

na skleněných pórech byl vyvinut pro stanovení rtuťnatých iontů. Detekční interval byl ale pouze v řádu jednotek až desítek  $\mu\text{M}$ . Jeden z jednorázových přístupů využívajících ureázu byl založen na kombinaci čpavek citlivé optody a optody citlivé na amonné ionty. Kromě optod byly v kombinaci s ureázou využity tranzistorové elektrody ISFET (ion-sensitive field-effect transistor). Takto navržený systém dosáhl detekčního limitu v řádech jednotek  $\mu\text{M}$ . Inhibice ureázy rtuťí byla také studována pomocí potenciometrického biosenzoru. Interakce ureázy s nikelnatými ionty patří mezi další velmi slibné možnosti v navrhování biosenzorů pro detekci těžkých kovů. Nedávno bylo ukázáno, že systém ureázy a glutamové dehydrogenázy je možné použít pro detekci rtuťnatých, měďnatých, kademnatých a zinečnatých iontů pomocí amperometrické detekce.

*Poděkování: tato práce byla podpořena granty INCHEMBIOL MSM0021622402, GA ČR 102/09/P640, NANIMEL GA ČR 102/08/1546 a REMEDTECH GA ČR 522/07/0692.*

**Majzlík P., Prášek J., Trnková L., Zehnálek J., Adam V., Havel L., Hubálek J., Kizek R.: Biosensors for detection of heavy metals**

Current development of miniature analytical instruments for detecting heavy metals in varying samples is very dynamic. One of the most interesting representatives of these instruments are biosensors, which combine the physico-chemical transducer with biological components. Biosensors can operate on different principles and their preparation can lead to the acquisition of tools, which can achieve high sensitivity and selectivity against individual heavy metal ions or their mixtures. Our paper discusses the various types of biosensors divided according to their biological components for the detection of heavy metals ions.

**Key words:** heavy metals, biosensor, enzyme biosensor, affinity biosensor.

#### Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Petr Majzlík, Ph. D., Mendelova univerzita, Ústav chemie a biochemie, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: petr.majzlik@email.cz

## Studium dostupnosti iontů těžkých kovů pomocí různých extrakčních postupů a elektrochemické detekce

A STUDY OF AVAILABILITY OF HEAVY METAL IONS BY USING VARIOUS EXTRACTON PROCEDURES AND ELECTROCHEMICAL DETECTION

Jiří Sochor<sup>1</sup>, Petr Majzlík<sup>1</sup>, Petr Salaš<sup>1</sup>, Vojtěch Adam<sup>1</sup>, Libuše Trnková<sup>2</sup>, Jaromír Hubálek<sup>3</sup>, René Kizek<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Mendelova univerzita v Brně; <sup>2</sup>Masarykova univerzita; <sup>3</sup>Vysoké učení technické v Brně

Pojem biodostupnosti byl zaveden pro vyjádření, zda aktuální koncentrace kontaminantu bude mít efekt na živé organismy. V kontaminovaných půdách se nízké koncentrace kovů nacházejí navázané na silikáty a primární minerály, čímž tvoří relativně nepohyblivou součást půdního prostředí. V případě zvýšení přirozeně vyskytující se koncentrace dojde k vazbě na jiné půdní složky a tím vzrůstá i jejich mobilita. Studium těchto jevů vypovídá mnohem lépe o pohybu iontů kovů v půdě, jejich toxicitě a biodostupnosti. Cílem této práce bylo pomocí diferenční pulzní voltametrie porovnat sedm extrakčních metod pro stanovení čtyř těžkých kovů – zinku, kadmia, olova a mědi v půdě.

### Experimentální část

Vzorky byly odebrány z lokality „Vátých písků“ v katastru obce Ratíškovice nedaleko Hodonína. Půdní podmínky jsou extrémní: regozem stenická, zrnitostní třída písek, nízká retenční vodní kapacita. Extrémně vysoká provzdušenost, s výjimkou krátkých období po dešťových srážkách, více než 90 % z celkové pórovitosti. Vzorky byly přesety přes 2mm síto a vysušeny na vlhkost 0,1 %.

### Výsledky a diskuse

Analýza obsahu těžkých kovů probíhala metodou diferenční pulzní voltametrie. Typický DP voltamogramu zinečnatých ( $-1,05 \pm 0,03 \text{ V}$ ), kademnatých ( $-0,63 \pm 0,02 \text{ V}$ ), olovnatých ( $-0,41$

$\pm 0,03 \text{ V}$ ) a měďnatých iontů ( $-0,02 \pm 0,03 \text{ V}$ ) v koncentraci  $10 \mu\text{M}$ . Ze získaného voltamogramu byly odečteny výšky píků jednotlivých analyzovaných kovů (zinek, kadmium, olovo a měď). Výška analytického píku byla přepočtena pomocí kalibrační křivky na hodnotu koncentrace jednotlivých kovů. V experimentu byl sledován vliv různých extrakčních činidel (sedm procedur založených na extrakci pomocí EDTA,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KCl}$  a  $\text{CaCl}_2$ ) na mobilizaci těžkých kovů ze sorpčního komplexu půdy. Zjistili jsme, že extrakce v kyselině octové nejlépe mobilizuje ionty těžkých kovů do roztoku, což je dobře známo. Pouze extrahovaná koncentrace kademnatých iontů byla pod limitem detekce metody. Zinečnaté ionty se do roztoku uvolnily v roztoku  $1 \text{ M KCl}$  a  $0,01 \text{ M CaCl}_2$ . V případě měďnatých iontů byla pozorována zvýšená imobilizace v prostředí  $1 \text{ M KCl}$  a EDTA. Podobně v případě olovnatých iontů dochází k maximální imobilizaci v kyselině octové. Z experimentálních dat je zřejmé, že u ostatních použitých extrakčních činidel byla účinnost imobilizace jednotlivých iontů těžkých kovů pod 15 % (proti kyselině octové). Na distribučním diagramu olovnatých iontů v přítomnosti kyseliny octové je jednoznačně pozorovatelný pokles koncentrace olovnatých iontů  $\text{Pb(II)}$  do pH kolem 5 a jejich celkovou komplexací kolem pH 8. V roztoku jsou předpokládány komplexy  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})^+$ ,  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2^-$  a  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_3^-$ . Všechny tyto komplexy při pH kolem 8 z roztoku velmi rychle mizí.

*Poděkování: Tato práce byla podpořena granty IGA 9/2010/591, projektem národního výzkumu 2B08020 NPV II, INCHEMBIOL MSM0021622412 a NANIMEL GA ČR 102/08/1546.*

**Sochor J., Majzlík P., Salaš P., Adam V., Trnková L., Hubálek J., Kizek R.: A study of availability of heavy metal ions by using various extraction procedures and electrochemical detection**

Determination of heavy metals (cadmium, lead, zinc and copper) in soil matrixes belongs to essential procedures for environmental monitoring. In spite of the fact that heavy metals are naturally occurred in the soil, a considerable toxicity of their high concentrations has been proven. Electrochemical techniques are effective tool to detect very low heavy metal concentrations in the biological matrixes. However, due to the complexity of the biological sample, a specific extraction step is required to improve the determination. This work

is focused on optimization of the extraction procedure of the heavy metals (Cu, Cd, Pb, Zn) from the soil matrix. Seven procedures based on extraction by EDTA, CH<sub>3</sub>COOH, NaNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, KCl and CaCl<sub>2</sub> were compared using electrochemical detection carried out by differential pulse voltammetry.

**Key words:** heavy metals, soil, extraction methods, differential pulsed voltammetry.

**Kontaktní adresa – Contact address:**

Ing. Jiří Sochor, Mendelova univerzita, Ústav chemie a biochemie, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: sochor.jirik@seznam.cz