

Působení kadmia na živé organismy

Renáta Kenšová^{a,b}, David Hynek^{a,b}, Vojtěch Adam^{a,b}, René Kizek^{a,b}

^a Ústav chemie a biochemie Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika

^b Středoevropský technologický institut, Vysoké učení technické v Brně, Technická 10, 616 00 Brno, Česká republika

The influence of cadmium to living organisms

The aim of this study was to summarize findings about the role of cadmium in the environment. The study includes information about the properties and effects of cadmium on the environment, transport between the different components of the environment and describes natural and anthropogenic sources of cadmium. Furthermore, this work describes the effect of cadmium on the human body and shows its toxicity. The methods of cadmium determination are also summarized in the scope of this work.

Přijato k publikování: 8. 8. 2014

Klíčová slova: bioakumulace; kadmium; metody detekce; onemocnění; organismus; otrava; toxicita; životní prostředí

Úvod

Z toxických kovů v relativně velkých množstvích uvolňovaných do životního prostředí se nejčastěji soustřeďuje pozornost na kadmium, jeden z nejtoxičtějších kovů, který se projevuje největším zásahem do potravního a potravinového řetězce. Kadmium je neesenciální prvek mající významné toxikologické vlastnosti. Jedná se kumulativní jed, což znamená, že se jeho obsah v organismu v průběhu ontogeneze zvyšuje¹. Zdrojem kadmia v prostředí jsou minerální hnojiva superfosfáty, průmysl, těžba a zpracování rud a výfukové emise benzínových dopravních prostředků².

Fyzikálně-chemické vlastnosti kadmia

Kadmium je typický kovový prvek bílé stříbrné barvy. Za teplot pod 0,517 K je supravodičem I. typu. Patří mezi přechodné prvky, které mají valenční elektrony v d-sféře. Ve sloučeninách se vyskytuje téměř pouze v mocenství Cd^{2+} . Sloučeniny Cd^+ jsou silně nestálé. V silných minerálních kyselinách je kadmium dobře rozpustné za vývoje plynného vodíku. Na vzduchu je kovové kadmium stálé, ale v atmosféře kyslíku je možné jej zapálit za vzniku oxidu kadmatného (CdO). Kadmium přechází do ovzduší ve formě těkavých sloučenin již při teplotě 480 °C³.

Kadmium v přírodním prostředí

Kadmium se vyskytuje v zemské kůře, v mořské vodě i ve vesmíru. Ve všech těchto prostředích se vyskytuje v minimálním množství. V přírodě se kadmium vyskytuje jako příměs rud zinku a někdy i olova, z nichž se také společně získává².

Do životního prostředí se kadmium dostává několika cestami. Do ovzduší se dostává v důsledku spalování uhlí, odpadů, z dolů a rafinérií. Do vody se uvolňuje z odpadních vod, jak z domácností, tak z průmyslu. Hnojiva obvykle obsahují určité množství kadmia a stávají se tak zdrojem znečištění půd tímto těžkým kovem. Stejně tak jsou zdroji znečištění vod a půd kadmium jeho úniky z provozů k nakládání s nebezpečnými odpady. V životním prostředí člověka je podstatným zdrojem kadmia cigaretový kouř⁴. Sloučeniny kadmia se používají při galvanickém pokovování kovů, jako pigmenty nebo stabilizátory plastů, v alkalických bateriích a ve sloučeninách s jinými kovy, např. mědí^{2,5}.

Toxicita kadmia

Kadmium patří mezi prvky, jejichž vliv na zdravotní stav lidského organismu je negativní. Může to být způsobeno tím, že kadmium má podobnou elektronegativitu a podobné chemické

vlastnosti jako esenciální těžký kov zinek a toxicita kadmia se projevuje výhradně tehdy, když nahrazuje zinek v životně důležitých proteinech (zinkové prsty). K tomu přispívá i stejný mechanismus příjmu a transportu těchto dvou kovů v organismu. Iontový poloměr Zn (0,074 nm) je však nižší než iontový poloměr Cd (0,097 nm), a to při společném vstupu kovů ulehčuje Zn, aby přednostně obsadil cílová místa v proteinech, a tím celkově snižoval toxicitu kadmia⁶⁻⁸. Příkladem je zablokování inzulínového cyklu, které může působit vážné zdravotní komplikace⁹. Dalším rizikovým faktorem u kadmia je skutečnost, že se jedná o mimořádně kumulativní jed. Přijaté kadmium se z organismu vylučuje jen velmi pozvolna a obtížně, jeho většina se přitom koncentruje především v ledvinách a v menší míře i v játrech, kde může přetrvávat až desítky let¹⁰. Mezi hlavní zdravotní projevy chronické expozice kadmia patří nejen poškození ledvin a jater ale také osteoporóza, anémie, zvýšené riziko srdečních a cévních onemocnění a zvýšené riziko rakoviny^{6,11}. Díky těmto negativním vlastnostem kadmia, je důležité sledovat jeho množství v organismu. Stanovení stopových prvků v krvi a tělních tekutinách je v medicíně stále považováno za užitečné a důležité, protože hladina některých prvků, může být u člověka spojena s různými patologickými změnami¹². Z toho důvodu je přesné a reprodukovatelné stanovení stopových prvků v biologických vzorcích velmi důležité^{9,13-15}. Při jednorázové vysoké dávce kadmia se dostávají bolesti břicha, průjem a zvracení¹⁰.

Metody stanovení kadmia

Nejčastější metodou pro stanovení kadmia je atomová absorpční spektrometrie (AAS) s elektrotermickou i plamenovou atomizací, která se využívá pro široké spektrum biologických a environmentálních vzorků. Mezi další často používané metody využívající pro stanovení kadmia indukčně vázaného plasmatu patří hmotnostní spektrometrie (ICP-MS) a optická emisní spektrometrie (ICP-OES)^{16,17}. Kromě spektrálních metod se také prosazují ekonomicky méně nákladné, rychlé a citlivé metody elektrochemické¹⁸⁻²⁰.

Tato práce byla financována z projektu NANOLABSYS CZ.1.07/2.3.00/20.0148.

The authors declare they have no potential conflicts of interests concerning drugs, products, services or another research outputs in this study.

The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE „uniform requirements“ for biomedical papers.

Literatura

1. Singh, B.R.; McLaughlin, J. Cadmium in Soils and Plants, Springer Netherlands, 1999.
2. Cibulka, J. Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosféře; Překl. Jiří Cibulka, Academia, 1991.
3. Greenwood, N.N.; Earnshaw, A. Chemistry of the elements, Pergamon Press, 1984.
4. Friberg, L. CADMIUM. Annual Review of Public Health. 1983, 4, 367-373.
5. Barta, M. Chemické prvky kolem nás. 2012, 112 s.
6. Hayes, A.W. Principles and Methods of Toxicology, Lippincott Williams & Wilkins, 1989.
7. Kambe, T.; Yamaguchi-Iwai, Y.; Sasaki, R.; Nagao, M. Overview of mammalian zinc transporters. Cellular and Molecular Life Sciences. 2004, 61, 49-68.
8. Krizkova, S.; Ryvolova, M.; Hrabeta, J.; Adam, V.; Stiborova, M.; Eckschlagler, T.; Kizek, R. Metallothioneins and zinc in cancer diagnosis and therapy. Drug Metabolism Reviews. 2012, 44, 287-301.
9. Blazewicz, A.; Orlicz-Szczesna, G.; Prystupa, A.; Szczesny, P. Use of ion chromatography for the determination of selected metals in blood serum of patients with type 2 diabetes. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2010, 24, 14-26.
10. Bencko, V.; Cikrt, M.; Lener, J. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka, Grada, 1995.
11. Waalkes, M.P. Cadmium carcinogenesis in review. Journal of Inorganic Biochemistry. 2000, 79, 241-244.
12. ATSDR. (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) Toxicological profile for lead (update). U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA. 1999.
13. Afridi, H.I.; Kazi, T.G.; Arain, M.B.; Jamali, M.K.; Kazi, G.H.; Jalbani, N. Determination of cadmium and lead in biological samples by three ultrasonic-based samples treatment procedures followed by electrothermal atomic absorption spectrometry. Journal of Aoac International. 2007, 90, 470-478.
14. Afridi, H.I.; Kazi, T.G.; Kazi, A.G.; Shah, F.; Wadhwa, S.K.; Kolachi, N.F.; Shah, A.Q.; Baig, J.A.; Kazi, N. Levels of Arsenic, Cadmium, Lead, Manganese and Zinc in Biological Samples of Paralysed Steel Mill Workers with Related to Controls. Biological Trace Element Research. 2011, 144, 164-182.

15. Parsons, P.J. MONITORING HUMAN EXPOSURE TO LEAD - AN ASSESSMENT OF CURRENT LABORATORY PERFORMANCE FOR THE DETERMINATION OF BLOOD LEAD. *Environmental Research*. 1992, 57, 149-162.
16. Almeida, T.S.; de Andrade, R.M.; de Gois, J.S.; Borges, D.L.G. Development of a simple and fast ultrasound-assisted extraction method for trace element determination in tobacco samples using ICP-MS. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*. 2014, 94, 756-764.
17. Capelli, C.; Foppiano, D.; Venturelli, G.; Carlini, E.; Magi, E.; Ianni, C. Determination of Arsenic, Cadmium, Cobalt, Chromium, Nickel, and Lead in Cosmetic Face-Powders: Optimization of Extraction and Validation. *Analytical Letters*. 2014, 47, 1201-1209.
18. Fialova, D.; Kremplova, M.; Hynek, D.; Konecna, M.; Kaiser, J.; Malina, R.; Kynicky, J.; Krystofova, O.; Kizek, R.; Adam, V. Sosedka Pegmatite Metal Ions Composition Determined by Voltammetry. *International Journal of Electrochemical Science*. 2013, 8, 7853-7867.
19. Hynek, D.; Krejcova, L.; Sochor, J.; Cernei, N.; Kynicky, J.; Adam, V.; Trnkova, L.; Hubalek, J.; Vrba, R.; Kizek, R. Study of Interactions between Cysteine and Cadmium(II) Ions using Automatic Pipetting System off-line Coupled with Electrochemical Analyser Dedicated United Nation Environment Program: Lead and Cadmium Initiatives. *International Journal of Electrochemical Science*. 2012, 7, 1802-1819.
20. Krystofova, O.; Trnkova, L.; Adam, V.; Zehnalek, J.; Hubalek, J.; Babula, P.; Kizek, R. Electrochemical Microsensors for the Detection of Cadmium(II) and Lead(II) Ions in Plants. *Sensors*. 2010, 10, 5308-5328.



Článek je volně šiřitelný pod licencí Creative Commons (BY-NC-ND). Musí však být uveden autor a dokument nelze měnit a používat pro komerční účely.