



ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra environmentálního inženýrství a ochrany prostředí

**Fytosanační efekt křídatky japonské a bolševníku
velkolepého**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce:

Doc. RNDr. Ing. Ivan Landa, DrSc

Autor:

Bc. Karel Kolečák

Praha, 2011

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Fytosanační efekt křídlatky japonské a bolševníku velkolepého“ vypracoval samostatně a použil podkladů a literárních pramenů uvedených v přehledu literatury a použitých zdrojů.

V Praze dne 20. dubna 2011

.....

Poděkování

Chtěl bych na tomto místě poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, Doc. RNDr. Ing. Ivan Landa, DrSc za věcný a podnětný přístup. Rovněž bych rád poděkoval Ing. Kateřině Pazderů P.hd za vstřícný přístup při řešení části experimentu.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá invazivními rostlinami křídlatkou japonskou a bolševníkem velkolepým a jejich schopností růstu v kontaminovaných půdách ropnými látkami. Obě tyto rostliny se rozšířily na území České republiky a zde se naprosto přizpůsobily podmínkám a klimatu, který zde panuje. Křídlatka jako objev zahradníků byla vysazována do zahrad a parků odkud se postupně začala volně rozšiřovat do okolí. Svou vitalitou a schopností se nekompromisně prosadit v porostu v místech jejího výskytu začne vytlačovat původní společenstva rostlin, až obsadí kompletní stanoviště. Obdobně se chová i bolševník, který svými rozměrnými listy často velice hustě naměstnanými na sebe vytvoří těsný krunýř, kterým nepropustí světlo na půdu a tím vytlačí veškerou vegetaci žijící v této lokalitě. Cílem této práce je zjistit, zda semena uvedených invazivních rostlin jsou schopné vyklíčit a růst v kontaminovaných půdách ropnými látkami. Experimentem bude rovněž prokázáno, zda má kontaminant ropného původu (použitý motorový olej) vliv na vývoj a růst vybraných rostlin v porovnání s rostlinami vojtěšky seté. Součástí experimentu je i prokázání klíčivosti semen rostlin pomocí zkoušky klíčivosti. Pro nádobový pokus byly využity nádoby o objemu 4 litry a jako půda byl využit vermikompost. Výsledkem práce je zjištění nakolik jsou semena těchto rostlin schopna vyklíčit za příznivých podmínek a do jaké míry kontaminace půdy ropnými látkami jsou tyto rostliny schopny vyklíčit, růst a zda má kontaminace vliv na vývoj rostliny.

Klíčová slova: Bolševník, křídlatka, fytosanační efekt

Abstrakt

This thesis is concerned with invasive plants, Japanese knotweed and giant and magnificent ability to grow in soils contaminated by petroleum products. Both these plants have spread in the Czech Republic and there is absolutely comply with the conditions and climate that prevails here. Knotweed as the discovery of the gardeners were planted in gardens and parks where they gradually began to expand freely into the surroundings. Its vitality and ability to rigorously enforce the stand in the place of occurrence will displace the original plant community, to occupy the entire habitat. Similarly, acts as the giant, whose bulky leaves often very densely close to each other creates a shell that does not let light into soil and vegetation that will push all living in this area. The aim of this study is to determine whether those seeds of invasive plant are able to germinate and grow in soils contaminated by petroleum products. The experiment will also be established whether the contaminant derived from oil (used motor oil) influence on the development and growth of selected plants in comparison with alfalfa plants sown. The experiment is to demonstrate the germination of seeds of plants using germination tests. For pot experiments were used by the container volume of 4 liters and was used as a soil vermikompost. The finding is how the seeds of these plants are able to germinate under favorable conditions and the extent of soil contamination by oil plants are able to germinate, grow, and whether the contamination effect on the plants.

Key words: Giant, knotweed, phytoremediation effect

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Literární rešerše.....	10
2.1 Současný stav.....	10
2.1.2 Rhizosferní biodegradace	11
2.1.4 Fytostabilizace	12
2.1.5 Fytovolatilizace.....	13
2.1.6 Způsoby stanovení NEL.....	14
2.1.7 Limity chemického znečištění podle využití lokality.....	15
2.1.8 Řešené projekty využití rostlin k fytosanaci	16
2.2 Charakteristika rodu Reynoutria.....	17
2.2.1 Zařazení v botanickém systému.....	17
2.2.2 Křídlatka japonská.....	17
2.2.3 Morfologie.....	19
2.2.4 Rozšíření.....	19
2.2.5 Stanoviště, nároky na stanoviště.....	19
2.2.6 Využití	19
2.2.7 Likvidace porostu.....	20
2.3 Charakteristika rodu Heracleum	20
2.3.1 Zařazení v botanickém systému	21
2.3.2 Bolševník velkolepý.....	21
2.3.3 Morfologie.....	22
2.3.4 Historie rozšíření.....	23
2.3.5 Stanoviště, nároky na stanoviště.....	23
2.3.6 Využití.....	24
2.3.7 Likvidace porostu.....	24
2.3.8 Zdravotní rizika.....	24
3 Experimentální část.....	26
3.1 Metodika.....	26
3.2 Popis experimentu.....	26
3.3 Popis vybraných rostlin.....	27
3.3.1 Bolševník velkolepý.....	27
3.3.2 Křídlatka japonská.....	27
3.3.3 Vojtěška setá.....	27
3.4 Substráty a osivo	28
3.4.1 Vermikompost.....	28
3.4.2 Kontaminující látka.....	29
3.4.3 Osivo bolševníku velkolepého.....	29

3.4.4 Osivo křídlatky japonské.....	29
3.4.4 Osivo vojtěšky seté.....	29
3.5 Klíčení semen Klimabox.....	30
3.5.1 Metodika pokusu klíčení (Klimabox).....	30
3.5.2 Zkouška klíčivosti.....	31
3.6 Pokus klíčení a růstu ve vermikompostu.....	31
3.6.1 Metodika pokusu klíčení a růstu ve vermikompostu.....	31
4 Výsledky	32
4.1 Výsledky pokusu křídlatka japonská.....	32
4.2 Výsledky pokusu bolševník velkolepý.....	35
4.3 Výsledky pokusu vojtěšky seté.....	36
4.5 Dynamika klíčení rostlin.....	38
4.6 Vliv kontaminatntu na vývoj rostlin.....	39
40	
5 Diskuse.....	41
6 Závěr.....	42
7 Literatura.....	43
8 Přílohy.....	45

1 Úvod

V posledních dvou stoletích došlo k rozmach technického pokroku, který pro člověka přinesl velkou míru mechanizace. Nejprve se zdrojem energie technických vymožeností stala pára. Postupem času se začaly jako zdroj energie používat ropné produkty.

Ropa a produkty vyrobené z ropy v podobě benzinů, petrolejů, motorové nafty a minerálních olejů, unikají do životního prostředí, především při haváriích. K takovýmto haváriím dochází při výrobě a zpracování ropných derivátů, ale i při jejich přepravě, skladování, nebo používání. Velmi nebezpečným jevem je plošný únik například v zemědělství či lesnictví nebo do vodních toků. Uhlovodíky ropných látek kontaminují při únicích především zeminu, ale i povrchové, podpovrchové a podzemní vody. Zasažená zemina či voda uniklým kontaminantem nemůže být nadále využívána obvyklým způsobem a musí být vyčištěna či odstraněna.

Zabránění šíření do životního prostředí a odstranění kontaminující látky po havárii je složitý a dlouhodobý proces. Dopady na životní prostředí se však dají zmírnit realizací správně zvoleného opatření. Musíme však uvést, že většina z těchto opatření představuje zásah do krajiny a její narušení. Proto jsou vyvinuté a dále se rozvíjejí metody, které neučiní tak drastický zásah do krajiny. Jednou z takovýchto metod je fytoremediace neboli fytosanace.

Cílem této diplomové práce je zjistit, zda vybrané invazivní druhy rostlin, jsou schopné klíčit a růst na kontaminovaných půdách s různým stupněm kontaminace látkami z ropných produktů (NEL). Prokázat, zda je možné využít jejich růstovou dynamiku pro fytosanaci a stupeň kontaminace do jakého jsou schopné růst a normálně se vyvíjet. Pro tuto práci byly záměrně vybrány dvě rostliny, které díky své dynamice růstu v lokalitách výskytu značně převyšují ostatní rostliny a jsou schopny osídlit různorodé stanoviště: U těchto rostlin z dostupných zdrojů lze zjistit, že se často vyskytují na antropogenních půdách, nevadí jim místa trvalého zasolení a výskytu jak těžkých kovů, tak produktů spalovacích motorů a i NEL, které najdeme například podle cestní a železniční sítě.

2 Literární rešerše

2.1 Současný stav

Fytoremediace je pojem označující proces využití rostlin pro odstranění polutantů a xenobiotik ze životního prostředí. Rostliny mohou najít uplatnění při nápravě kontaminace jak anorganickými, tak organickými sloučeninami. V obou případech jsou využívány zcela přirozené procesy, které se u rostlin vyvíjely dlouhou dobu. Fytoremediace je technika populární, neboť se prokázalo, že při praktických aplikacích je mnohem cenově přístupnější a lépe přijímána veřejností. Má také velkou výhodu v tom, že esteticky obohacuje případně zdevastovanou krajinu. Rostliny lze využít, jak u vysoce kontaminovaných ploch, tak i v mírně kontaminovaných oblastech či k dočištění po použití jiných postupů. Využití některých fytoremediačních technik bylo již testováno dosti rozsáhle v případě kontaminované půdy i vod. Patří sem v případě půdy následující postupy: fytotransformace, rhizosferní biodegradace, fytostabilizace, fytoextrakce a fytovolatilizace. Při čištění a ochraně vod včetně spodní vody byla použita rhizofiltrace, hydraulické řízení pohybu kontaminace, fytovolatilizace, vegetační kryt a umělé mokřady. Mezi fytoremediační techniky se zařazuje rovněž použití rostlin jako uzávěru ukončené skládky. V reálných podmínkách nelze oddělovat působení samotných rostlin, vždy je nutno zvažovat komplexně vzájemné interakce rostlin a půdních mikroorganismů. Rostliny mohou najít uplatnění při nápravě kontaminace jak anorganickými tak organickými sloučeninami. V obou případech jsou využívány zcela přirozené procesy, které se u rostlin vyvíjely po miliony let. Rostliny komunikují s prostředím a berou si z něho živiny. (Macková Macek 2004)

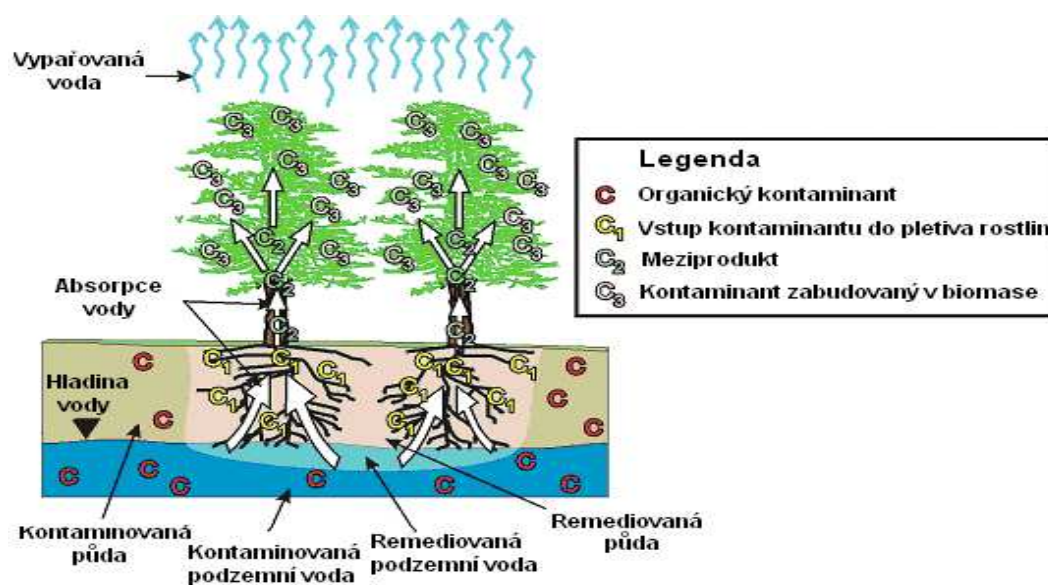
Fytoremediace je dle (Cunningham 1996) využití zelených rostlin k přesunu, přeměně, akumulaci nebo odstraňování kontaminantů z kontaminované lokality.

Při využití rostlin pro sanaci je nutná dostupnost kontaminantů daná typem látky a stářím kontaminace vybrané lokality. Fytoremediace se může uplatnit pouze v místech s povrchovým znečištěním. (Watanabe 1997).

Biodegradace ropných uhlovodíků v půdě je účinnou a ekonomicky výhodnou metodou, která nemá nepříznivý vliv na životní prostředí. Biodegradační technologie lze s úspěchem využívat při řešení těch ekologických zátěží, kde kontaminované prostředí není toxické pro základní článek procesu sanace a to jsou mikroorganismy (Hrubý, Badalíková, Hartman 2006)

2.1.1 Fytotransformace

Fytotransformace je metabolický proces rostlin, který za pomoci enzymových systémů přetváří původní extrahované molekuly organických polutantů na molekuly odpovídajících metabolitů. Enzymy zúčastněné v tomto pochodu jsou především rostlinné peroxidasy, v určité míře jsou metabolity i výsledkem působení oxygenas souvisejících s rostlinným cytochromem. Metabolické přeměny jsou výhradně součástí organických molekul. V první fázi dochází k zavedení polárních funkčních skupin, čímž se zvýší hydrofilita molekuly. Ve druhé fázi biotransformace dochází ke spojení buď původní, ale spíše transformované molekuly s polárními nosiči. V následné fázi je konjugát ukládán v rostlinných tkáních. K ukládání těchto transformovaných či konjugovaných látek dochází složitým a ještě dostatečně nevyřešeným mechanismem. Místo kde se konjugáty v rostlině ukládají jsou vakuoly. (Chromá, Macková et al. 2001). Následující obrázek popisuje přechod kontaminantu z půdy do rostliny.

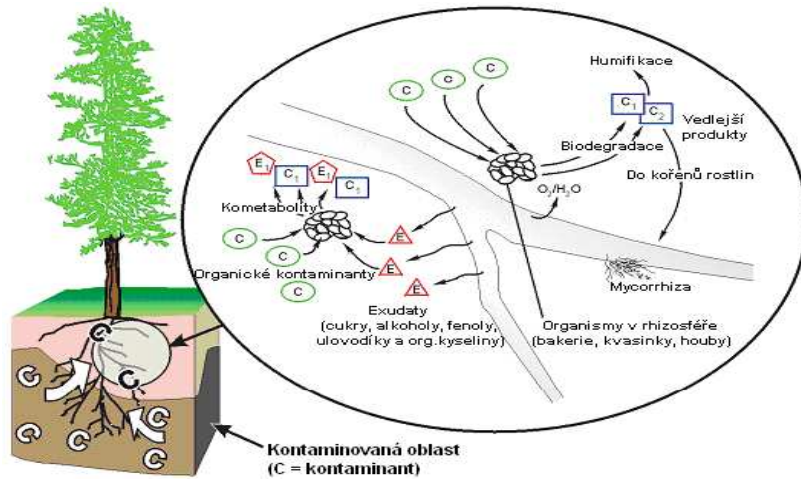


obr. č.1 Zobrazení fytotransformace převzato z ITRC (2001)

2.1.2 Rhizosferní biodegradace

Podle (Soudek et al. 2008) pracuje metoda rhizosferní biodegradace na základě zvýšení množství půdních bakterií v půdě díky kořenovému systému vysázených rostlin, co umožňuje snížit množství kontaminantu v půdě. Kořeny vylučují do půdy mnoho organických sloučenin například cukry nebo alkoholy, které se stávají potravou pro půdní bakterie. Díky dostatku živin počet mikroorganismů v půdě

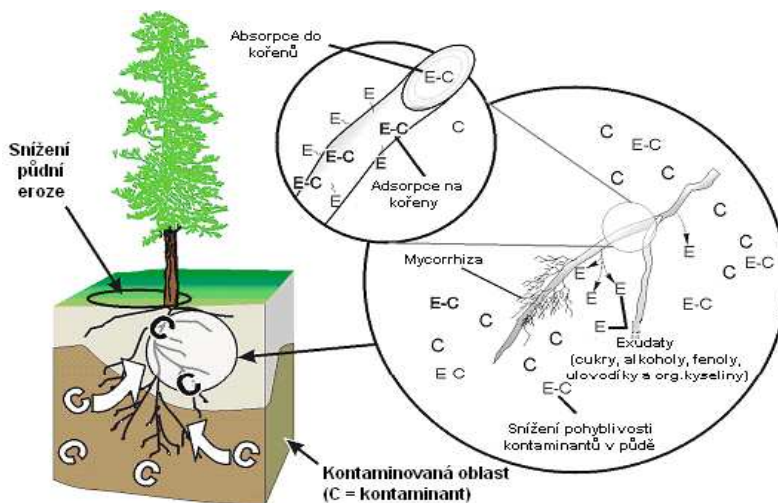
rapidně vzrůstá a dochází také ke stimulaci jejich aktivity, což je velice důležité pro odbourávání okolních polutantů. Princip rhizosféry biodegradace popisuje obrázek č. 2



obr. č.2 Zobrazení rhizosféry biodegradace převzato z ITRC (2001)

2.1.4 Fytostabilizace

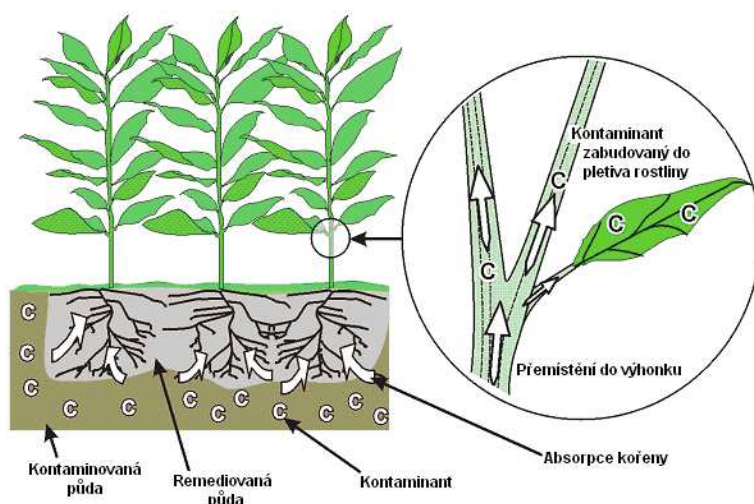
Fytostabilizace je proces, který má pomocí rostlin, zastavit šíření kontaminantu do okolního prostředí. Bariéra kořenů rostlin může v některých případech omezit migraci polutantů v půdě mechanismem kořenové adsorpce, nebo tvorbou nerozpustných forem díky interakci kontaminantu s kořenovými exsudáty. Tento proces se dá použít při zastavení šíření kovových iontů, úspěšně je však možné využít fytostabilizaci v případech znečištění organickými sloučeninami. (Schnoor 1997)



obr. č.3 Zobrazení fytostabilizace převzato z ITRC (2001)

2.1.5 Fytoextrakce

Fytoextrakce, nebo taky fytoakumulace, je metoda zakládající se na principu absorpce kontaminantu kořeny rostliny s následnou akumulací v nadzemní části rostliny například v ligninu nebo ve vakuole. Organické sloučeniny mohou být metabolizovány, rozloženy na oxid uhličitý a vodu nebo mohou být odpařeny (Kučerová et Al. 1999). Po dostatečném růstu rostlin a akumulace polutantu se získaná biomasy rozdrtí a zpracuje se tak aby došlo k zkoncentrování polutantu a to mikrobiálně, tepelně, chemicky nebo pomocí extrakce (Tercová et al.2005)

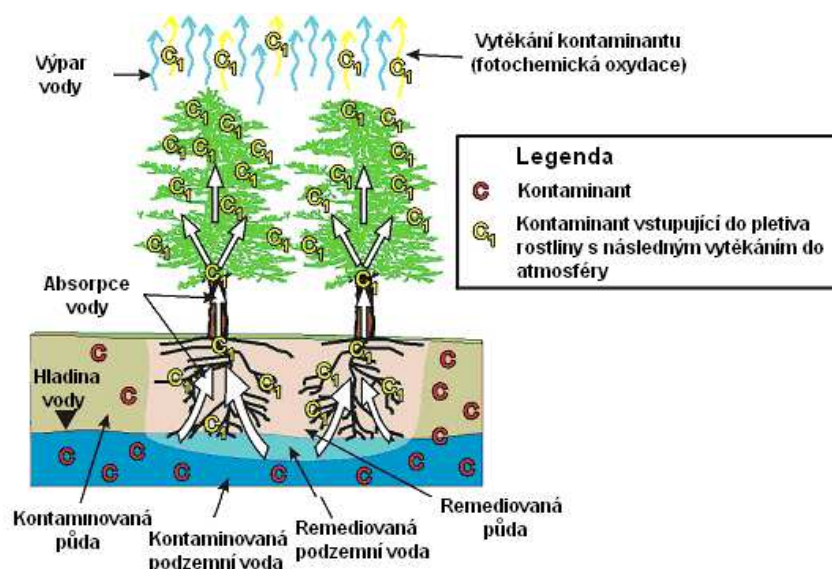


obr. č.4 Zobrazení fytoextrakce převzato z ITRC (2001)

2.1.5 Fytovolatilizace

Při fytovolatilizaci dochází k příjmu kontaminantu kořenovým systémem rostliny a transportu do nadzemní části, v některých případech ještě následovaný biotransformací kontaminantu. Poté proběhne transpirace těkavého kontaminantu, těkavého produktu metabolismu nebo těkavé formy původně netěkavé látky. Metodu lze aplikovat spíše při odstraňování organických polutantů, jako je například MTBE a jiné složky benzínu. Příkladem je použití topolu žlutého na půdy znečištěné rtutí. Topol může díky bakteriím obsahujícím rtuť-reduktasu redukovat HgII na kovovou rtuť a tu následně vydýchat do ovzduší. Použití fytovolatilizace je však považován za kontroverzní, neboť nedochází k odstranění kontaminace, ale pouze k přesunu kontaminantu z půdy do ovzduší. (Soudek et al. 2008).

Průběh přeměny a přechodu kontaminantu z kontaminované zeminy do ovzduší popisuje obrázek č.5



obr. č.5 Zobrazení fytovolatilizace převzato z ITRC (2001)

2.1.6 Způsoby stanovení NEL

Problematika řešení stanovení NEL (neolární extrahovatelné látky) je řešena metodickým pokynem MŽP, který určuje způsoby zjištění NEL a parametr Uhlovodíku $C_{10} - C_{40}$. pro stanovení indikátoru možného znečištění ropnými látkami na kontaminovaných lokalitách. Pro stanovení tohoto indikátoru se užívá metoda infračervené spektrometrie a metoda plynové chromatografie. Výsledkem Infračervené spektrometrie je stanovení NEL. Tato metoda je však ovlivněna několika faktory, které negativně ovlivňují přesnost měření. Jedním z několika faktorů je nutnost používat k extrakční činidlo karcinogenní látky (tetrachlorethan), nebo látky, které mají schopnost poškozovat ozónovou vrstvu (tetrachlorethen, hexafluorbutan a další chlorované nebo fluorované uhlovodíky)

Metoda plynové chromatografie stanovuje parametr Uhlovodíku $C_{10} - C_{40}$. jehož výsledkem je stanovení množství extrahovatelných nepolárních látek ropného i neropného původu s 11 až 39 uhlíky v molekule, které se v matici nacházejí. Zároveň je metoda vzhledem k používaným pomocným látkám pro obsluhu méně riziková (jako extrakční činidlo se používá nejčastěji n-hexan, cyklohexan, heptan) U zátěží, kde se předpokládá znečištění níže vroucími frakcemi uhlovodíků (např. letecký petrolej, benzín, aj.), je nezbytné realizovat doplňující analýzy na stanovení aromatických uhlovodíků (benzen, toluen, ethylbenzen a xylen, tzv. BTEX). U zátěží, kde se naopak předpokládá výskyt výše vroucích frakcí (olejů, mazutu, apod.) je potřeba stanovit polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) (Kačábková 2008 věstním MŽP)

2.1.7 Limity chemického znečištění podle využití lokality

Obytné využití území - lidé mohou být vystaveni kontaminantům při bydlení (přímá expozice - např. inhalace prachu, nepřímá expozice - např. konzumace pěstované zeleniny).

Rekreační využití území - lidé mohou být vystaveni kontaminantům při rekreační činnosti. Expozice je omezená dobou a probíhá ve venkovním prostoru. Neplatí pro dětská hřiště a pískoviště.

Průmyslové využití území - může dojít k časově omezenému kontaktu s kontaminovanou zemínou.

Všeobecné využití území - území může být využito kterýmkoli výše uvedeným způsobem

V níže uvedené tabulce č. 1 jsou stanoveny limity jednotlivých území a jejich maximální hodnoty pro využití popisovaným způsobem

	A	B	C-obyt.	C-rekr.	C-prům.	C-všestr.
mg.kg ⁻¹						
Polycyklické aromatické uhlovodíky						
antracen	0,1	40	60	80	100	
Benzo(a)antracen	0,1	4	5	10	50	
Benzo(a)pyren	0,1	105	2	4	10	
Benzo(b)fluoranten	0,1	4	5	10	50	
Benzo(ghi)perylene	0,05	20	30	40	80	
Benzo(k)fluoranten	0,05	10	15	20	30	
fluoranten	0,3	40	50	80	150	
fenantren	0,15	30	40	60	100	
chrysen	0,05	25	40	50	80	
indeno(1,2,3cd)pyren	0,1	4	5	10	50	
naftalen	0,05	40	60	80	100	
Pyren	0,2	40	60	80	100	
PAU celkem *2	1	190	280	380	640	40
. Ostatní uhlovodíky (směsné, nehalogenované)						
nepolární extrahovatelné						
uhlovodíky celkem	100	400	500	750	1 000	500
Ostatní aromatické uhlovodíky (halogenované)						
polychlorované bifenyly						
PCB *3	0,002	2,5	5	10	30	1

Tab.č1 Kritéria znečištění zemín - Metodický pokyn MŽP ČR

Zdroj: PÚDIS

1 obsah může být vyšší ve velkých městských aglomeracích a oblastech s intenzivní automobil. dopravou

*2 suma výše uvedených PAU bez antracenu, naftalenu a benzo(b)fluorantenu

*3 suma kongenerů PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 a 180

*4 celkový obsah

A - Kritéria A odpovídají přibližně přirozeným obsahům. Překročení se posuzuje jako znečištění složky ŽP.

B - Uměle zavedená kritéria, která jsou dána přibližně aritmetickým průměrem A a C. Překročení kritéria B se posuzuje jako znečištění, které může mít negativní vliv na zdraví člověka a složek ŽP a vyžaduje předběžně hodnotit rizika.

C - Překročení kritérií C představuje znečištění, které může znamenat významné riziko ohrožení zdraví člověka a složek ŽP. Závažnost rizika může být potvrzena pouze jeho analýzou.

2.1.8 Řešené projekty využití rostlin k fytosanaci

Využití rostlin k fytosanaci byl řešen ve Výzkumném ústavu pícninářském Troubsko v roce 1999 až 2002. Podle (Hrubý et al. 2003) V maloparcelovém pokusu byla aplikována motorová nafta a rotačním nářadím zapravena do hloubky 0,3 m. Množství kontaminující látky byla stanovena na 0,6, 1,2 a 1,5 l na m². Na uvedených pokusných plochách byly vysety plodiny svatojánské žito (*Secale cereale L.*), komonice bílá (*Melilotus albus*), lesknice kanárská (*Phalaris canariensis L.*) světlice barvířská (*Carthamus tinctorius L.*).

Po prvním roce pokusu, provedenými analýzami na přítomnost NEL (nepolární extrahovatelné látky), byl zjištěn výrazný pokles koncentrace ropných produktů v půdě. Měřením bylo zjištěno, že u nejnižší koncentrace 0,6 l. m² se pohyboval obsah NEL pod úrovní 100 mg.kg sušiny. Naměřené hodnoty prokázaly průměrné snížení NEL při použití motorové nafty na maloparcelovém pokusu na 6,6% až 11,6% výchozí úrovně. U jednotlivých plodin došlo k rozdílným hodnotám vyprodukované zelené hmoty. (Hrubý et al. 2003)

Vzorky rostlin pěstované na kontaminované půdě motorovou naftou, při provedení analýzy na obsah N, C, spalitelné látky a obsah NEL, prokázaly, že uvedené ukazatele nebyly výrazně ovlivněny ani rozdílnou úrovní kontaminace půdy. U obsahu NEL v rostlinách nebyl zjištěn rozdíl mezi sušinou odebranou na kontaminované půdě s různým stupněm kontaminace a sušinou z pozemku bez kontaminace. (Hrubý et al. 2003)

2.2 Charakteristika rodu Reynoutria

Reynoutria Houtt. – tedy křídlatka je dvoudomá bylina s bohatě rozvětvenými dlouhými a silnými oddenky. Lodyhy jsou statné, vzpřímeně rostoucí, často se rozvětvují. Stěny lodyh jsou silné a lodyhy duté. List je řapíkatý, celistvý, celokrajný. Listy jsou u většiny druhů podlouhle vejčité, s výraznou žilnatinou. V úžlabí listů vyrůstají květenství, laty se skládají z různě dlouhých lichoklasů. Květy jsou jednopohlavné, bělavé až nazelenalé barvy. Plodem je 3hranná nažka zcela uzavřená v okvětí. Rostlina pochází z mírného pásu Asie, kde bylo sledováno asi 10 druhů této rostliny. (Květena 1982)

2.2.1 Zařazení v botanickém systému

Říše:	rostliny (<i>Plantae</i>)
Podříše:	zelené rostliny (<i>Viridiplantae</i>)
Oddělení:	rostliny krytosemenné (<i>Magnoliophyta</i>)
Třída:	vyšší dvouděložné rostliny (<i>Rosopsida</i>)
Řád:	hvozdíkotvaré (<i>Caryophyllales</i>)
Čeleď:	rdesnovité (<i>Polygonaceae</i>)
Rod:	křídlatka (<i>Reynoutria</i>)
Botanické jméno:	<i>Reynoutria japonica</i> Houtt. 1988

Zástupci rodu na území ČR:

- R. japonica* – křídlatka japonská
- R. sachalinensis* – křídlatka sachalinská
- R. bohemica* – křídlatka česká (kříženec *K.japonské* a *sachalinské*)

2.2.2 Křídlatka japonská

Křídlatka japonská Houtt. *Reynoutria japonica*, v podmínkách střední Evropy dorůstá od 1m až do 2,5 m výšky. V podmínkách České republiky jde o nepůvodní, ale zdomácnělý druh. Do střední Evropy se dostal jako okrasná rostlina, původem

z Japonska a Koreje. Vytváří husté porosty, které v lokalitě výskytu vytlačuje původní společenstva rostlin. Díky svému růstu, je považována za invazivní druh rostliny. Společně s křídlatkou sachalinskou *Reynoutria sachalinensis* Schmidt a jejich křížencem křídlatkou českou *Reynoutria x Bohemica* Chrtek et Chrtková, je považována za neinvaznější rostliny v Evropě, řazené do první skupiny. Rychlý růst rostliny je však i cílem různých výzkumů a možného dalšího využití. Možné využití je jako energetická rostlina, neboť rostlina je schopna vytvořit velké množství biomasy s výhřevností dosahující hodnot dřevní štěpky. Dále je možné využití mladých rostlin v zeleném stavu pro výrobu bioplynu, nebo ve farmacii jako léčivku, jelikož výtažky z listů rostliny obsahují bioaktivní látky působící proti plísním. (Petříková et al. 2006,)

V Japonsku je křídlatka japonská díky své schopnosti poutání a akumulování dusíku a klonálnímu růstu jedním z klíčových druhů iniciálních sukcesí stádií. V nejvyšších polohách na nehostinných lávových polích dochází uvnitř klonů ke kumulaci na dusík bohaté biomasy. Rozsáhlé a staré klony se poté v centrální části rozpadají a tím umožní nástup druhů pokročilejších sukcesí stádií. (Adachi et al. 1996)

Do Evropy se začala dovážet křídlatka v 19 století jako okrasná bylina. Jednalo se především o křídlatku japonskou (*Reynoutria japonica*) a křídlatku sachalinskou (*Reynoutria sachalinensis*). Díky své schopnosti rychlého množení, se brzy rozšířily do volné krajiny a osídlily rozsáhlá území a ze zahradní okrasné rostliny se stal nebezpečný invazivní plevel. Křídlatky se rozšířily téměř po celé Evropě včetně České republiky (Patočka 2005).



Obr. 6. *Reynoutria japonica* Houtt. – křídlatka japonská

foto:Karel Koleňák

2.2.3 Morfologie

Jde o typického zástupce rodu Reynoutria, lodyhy jsou v bazální části rozvětvené přímé v horní části větvené, duté, oblé jemně papilkaté, s červenými skvrnkami, průměrně křehké. List je vejčitého až široce vejčitého tvaru, široký 4-10 cm a dlouhý 5-12 někdy i 15 cm. Vrchol listu je zúžený a zakončený dlouhou špičkou, na bázi kolmo uťatá nebo tupě klínovitě zúžená, tuhá. List je z obou stran lysý s výraznou žilnatinou, zelené až světle zelené barvy. Řapík dlouhý 1,5 až 4 cm. Květenstvím je lata mnohokvětých lichoklasů, délky 3 až 12 cm. Jednotlivé květy jsou bílé, vzácněji slabě narůžovělé, okvětí u samičích květů za plodu je zvětšené, s křídly. Plodem je 3hranná nažka o velikosti 2,5 až 4 mm. ()

Lodyhy rostliny dorůstají až 2,5m, na průřezu jsou lodyhy duté, v mládí zeleně skvrnitě, postupně červenají. (Pyšek et Tichý 2001)

2.2.4 Rozšíření

Jedná se o zplanělou rostlinu, která v podmínkách České republiky postupně zdomácněla. Výskyt křídlatky japonské byl zaznamenán na většině míst České republiky, převážně v nížinách, výjimkou však nejsou ani Krušné hory.

2.2.5 Stanoviště, nároky na stanoviště

Tato rostlina je velmi často pěstována v parcích a zahradách. Rostlina vzplaňuje na březích vodních toků, především tam, kde byly narušeny lidskou činností, najdeme ji i na rumišťích skládkách, nevyužívaných plochách. Nežřídka se vyskytuje u zdí budov a plotů, na okrajích velkých křovinných porostů a také podél komunikací a železničních tratí. V lokalitách s příznivými podmínkami pro růst vytváří souvislé porosty. Nejčastější způsob šíření je vegetativně a to odlomenými částmi oddenků. Rostlina není náročná na stanoviště, primárně jí vyhovuje lokalita s kyselejší půdou.

2.2.6 Využití

Křídlatky jsou v České republice vedeny jako invazivní druh rostliny a jejich pěstování je omezeno povolovacím řízením. Právě překotný vývoj rostliny v ranných fázích vývoje, její schopnost osídlit nehostinné stanoviště, a vlastnostmi stavby pletiva jsou tyto rostliny v zájmu pozornosti.

Křídlatku lze využít, s ohledem na vysoké výnosy sušiny fytomasy z plochy, jako alternativního obnovitelného energetického zdroje. Z mladých zelených rostlin lze vyrábět bioplyn. Dále je možné využít křídlatku jako palivo. Suchá fytomasa křídlatky je palivem s vysokou výhřevností. Průměrná hodnota spalného tepla sušiny spalováním celých rostlin činí 18,402 GJ/t. Po spálení jedné tuny rostlin vznikne 5 až 7 % popela. Křídlatka jako palivo je výhřevností srovnatelná se suchou dřevní štěpkou, je srovnatelná i mechanickými i topenářskými vlastnostmi. (Petříková et al. 2006)

Podle (Patočky 2005) jde o rostlinu hospodářsky dobře využitelnou. Rostliny lze zpracovat na papír, izolační materiál, použít pro výrobu bioplynu nebo jako pevné palivo. Křídlatku lze spalovat jak štěpkou, nebo jako briketované palivo s dobrou výhřevností a nízkou hladinou emisí.

Podle (Petříková et al. 2006) je křídlatka rovněž využitelná v medicíně. Výtažky z kořene se používají k různým účelům, bylo zjištěno, že výtažky vykazují aktivitu proti gastritidě a rakovině tlustého střeva. . Oddenky se využívají v tradiční čínské a japonské medicíně pro léčení hnisavých zánětů kůže, chronických onemocnění a kapavky.

2.2.7 Likvidace porostu

Likvidace vzrostlého porostu křídlatky je možno použít několik metod. Používáme dvě metody, chemickou a mechanickou, v případě nutnosti lze využít kombinaci obou metod. Chemická metoda spočívá v postřiku rašících výhonků (Roundup), která se provádí na jaře, případně opakovaně během vegetace. Mechanická likvidace se provádí na podzim, vyoráním rhizomů, například rotačním kultivátorem na povrch půdy. Zde rhizomy vyschnou a vymrznou. V případě, že na jaře po mechanickém zásahu zůstane část životaschopných rhizomů, provede se chemické ošetření plochy. (Petříková et al. 2006)

V porostech křídlatky japonské bylo použito herbicidů s účinnými látkami glyfosátem (Roundup) a 2,4-D aminem v dávce 2220 a 2790 g/ha. Po dvou týdnech od aplikace byl zjištěn úbytek fytomasy. (Petříková et al. 2006)

2.3 Charakteristika rodu *Heracleum*

Dvouleté, víceleté nebo vytrvalé, zpravidla statné byliny. Kořenový systém sině rozvětvený, hlavní kořen vřetenovitý, pod kořenovou hlavou ztlustlý. Lodyha je přímá, rozvětvená, rýhovaná, dutá, zpravidla štětinatě chlupatá nebo olysálá.

Přizemní listy jednoduché až složené, 3 až 5 čtné nebo peřenosečné, s lístky nebo úkrojky laločnatými až peřenoklanými, na rubu drsně chlupaté až olysálé. Lodyžní listy směrem nahoru se zmenšují, nejhořejší má přisedlou čepel na zveličelé a nafouklé pochvě. Okolíky jsou složené, bohaté, ploché, obal většinou chybí, obalíčky z čtných listenů. Květy vrcholových okolíků převážně oboupohlavné a plodné. Slabší postranní okolíky jsou často jen samičí a sterilní. Kalich vyvinut ve tvaru kališního lemu, korunní lístky bílé, načervenalé nebo žlutavě zelenavé. Dvounažky silně zploštělé, v obrysu eliptické, vejčité nebo obvejčité až okrouhlé.

2.3.1 Zařazení v botanickém systému

Říše:	rostliny (<i>Plantae</i>)
Podříše:	zelené rostliny (<i>Viridiplantae</i>)
Oddělení:	rostliny krytosemenné (<i>Magnoliophyta</i>)
Třída:	vyšší dvouděložné rostliny (<i>Rosopsida</i>)
Řád:	miříkotvaré (<i>Apiales</i>)
Čeleď:	miříkovité (<i>Apiaceae</i>)
Rod:	bolševník (<i>Heracleum L.</i>)
Botanické jméno:	bolševník velkolepý (<i>Heracleum mantegazzianum</i> Sommier a Levier)

Zástupci rodu na území ČR:

H. sphondylium Bolševník obecný(původní druh v ČR)

2.3.2 Bolševník velkolepý

Bolševník velkolepý je jedním z nejznámějších a také nejvýznamnějších invazních nepůvodních rostlinných druhů v České republice i v Evropě. Problematiku invazních škodlivých organismů, které představují riziko pro pěstované rostliny, popř. pro životní prostředí, řeší v ČR po právní stránce zákon o rostlinolékařské péči č. 326/2004 Sb. a jeho prováděcí předpis. V rámci osvěty jsou vydávány informační materiály s doporučeními, jak omezit zavlékání a šíření invazních rostlin. Příkladem může být leták „Zásady při dovozu, obchodu a nakládání srostlinami s cílem vyhnout se zavlékání invazních druhů“, vydaný Ministerstvem zemědělství ČR ve spolupráci se (SRS) Státní rostlinolékařskou správou (Lvončík, Nováková, Kapitola 2010)

Bolševník je největší ze všech v Evropě rostoucích bylin a jako jedna z mála je tato rostlina schopna ublížit lidem pouhým kontaktem. (Pyšek, Cock, Nentwig, Ravn 2007):.



obr. č.7 *Heracleum mantegazzianum* Sommier a Levier zdroj: Anonym 1

2.3.3 Morfologie

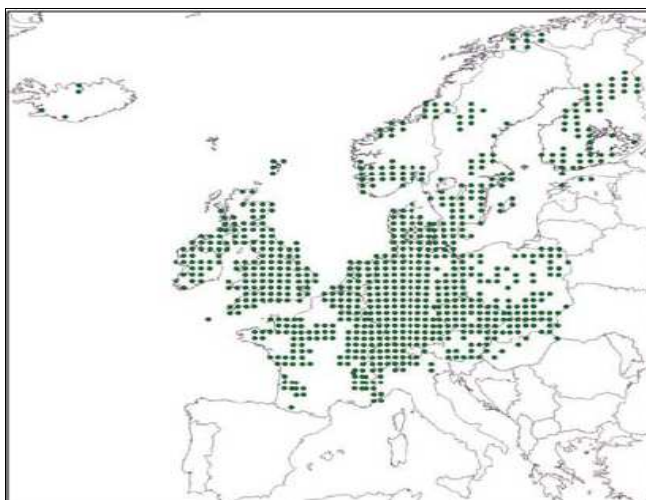
Bolševník velkolepý je 1 až 5 m vysoká, statná bylina. Hlavní kulovitý kořen slouží k ukládání zásobních látek, které rostlina využívá při kvetení nebo k rychlé regeneraci v případě mechanického poranění. Lodyha je dutá, žebernatá, roztroušeně štětinatě chloupkatá. V bazální části široká až 10 cm. Listy jsou 50 až 150 cm dlouhé, trojlaločné, nebo zpeřeně složené. Listové úkrojky jsou ostře řezané až špičaté, na okrajích nepravidelně pilovité. Listová čepel je na rubu roztroušeně chloupkatá, na líci lysá. Řapík je na průřezu oválný, chlupatý, v bazální části přechází v širokou pochvu. Listy ve spodní části jsou větší než v horní.

Květenství je okolík až 50cm v průměru, přičemž nejvyšší hlavní okolík je zároveň největší. Květy bolševníku velkolepého jsou bílé, drobné. Bolševník velkolepý je monokarpická bylina tzn. že kvete pouze jednou. Plody jsou oválné až eliptické, široce okřídlené, skládají se ze dvou částí. Zralé plody jsou šedé s pryskyřičnými kanálky, které zasahují do tří čtvrtin plodu. Semena po vzejití vytvoří přizemní listovou růžici, ke kvetení dochází mezi 3 až 5 rokem dle stanoviště, může však kvést i po 12 letech od vzejití. Na jedné rostlině se vytvoří zhruba 20 tis. klíčivých semen. (Lvončík, Nováková, Kapitola 2010)

2.3.4 Historie rozšíření

Původním stanovištěm výskytu bolševníku velkolepého je západní Kavkaz. Díky lidské činnosti a nesporným invazivním schopnostem této rostliny je současný areál na většině území západní, severní a střední Evropy včetně České republiky. Bolševník velkolepý se však vyskytuje i v Rusku, USA, Kanadě, ale i Austrálii a na Novém Zélandě.

První zmínka o výskytu je z roku 1817, z botanické zahrady Kew Gardens v Londýně. Bolševník byl vysazován jako okrasná rostlina v botanických zahradách a parcích odkud se začal rozšiřovat do volné krajiny. Na území České republiky je první zmínka o výskytu, kdy byl knížetem Metternichem roku 1862 v zámeckém parku Lázní Kynžvart vysazen. V roce 1950 bylo známo 6 lokalit výskytu bolševníku velkolepého ve volné přírodě. V současnosti se odhaduje, že lokalit výskytu je 100 násobně více tedy 600. (Lvončík, Nováková, Kapitola 2010)



Obr. č 8. Současné rozšíření druhů *Heracleum mantegazzianum*, zdroj:Anonym 2

2.3.5 Stanoviště, nároky na stanoviště

Bolševníku velkolepému se daří zejména kolem horských bystřin a na živinami bohatších, chráněných horských lokalitách. Ve střední Evropě se nejčastěji vyskytuje na antropogenních lokalitách, s dobrou dostupností živin a vody, které nejsou intenzivně obhospodařovány, jako např. na rumišťích, neudržovaných loukách, v příkopech podél cest a železničních tratí. Časté jsou výskyty také podél vodních toků, okrajů lesů. Na intenzivně obhospodařovaných, suchých, živinami velice chudých nebo silně zastíněných lokalitách se bolševník velkolepý téměř nevyskytuje. (Patočka 2005)

2.3.6 Využití

Rostlina nemá v ČR využití, jediný způsob využití je spalování štěpky ze zdřevnatělých květních lodyh.

2.3.7 Likvidace porostu

Podle (Lvončíka et al. 2010) je likvidace bolševníku velkolepého možná chemicky a mechanicky. Chemický způsob likvidace spočívá v aplikování herbicidů na bázi glyphosatu. Postřik herbicidy je nejvhodnější provádět na jaře, kdy jsou rostliny nejcitlivější a je možný bezproblémový prostup porostem. Četné pokusy prokázaly citlivost invazních bolševníků vůči systémovým herbicidům s účinnými látkami jako je glyfosát (obsažený např. v přípravku Roundup Biaktiv) nebo triclopyr (např. v přípravku Garlon).(Pyšek et al. 2005)

Mechanickou likvidaci můžeme provádět ručním vytrháváním, nebo vyrýváním, což je však velmi pracné a je možné ho použít pouze na malých plochách mladých rostlin. Sečení se často používá na březích vod, kde není možné použít především chemický způsob likvidace. Po provedeném mechanickém poškození rostliny rychle regenerují. Během sezony je nutné zásah 2x až 3x zopakovat, aby rostliny nestihly vykvést a utvořit semena. Velice účinnou metodou je likvidace přeseknutím kořenu. Zásah postačí provést v 10 cm pod povrchem půdy. Možností likvidace je i pravidelné odstraňování květenství. Tato metoda využívá toho, že rostlina kvete pouze jednou za život a následně odumírá.

Pastva je jednou z možností regulace bolševníku velkolepého, zejména ovcí nebo prasat. Pastva výrazně snižuje zamoření bolševníku již po dvou letech.

Překrýváním je rovněž na maloplošných lokalitách hubit bolševník. Tato metoda se provádí před vyrašení, kdy se lokalita překryje silnou černou igelitovou fólií. Fólie se na místě ponechá několik měsíců. (Lvončík et al. 2010)

2.3.8 Zdravotní rizika

Rostliny vylučují čirou vodnatou látku, která obsahuje chemické sloučeniny ze skupiny furanokumarinů, jejichž toxický účinek je aktivován slunečním zářením. V kontaktu s lidskou kůží a při vystavení UV paprskům vyvolávají tyto látky její poškození. Koncentrace toxických látek v jednotlivých rostlinných orgánech se liší. Je třeba zabránit kontaktu pokožky s jakoukoli částí rostliny, a to i při nepřímém

slunečním záření. Navíc bylo zjištěno, že mnohé furanokumariny mají účinky karcinogenní (rakovinotvorné) a teratogenní (zasahující do vývoje embrya).

Fototoxická reakce může být spuštěna UV zářením pouhých 15 minut po potřísnění, přičemž citlivost dosahuje vrcholu v době mezi půl hodinou až dvěma hodinami po kontaktu. Zhruba po 24 hodinách se dostavuje zánětlivá reakce, projevující se skvrnitostí a červenáním pokožky, s možnou tvorbou vodnatých puchýřů. Síla reakce se liší v závislosti na individuální citlivosti člověka. Po odeznění zánětu se na postižených místech pokožky objevuje hyperpigmentace, která může trvat i několik měsíců. Postižená pokožka může zůstat vysoce citlivá vůči UV záření po několik let. Síla reakce může být umocněna působením vlhkosti (potu) a horka. (Pyšek et al. 2005)

3 Experimentální část

3.1 Metodika

Tato část diplomové práce popisuje pokus, který měl prokázat, zda semena rostlin, které byla vybrána do pokusu, jsou schopná vyklíčit v kontaminovaném prostředí a následně i rostliny v první fázi růstu zda jsou schopny se vyvíjet bez fyziologických změn a v tomto prostředí nadále růst. Kontaminantem v tomto pokusu budou NEL (nepolární extrahovatelné látky), které budou do pokusu dodány v podobě běžně dostupného použitého motorového oleje. Pokus byl rozdělen na dvě části. První část pokusu se zaměřuje na zjištění procenta klíčivosti. Tento je proveden v klimatizovaných boxech na FAPPZ. Zde bylo cílem stanovit procento klíčivosti v laboratorních podmínkách a zjistit dynamiku klíčení u použitých druhů rostlin pro následné porovnání s druhou částí pokusu. Druhá část pokusu byla provedena ve skleníku FAPPZ. Zde byl použit vermikompost, který byl rovnoměrně obohacen o stanovené množství kontaminující látky NEL ve čtyřech stupních kontaminace, 0 g/kg sušiny, 10 g/kg sušiny, 50 g/kg sušiny, 200g/ kg sušiny.

Pokus je podrobně popsán v následující části. Výsledky jednotlivých měření jsou uváděny v tabulkách a také jsou graficky znázorněny v grafech. Měření a odečítání hodnot v průběhu pokusu bylo stanoveno a prováděno každé dva dny.

3.2 Popis experimentu

Pokus je zaměřen na posouzení zda kontaminant dodaný do prostředí, ve které má vyklíčit a růst semena vybraných druhů rostlin, má vliv na klíčení a vývoj těchto rostlin v první růstové fázi rostliny, klíčení. Experimentem by mohlo být prokázáno, zda je možné využít rostliny, které jsou považované za plevelné a využít jejich dynamiku klíčení a růstu pro fytoremediaci kontaminovaných lokalit.

3.3 Popis vybraných rostlin

3.3.1 Bolševník velkolepý

Bolševník velkolepý je 1 až 5 m vysoká, statná bylina. Lodyha je dutá, žebernatá, kořen je kulovitý slouží k ukládání zásobních látek, které rostlina využívá při kvetení nebo k rychlé regeneraci. V bazální části široká až 10 cm. Listy jsou 50 až 150 cm dlouhé, trojlaločné. Listy ve spodní části jsou větší než v horní. Květenství je okolík až 50 cm v průměru. Květy bolševníku velkolepého jsou bílé, drobné. Plody jsou oválné až eliptické, široce okřídlené, skládají se ze dvou částí. Zralé plody jsou šedé s pryskyřičnými kanálky, které zasahují do tří čtvrtin plodu. Semena po vzejití vytvoří přízemní listovou růžici. (Lvončík, Nováková, Kapitola 2010)

3.3.2 Křídlatka japonská

Vytrvalá až 2,5 m vysoká bylina, lodyhy vzpřímené, zeleně skvrnitě postupně přecházející v červenou barvu. Lodyhy jsou v bazální části rozvětvené přímé v horní části větvené, duté, oblé jemně papilkaté, List je vejčitého až široce vejčitého tvaru, široký 4-10 cm a dlouhý 5-12 cm. Vrchol listu je zúžený a zakončený dlouhou špičkou, na bázi kolmo uťatá nebo tupě klínovitě zúžená, tuhá. List je z obou stran lysý s výraznou žilnatinou, zelené až světle zelené barvy. Květenstvím je lata mnohokvětých lichoklasů, délky 3 až 12 cm. Jednotlivé květy jsou bílé, vzácněji slabě narůžovělé, okvěti u samičích květů za plodu je zvětšené, s křídly. Plodem je 3hranná nažka o velikosti 2,5 až 4 mm. (Slavík et. Al. 1997)

3.3.3 Vojtěška setá

Vojtěška setá (*Medicago sativa* L.) je vytrvalá, vícesečná plodina s mohutným, 1 až 2 m dlouhým hlavním kořenem, který může dosáhnout až 10 m hloubky. List je trojčetný, drobný, zoubkatý. Květenství je hlávkovitě zkrácený hrozen, květy jsou modrofialové barvy. Semeno je uloženo v jednotlivých spirálově stočených luscích, které obsahují 3 až 6 ledvinovitých žlutých semen. Zařazuje se v osevním postupu s odstupem minimálně 5 let po sobě. Při výběru pozemků je nutno věnovat pozornost reziduím herbicidů použitých u předplodin a vybírat pozemky nezaplevelené vytrvalými plevely (pýr, pcháč, šťovík, lopuch, kokotice). Vojtěška setá v prvních 10ti dnech zakořeňuje pomalu a rostliny jsou citlivé na přisušky, málo vzdorují zaplevelení a nedostatku světla. Později se růst kořenů zrychluje,

takže kůlový kořen dosahuje v prvním roce hloubky 1 – 2 m podle způsobu založení.



Obr. č 9 Vojtěška setá (*Medicago sativa* L.) autor: Karel Koleňák

3.4 Substráty a osivo

3.4.1 Vermikompost

Součástí pokusu bylo klíčení semen ve vermiokompostu. Vermikompost použitý pro pokus byl získán z katedry environmentálního inženýrství a ochrany přírody. Vzorek byl odebrán z místa uskladnění. Analyzováním v laboratorních podmínkách byly zjištěny hodnoty v mg/kg a vztaženy na sušinu ve vzorku.

Zjištěné hodnoty:

- uhlovodíky celkem C10 – C40	110 mg/kg
- extrahovatelné látky	340 mg/kg
- nepolární extrahovatelné látky	200 mg/kg
- N celkový	230000 mg/kg
- vlhkost	20 %

3.4.2 Kontaminující látka

Pro potřeby pokusu byl získán běžně dostupný použitý motorový olej zn. Mogul, výrobce Paramo Pardubice, používaný ve spalovacím benzinovém motoru. Olej byl bez příměsí pevných částic na větších než 0.1 mm a vody.

3.4.3 Osivo bolševníku velkolepého

Sběr semen pro pokus byl proveden v říjnu roku 2010 ze vzrostlé plně vyvinuté rostliny. Lokalita sběru se nachází v Libereckém kraji, v obci Dubá u České Lípy na okraji CHKO Kokořínsko. Bolševník velkolepý se na této lokalitě vyskytuje dlouhodobě, zmínky o výskytu bolševníku na této lokalitě byly zjištěny již v 70 letech 20 století. Sběr byl proveden po prvních mrazech sdrhnutím. Bylo sebráno 1.500 semen, které byly po sběru vyčištěny a zbaveny nežádoucích příměsí a nečistot. Následně byly semena uloženy v suchu při teplotě 5 st. C. Semena byla před započítáním pokusu promíchána a napočítána na 8x 100 semen.

3.4.4 Osivo křídlatky japonské

Semena křídlatky japonské byly sbírány v lednu 2011. Sběr semen byl záměrně posunut proveden až po ukončení vegetačního období křídlatky japonské, kdy byl ukončen i vývoj semen a semena prošla klidovým stádiem. Sběr byl proveden na maloparcelovém pokusném poli, kde byly rostliny křídlatky japonské záměrně pěstovány pro potřeby pokusu Výzkumného ústavu rostlinné výroby Praha – Ruzyně, Praha 6 Drnovská ulice. Semena byla na lokalitě sbírána sdrhnutím. Bylo sebráno 2300 semen, tyto byly po sběru vyčištěny a zbaveny nežádoucích příměsí a nečistot. Semena byly uloženy v suchu při teplotě do 5 st. C. Semena byla před započítáním pokusu promíchána a napočítána na 8x 100 semen.

3.4.4 Osivo vojtěšky seté

Pro provádění experimentu, byla jako srovnávací plodina vybrána Vojtěška setá (*Medicago sativa* L.), odrůda Symphonie. Uvedené osivo bylo zakoupeno od firmy Oseva Uni a.s. Chodceň. Osivo bylo již vyčištěno a skladováno při pokojové teplotě. Před započítáním pokusu byla semena Vojtěšky promíchána a napočítána na 8x 100 semen.

3.5 Klíčení semen Klimabox

3.5.1 Metodika pokusu klíčení (Klimabox)

Pokus klíčení v klimatizovaném boxu pro zjištění procenta klíčivosti připraveného osiva jsem provedl na FAPPZ Praha. Semena jednotlivých druhů rostlin sem před započítím pokusu promíchal a napočítal na 4x100 ks. Semena jsem následně umístil do předem očíslovaných nakličovacích misek volně na navlhčený filtrační papír. K navlhčení filtračního papíru jsem použil 30 ml pitné vody, o teplotě 20 st. C. Semena jsem následně rozložil do nakličovacích misek ve čtyřech opakováních po 100 ks semen na jedno opakování od každého druhu rostliny. Po přípravě semen jsem nakličovací misky umístil do klimatizovaného neosvětleného boxu, s řízenou teplotou 20 st. C. Misky jsem v klimatizovaném boxu na začátku pokusu naskládal na sobe, k promíchávání pozic docházelo v pravidelných intervalech při odečtu výsledků. Vzhledem k tomu, že bolševník velkolepý ani křídlatka japonská nejsou kulturními plodinami a není stanovena přesná doba začátku klíčení, stanovil jsem dobu odečtu výsledků na každé dva dny. Pro započtení vyklíčeného semene do výsledku dynamiky klíčení, sem stanovil velikost klíčící rostliny 5 mm. Pro započtení rostliny jako schopnou vyklíčit a růst jsem započítal rostlinu s vyvinutým primárním kořenem a nepoškozenými děložními lístky. Takovouto rostlinu jsem započítal a vyřadil z pokusu. K ukončení pokusu jsem přistoupil v době, kdy došlo k ukončení nárůstu klíčících rostlin a v miskách již nebylo žádné semeno schopné vyklíčit.

POMŮCKY

- Pinzeta
- Misky k nakličování semen s víky
- Filtrační papír
- Odměrná nádobka
- Klimatizovaný box

Klimatizovaný box pro nakličování (Klimabox)

Pro nakličování semen se běžně užívá uzavíratelná skříň s možností klíčení semen s přístupem světla nebo bez přístupu světla. Lépe vybavené nakličovací skříně jsou opatřeny izolačním pláštěm s možností automatické regulace přednastavené teploty. Nejmodernější skříně jsou ještě vybaveny automatickou regulací vlhkosti a

cílenou cirkulací vzduchu. V boxech se nakličovací misky ukládají do roštových polic.

Použitý klimatizovaný box pro pokus byl vybaven automatickou regulací teploty vzduchu.

3.5.2 Zkouška klíčivosti

Zkouškou klíčivosti osiva se stanovuje schopnost semen poskytnout v laboratorních podmínkách za stanovenou dobu maximální počet normálně vyvinutých klíčících rostlin, u kterých je předpoklad, že v příznivých podmínkách v půdě se vyvinou v normální rostliny. (Trnka 2004)

Klíčivost semen je různá u jednotlivých druhů dle botanického uspořádání a je závislá na stavu osiva použitého pro zkoušku, především na stáří, způsobu sušení a uskladnění, druhu osiva. Délkou skladování osiva klesá i klíčivost. Průměrná hodnota klíčivosti je odvozena od druhu rostliny a je v rozmezí od 60 do 85%.

Osivo pro pokus bylo před pokusem zabaveno nečistot a viditelně poškozených semen. Před napočítáním semen pro pokus byla semena rovnoměrně promíchána. Následně byla semena nahodně napočítána na 8x 100 semen od každého druhu rostliny v pokusu. Semena byla rozdělena na dvě části pro pokus klíčení v klimatizovaném boxu a pokus ve vermikompostu.

3.6 Pokus klíčení a růstu ve vermikompostu

3.6.1 Metodika pokusu klíčení a růstu ve vermikompostu

Pokus kterým bylo zjištěno klíčení a růst vybraných rostlin ve vermikompostu jsem provedl ve skleníku FAPPZ. Skleník je vytápěný s řízenou teplotou nastavenou na 20 st. C. Pro pokus jsem použil vermikompost získaný z katedry environmentálního inženýrství. Vermikompost byl rozvážen na stejné díly 1,2 kg s připočítáním 0,2 kg vody. Vermikompost byl obohacen o předem stanovené množství kontaminující látky v podobě použitého motorového oleje. Stanovil jsem 3 různé koncentrace a kontrolu. Kontaminaci jsem stanovil na 10 g/ kg sušiny, 50 g/kg sušiny a 200g/kg sušiny. Následně jsem olej rovnoměrně zapravil do vermikompostu a promíchal. Kompost jsem rozprostřel do připravených nádob pro pokus o objemu 4 litry. Po přípravě pokusu jsem označil nádoby a provedl jsem zasetí připraveného a

napočítaného osiva na povrch substrátu. Pro odečítání byla stanovena perioda 2 dnů. Vlhkost substrátu byla udržována rozprašovačem vody.

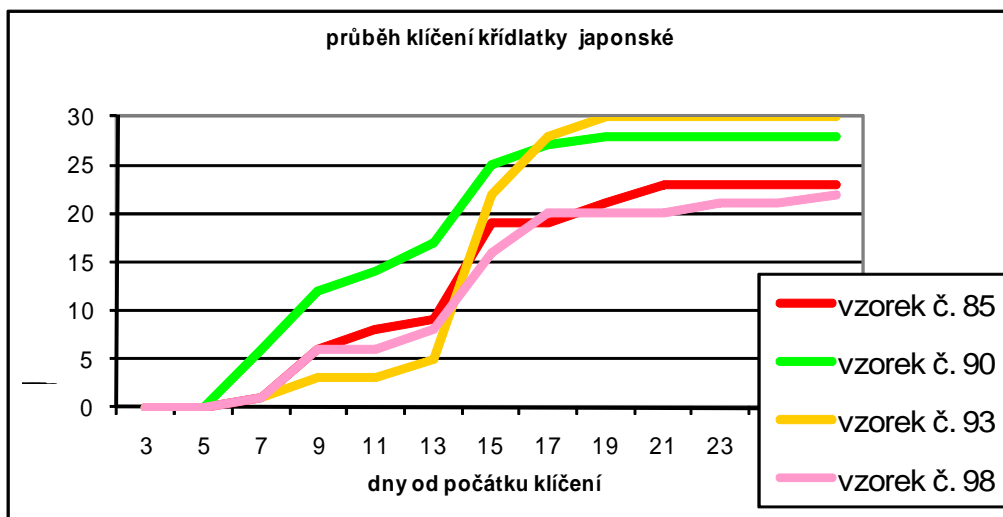
POMŮCKY

- Váha
- Nádoby na pokus o objemu 4 litry
- Teploměr
- Pinzeta
- Odměrná nádobka
- Rozprašovač
- Označovací štítky
- Ochranné rukavice

4 Výsledky

4.1 Výsledky pokusu křídlatka japonská

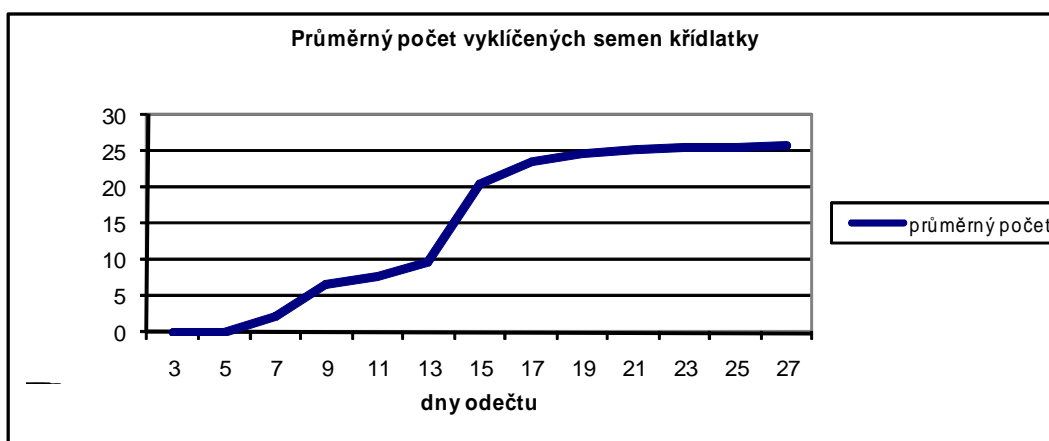
V grafu č.1 je zanesený výsledek odečítání pokusu průběhu klíčení křídlatky japonské. Z grafu je patrné, že křídlatka začala klíčit před sedmým dnem, kdy u vzorku č. 90 bylo zjištěno a započítáno 6ks klíčivých semen. U ostatních vzorků v opakování dochází k pozvolnému navyšování naklíčených semen. Od patnáctého dne začal maximální nárůst klíčení klíčivých semen, až do 21 dne od začátku pokusu. Po 21 dnech se ustaluje nárůst klíčivých semen a dochází k stabilizaci a ukončení klíčení všech vzorků. Z grafu je rovněž patrné že vzorek č. 90 má strmější nárůst klíčících semen, avšak v době ukončení pokusu byl vzorek překonán vzorkem č. 93, který měl pozvolnější nárůst klíčivých semen.



Graf

č.1 Průběh klíčení křídlatky v klimaboxu : označení jednotlivých opakování jsou označeny jako vzorek č 85, 90, 93, 98

Podle metodiky klíčení, byl proveden aritmetický průměr průběhu jednotlivých opakování klíčení křídlatky japonské při klíčení v klimatizovaných boxech. Výsledek je uveden v grafu č. 2.

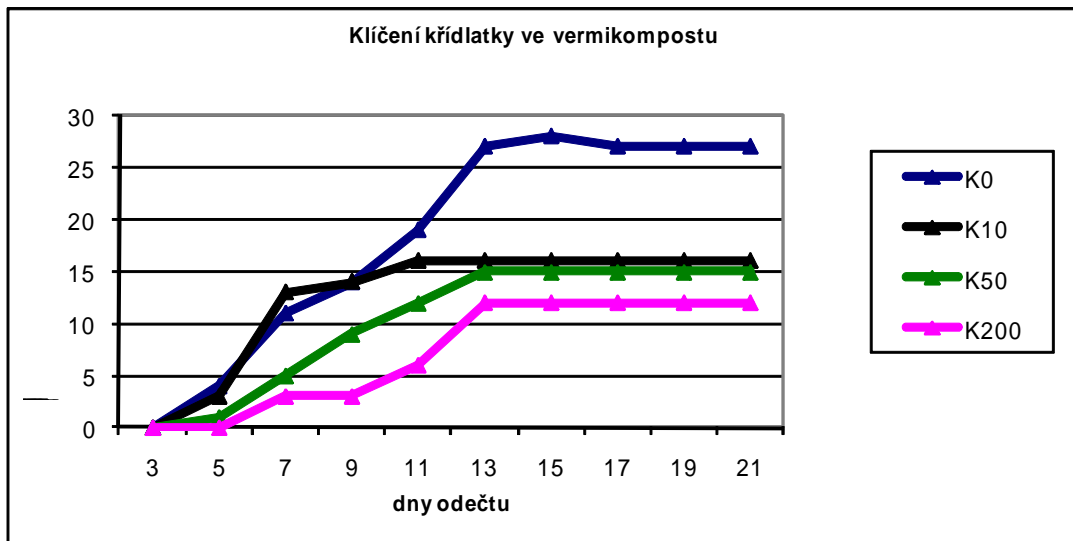


graf č. 2. Průběh klíčení a středová hodnota vyklíčených rostlin křídlatky japonské počet vyklíčených semen

Z grafu č. 2 je zřejmé, že průběh klíčení křídlatky japonské je rozdělena do dvou fází, kdy první semena začínají klíčit již po pěti dnech. Následně mezi 9 a 11 dnem dochází k zpomalení nárůstu klíčící aktivity. Od 13 dne nastává druhé období nárůstu klíčící aktivity až do 21 dne kdy ustává nárůst vyklíčených semen. Celkové procento klíčivosti bylo pokusem stanoveno na **25,75%**.

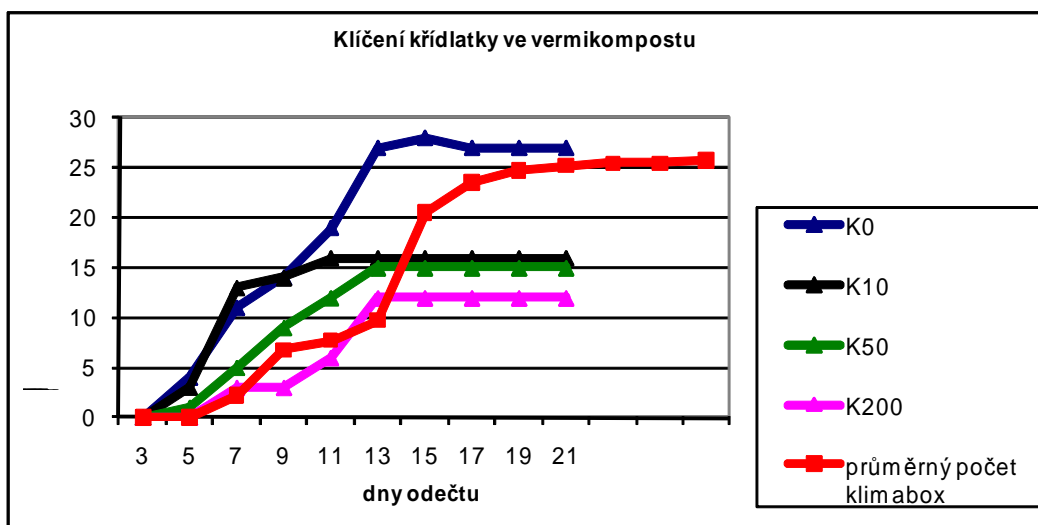
Výsledky pokus klíčení ve vermikompostu jsou uvedeny v následujícím grafu č. 3, kde jsou porovnány jednotlivé stupně kontaminace s kontrolou označenou

hodnotou 0. Další hodnoty jsou označeny K10, K50, a K200, kdy číselná hodnota označuje množství kontaminující látky v g/Kg sušiny.



graf č. 3 Klíčení semen křídlatky japonské ve vermikompostu s kontaminací NEL: K0 srovnávací varianta s nulovou hodnotou dodaného kontaminantu, K10 varianta křídlatky s 10g/kg sušiny, K50 varianta s 50 g/kg sušiny a K200 varianta s 200 g/kg sušiny..

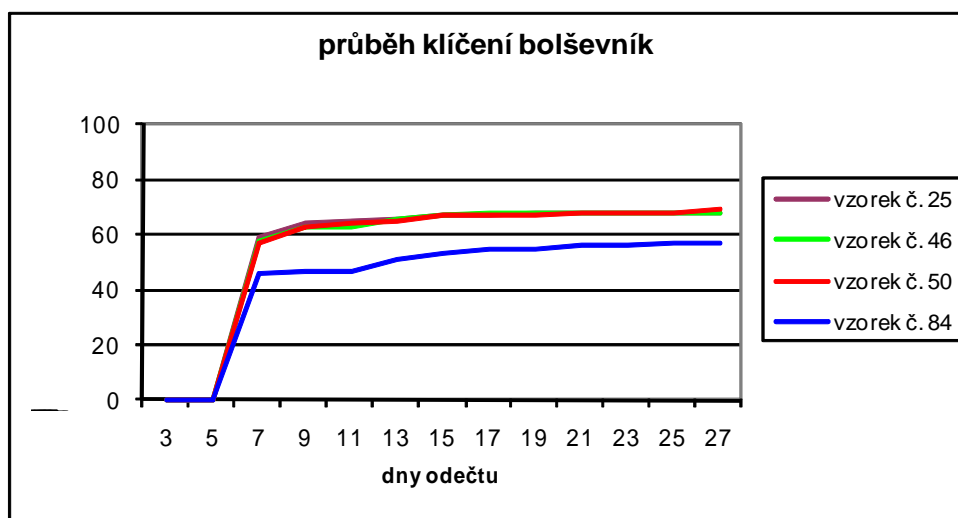
Z grafu č. 3 po přidání křivky průměrné hodnoty průběhu klíčení je rovněž zřejmé, že kontaminant v podobě NEL použitý pro kontaminaci vermikompostu má prokazatelný vliv na počet vyklíčených semen a rostlin, viz graf č. 4. Rozdílné výsledky průběhu nárůstu počtu vyklíčených semen, může být ovlivněn rozdílným klíčením semen v klimaboxu a vermikompostu, kdy klíčení v klimaboxu bylo prováděno ve tmě a klíčení ve skleníku probíhalo na světle



graf č. 4 Klíčení semen křídlatky japonské ve vermikompostu s kontaminací NEL s porovnáním výsledku klíčení v klimaboxu

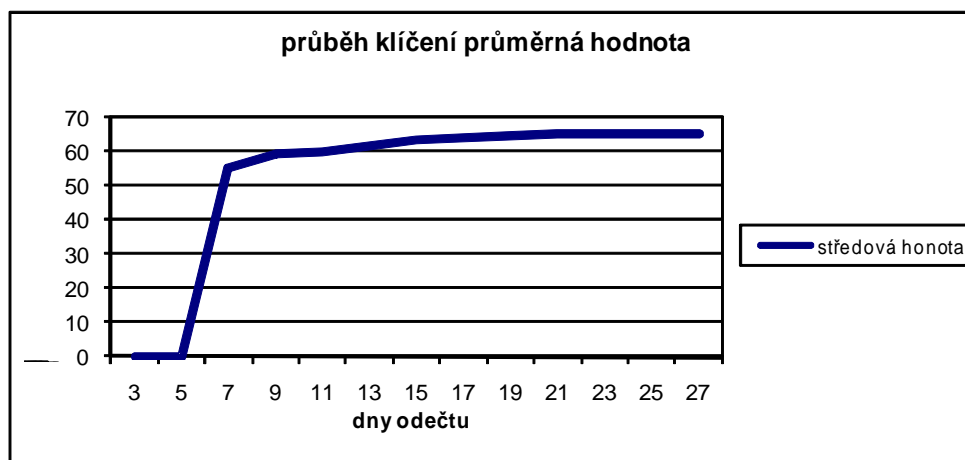
4.2 Výsledky pokusu bolševník velkolepý

V grafu č. 5 je výsledek odečítání pokusu průběhu klíčení bolševníku velkolepého. Z tohoto grafu je patrné, že bolševník velkolepý začala klíčit před sedmým dnem, kdy všechny vzorky vykazují vysoké procento vyklíčených rostlin již 7 dní od začátku pokusu. Od 7 dne se ustaluje nárůst vyklíčených rostlin, pokus je ukončen po 27 dnech, kdy již zbytek semen neklíčí. Z výsledku pokusu klíčení je zřejmé, že 55 % semen bolševníku velkolepého, je schopno vyklíčit do sedmi dnů. nárůst klíčivých semen.



Graf č. 5 Průběh klíčení bolševníku velkolepého zařazené v pokusu jako vzorek 25,46,50,84

V grafu č. 6 je zobrazena průměrná hodnota vyklíčených semen bolševníku velkolepého, ze všech opakování. Celková výsledná klíčivost bolševníku velkolepého je pokusem stanovena po 27 dne pokusu na **65,5 %**.

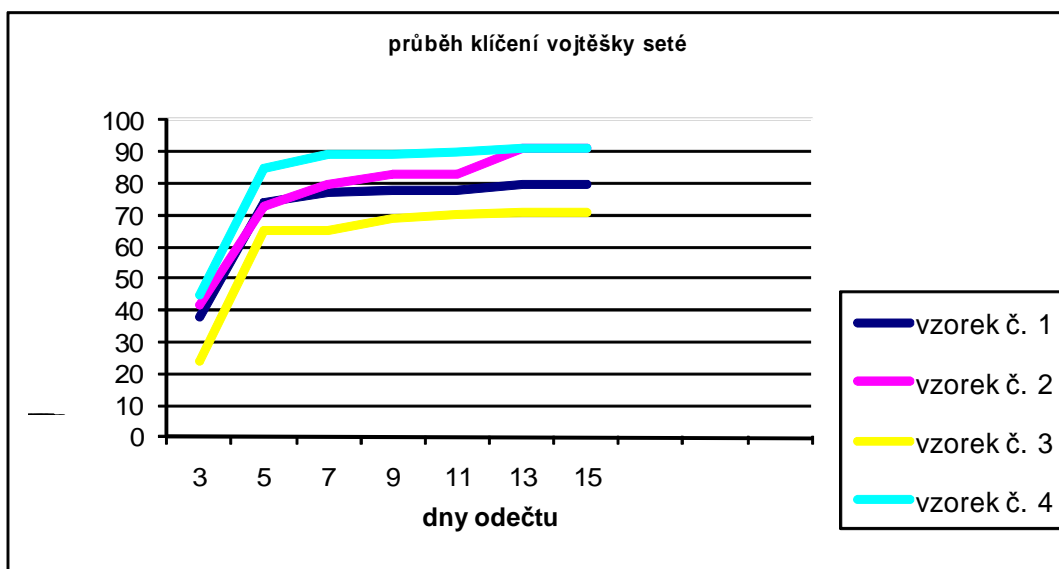


Graf č. 6 Průměrná hodnota všech vzorků v pokusu klíčení v klimaboxu bolševníku velkolepého

Pokus ve vermikompostu byl založen s třemi stupni kontaminace a nulovou kontrolní hodnotou označenou B0, dále byla hodnota B10 10 g/kg sušiny, B50 50 g/kg sušiny a B 200 200g/kg sušiny. Průběh pokusu klíčení ve vermikompostu neprobíhal dle předpokladů ze zjištěných výsledků při zkoušce klíčivosti. Semena bolševníku nezačala klíčit a to ani v kontrolním vzorku bez kontaminantu NEL. Po 27 dnech, kdy byl pokus ukončen, vyklíčil pouze neprůkazný vzorek semen. Z výsledků pokusu nebylo zjištěno, zda kontaminant v podobě NEL může mít vliv na klíčení a růst semen bolševníku velkolepého.

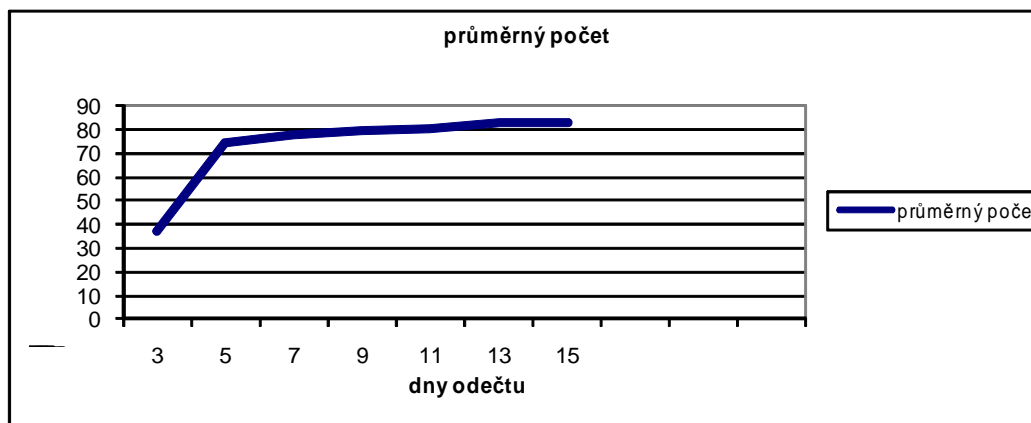
4.3 Výsledky pokusu vojtěšky seté

Výsledky pokusu klíčení vojtěšky seté, jsou uvedeny v grafu č. 7. Pokusem bylo zjištěno, že vojtěška klíčila v porovnání s předchozími rostlinami již ve třetím dni po započetí pokusu. Vojtěška třetí den již dosahovala 37 % klíčivosti. Pátý den od začátku pokusu již procento klíčivosti činilo 74%.



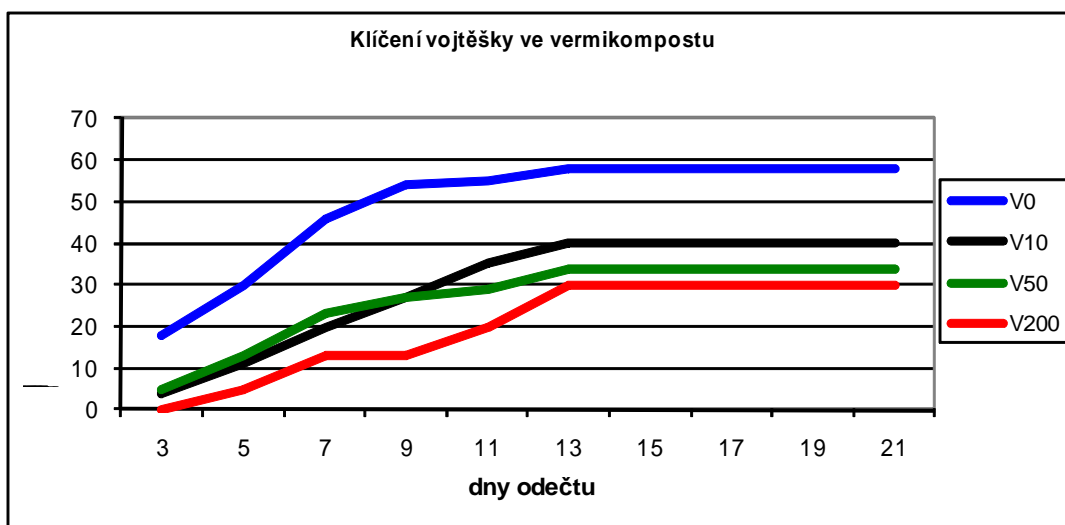
Graf č. 7 Průběh klíčení semen vojtěšky seté, vzorky označeny čísly 1,2,3,4.

V grafu č. 8 je průměrná hodnota průběhu klíčení semen vojtěšky. Pokusem bylo zjištěno, že vojtěška má ve srovnání s předchozími invazními rostlinami velmi krátkou dobu k počátku klíčení, nárůst procenta klíčivosti k 80 % je v rozmezí 7 až 9 dnů.



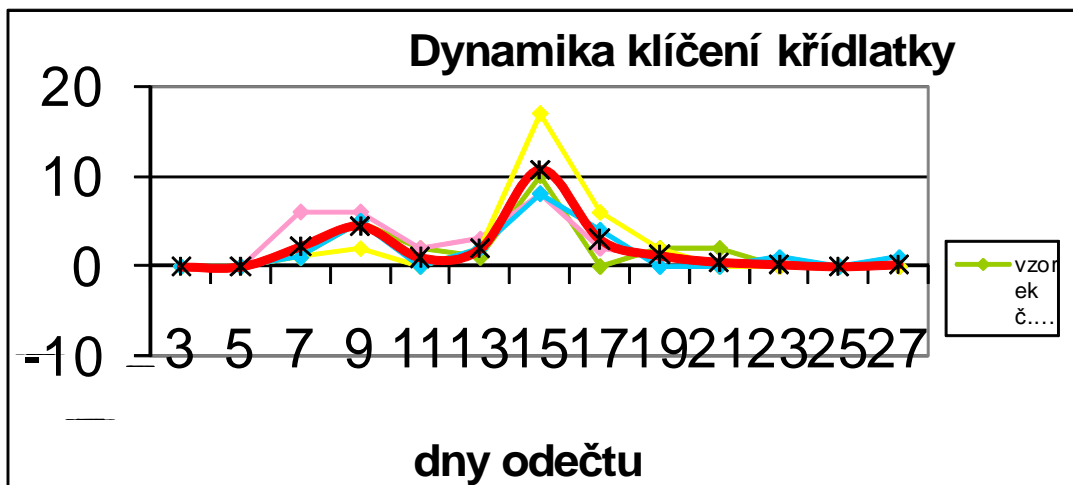
Graf č. 8 Průměrná hodnota klíčení vzorků vojtěšky seté v klimaboxu

V Grafu č. 9 jsou výsledky klíčení vojtěšky seté ve vermikompostu ošetřeného montaminantem NEL. Jednotlivé stupně kontaminace jsou porovnány s kontrolou označenou hodnotou 0. Další hodnoty jsou označeny V10, V50, a V200, kdy číselná hodnota označuje množství kontaminující látky v g/Kg sušiny. Z grafu je zřetelný vliv kontaminantu na klíčení semen, kdy s nárůstem koncentrace klesá počet vyklíčených semen a dochází k nárůstu doby od počátku pokusu k vyklíčení semen.

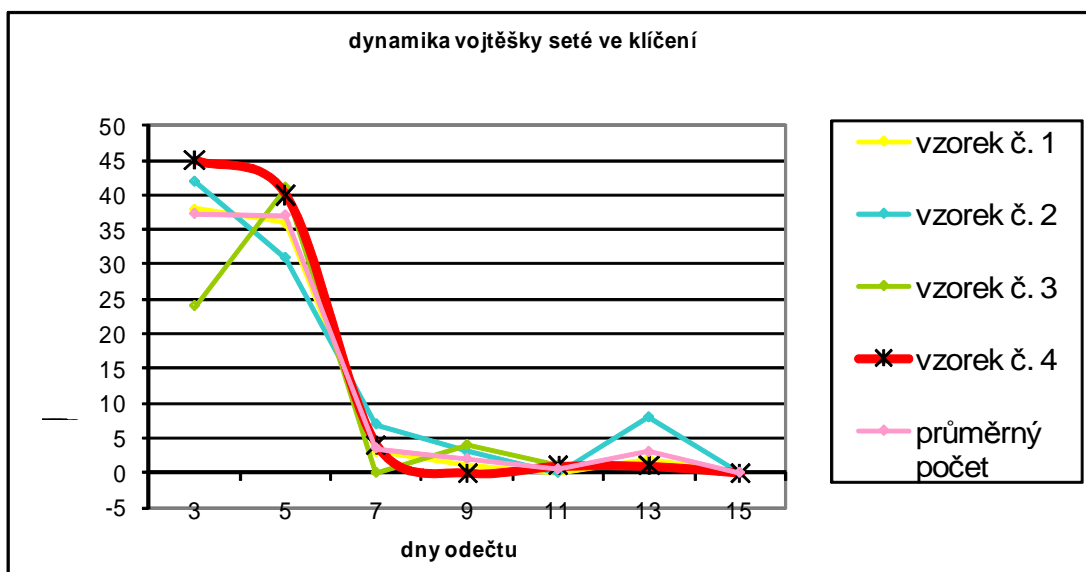


Graf č. 9 Výsledky klíčení vojtěšky seté ve vermikompostu ošetřené kontaminantem

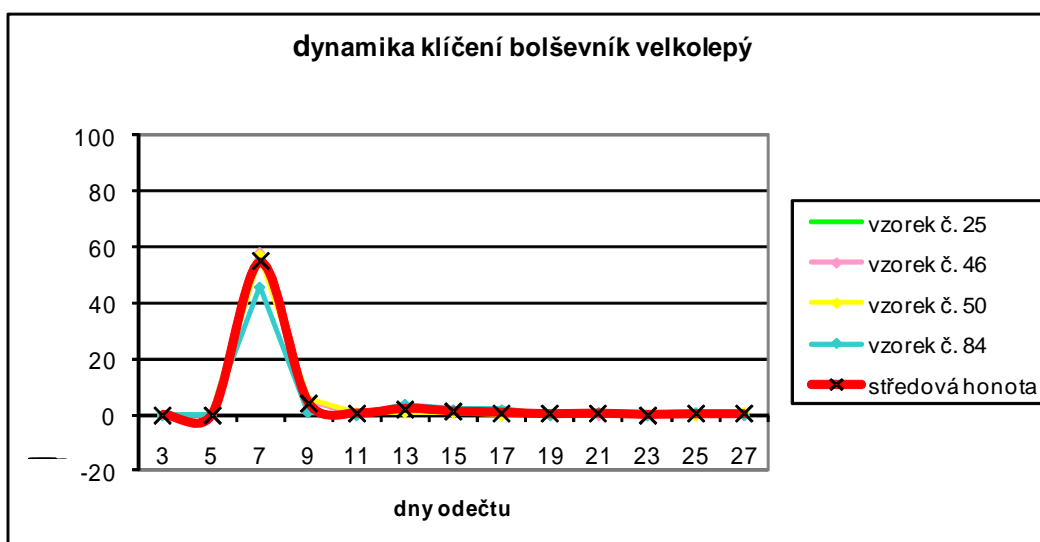
4.5 Dynamika klíčení rostlin



Graf č 10 Dynamika klíčení semen křídlatky japonské v pokusu klimabox s vyznačenou středovou hodnotou



Graf č. 11 Dynamika klíčení semen vojtěšky seté v pokusu klíčení v klimaboxu s vyznačenou středovou hodnotou

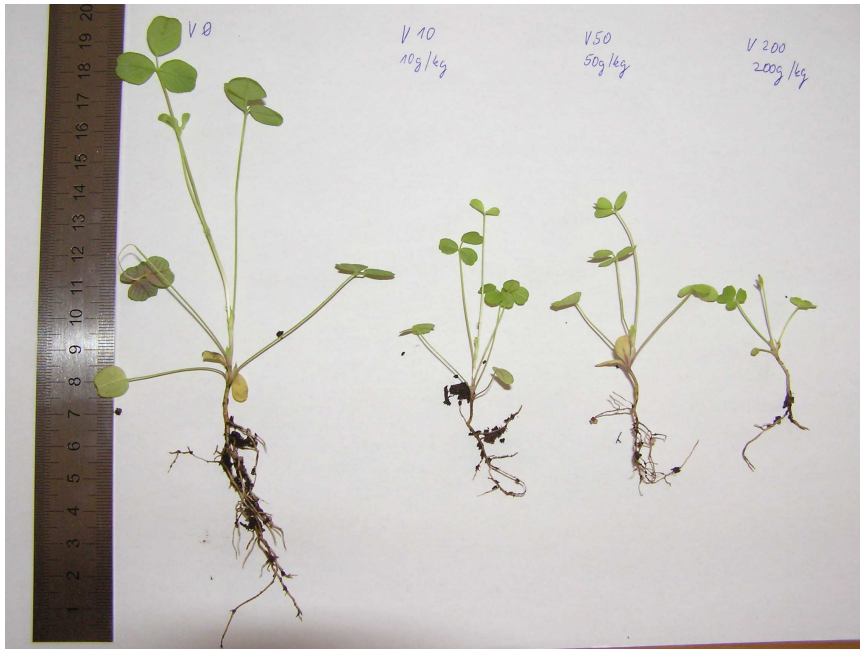


Graf č. 12 Dynamika klíčení semen bolševníku velkolepého v pokusu v klimaboxu s vyznačenou středovou hodnotou

Z grafů 10 až 12 je patrný vývoj dynamiky klíčení jednotlivých druhů rostlin v pokusu, kdy je zřetelné, že u semen vojtěšky seté a bolševníku velkolepého dochází k maximu vyklíčených semen krátce po započetí pokusu. U vojtěšky seté je maximum již třetím dnem od započetí pokusu. Bolševník velkolepý se do maximální hodnoty dostal sedmým dnem po započetí pokusu. Na rozdíl od předchozích rostlin, dynamika křídlatky japonské prochází dvěma vlnami nárůstu klíčivosti, kdy devátým dnem dojde k nárůstu, následně dojde k poklesu aktivity klíčení a do maxima aktivity se dostane po patnácti dnech po od započetí pokusu.

4.6 Vliv kontaminantu na vývoj rostlin

Na obrázku 10 a 11 jsou zřetelné rozdíly ve vývoji rostlin s rostoucím množstvím kontaminantu v prostředí. U vojtěšky seté je vidět velký rozdíl mezi vzorkem bez kontaminace a vzorkem s nejnižší kontaminací tj. 10g na kg sušiny. Rozdíl mezi dalším vzorkem není patrný, rozdíl koncentrací kontaminantu je 40 g na kg sušiny. Velký rozdíl je však patrný mezi vzorky s nižšími koncentracemi kontaminantu, tedy V10 a V50 a vzorkem V200 s koncentrací 200g na kg sušiny. Rozdíly ve vývoji rostliny jsou jak v nadzemní části tak i v podzemní části, kdy kořenový systém je s vyššími stupněmi koncentrace méně rozvětvený, kořínky jsou zkrácené, celkový kořenový systém je chudší.



Obrázek č. 10 Rostliny dle jednotlivých stupňů kontaminace vojtěšky seté (Zleva V0 kontrolní vzorek bez přidaného kontaminantu, V10 vzorek s 10g/kg sušiny, V50 vzorek kontaminace 50g/kg sušiny a V200 vzorek z kontaminace 200g/kg sušiny

U křídlatky japonské jsou rovněž patrné rozdíly ve velikosti rostliny, tyto rostliny však nevykazují tak markantní rozdíl jako vojtěška setá. U křídlatky jsou patrné rozdíly v délce prvního pravého lístku a rovněž je patrný rozdíl s rostoucí koncentrací se mění barva rostliny, ze zeleno červené do červeno zelené. Rozdíly v kořenovém systému jsou patrné pouze u kontrolního vzorku K0, mezi ostatními zorky s kontaminovaného prostředí nejsou rozdíly patrné, viz. obrázek č. 11.



Obrázek č. 11 Rostliny dle jednotlivých stupňů kontaminace křídlatky japonské (Zleva K0 kontrolní vzorek bez přidaného kontaminantu, K10 vzorek s 10g/kg sušiny, K50 vzorek kontaminace 50g/kg sušiny a K200 vzorek z kontaminace 200g/kg sušiny

5 Diskuse

Nepůvodní druhy rostlin v podmínkách České republiky se často chovají invazivně, nemají tolik nepřátel a jejich šíření do okolní krajiny je podpořeno neobyčejnou schopností růstu i na značně nehostinných a antropogenních lokalitách. Tyto rostliny mohou na takovýchto lokalitách růst a vytvořit semena pro další množení. Z důvodu jejich těžké likvidace v případě přemnožení nahlíží se na tyto rostliny jako na plevel a jsou likvidovány. Zkoumáním invazivních druhů rostlin můžeme však i získat cenné informace pro případné využití těchto rostlin ve prospěch člověka či přírody. Za přísných podmínek a provedení takových opatření zabraňujících, aby se invazivní plevele nemohl samovolně rozšiřovat do volné přírody, je možné využití například pro energetické účely, jako zdroj látek pro farmacii, či využití k fytoremediaci. Invazivní rostliny jako je křídlatka japonská je schopná osídlit stanoviště, dlouhodobě narušované antropogenní činností, vytvořit v lokalitě podmínky pro nástup následných rostlinných společenstev a oživit stanoviště s cílem dalšího využití.

Křídlatka se již v minulosti stala předmětem zájmu, pro využití jako fytoremediační rostlina, kdy byla testována pro schopnost poutání těžkých kovů, (Met et Wilke 1992). Prováděné pokusy prokázaly že křídlatka je vhodná pro použití například při rekultivaci uložišť teplárenských popílků a kalů. Z výsledků pokusu této práce je zřejmé, že v prostředí s kontaminující látkou NEL je množství vyklíčených semen ovlivněna nárůstem množství této látky v prostředí ve kterém klíčí.

Bolševník velkolepý a jeho využití je velice omezené. Díky svým látkám ohrožující zdraví člověka již při dotyku je obávanou rostlinou. Jediným možným známým využitím je spalování pro energetické využití květních lodyh, které však rostlina utvoří pouze jednou za život rostliny.

Myslím si, že téma a směr mé diplomové práce a pokus, který jsem učinil v mé práci, může být přínosem pro fytoremediaci jako nástroj pro šetrnější, přírodě bližší a hlavně levnější řešení odstranění kontaminantu v podobě NEL.

6 Závěr

Tato práce se zabývala fytosanační schopností vybranými invazivními rostlinami křídlatkou japonskou a bolševníkem velkolepým. Pro srovnání byla do pokusu vybrána a zařazena vojtěška setá. Pro provedení práce, bylo provedeno zkoumání klíčivosti rostlin v klimatizovaném boxu. Zde rostliny vyklíčily a prokázaly svou schopnost klíčivosti semen. Při pokusu v kontaminovaném prostředí, bylo zjištěno, že křídlatka japonská reaguje na množství kontaminantu v půdě a to především menším počtem vyklíčených rostlin. Stejně tak bylo u vojtěšky seté zjištěn účinek NEL na množství vyklíčených semen a došlo k výraznému ovlivnění vývoje a růstu rostlin. U Vojtěšky byla pokusem prokázána souvislost mezi množstvím kontaminantu v prostředí a vývojem rostliny. Ve srovnání s vojtěškou setou, byla křídlatka schopna vyklíčit a následně růst i ve vyšších stupních koncentrace, kde nebyla zjištěn vliv na vývoj rostliny.

V pokusu s vermikompostem došlo, z přesně nezjištěných příčin, k nevyklíčení semen bolševníku velkolepého, kdy byl pokus neprůkazný a není možno z tohoto pokusu odvozovat závěr zda je možné využít bolševník pro fytosanaci, případně jaký vliv má kontaminant v podobě NEL na růst a vývoj této rostliny. Pokus klíčení prokázal, že semena bolševníku dosahují vysokého procenta klíčivosti.

Dosažené výsledky této práce můžou být přínosným podkladem pro další výzkum ve fytosanačních technologiích a využití invazivních druhů rostlin pro fytosanační účely při sanaci znečištění látkami NEL. Stanovení procenta klíčení a dynamiky klíčení rovněž může napomoci i při řešení dalších projektů, nebo při likvidaci porostů.

Invazivní druhy rostlin, mají i přes jejich známý negativní vliv na krajinu a rostlinné společenstva v místě výskytu, velký potenciál, s využitím v různých oborech, který stojí za další zájem a výzkum.

7 Literatura

Adachi et al., 1996: Central die-back of monoclonal stands of *Reynoutria japonica* in an early stage of primary succession on Mount Fuji. *Annals of Botany* 77: 477–486 s.

Petříková et al. 2006: Energetické plodiny str. 33-39

Hrubý et al., 2003., Revitalizace půdy s využitím kompostů. Zemědělský výzkum spol s.r.o.

Hrubý J., Badalíková B., Hartman I. Uplatnění netradičních plodin při rekultivaci půd, kontaminovaných motorovou naftou 2006 Zemědělský výzkum spol.s r.o. Troubsko, Česká republika, Dostupné z WWW:zahradaweb.cz/casopiszahradnictví.mht

Hejný a Slavík et al. Květena České republiky 2, Academia Praha 1990 ISBN 21-045-90.

Huleš (2004) ,Patří křídlatka do kultury nebo ne, Dostupné z www:<<http://biom.cz/cz/odborn-clanky/patri-kridlatka-do-kultury-nebo-ne> (online) >

Slavík et. al., Květena České republiky 5, Academia Praha 1997, ISBN 80-200-0590-0. s:

Cunningham S. D., : *Plant Physiol.* 1996, str. 110, 719.

Watanabe M.E. *Technik.* 1997, str. 31, 182A.

Ing. Macková M.et Ph.D.,Doc. Ing. Macek T. 2005 Využití rostlin k eliminaci xenobiotik z životního prostředí, VÚRV Praha Čj:VVF:PROJ/2004/13

Schnoor J.L.: *Phytoremediation, Technology Evaluation Report*, University of Iowa. Vydáno u Ground Water Remediation Technologies Analysis Center, Pittsburgh 1997

Chromá L., Macková M., Macek T., Martínek V., Stiborová M.: *Chememické Listy* 2001, str. 95, 212.

Soudek P., Petrová Š., Benešová D., Kotyza J., Vaňek T: 2008 Fytoremediace a možnosti zvýšení jejich účinnosti. *Chem. Listy* str. 102, 346-352

Klímovský J, Stýblo P. (EDS.), 2006. *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky.* ČSOP Praha

Patočka J. :(2005) Křídlatka obtížný plevel, nebo perspektivní surovina. Dostupné z [www/vesmír.cz](http://www.vesmír.cz)

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

Pyšek P., M.J.W. Cock, W. Nentwig & H.P. Ravn (2007): Ecology and Management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*). - CAB International, Wallingford.

Hejda M., Pyšek P. Pergl J. Perglová J., (2005) Bolševník velkolepý Praktická příručka o biologii a kontrole invazního druhu, ISBN: 87-7903-214-1, Vydal Forest & Landscape Denmark, Hoersholm Kongevej 11, DK-2970 Hoersholm, Denmark, sl@kvl.dk, 2005

KAČÁBKOVÁ P. (2008) Metodický pokyn odboru ekologických škod MŽP k řešení problematiky stanovení indikátoru možnéhoznečištění ropnými látkami při sanacích kontaminovaných míst

Trnka Z. Metodika zkoušení osiva a sadby. Ministerstvo Zemědělství Čj:
34349/04-17220

Petříková V. et al. (1996) Pěstování a vyžití technických a energetických plodin na rekultivovaných pozemcích. Dostupné z [www. http://stary.biom.cz/clen/vp/kniha.html](http://stary.biom.cz/clen/vp/kniha.html)

Baskin C.C. et Baskin J.M. (1998) Seed. Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. Academic press, San Diego

Bailey J.P., Bímová K. et Mandák B., (2008) Asexual spread versus sexual reproduction and evolution in Japanese Knotweed s.l. –the „ Battle of the Clonek?“ Biological Invasion DOI 10.1007

Lotská M. et Kropáč Z. (1985) Kapesní atlas semen plodů a klíčnicích rostlin. Vydal SPN ISBN 6-82-30/1

Klímovský J, et Stýblo P. (2006): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky ČSOP, Praha

Metz R., Wilke B.M. (1992) Dekontamination von schwermetallbelasteten Rieselfeldboden durch anbau von Energiepflanzen am Beispiel des Elementes Cadmium.

Ust'ak S. et Váně L (1998) Energetické a průmyslové rostliny IV. Chomutov cz – Biom, strana 138

Ust'ak S (2002) Nedřevnaté technické plodiny perspektivní pro biodenergetické účely v podmínkách ČR. Biom.cz, Dostupné z: [www. http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nedrevnate-technicke-plodiny-perspektivni-pro-bioenergeticke-ucely-v-podminkach-cr](http://biom.cz/cz/odborne-clanky/nedrevnate-technicke-plodiny-perspektivni-pro-bioenergeticke-ucely-v-podminkach-cr)

Haase E., (1988) Pflanzen reinigen Schwermetall-Boden. Umwelt 7-8, strana. 343-344

Brock J.H., Brundu G., Prach K. Pyšek P, Wande P.M et Williamson M, (eds): Plant invasions: ecological threats and management solutions. Backhuys Publisher, Leden, The Netherlands

Míkovský J, Stýblo P. (2006) Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha

Obrázky:

č. 1,2,34,5 převzato z **ITRC** (2001) Phytotechnology and Regulatory Guidance Document. Interstate technology and regulatory Cooperation

Anonym 1- převzato z publikace Bolševník velkolepý, praktická příručka a biologie a kontrole invazního druhu (Pyšek et al. 2005)

Anonym 2 – převzato z publikace: **Hejda M., Pyšek P. Pergl J. Perglová J.**, (2005) Bolševník velkolepý Praktická příručka o biologii a kontrole invazního druhu, ISBN: 87-7903-214-1, Vydal Forest & Landscape Denmark, Hoersholm Kongevej 11, DK-2970 Hoersholm, Denmark, sl@kvl.dk, 2005

Seznam zkratk:

NEL- nepolární extrahovatelná látka

FAPPZ – Fakulta agronomie potravinových a přírodních zdrojů ČZU

8 Přílohy



Obr. č. 12 Posrost křídlatky japonské (sběr semen) VURV Praha Ruzyně 2011



Obr. č. 13 Sběr semen bolševníku velkolepého pro pokus Dubá 2010



Obr. č. 14 Sběr semen účast rodiny



Obr. č. 15 Květ bolševníku velkolepého s uzrálými semeny



Obr. č. 16 Řez lodyhou Křídlatky japonské



Obr. č.17 Řez lodyhou bolševníku velkolepého



Obr. č. 18 Příprava pokusu zkouška klíčivosti, příprava semen do nakličovacích misek



Obr. č. 19 Pohled do připravené nakličovací misky se semeny řepky velkolepého



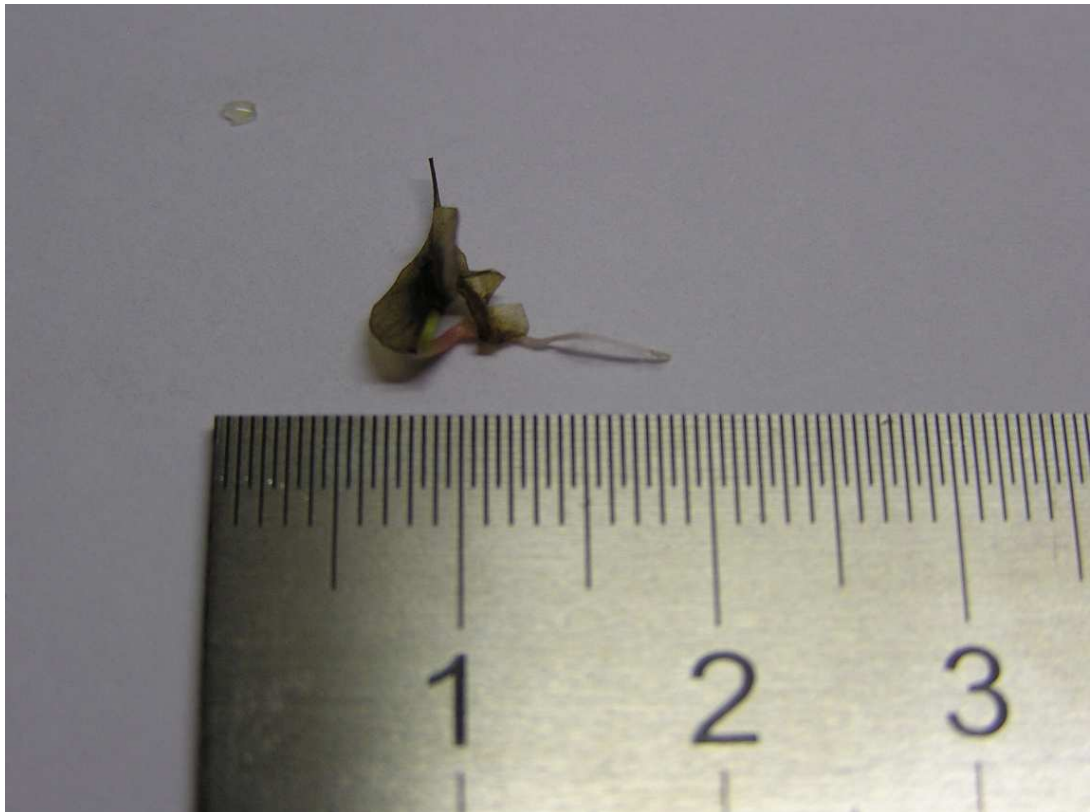
Obr. č. 20 Pohled na přípravu nakličovacích misek při pokusu zkoušky klíčivosti



Obr. č. 21 Klimatizovaný box FAPPZ, zakládání pokusu



Obr. č. 22 Pohled do nakličovací misky pokus zkoušky klíčivosti bolševník velkolepý



Obr. č.23 Pohled na klíčící semeno křídlatky japonské



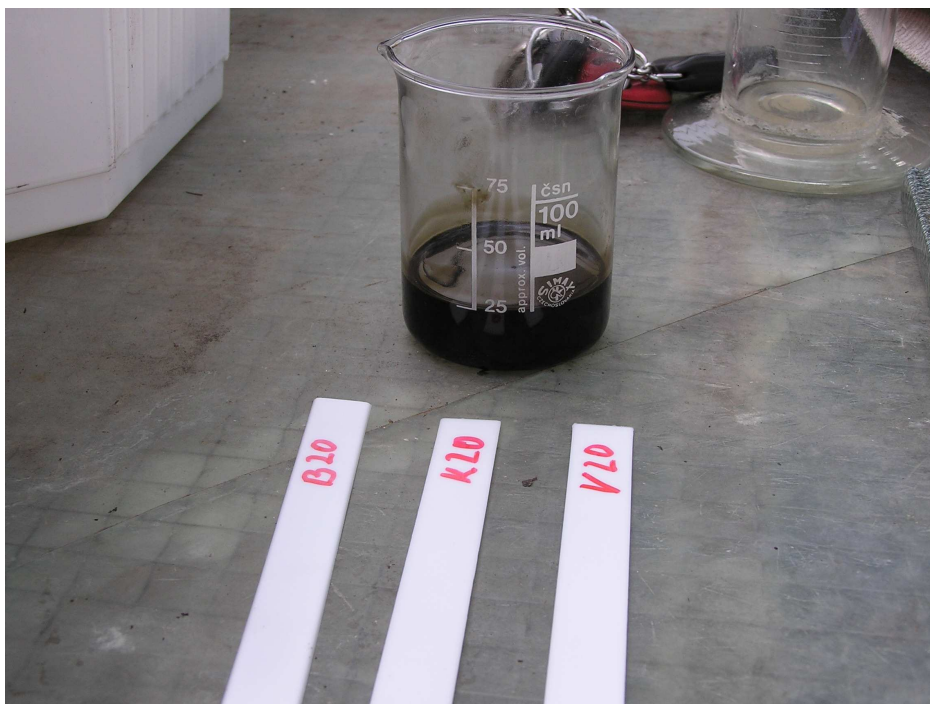
Obr. č. 24 Klíčící rostlina křídlatky japonské bez osemení s kompletně vyvinutými děložními lístky



Obr. č. 25, Pohled na klíčící semeno bolševníku velkolepého.



Obr. č.26 Příprava vermikompostu pro pokus.



Obr. č. 27 Příprava pokusu s kontaminantem navážené množství kontaminantu



Obr. č. 28 Příprava vermikompostu s kontaminantem – homogenizace



Obr. č. 29 Založený nádobový pokus vermikompost s kontaminantem



Obr. č. 30 Průběh nádobového pokusu vermikompost obohacený o kontaminant



Obr. č. 31 Měření výsledných hodnot nádobového pokusu



Obr. č. 32 Pohled na vyklíčená semena křídlatky japonské ve vermikompostu kontaminovaným 20g NEL/kg sušiny



Obr. č. 33 Pohled do nádobového pokusu bolševníku velkolepého, neklíčící semena



Obr. č. 34 Nádobový pokus vojtěška setá koncentrace kontaminantu 200g/kg sušiny



Obr. č. 35 Nádobový pokus vojtěška koncentrace 50g/1kg sušiny



Obr. č. 36 Nádobový pokus vojtěška kontrolní vzorek bez kontaminace



Obr. č. 37 Nádobový pokus provádění odečítání výsledků

Průběh klíčení při pokusu zkoušky klíčivosti od shora křídlatka, bolševník vojtěška

Křídlatka japonská

Den odečtu	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
vzorek č. 85	0	0	1	6	8	9	19	19	21	23	23	23	23
vzorek č. 90	0	0	6	12	14	17	25	27	28	28	28	28	28
vzorek č. 93	0	0	1	3	3	5	22	28	30	30	30	30	30
vzorek č. 98	0	0	1	6	6	8	16	20	20	20	21	21	22
průměrný počet klimabox	0	0	2,25	6,75	7,8	9,75	20,5	24	25	25,3	25,5	25,5	26

Bolševník velkolepý

Den odečtu	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
vzorek č. 25	0	0	59	64	65	66	67	67	68	68	68	68	68
vzorek č. 46	0	0	58	63	63	66	67	68	68	68	68	68	68
vzorek č. 50	0	0	57	63	64	65	67	67	67	68	68	68	69
vzorek č. 84	0	0	46	47	47	51	53	55	55	56	56	57	57
středová honota	0	0	55	59,3	60	62	63,5	64	65	65	65	65	65,25

Vojtěška setá

Den odečtu	3	5	7	9	11	13	15
vzorek č. 1	38	74	77	78	78	80	80
vzorek č. 2	42	73	80	83	83	91	91
vzorek č. 3	24	65	65	69	70	71	71
vzorek č. 4	45	85	89	89	90	91	91
průměrný počet	37,25	74,25	77,8	79,8	80	83,3	83,25

Dynamika klíčení v pokusu zkoušky klíčivosti v klimaboxu

Bolševník velkolepý

výsev č.	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
vzorek č. 25	0	0	59	5	1	1	1	0	1	0	0	0	0
vzorek č. 46	0	0	58	5	0	3	1	1	0	0	0	0	0
vzorek č. 50	0	0	57	6	1	1	1	0	0	1	0	0	1
vzorek č. 84	0	0	46	1	0	4	2	2	0	1	0	1	0
středová honota	0	0	55	4,25	0,5	2,25	1,25	0,8	0,3	0,5	0	0,25	0,3

Křídlatka japonská

výsev č.	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27
vzorek č. 85	0	0	1	5	2	1	10	0	2	2	0	0	0
vzorek č. 90	0	0	6	6	2	3	8	2	1	0	0	0	0
vzorek č. 93	0	0	1	2	0	2	17	6	2	0	0	0	0
vzorek č. 98	0	0	1	5	0	2	8	4	0	0	1	0	1
průměrný počet klimabox	0	0	2,25	4,5	1	2	10,75	3	1,3	0,5	0,25	0	0,3

Vojtěška setá

výsev č.	3	5	7	9	11	13	15
vzorek č. 1	38	36	3	1	0	2	0
vzorek č. 2	42	31	7	3	0	8	0
vzorek č. 3	24	41	0	4	1	1	0
vzorek č. 4	45	40	4	0	1	1	0
průměrný počet	37,25	37	3,5	2	0,5	3	0

Průběh klíčení a růstu ve vermikompostu

výsev č.	křídlatka									
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
K0	0	4	11	14	19	27	28	27	27	27
K10	0	3	13	14	16	16	16	16	16	16
K50	0	1	5	9	12	15	15	15	15	15
K200	0	0	3	3	6	12	12	12	12	12
průměrný počet	0	2	8	10	13	17,5	17,75	18	18	17,5

výsev č.	bolševník									
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
B0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5
B10	0	0	0	0	1	4	4	4	4	4
B50	0	0	1	1	2	3	3	3	3	3
B200	0	1	1	2	2	3	3	3	3	3
průměrný počet	0	0,25	0,5	0,75	1,3	3,75	3,75	3,8	3,8	3,75

výsev č.	vojtěška									
	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
V0	18	30	46	54	55	58	58	58	58	58
V10	4	11	20	27	35	40	40	40	40	40
V50	5	13	23	27	29	34	34	34	34	34
V200	0	5	13	13	20	30	30	30	30	30
průměrný počet	6,75	14,75	25,5	30,3	35	40,5	40,5	41	41	40,5