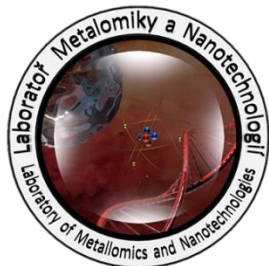




Laboratoř Metalomiky a Nanotechnologií



Mikrofluidní systémy, jejich výhody, nevýhody a aplikace

Anotace

Mikrofluidika, jeden z nově se vyvíjejících oborů mechaniky tekutin, se zabývá prouděním v zařízeních s velmi malými rozměry. Zařízení, která jsou na tomto principu založena, mohou pracovat s velmi malými objemy reagensů a vzorků (10⁻⁹ až 10⁻⁸ litrů), vyhodnocují v kratším čase a jednotlivé analýzy mohou probíhat současně. Nástupem těchto technologií zaznamenaly vývoj i analyzátoři, které se označují, jako Micro total analysis system (μ-TAS). Tento termín vyjadřuje snahu o sloučení několika jednotkových operací do jednoho analyzátoru. Vrcholem tohoto vývoje by byla možnost integrovat celou laboratoř do jednoho čipu (lab-on-a-chip). Hlavní výhody miniaturizovaných mikrofluidních systémů lze shrnout do dvou bodů: a) menší velikost – analýzy spotřebovávají menší objem tekutin, a tedy snižují množství reagensů i odpadních produktů.

b) velký poměr povrchu vůči objemu zabezpečuje precizní kontrolu teploty a umožňuje rychlý průběh reakcí. Malé rozměry někdy umožňují vykonat procesy úplně novými metodami, které by v makro-měřítku nebyly realizovatelné.

Automatizace a integrace – mnoho mikrofluidních zařízení pracujících za sebou šetří čas, umožňuje vyhnout se kontaminacím, zabraňuje ztrátám vzorku a především nevyžaduje nákladné přístrojové vybavení. Dále může být stanovení plně automatizované a může být prováděno i pro stovky měření současně, což vede k lepší opakovatelnosti. Miniaturní velikost lze využít pro snadnou mobilitu a provádění analýz mimo laboratoř.

Použité chemikálie

- voda, ACS
- tetrahydrát dusičnanu kademnatého, Sigma Aldrich
- trihydrát octanu sodného (CH₃COONa·3 H₂O)
- koncentrovaná kyselina octová (CH₃COOH)
- merkaptopropionová kyselina, Sigma Aldrich
- nonahydrát sulfidu sodného, Sigma Aldrich



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 1 M amoniak, Sigma Aldrich



Pracovní postup

PŘÍPRAVA ACETÁTOVÉHO PUFRU

Navážíme 27,22 g $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ a rozpustíme do 1 litru ACS H_2O , přidavkem kyseliny octové (CH_3COOH) upravíme na požadované pH 5,0.

PŘÍPRAVA KVANTOVÝCH TEČEK (CdS)

Kvantové tečky byly připraveny následovně: tetrahydrát dusičnanu kademnatého (0,03085 g, 0,1 mM) byl rozpuštěn ve 25 ml ACS vody, do míchaného roztoku byla pomalu přidána kyselina merkaptopropionová (35 μl , 0,4 mM). Poté bylo pH roztoku upraveno na hodnotu 9,11 1M amoniakem. Do takto upraveného roztoku byl přidán nonahydrát sulfidu sodného (0,02402 g, 0,1 mM) rozpuštěný ve 23 ml ACS vody. Směs byla stále míchána. Vznikl žlutý roztok, který byl nepřetržitě míchán další hodinu. Připravené kademnaté kvantové tečky byly uloženy ve tmě při teplotě 4°C.

ELEKTROCHEMICKÉ STANOVENÍ POMOCÍ MIKROFLUIDNÍHO SYSTÉMU

Pro detekci kvantových teček byl použit mikrofluidní systém s plně automatizovanou elektrochemickou detekcí (SFIA-ED). Systém se skládá z automatizované analytické pumpy, která pracuje s rozsahem objemu 1-50 μl s nastavitelnou rychlostí 1,66-50 $\mu\text{l/s}$. Dále je součástí zařízení třípásmový dvoupolohový ventil a dávkovací kapilára, která přímo vstupuje do průtokové měřicí elektrochemické cely (CH Instruments, USA). Pro přípravu plně automatizovaného systému byl přidán přepínací ventil, který umožňuje přepínání mezi odpadovou pozicí a pozicí nasávání vzorku. Vzorek (10 μl) byl vstříknut automatickou pumpou přes průtokovou kyvetu do měřicí cely rychlostí 1,66 $\mu\text{l/s}$. Průtoková kyveta byla očištěna 200 μl 100% methanolu a stabilizována 200 μl elektrolytu. Čištění bylo provedeno po 50 měřeních. Elektrochemický článek obsahuje analytickou celu o objemu 1,5 μl , dále pracovní elektrodu ze skelného uhlíku, argentochloridovou referenční elektrodu a platinovou pomocnou elektrodu. Elektrochemická průtoková cela je propojena s miniaturizovaným potenciostatem 910 PSTAT mini (Metrohm, Švýcarsko). Pro stanovení kadmia v kvantových tečkách byla použita metoda diferenční pulsní voltametrie, parametry měření byly zvoleny takto: počáteční potenciál -1,2 V, koncový potenciál -0,2 V, amplituda 0,05 V, potenciálový krok 0,001 V. Všechna měření probíhala v laboratorní teplotě. Jako základní elektrolyt byl použit acetátový pufr, pH=5.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



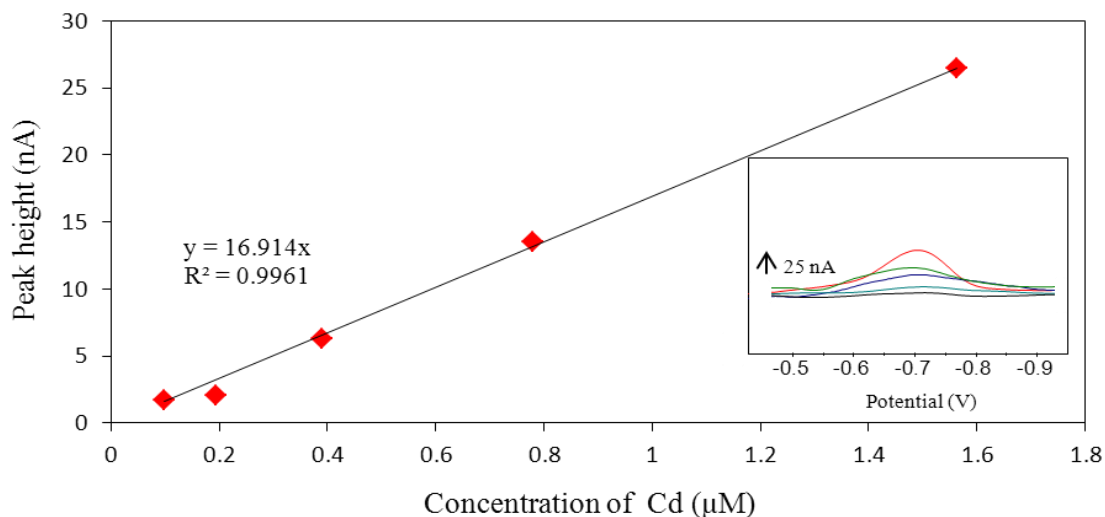
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



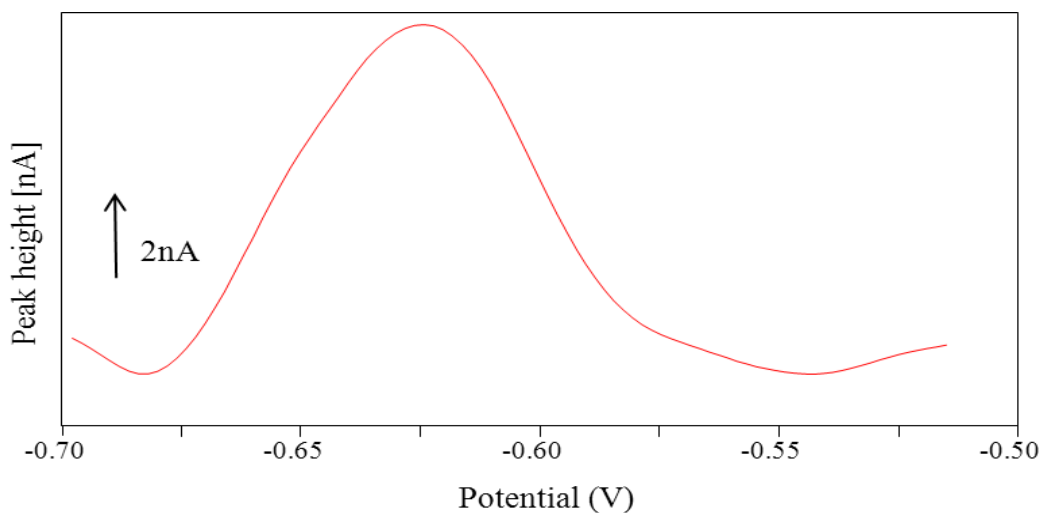
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

Stanovení kadmia v acetátovém pufru

Nejprve byla pomocí průtokové analýzy naměřena kalibrační křivka standardu kadmia v roztoku acetátového pufru, byl zvolen koncentrační rozsah 0,098-1,56 μM .



Obr. 1: Kalibrační křivka iontů kadmia v roztoku acetátového pufru, elektrochemická detekce pomocí průtokové analýzy, rovnice regrese $y=16,914x$, interval spolehlivosti $R^2=0,9961$, metoda diferenční pulsní voltametrie, zvolená doba akumulace byla 360 s



Obr. 2: Elektrochemický voltamogram kvantových teček, charakteristický pík kadmia byl zaznamenán v potenciálu -0,6 V.



Doporučená literatura

1. Adam, V., et al., *Phytochelatin modified electrode surface as a sensitive heavy metal ion biosensor*. Sensors, 2005. **5**(1-2): p. 70-84.
2. Hynek, D., et al., *Electrochemical Analysis of Lead Toxicosis in Vultures*. International Journal of Electrochemical Science, 2011. **6**(12): p. 5980-6010.
3. Hsing, I.M., Y. Xu, and W.T. Zhao, *Micro- and nano-magnetic particles for applications in biosensing*. Electroanalysis, 2007. **19**(7-8): p. 755-768.
4. Adam, V., et al., *Automated Electrochemical Analyzer as a New Tool for Detection of Thiols*. International Journal of Electrochemical Science, 2010. **5**(4): p. 429-447.
5. Adam, V., et al., *Palladium biosensor*. Electroanalysis, 2007. **19**(18): p. 1909-1914.
6. Aragay, G., J. Pons, and A. Merkoci, *Recent Trends in Macro-, Micro-, and Nanomaterial-Based Tools and Strategies for Heavy-Metal Detection*. Chemical
7. Adam, V., et al., *A determination of apo-metallothionein using adsorptive transfer stripping technique in connection with differential pulse voltammetry*. Electroanalysis,
8. Huska, D., et al., *Microfluidic robotic device coupled with electrochemical sensor field for handling of paramagnetic micro-particles as a tool for determination of plant mRNA*. Microchim. Acta, 2011. **173**(1-2): p. 189-197.
9. Majzlik, P., et al., *Influence of Zinc(II) and Copper(II) Ions on Streptomyces Bacteria Revealed by Electrochemistry*. Int. J. Electrochem. Sci., 2011. **6**: p. 2171-2191.
10. Tews, M., *Electronic structure and transport properties of quantum dots*. Annalen Der Physik, 2004. **13**(5): p. 249-304.
11. Schuster, R., et al., *Defocused wide field fluorescence imaging of single CdSe/ZnS quantum dots*. Chemical Physics Letters, 2005. **413**(4-6): p. 280-283.
12. Mackowski, S., *CdTe/ZnTe quantum dots - growth and optical properties*. Thin Solid Films, 2002. **412**(1-2): p. 96-106.
13. Henini, M., *Properties and applications of quantum dot heterostructures grown by molecular beam epitaxy*. Nanoscale Research Letters, 2006. **1**(1): p. 32-45.
14. Li, H., W.Y. Shih, and W.H. Shih, *Synthesis and characterization of aqueous carboxyl-capped CdS quantum dots for bioapplications*. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2007. **46**(7): p. 2013-2019.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost