

**Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
katedra biologie**

**Hromadění rizikových prvků různými druhy
rychlerostoucích dřevin**

Závěrečná zpráva za specifický výzkum UHK č. 2122/2011

Řešitel: **Mgr. Lada Kacálková, Ph.D.**

Spoluřešitelé – studenti:

**Petra Ruprichová, 4.r. ZS2, aprobace Bi-Tv
David Vavrínek, 4.r. SSK, aprobace Bi-ON**

leden 2012

Úvod

Řada souhrnných prací (Adriano, 1986; Kabata-Pendias a Pendias, 1986; Alloway, 1990) ukázala, že příjem rizikových prvků rostlinami je závislý na druhu pěstované plodiny a jejich distribuce je různá v jednotlivých částech rostlin. Množství přijatého prvku je pak v těsnějším či méně těsném vztahu s celkovým obsahem sledovaného prvku v půdě. Existují rostliny s extrémní schopností akumulovat rizikové prvky (známé jako „hyperakumulátory“), které díky tolerantním mechanismům mohou dobře vegetovat na kontaminovaných půdách (Macek a kol., 2002; Baker, 1987). Takové rostliny jsou pak vhodné k využití při fytoředičních technologiích, které pak tyto rostliny využívají k odstranění rizikových prvků z kontaminovaných půd.

Několik výzkumných prací již poukázalo na potenciál vrb k půdním remediacím a dekontaminacím. Některé druhy a klony rodu *Salix* akumulují relativně vysoké obsahy rizikových prvků (Aronsson a Perttu, 2001). Například více než 22 mg Cd.kg⁻¹ a 560 mg Zn.kg⁻¹ bylo nalezeno v biomase *Salix viminalis* (Labrecque a kol., 1995). Maxted a kol. (2007), kteří pěstovali některé genotypy vrby a zjistili, že koncentrace kadmia je nejvyšší v listech, dále pak v kůře a nejnižší ve dřevě. Také Tlustoš a kol. (2007) zjistili u druhu *Salix smithiana* vysokou akumulaci schopnost pro kadmium a zinek. Podobné hodnoty přijatých rizikových prvků byly nalezeny také v rostlinách topolu. Robinson a kol. (2000) nachází více než 209 mg Cd.kg⁻¹ v listech topolu (*Populus trichocarpa* x *P. deltoides*) rostoucím na kontaminované půdě s obsahem kadmia 300 mg.kg⁻¹.

Zajímavou z hlediska pěstování energetických dřevin se jeví křídlatka. Je to rostlina invazivního charakteru, která nekontrolovatelným způsobem penetruje do ekosystému střední Evropy zejména díky své nenáročnosti, účinné reprodukční strategii a mohutnosti (Mikeš a kol., 2008). Již Haase (1988) uvádí, že křídlatka sachalinská (*Reynoutria sachalinense*) je schopna odčerpat z jednoho hektaru půdy za rok 1,3 kg Cd, 24 kg Pb a 322 kg Zn. Byla potvrzena vysoká akumulaci schopnost těchto rostlin zejména ve vztahu ke kadmii.

Cílem tohoto výzkumu bude pěstovat na půdě s průmyslovou kontaminací rizikovými prvky v Hradci Králové několik různých druhů a kultivarů vrb a topolů, u kterých bude sledována schopnost akumulace (hromadění) vybraných rizikových prvků. Dále pak bude cílem zjistit, zda-li přirozeně se vyskytující a zplaňující křídlatka akumuluje některé z rizikových prvků, které se v půdě vyskytují ve vyšších koncentracích. Výsledkem bude vzájemné porovnání různých druhů dřevin vzhledem k akumulaci určitého prvku a posouzení, který z nich je pak nejvhodnější k odstranění rizikových prvků z kontaminovaných půd (z

hlediska spektra přijímaných rizikových prvků a množství vytvořené biomasy) nebo ke stabilizaci půd.

Testované druhy rostlin budou: *Salix smithiana*, *Salix rubens*, *Salix x smithiana* Willd., *Salix alba*, *Populus nigra x P. maximowiczii*, *Populus nigra*, *Populus maximowiczii x P. trichocarpa*, *Reynoutria sp.*

I. Vstupní parametry projektu

a/ Cíle řešení

- Zmiňované druhy rychlerostoucích dřevin (vrb a topolů) pěstovat na pozemku bývalé spalovny nebezpečných odpadů s již známou kontaminací rizikovými prvky v Hradci Králové (viz. výsledky předchozích projektů specifického výzkumu z let 2007 a 2008). Vzhledem k výrazné heterogenitě zatížení půdy rizikovými látkami však musí být proveden „screening“ za účelem zjištění obsahu rizikových látek na menších půdních plochách, kde budou také připraveny jednotlivé pěstební parcelky. Rostliny budou běžně ošetřovány (zálivka, hnojení, odplevelování).
- Na konci vegetační sezóny sklídit nadzemní i podzemní biomasu vrb a topolů, z ní připravit vzorky sušiny rostlin určené k analýzám.
- Na tomto pozemku přirozeně zplaňuje křídlatka (*Reynoutria sp.*), která také patří mezi rychlerostoucí a energetické dřeviny. U této rostliny bude také sklizena nadzemní biomasa několika jedinců na různých místech, a to celkem třikrát v době vegetační sezóny. Z těchto ploch bude také odebrán vzorek půdy, ve kterém bude zjišťován obsah rizikových látek. Ze sklizené biomasy bude cílem připravit také vzorky sušiny určené k analýzám.
- Připravené vzorky sušiny sklizených rostlin a odebraných půdních vzorků zaslat do laboratoří katedry agroenvironmentální chemie a výživy rostlin FAPPZ ČZU v Praze (některé vzorky půd do laboratoří Zdravotního ústavu se sídlem v HK) za účelem stanovení obsahu vybraných rizikových prvků (např. Cd, As, Zn, Cu, Pb, Hg, Mn, Cr).
- Ze získaných výsledků bude posuzována schopnost akumulace rizikových prvků pěstovanými druhy a kultivary vrb, topolů a křídlatek a bude posouzena jejich možnost využití k dekontaminačním technologiím.

- Z těchto výsledků a z výsledků z minulých let výzkumu bude vytvořena publikace.

b/ Plánované výstupy

- **Příspěvek v odborném časopise s IF**

Vzhledem k tomu, že výsledky pocházejí z výzkumu realizovaném v přírodních podmínkách (kontaminovaná půdní lokalita), k publikaci v časopise s IF bude vhodné použít minimálně 2-leté výsledky. Proto bude v rámci řešení tohoto projektu vytvořena takováto publikace z dat, získaných z minulých specifických výzkumů. Přípravovaný článek, jehož prozatimní nedokončená verze je přiložena k této závěrečné zprávě se týká sledování akumulace chromu, niklu, olova a kadmia biomasou rostlin vzhledem k různým obsahům těchto prvků v půdě a dále se zabývá zjištěním možnosti smývání těchto prvků z povrchu listů rostlin vodou. Dokončený článek bude pak zaslán do redakce časopisu např. *Plant, Soil, Environment* nebo *Fresenius*.

Výsledky těchto výzkumů z důvodu vhodnosti jejich publikovatelnosti v časopisech s IF nebudou publikovány v časopisech bez IF.

c/ Požadované finanční prostředky

osobní náklady:

Mzda **2 tis. Kč** pro řešitele projektu. Odůvodnění: práce na výzkumném pozemku, v laboratořích, tvorba odborné publikace.

stipendia studentům:

komu: Petra Ruprichová, David Vavrinec

zdůvodnění: výpomoc při pěstování na pozemku a v laboratořích při přípravě vzorků k analýzám

částka: **4 tis. Kč**

materiálové náklady:

Materiál - **5 tis. Kč** zahrnuje pracovní nářadí, fólie proti zaplevelování, materiál a chemikálie potřebné k ošetřování rostlin a půd, kancelářský materiál (papíry, CD, DVD a jiná paměťová média a další), pracovní oděv a obuv.

Drobný hmotný majetek - **20 tis. Kč** zahrnuje notebook (zdůvodnění: zpracování dat získaných analýzami, zaznamenání polohy odběrných bodů a výzkumných parcelek do map přímo na stanovišti, statistické zpracování dat)

náklady a výdaje na služby:

Služby - **80 tis. Kč** zahrnují analýzy obsahu rizikových látek v sušině rostlin a ve vzorcích půd (analýza jednoho vzorku sušiny rostlin nebo půdního vzorku, tedy zjištění obsahu spektra rizikových prvků – 2 tis. Kč)

cestovné:

Konzultace s odbornými pracovišti – **2 tis. Kč**

Celkem: 113 tis. Kč

II. Čerpání finančních prostředků

Celková výše přidělené finanční dotace byla přečerpána o 553,96 Kč. Tato částka byla využita na úhradu zákonného pojištění z jiných zdrojů fakulty. Čerpání bylo prováděno na základě schváleného rozpočtu. K drobným změnám došlo při čerpání finančních prostředků v rámci jednotlivých položek. Část dotace z položky „cestovné“ byla použita na kancelářský materiál. Plánované osobní náklady pro řešitelku projektu a stipendia studentům byla vyplacena v plánované výši. Z položky „materiál“, na kterou bylo plánováno 5 tis. Kč bylo zakoupeno: sekera, přípravek na ničení slimáků, dvě paměťová média, sáčky na vzorky. Za 19 232 Kč byl zakoupen plánovaný notebook (položka DHM). Položky za „služby“ byla vyčerpána za analýzy obsahu rizikových prvků v sušině sklizených rostlin a ve vzorcích půd, které provedly laboratoře agroenvironmentální chemie a výživy rostlin FAPPZ ČZU v Praze (72 935 Kč) a laboratoře Zdravotního ústavu se sídlem v HK (6 528 Kč). Dotaze z položky „cestovné“ byla použita na dvě služební cesty do Prahy za účelem konzultací k výzkumu a odvozu vzorků k analýzám.

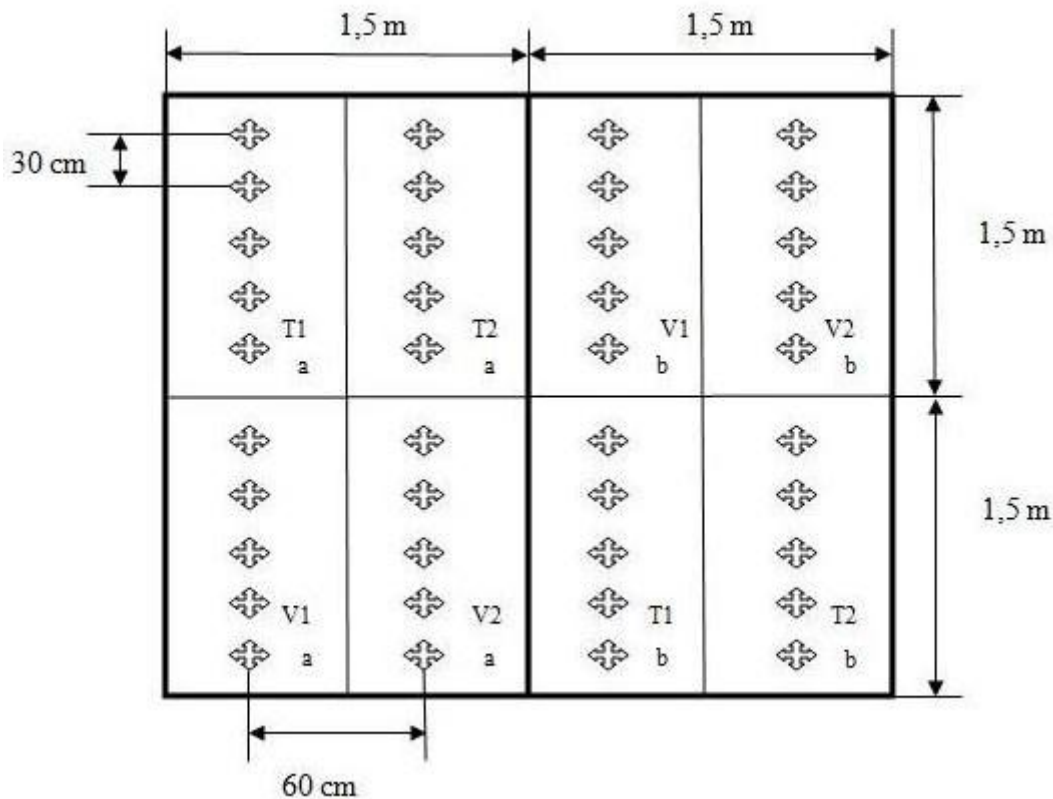
III. Účast studentů magisterského studia na řešení projektu

Studenti magisterského studia **David Vavrinec** a **Petra Ruprichová** byli odměněni za výpomoc a spoluúčast při sázení a ošetřování testovaných rostlin a jejich laboratorních úpravách (omývání a sušení), dále pak za výpomoc při zpracování výsledků. Získaná data budou také použita ke zpracování diplomové práce Davida Vavrince. Nyní je student ve fázi seznamování s dostupnou a nejnovější literaturou a poznatky v daném oboru, dále bude zpracovávat získané hodnoty obsahu rizikových prvků v jednotlivých částech vrub, topolů a křídlatek. Tímto zpracuje nejen svou diplomovou práci, která je nutná k ukončení studia, ale také pomůže se zpracováním výsledků pro další publikaci do časopisu s IF a stane se tak jejím spoluautorem.

IV. Výsledky výzkumu a prezentace

Analýzou dat získaných po pěstování v roce 2011 bylo prozatím zjištěno (data získána teprve v prosinci 2011):

Schéma rozmístění rostlin na parcelkách (schéma jedné parcelky)



V1 – *Salix rubens*

V2 – *Salix smithiana*

T1 - *Populus nigra x maximowiczii*

T2 - *Populus nigra* (klon Walterson).

- *Porovnání vyprodukované biomasy:* Porovnáním naměřených hodnot průměrného množství biomasy sušiny u obou klonů vrb a topolů jsme zjistili, že nejvyšší průměrné množství je na parcelce F4, kdy u topolu je to klon *Populus nigra x maximowiczii* (138,65 g) a u vrby to je na stejné parcelce klon *Salix smithiana* (119,15 g). Nejmenší naměřené hodnoty u obou klonů vrb a topolů jsme zjistili na parcelce F3, kdy u topolu je to *Populus nigra* (klon Walterson) (7,33 g) a u vrby *Salix rubens* (20,07 g).

- *Příjem Cd a Zn rostlinami:* Provedenou analýzou bylo zjištěno, že nejvyšší množství kadmia se nacházelo v listech vrby (*Salix smithiana*), a to ve výši 6,78 mg.kg⁻¹sušiny. S naměřenými výsledky, zejména však se skutečností, že je zaznamenán větší výskyt kadmia v listu než v letorostu se shodujeme s výsledky Máthé – Gáspár a Anton (2005), kteří naměřili obsah kadmia v listu (3,4 mg.kg⁻¹). Ke stejnému závěru, došli také Vysloužilová a kol. (2003), kteří potvrzují vyšší výskyt sledovaných prvků v listech vrb, oproti naměřeným hodnotám v letorostech. Naopak nejnižší množství kadmia bylo zjištěno v listu topolu *Populus nigra* (klon Walterson), a to v množství 0,734 mg.kg⁻¹sušiny. Analýzou bylo zjištěno, že nejvyšší koncentrace zinku se nacházejí v listech vrby (*Salix Smithiana*), a to 909 mg.kg⁻¹ sušiny. Vyšší koncentrace zinku byla zjištěna také u listu vrby *Salix rubens* (826 mg.kg⁻¹).

Bylo zjištěno, že pro fytoextrakci kadmia a zinku je celkově z obou pěstovaných rychle rostoucích dřevin nejvhodnější vrba *Salix smithiana*, pokud je tedy stanoviště na kterém je pěstována méně zatížené těmito prvky, kdy jejich obsah v půdě má pro fytoextrakci rozhodující význam.

V. Konkrétní výstupy

Jako součást této závěrečné zprávy je přiložen rozpracovaný článek, který se týká sledování akumulace chromu, niklu, olova a kadmia biomasou rostlin vzhledem k různým obsahům těchto prvků v půdě a dále se zabývá zjištěním možnosti smývání těchto prvků z povrchu listů rostlin vodou. Dokončený článek (plánované dokončení do dubna 2012) bude pak zaslán do redakce časopisu např. *Plant, Soil, Environment* nebo *Fresenius*.

Data získaná za podpory tohoto specifického výzkumu budou také zpracovaná formou publikace určené pro časopis s IF, na které začne řešitelka pracovat se studentem Davidem Vavrincem ihned po dokončení výše popisovaného článku.

Zpracoval: Mgr. Lada Kacálková, Ph.D.

V Hradci Králové dne 2.1. 2012