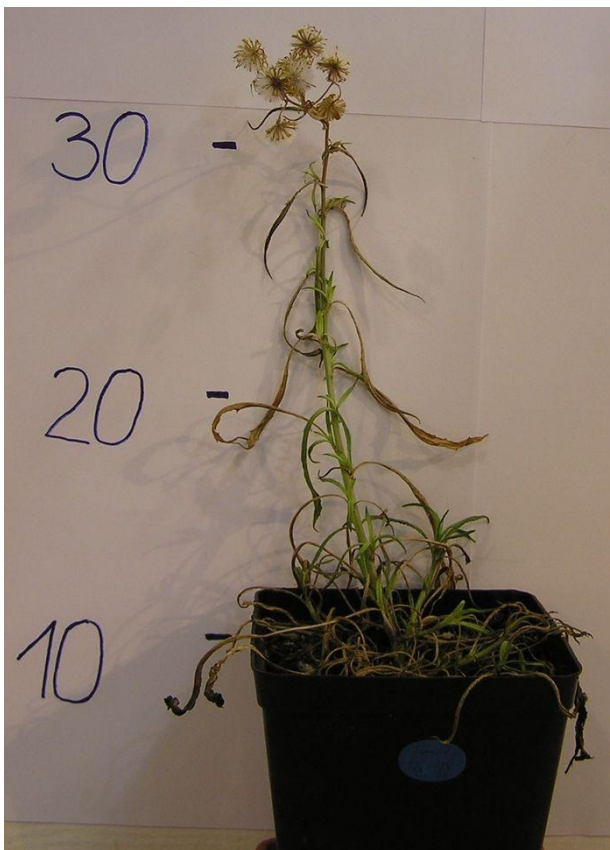


Foto 6 *Senecio inaequidens* po skončení pokusu, zaléván koncentrací 12 g/l NaCl