

NEBEZPEČENSTVO KONTAMINÁCIE ŤAŽKÝMI KOVMI

Marianna KIZEKOVÁ – Petra KOŠICKÁ – Andrej MIKOLÁŠKO

HAZARDS OF HEAVY METAL CONTAMINATION



ABSTRAKT

Jednou z najnebezpečnejších skupín biologicky významných škodlivín v životnom prostredí sú ťažké kovy. Ich výskyt v ovzduší, vode a potravinách je v Slovenskej republike pravidelne monitorovaný. Koncentrácie ťažkých kovov v atmosfére, pôde, vode a v sedimentoch predstavujú vážny ekologický problém. Vstupujú do potravinového reťazca, prostredníctvom ktorého sa dostávajú do ľudského organizmu, kde dochádza k ich postupnej kumulácii. Pojem ťažké kovy sa zvyčajne spája s prvkami, ktoré spôsobujú nežiaduce toxické účinky a kontaminujú životné prostredie. Za najškodlivejšie pre zvieratá a ľudí sú považované Hg, Cd, Cr a Pb, sú to zároveň najviac preskúmané ťažké kovy z hľadiska účinku na ľudský organizmus.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: ťažké kovy, toxické účinky, životné prostredie

ABSTRAKT

Heavy metals are one of the most dangerous groups of biologically significant pollutants in the environment. In Slovak Republic, their presence in air, water and food is regularly monitored. Concentrations of heavy metals in the atmosphere, soil, water and sediments are a serious environmental problem. They enter the food chain by which they get into the human body, where they gradually accumulate. The term heavy metals is usually associated with elements that cause undesirable toxic effects and contaminate the environment. The most harmful for animals and humans are Hg, Cd, Cr and Pb, but they are also the most studied heavy metals in terms of effects on the human organism.

KEY WORDS: heavy metals, toxic effects, environment

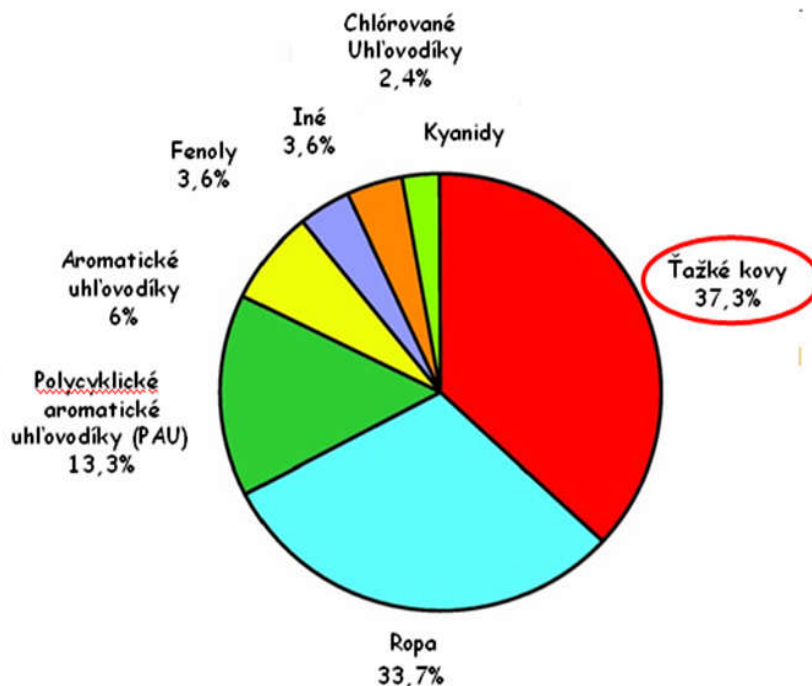
ÚVOD

Znečistenie životného prostredia je výsledkom rýchlej industrializácie, technologického pokroku a súčasne sa zvyšujúceho počtu obyvateľov. Urbanizácia, priemyselná revolúcia, intenzívne využívanie surovín a poľnohospodárskej technológie nepochybne zlepšilo naše životné podmienky, avšak tento rozvoj zvýšením množstva nečistôt znižuje kvalitu nášho životného aj pracovného prostredia. Akákoľvek látka nachádzajúca sa v prostredí, ktorá má nežiaduce účinky na organizmy, poškodzuje životné prostredie, znižuje kvalitu života a môže dokonca spôsobiť smrť je označená ako znečisťujúca látka - kontaminant.

V súčasnosti sú závažným problémom celého sveta ťažké kovy. Z enviromentálneho a toxikologického hľadiska sa pojem "ťažké kovy" používa na označenie kovových prvkov, ktoré spôsobujú nežiaduce toxické účinky a znečisťujú životné prostredie. Tento kolektívny výraz sa vzťahuje na skupinu kovov a metaloidov s atómovou hustotou vyššou ako 5 g/cm³. Je to pomerne

rozsiahla skupina nedegraduujúcich, kontaminantov, ktorá zahŕňa 37 prvkov. Tie sa odlišujú svojimi vlastnosťami, účinkami i zdrojmi pôvodu. Za najškodlivejšie ťažké kovy pre zvieratá a ľudský organizmus sú považované olovo (Pb), kadmium (Cd), ortuť (Hg) a chróm (Cr). Zaujímavou sa zdá byť definícia podľa Fergusonu, ktorý definuje ťažké kovy ako prvky relatívne dosť rozšírené v zemskej kôre, ťažené a využívané v priemerných množstvách, obsiahnuté v materiáloch, s ktorými ľudia prichádzajú do kontaktu, majúce toxický účinok na živé organizmy, spôsobujúce nepriaznivé účinky v biologickom cykle. [1]

Mnohé zo skupiny toxických kovov vykazujú toxické vlastnosti už pri veľmi nízkych koncentráciách, napríklad niekoľkých jednotkách ppm a označujú sa termínom "stopové prvky". Do tejto skupiny však patria aj iné ako kovové prvky, esenciálne prvky, pravdepodobne esenciálne, neesenciálne a toxické. [2] Do prvej skupiny patria tie prvky, ktoré sú v nízkych koncentráciách nepostrádateľné pre normálny rast rastlín a živočíchov, avšak pri prekročení určitej kritickej koncentracie pôsobia toxicky. Označujú sa termínom „mikroživiny“: Napr. Fe, Cu, Mn. Do druhej skupiny patria tie prvky, ktorých esencialita nie je zatiaľ jednoznačne dokázaná. Sú to Ni, F, Br, V, Ba a Sr. V tretej skupine sú prvky, ktoré majú dokázateľné pozitívne vplyvy, no v prípade ich nedostatku nevyvolávajú chorobné zmeny. Prvky ako napr. As, Cd, Hg, Tl, U pôsobia toxicky pri prekročení ich tolerančných koncentrácií, ale nespôsobujú negatívne prejavy pri ich nedostatku a sú označované názvom neesenciálne prvky. [3] A napokon štvrtá skupina stopových prvkov zahŕňa prvky toxické. Patria sem: As, Cd, Pb, a Hg. Ich význam v životnom prostredí sa obmedzuje iba na ich toxické vlastnosti pri veľmi nízkych koncentráciách. Pre každý prvok je v prvom rade dôležitý jeho obsah v organizme. Preto hodnotíme jeho toxicitu hlavne z hľadiska jeho koncentracie v organizme. Vo všeobecnosti klesá toxicita v rade $Hg > Cd > Ni > Pb > Cr$.



Obr. 1 Prehľad kontaminantov pôd a podzemných vôd v Európe

(zdroj: <http://www.eea.europa.eu/themes/soil/soil-threats/soil-contamination-from-local-sources>)

ZDROJE VÝSKYTU ŤAŽKÝCH KOVOV

Tieto látky sú jedinečné spomedzi ostatných znečisťujúcich látok tým, že sa v nízkych koncentráciách prirodzene vyskytujú v organizmoch a sú prírodnými zložkami životného prostredia. Ťažké kovy sa môžu dostať do životného prostredia z prírodných aj antropogénnych zdrojov. V

prostredí sú prítomné v horninách ako rudy, z ktorých sa získavajú vo forme minerálov. Hlavnými príčinami emisií sú ťažba a spracovanie hornín, kedy ku kontaminácii dochádza v dôsledku zvetrávania a veternej erózie. Okrem banských lokalít medzi antropogénne zdroje emisií patria predovšetkým zlievarne, spaľovne, prevádzky využívané na tavenie rúd, ale aj elektrárne a chemičky (UNEP/GPA, 2004), pri ktorých znečistenie vzniká z aerosólov a exhalátov, ktoré unikajú pri výrobe a spracovaní železa, ocele, rúd a palív. Kadmium sa uvoľňuje ako vedľajší produkt rafinovania zinku; zdrojom olova boli okrem ťažby a tavenia aj výfuky automobilov a staré náterové farby; ortuť sa do prostredia dostáva pri rôznych výrobných procesoch ako napríklad výroba hydroxidu sodného. Navyše, odpady z tovární a skládok priemyselného a komunálneho odpadu sú často vypúšťané do pôdy a vody, kde môžu pretrvávať ako integrálna súčasť sedimentov alebo prenikajú v rozpustenej forme prostredníctvom riek do podzemnej vody a tým kontaminujú aj vodu z podzemných zdrojov. Tolerančné limity niektorých ťažkých kovov v pôde a vode sú uvedené v tabuľke 1 a 2.

Pôdny druh	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	PB	Se	Zn	F
piesočnatá, hlinito-piesočnatá	10	0,4	15	50	30	0,15	40	25	0,25	100	400
piesočnato-hlinitá, hlinitá	25	0,7	15	90	60	0,5	50	70	0,4	150	550
ílovito-hlinitá, ílovitá, íl	30	1,0	20	70	70	0,75	60	115	0,6	200	600

Tab. 1 Limitné hodnoty rizikových prvkov v poľnohospodárskej pôde (v mg/kg suchej hmoty, rozklad lúčavkou kráľovskou, Hg celkový obsah podľa zákona NR SR 220/2004 Z. z.)

prvok	Trieda				
	I	II	III	IV	V
Hg	0,1	0,2	0,5	1	1
Cd	3	5	10	20	20
Pb	10	20	50	100	100
As	10	20	50	100	100
Cu	20	50	100	200	200
Cr	20	100	200	500	500
Ni	20	50	100	200	200
Zn	20	50	100	500	500

Tab. 2 Triedy kvality vôd a ich limitné hodnoty pre ťažké kovy podľa STN 757221 v $\mu\text{g.l}^{-1}$ (zdroj Ťažké kovy 2006)

ÚČINKY ŤAŽKÝCH KOVŮ NA ORGANIZMUS

Za posledných 50 rokov sa expozícia ťažkými kovmi u ľudí dramaticky zvýšila v dôsledku exponenciálneho nárastu používania ťažkých kovov v priemyselných procesoch a ich prítomnosti v rôznych výrobkoch. Ťažké kovy môžu vstúpiť do ľudského tela prostredníctvom potravy, vody, vzduchu alebo absorpciou cez pokožku v poľnohospodárstve a výrobe, farmaceutickom priemysle, priemyselnom alebo domácom prostredí.

Organizmus sa snaží každú cudzorodú látku odstrániť a jej účinok neutralizovať. Po inhalácii sa niektoré látky v nezmenenej forme z tela odstraňujú tou istou cestou ako do organizmu vnikli. Tak

sa vylučuje, napr. oxid uhoľnatý. Len pomerne málo látok sa v nezmenenej forme vylučuje močom a žlčou. Aby sa mohli týmito cestami vylúčiť, musia prejsť zložitým biotransformačným procesom. Nepochopiteľne alebo málo polárne látky sa v nezmenenej forme močom a žlčou prakticky nevylučujú. Biotransformačnými pochodmi sa cudzorodé látky najskôr polarizujú a potom konjugujú, čo umožňuje ich vylučovanie. Niektoré pomerne veľmi toxické látky dokáže organizmus veľmi dobre detoxikovať, kým má dostatok enzýmov a substrátu na ich detoxikáciu. Tak napr. dostatok rodanázy a dostatočné zásoby sulfhydrylových skupín stačia dokonale detoxikovať kyanovodík jeho premenou na rodanidy, ale len čo sa ich kapacita vyčerpá, okamžite sa prejaví toxický účinok. Preto nie je známa chronická intoxikácia kyanovodíkom. Podobne je to pri sírovodíku. Sústavná a dlhodobá expozícia zdraviu škodlivým (toxickým) látkam aj za predpokladu, že biotransformácia a detoxikácia stačia v plnom rozsahu zabrániť vyslovene toxickému účinku, znamená pre organizmus vždy zvýšené zaťaženie.

OLOVO

Olovo je ťažký, mäkký kov sivobielej farby, ktorý na vzduchu oxiduje na oxid olovnatý (PbO) tmavopopelavej farby. Je rozpustný v žalúdočnej kyseline chlorovodíkovej. Vyskytuje sa v prírode vo viacerých mineráloch (galenit, cerusit, fosgenit). [4] Významná chronická toxicita a preukázaná toxicita pre reprodukciu sú dôvodom výrazného obmedzenia použitia olova a jeho zlúčenín. Aj napriek tomu vo veľa odvetviach ostáva olovo nenahraditeľné. [5] Toxicita olova a jeho anorganických zlúčenín je približne rovnaká a závisí od ich rozpustnosti v telesných tekutinách. Pri topení olova (bod topenia 327°C) unikajú do ovzdušia pary, ktoré sa oxidujú na už spomínaný oxid olovnatý. Tento sa ochladzovaním zráža a vytvára dymy. Je to kumulatívny jed, hromadí sa v kostiach. Azda najvýznamnejším z hľadiska účinkov na organizmus je vplyv na centrálny nervový systém (CNS). Ešte pred zavedením chelatačnej liečby bola úmrtnosť detí na encefalopatiu spôsobenú olovom až 65%. Pri chronickej toxicite dochádza k zhoršeniu psychického zdravia. U detí bola zaznamenaná kognitívna dysfunkcia (IQ-deficit), zhoršenie koordinácie rúk a očí, porucha pozornosti a správania sa ako napr. hyperaktivita. Ďalšími prejavmi chronickej toxicity je bledá farba tváre a šedý lem na dŕasnách. Toxické účinky olova sa u dospelých prejavujú periférnou neuropatiou (pri koncentrácii 40 µg/dl), čiže poškodením periférneho nervového systému, poškodením Schwannových buniek dochádza k demyelinizácii a napokon toxické účinky sa prejavujú axonopatiou, parézou horných a dolných končatín. Sensorické nervy sú menej citlivé než motorické. Pre vznik encefalopatie musí koncentrácia olova v krvi dosiahnuť hodnotu 100 µg/dl. [6]

Neprofesionálna expozícia nie je v posledných rokoch zanedbateľná. Nie je vhodné pitie kyslých nápojov z keramických nádob s olovnatou glazúrou, nebezpečenstvo môže predstavovať olovnaté vodovodné potrubie, ale aj športová streľba s neoprášťovanými olovenými strelami. Bola opísaná tiež kontaminácia potravinových doplnkov a čajov z exotických oblastí, najmä z Indie a Mexika. Nebezpečné môžu byť pre cestovateľov exotické a laické „liečebné postupy“.

Olovo a jeho zlúčeniny sa dostávajú do organizmu skoro výlučne cestou respiračného traktu, inhaláciou jemne disperzného prachu a dymov. Zažívacie trakt má iba nepatrnú adjuvantnú úlohu, zatiaľ čo perkutánna resorpcia je zanedbateľná, okrem tetraetylolova, ktoré sa niekedy používalo ako aditívum do benzínu. To sa však začalo vo veľkom odstraňovať z benzínu práve kvôli toxickým účinkom olova. No v leteckom benzíne sa stále používa. Olovo sa však dostáva do organizmu aj potravou (okolo 0,3 mg denne), a preto jeho stopy nájdeme v krvi, moči, hlavne však v stolici aj u neexponovaných ľudí. V pľúcach resorbované olovo sa v krvi viaže na koloidy bielkovín a hlavne na erytrocyty a krvným prúdom sa rozvádza po celom organizme. Najvyššie koncentrácie sú v pľúcach, pečeni, slezine, obličkách a v sliznici čreva. Z pečene sa vylučuje žlčou do čreva, odkiaľ sa jeho časť môže znovu resorbovať. Z krvi a obličiek sa vylučuje močom. Časť olova z krvi sa ukladá v kostiach v pomerne pevnej väzbe s vápnikom a fosforom, takže sa inaktivuje a utvára kostné depo, z ktorého sa po prerušení expozície len veľmi pomaly vylučuje. Tento prúd olova je v organizme stály a nepretržitý a jeho tok závisí od výšky príjmu, vylučovania a ukladania olova v organizme (kosti). Za účelom ochrany zdravia zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s ich vystavením olovu pri práci má Slovenská republika pre olovo stanovený najvyšší prípustný expozičný limit (NPEL) - priemerný v

pracovnom ovzduší, a to: pre olovo a jeho anorganické zlúčeniny, respirabilná frakcia – $0,15 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ a inhalovateľná frakcia – $0,50 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, pre olovo a jeho organické zlúčeniny - $0,05 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. NPEL pre olovo je súčasťou nariadenia vlády SR č. 355/2006 Z. z. o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci v znení neskorších predpisov, ktorým boli prevzaté záväzné právne akty Európskej únie. Biologická medzná hodnota pre olovo a jeho iónové zlúčeniny korešponduje so záväznou biologickou limitnou hodnotou stanovenou na úrovni Európskej únie, ktorá je: $700 \mu\text{g Pb} \cdot \text{l}^{-1}$ krvi ($3,4 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krvi).

ORTUŤ

Ortuť (Hg) je toxický, ťažký, striebrosivý, tekutý kov, odparuje sa pri izbovej teplote. Vyskytuje sa vo viacerých rudách, predovšetkým v cinabarite (rumelka - HgS). S kovmi, ako napr. zlatom, striebrom, kadmium, meďou, vytvára zliatiny – amalgámy, ktoré majú široké využitie. Pôsobením metanogénnych baktérií v anaeróbnom prostredí dochádza k metylácii elementárnej Hg a vzniká toxická metylortuť, ktorá je dobre rozpustná vo vode i v tukoch a môže sa dostávať do potravinového reťazca.

Environmentálna a profesionálna expozícia: K uvoľňovaniu pár Hg do atmosféry dochádza z prírodných zdrojov napr. pri vulkanickej činnosti, spaľovaní fosílnych palív, pri jej nesprávnej likvidácii (uvoľňuje sa pri horení skládok odpadu s obsahom Hg) alebo z priemyselných emisií. Prostredníctvom dažďových zrážok sa môže dostávať na veľké vzdialenosti od zdroja. K profesionálnej expozícii dochádza pri ťažbe, spracovaní, a využívaní jej vlastností napr. ako katalyzátora, po jej uvoľnení z poškodených meracích prístrojov (teplomery, tlakomery), používa sa na výrobu amalgámov, batérií, elektrických zariadení a pod. Vzhľadom na toxicitu je snaha Európskej únie o znižovanie jej spotreby a využívania. [4]

Je nutné povedať, že symptomatológia otravy kovovou ortuťou je iná než symptomatológia otravy jej zlúčeninami. Pary kovovej ortuti sú jedom CNS, zlúčeniny anorganické sú jedy nefrotoxické a zlúčeniny organické opäť jedom, ktorý má afinitu k niektorým systémom centrálného nervstva. Kovová ortuť sa vyparuje pri izbovej teplote a preto sa do organizmu dostáva respiračným traktom inhaláciou. Až 80% sa resorbuje alveolárnou stenou, pričom môže vzniknúť pneumónia až pľúcny edém. Cez zažívacie trakt sa elementárna ortuť neresorbuje, preto pri perorálnom požití nie je toxická, ale lokálnym dráždením vyvoláva zvýšenú peristaltiku a hnačky. K neprofesionálnej expozícii môže dôjsť v liečiteľstve, kde sa ortuť niekedy používa v masiach pri liečbe kožných defektov alebo akné. Rozbitie teplomera nepredstavuje riziko. Významnou skupinou zlúčenín ortuti sú jej organické zlúčeniny. V 50-tych rokoch minulého storočia došlo v Japonsku k otrave morskej vody metylortuťou, postihnuté boli tisíce ľudí v rybárskych osadách. Otrava zapríčinila smrť tisícov ľudí, telesné deformácie a neurologické poruchy, známe pod názvom Minamata ochorenie (podľa mesta v ktorého blízkosti sa objavilo). Ku znečisteniu mora došlo vypúšťaním odpadových vôd z chemickej továrne Chisso Corporation, vyrábajúcej acetaldehyd a PVC. V procese výroby acetaldehydu sa ortuť používaná ako katalyzátor premieňala na metylortuť, ktorá sa dostávala do odpadových vôd vypúšťaných bez úpravy do Minamata zálivu po dobu 36 rokov. Metylortuť sa potom bioakumulovala v mäkkýšoch a rybách. Biomagnifikáciou sa koncentrácia ortuti na jednotlivých trofických úrovniach zvyšovala a metylortuť naakumulovaná v morskej potrave intoxikovala ľudí, ktorí ju vo zvýšenej miere denne konzumovali. Zákaz lovu rýb v tomto zálive trval 26 rokov, až kým vláda nepotvrdila neprítomnosť ortuti vo vodách zálivu. Ďalší prípad intoxikácie metylortuťou sa odohral v Iraku v 70-tych rokoch minulého storočia. K intoxikácii ľudí došlo prostredníctvom metylortuťou kontaminovaného zrna. Obe tieto krízy poskytli nové informácie ako rozpoznať otravu metylortuťou - za jeden z varovných signálov pri otrave metylortuťou sa dnes považuje tzv. „syndróm tichého dieťaťa“, pri ktorom deti nikdy neplačú a ktorý indikuje poškodenie mozgu metylortuťou. Rôzne formy ortuti môžu byť konvertované z jednej formy na druhú, najdôležitejšia je premena na metylortuť, najtoxickejšiu formu. Je biomagnifikovaná v rámci potravinového reťazca. Dokonca aj pri nízkych koncentráciách ortuti vo vodnom prostredí, môže jej koncentrácia v rámci potravinového reťazca narastať. Nie je zanedbateľný podiel unikajúci volatilizáciou do atmosféry. [7] Akútna otrava

je vzácna. Prejavuje sa dušnosťou, kašľom, horúčkami, poprípade pneumóniou a pľúcnym edémom. Chronická otrava sa prejavuje, tzv. trias: 1. gingivitis, t. j. zápal slizníc v ústnej dutine, salivácia a vypadávanie zubov, 2. eretizmus (toxická organická psychóza, ktorá sa prejavuje úzkosťou, hanblivosťou, nervozitou, hádavosťou, emočnou labilitou, poruchami pamäti, dochádza k inverzii spánkového rytmu i k poklesu IQ), 3. tremor (trasenie rúk, ktoré býva spočiatku jemné, neskôr výrazné, intenzívne). [5]

Na ochranu zdravia obyvateľov a ochranu životného i pracovného prostredia musia byť prijímané technické a hygienické opatrenia so zameraním na obmedzenie expozície. V rámci preventívnych lekárskech prehliadok je potrebné monitorovať koncentráciu Hg v moči. [4]

KADMIUM

Kadmium a jeho zlúčeniny sú toxikologicky veľmi závažné a ich použitie sa celosvetovo systematicky obmedzuje. [5] Kadmium (Cd) je striebrobiely, mäkký kov, v prírode sa nachádza ako sulfid kademnatý (CdS) vo viacerých rudách predovšetkým spoločne so zinkom. Na vzduchu horí za vzniku hnedého oxidu kademnatého (CdO). Používa sa hlavne pri výrobe nabíjajúcich Ni-Cd batérií, pri výrobe ložísk alebo polovodičov, je súčasťou mäkkých spájkovacích drôtov. Pre odolnosť voči korózii sa používa pri galvanickom pokovovaní. Vzhľadom na jeho toxicitu sa v súčasnosti nahrádza inými materiálmi. [4]

Kadmium nie je esenciálny prvok pre žiadny organizmus. Pri ľudskej činnosti sa Cd dostáva do vzduchu a vody. Viac ako iné kovy Cd môže byť týmito nosičmi transportované na veľké vzdialenosti. Kadmium sa kumuluje v pôde a vzhľadom na rozpustnosť vo vode sa môže kumulovať v hospodársky významných rastlinách napr. ryži, šaláte, šampiňónoch. Nachádza sa v cigaretovom dyme. K expozícii pracovníkov dochádza pri tavení, galvanickom pokovovaní, spájkovaní, výrobe Ni-Cd batérií, výrobe niektorých farbív, plastických látok a pod. [4]

Hlavným zdrojom expozície človeka kadmiu je potrava a fajčenie tabaku. Vyfajčením jednej krabičky cigariet dôjde k absorpcii zhruba 1µg Cd. Atmosférická depozícia, banská činnosť a aplikácia kadmium obsahujúcich fosfátových hnojív na poľnohospodársku pôdu, môžu viesť ku kontaminácii pôd kadmiom a k jeho zvýšenému príjmu obilninami a zeleninou. Kadmium je v podstate prítomné vo všetkých potravinách, ale jeho koncentrácia je rôzna v závislosti od druhu jedla a stupňa kontaminácie prostredia. Vysoký obsah kadmia obsahujú mäkkýše, kôrovce, kraby a hlavonožce. Vysoké koncentrácie obsahujú aj vnútornosti (pečeň, obličky), hlavne starších zvierat, takisto niektoré semená, kakaové bôby a niektoré divo rastúce huby. Potraviny rastlinného pôvodu (hlavne obilniny, zelená listová zelenina, zemiaky a koreňová zelenina) majú vo všeobecnosti vyššie obsahy kadmia ako potraviny živočíšneho pôvodu. Chronická expozícia zlúčeninám kadmia má nešpecifický priebeh a následkom môže byť aj smrť. Najviac postihnutým orgánom sú obličky (napr. proximálna obličková tubulopatia). Indikátorom otravy je zlatožltý lem zubnej skloviny.

Z Japonska (povodie rieky Jinzu) je známy epidemický výskyt choroby Itai-Itai (bolí-bolí), spôsobenej konzumáciou ryže kontaminovanej zlúčeninami kadmia. Jedná sa o ochorenie postihujúce kosti a obličky, pre ktoré sú typické početné zlomeniny a skrivenie dlhých kostí. Ochorenie je veľmi bolestivé. Medzi postihnutých patrili najmä ženy po menopauze. Ochorenie Itai-Itai je známe ako jedno zo štyroch veľkých, znečistením vyvolaných ochorení v Japonsku, ktoré boli zapríčinené nesprávnym zaobchádzaním s priemyselným odpadom japonskými spoločnosťami. Ochorenie Itai-Itai bolo prvou známou otravou kadmiom na svete. Objasnenie toxického účinku kadmia viedlo vo väčšine priemyselných krajín ku zníženiu povolených priemyselných limitov pre expozíciu kadmiu. Bolo dokázané, že kadmium má taktiež karcinogénne účinky (môže spôsobiť rakovinu prostaty, obličiek a prsníka).

Kadmium (Cd) ako jeden z predstaviteľov ťažkých kovov je stabilný environmentálny kontaminant s tendenciou kumulovať sa v biosfére, ale aj v ľudskom organizme. Štúdie in vitro a in vivo preukázali, že kadmium indukuje oxidačný stres s následným vyčerpaním zložiek antioxidantnej ochrany. [9]

ZÁVER

Kontaminácia životného a pracovného prostredia a jej následky pre živé organizmy sú v popredí záujmu nielen vedeckej, ale aj laickej verejnosti. Vplyvom činnosti človeka množstvo škodlivín narastá a niekedy nadobúda až nebezpečné rozmery a vzniká tak známy kolobeh vzduch – pôda – voda – potraviny na konci ktorého je opäť samotný človek. Prvoradou úlohou spoločnosti je vytvárať podmienky na zabránenie úniku emisií a znižovať ich koncentráciu na čo najmenšiu, spoločensky a zdravotne únosnú mieru. Napr. eliminácia používania toxického olova je jedným z prioritných ukazovateľov pokroku chemickej bezpečnosti sledovaných v rámci Medzinárodného programu chemickej bezpečnosti (IPCS) a Strategického prístupu k medzinárodnému manažmentu chemických látok (SAICM). Cieľom SAICM je dosiahnuť, aby sa do roku 2020 vyrábali a používali len také chemické látky, ktoré minimalizujú nepriaznivé účinky na zdravie ľudí a životné prostredie (implementácia Johannesburgského Plánu).

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] Ferguson, J.E. 1990. The Heavy Elements, Chemistry. Environmental Impact and Health Effect. In: Pergamon Press, New Zeland, 1990, s. 1–614.
- [2] Prousek, J.: Rizikové vlastnosti látok, STU Bratislava, 2001, s.247
- [3] Alloway, B.J., Ayres, D.C. 1993. Chemical Principles of Environmental Pollution. Blackie Academic and Professional, London, 1993, p. 291
- [4] Osina O. a kol.: Toxikológia – vybrané kapitoly, Martin 2016, ISBN 978-80-8187-027-9
- [5] Brheř P. a kol.: Pracovní lékařství, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno 2005, s. 338, ISBN 80-7013-414-3
- [6] Pavlovský J.: Toxikologie, Ostrava 2014, s. 290
- [7] [on-line] Available on - URL: <http://theopenend.com/2009/09/07/mercury-contamination-of-aquatic-ecosystems-perhaps-your-body/>
- [8] Tomáš J. a kol.: Stav pôdnej hygieny v regiónoch nížin SR z hľadiska obsahu ťažkých kovov v rôznych extrahovadlách. In: *Acta fytotechnica at zootechnica*, r. 3, č. 1, 2000, s. 16–20.
- [9] Fahmy, M.A., Aly, F.A.: In vivo a in vitro studies on the genotoxicity of cadmium chloride in mice. *J. Appl. Toxicol.*, 2000, s. 231-238.

ADRESY AUTOROV

Mgr. Marianna KIZEKOVÁ, PhD.

Klinika pracovného lekárstva a klinickej toxikológie UPJŠ LF Košice, Slovenská republika
e-mail: kizekova.marianna@gmail.com

Mgr. Petra KOŠICKÁ

Klinika pracovného lekárstva a klinickej toxikológie UPJŠ LF Košice, Slovenská republika
e-mail: petronelitka.kosicka@gmail.com

PhDr. Andrej MIKOLÁŠKO

Fakulta verejného zdravotníctva SZU v Bratislave, Slovenská republika
e-mail: andrej.mikolasko@gmail.com

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.