

# THE UPTAKE OF CADMIUM AND LEAD FROM SOLUTION AND INFLUENCE ON PLANTS TRANSPIRATION IN RHIZOFILTRATION PROCESS

## VLIV KADMIA A OLOVA NA TRANSPIRAČI ROSTLIN V PROCESU RHIZOFILTRACE A JEJICH ODBĚR Z ROZTOKU

**Tomáš Veselý, Pavel Tlustoš, Jiřina Száková**

Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka,  
e-mail: veselyt@af.czu.cz

### Abstract:

The effectiveness of heavy metal removal from contaminated solution by aquatic macrophytes *Pistia stratiotes* L. was estimated in this study. The influence of cadmium ( $3.5 \text{ mg L}^{-1}$  and  $10.5 \text{ mg L}^{-1}$ ) and lead ( $25 \text{ mg L}^{-1}$  and  $125 \text{ mg L}^{-1}$ ) on plant stress symptoms was observed through the transpiration rate determination over 14 days of the experiment. Chemical interactions were predicted by Visual MINTEQ. The accumulation of Pb affected by ZIP protein activity in plant tissues was the highest during the first 4 days and was more than 10 times higher in the roots ( $42,862 \text{ mg kg}^{-1}$ ) than in the leaves ( $3,867 \text{ mg kg}^{-1}$ ). The accumulation of Cd under micronutrient deficiency increased gradually over the experiment. Concentrations in roots ( $3,923 \text{ mg kg}^{-1}$ ) were roughly 6 times higher than in the leaves ( $624 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Results showed a short term negative influence on the transpiration rate under Pb treatments and short term positive effect under Cd treatments.

### Keywords:

Heavy metal; accumulation; *Pistia stratiotes*; transpiration

### Abstrakt

Tento experiment byl založen pro ověření vlivu těžkých kovů (Cd a Pb) na transpirační proud vodních hyperakumulujících rostlin *Pistia stratiotes* L. a následně snížení koncentrace těžkých kovů v roztoku. Míra transpirace byla měřena Ivanovovou metodou a koncentrace Cd a Pb v roztoku byly stanoveny pomocí optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES). Z výsledků vyplývá, že těžké kovy mají bezprostřední vliv na hodnotu transpiračního proudu. Aplikace olova způsobila snížení a aplikace kadmia zvýšení transpirace. Rostliny byly schopny během pokusu snížit koncentraci kadmia na 4 % z původní koncentrace a koncentraci olova na 0,5 % z původní koncentrace.

### Metodika

Experiment byl založen v laboratorních podmínkách s vodními rostlinami druhu bábelka řezanovitá (*Pistia stratiotes* L.). Rostliny byly po dobu 14 dní pěstovány v Knopově živném roztoku a poté byly přesazeny do pokusných 250ml kádinek s modifikovaným Knopovým roztokem. Do kádinek byl aplikován roztok olova a kadmia ve formě dusičnanů ( $\text{PbNO}_3$  a  $\text{CdNO}_3$ ). Použité koncentrace olova byly  $25 \text{ mg.l}^{-1}$  a  $125 \text{ mg.l}^{-1}$  a kadmia  $5 \text{ mg.l}^{-1}$  a  $15 \text{ mg.l}^{-1}$ . Celkově bylo založeno 6 variant včetně 2 kontrol. Po aplikaci kovů a přesazení rostlin byly prováděny odběry v intervalu 1, 2, 4, 8 a 14 dní od založení.

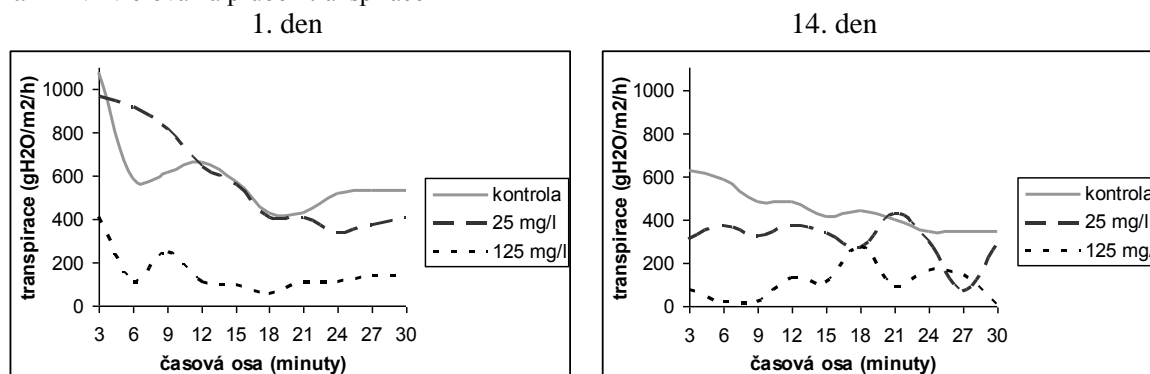
Při odběrech byla stanovována hodnota transpirace Ivanovovou metodou. Z každé varianty byl odříznut list, jehož aktuální hmotnost byla bezprostředně zaznamenána na analytických vahách. Poté byl zaznamenáván úbytek hmotnosti po 3 minutách v průběhu 30 minut. Po uplynutí 30 minut byl list oskenován a plocha listu vyhodnocena planimetricky v programu ImageJ. Z výsledků měření byla poté stanovena hodnota transpirace ( $\text{gH}_2\text{O/m}^2/\text{h}$ ). Tato metoda byla vybrána pro hodnocení rozdílů transpirace mezi variantami v příslušných odběrových dnech.

Při každém odběru byly rovněž odebrány vzorky roztoku pro stanovení koncentrace těžkých kovů pomocí optické emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-OES). Výsledky stanovení byly vyhodnoceny pomocí programu STATISTICA 6.

## Výsledky a diskuse

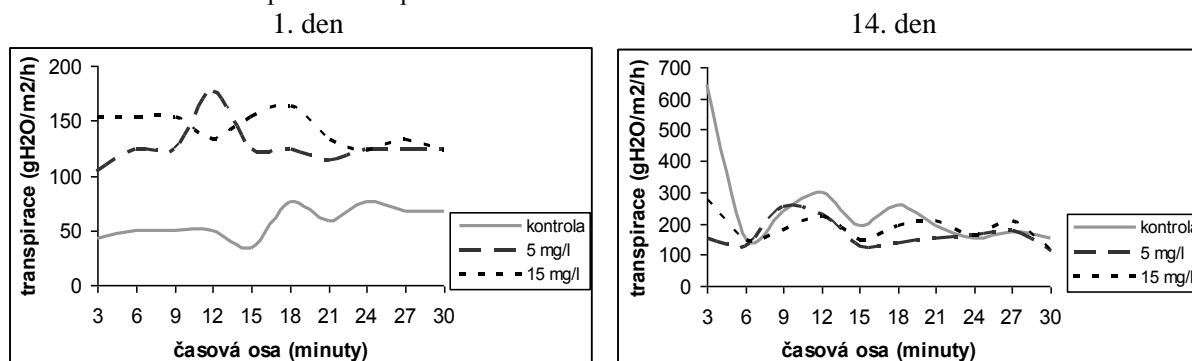
Z výsledků transpirace měřené Ivanovovou metodou je zřejmé, že vliv olova a kadmia má rozdílné účinky na její průběh. Výsledky ukazují, že olovo negativně ovlivňuje transpiraci a snižuje její hodnotu. Tento jev je patrný u koncentrace 125 mg.l<sup>-1</sup> jak na počátku, tak na konci pokusu, jak dokládá graf 1.

**Graf 1** Vliv olova na průběh transpirace



Při této koncentraci činí rozdíl hodnot oproti kontrole zhruba 400 – 500 gH<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>/h na počátku a 300 – 500 gH<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>/h na konci pokusu. Rozdíl mezi kontrolou a variantou s nižším přídatkem olova není na počátku pokusu statisticky významný a nelze jednoznačně říci, že tato varianta zvyšuje či snižuje průběh transpirace. Na konci pokusu se již rozdílnost u nižší varianty projevuje a činí zhruba 100 – 200 gH<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>/h. Oproti tomu kadmium působí na rostliny tak, že v krátkém časovém úseku (1 den po aplikaci) zvýší hodnotu transpirace oproti kontrole zhruba o 50 – 100 gH<sub>2</sub>O/m<sup>2</sup>/h, jak ukazuje graf 2.

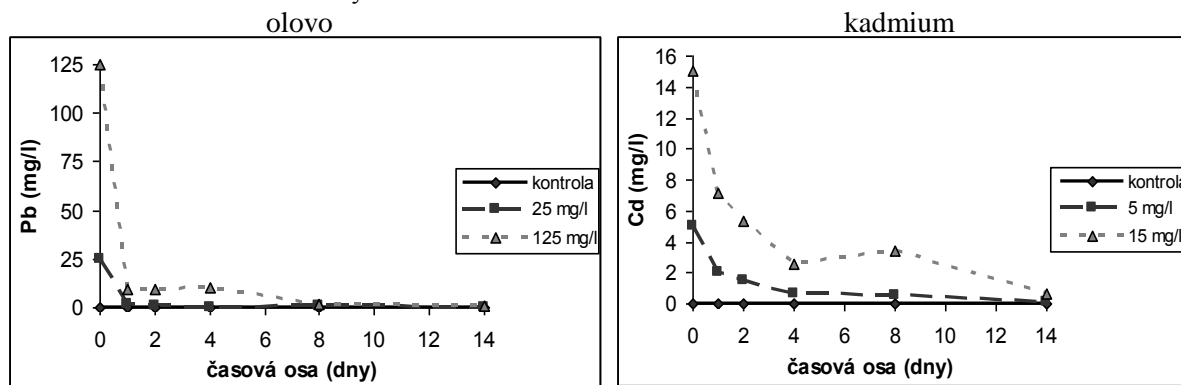
**Graf 2** Vliv kadmia na průběh transpirace



Rozdíl mezi jednotlivými variantami kadmia nebyl po tomto krátkém časovém úseku statisticky prokazatelný. Naproti tomu rozdíl obou variant oproti kontrole prokázal významný rozdíl a lze říci, že po aplikaci kadmia dochází v krátkém časovém úseku ke zvýšení hodnot transpirace.

Stanovení koncentrace těžkých kovů v roztoku prokázalo, že druh *P. stratiotes* má schopnost akumulace obou těžkých kovů ve velmi krátkém čase. Potvrzují to výsledky Mishra a Tripathi (2008), kteří prokázali snížení koncentrace kadmia o 70 % během prvních 10 dnů. V našem pokusu došlo ke snížení koncentrace kadmia během prvních 4 dnů o 83 %. Koncentrace olova byla snížena až o 91 % během stejné doby. V průběhu dalších dní došlo dále k mírnému poklesu koncentrace kovů, takže na konci pokusu byla koncentrace kadmia v roztoku na 4 % z původní hodnoty a koncentrace olova na 0,5 % z původní hodnoty, jak ukazuje graf č. 3.

**Graf 3** Změna koncentrace těžkých kovů v roztoku



Rychlý pokles koncentrace olova a kadmia v roztoku během prvních dní v porovnání se snižující se transpirací v průběhu pokusu dokládá, že odběr těžkých kovů rostlinou je zajištěn zřejmě pasivním odběrem. Stejných výsledků dosáhli i Klassen a kol. (2000).

### Závěr

Z výsledků měření vyplývá, že těžké kovy ovlivňují míru transpirace. Přídavek olova způsobuje přechodné snížení transpirace, naproti tomu přídavek kadmia zvýšení. Nelze ovšem s jistotou říci, že zvýšená transpirace má za následek zvýšený odběr kovů z roztoku. Přestup kovů z roztoku do rostlin je zajišťován více mechanismy než jen aktivním transportem. Objasnění mechanismů pasivního odběru těžkých kovů a prosté difúze je předmětem dalšího výzkumu.

### Použitá literatura

- [1] KLASSEN, S.P., MCLEAN, J.E., GROSSL, P.R., SIMS, R.C., 2000. Fate and behavior of lead in soils planted with metal-resistant species (river birch and smallwing sedge). *J. Environ. Qual.* 29, 1826–1834
- [2] MISHRA, V. K., TRIPATHI, B.D.. Concurrent removal and accumulation of heavy metals by the three aquatic macrophytes. *Bioresource Technology* 99 (2008) 7091–7097