

TOKSIČNI EFEKTI ŽIVE USLJED EKOLOŠKE I PROFESIONALNE EKSPOZICIJE

Doc. dr Vinko Perić

Centar za strateška istraživanja nacionalne bezbednosti Beograd, Srbija

prof. Ramiz Alić

Državni univerzitet u Novom Pazaru, Novi Pazar, Srbija

prof. dr Rade Biočanin

Centar za strateška istraživanja nacionalne bezbednosti Beograd, Srbija

(Kontakt: ramizalic9@gmail.com)

Sažetak: Teški metali obuhvataju metale čija je gustoća veća od 5g/cm^3 . Čitav niz ovih metala je u obliku elemenata u tragu neophodan, esencijalan za mnogobrojne funkcije u ljudskom organizmu, a njihov manjak dovodi do pojave ozbiljnih simptoma nedostatka. Najbolji primjeri su anemija kod manjka željeza, dijabetes kod manjka hroma, problemi u rastu kod manjka nikla.

Kod drugih elemenata kao što su olovo, kadmij, živa, arsen i molibden je dokazano da u većim količinama pokazuju toksično djelovanje. Najčešće je pitanje toksičnosti zapravo samo pitanje količine, a ovaj raspon varira kod svakog pojedinog elementa. U ovom koautorskom radu su data potrebna objašnjenja o karakteristikama i toksičnosti teških metala, sa težištem na živu i njihovu distribuciju u organizam čovjeka i metabolizam ekosistema, u okviru lanca ishrane.

Ključne riječi: teški metali, živa, toksičnost, metabolizam, lanac ishrane

MERCURY TOXICITY DUE TO EKOLOGY AND OCCUPATIONAL EXPOSURE

Abstract: Heavy metals include metals whose density is higher than 5g/cm^3 . The whole range of the metal is in the form of essential trace elements, essential for a number of functions in the human body, and its deficiency results in a lack of occurrence of a serious symptom. The best examples are anemia lack of iron, lack of chromium in diabetes, growth problems in lack of nickel. When other elements such as lead, cadmium, mercury, arsenic and molybdenum has been shown to exhibit large quantities of toxic effects. Frequently the question of toxicity is actually just a matter of quantity, but the range varies with each individual element. In this paper co-authors are given the necessary explanations about the characteristics and toxicity of heavy metals, with a focus on mercury and its distribution in the human body and the metabolism of ecosystems within the food chain.

Key words: heavy metals, mercury, toxicity, metabolism, food chain

UVOD

Pojam teški metali obuhvataju metale čija je gustoća veća od 5g/cm^3 . Čitav niz ovih metala je u obliku elemenata u tragu neophodan, esencijalan za mnogobrojne funkcije u ljudskom organizmu, a njihov manjak dovodi do pojave ozbiljnih simptoma nedostatka. Najbolji primjeri su anemija kod manjka željeza, dijabetes kod manjka kroma, problemi u rastu kod manjka nikla.

Kod nekih elemenata, kao što su arsen i nikal, funkcija nije još uvijek dovoljno istražena. Kod drugih elemenata kao što su olovo, kadmij, živa, arsen i molibden je dokazano da u većim količinama pokazuju toksično djelovanje.

1. TOKSIČNOST TEŠKIH METALA

Najčešće je pitanje toksičnosti zapravo samo pitanje količine, a ovaj raspon veoma varira kod svakog pojedinog elementa. Tako se dnevna neophodna količina kobalta, središnjeg atoma vitamina B12 koji je nužan u stvaranju eritrocita kreće oko 0.1 mikrogram. U količinama od 25-30 mg/dan nastupaju simptomi otrovanja koji obuhvaćaju poteškoće od strane gastrointestinalnog trakta, srčana i bubrežna oštećenja. Ostali elementi kao primjerice talij, otrovni su u bilo kojoj količini. U tabeli su navedene pojedine grane industrije koje emitiraju teške metale.

Tabela 1. Industrijske grane-emiteri teških metala

Industrijska grana	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Papirna industrija	-	+	+	+	+	+	-	-
Petrohemije	+	+	-	+	+	-	+	+
Proizvodnja hlora	+	+	-	+	+	-	+	+
Industrija gnojiva	+	+	+	+	+	+	-	+
Željezare i čeličane	+	+	+	+	+	+	+	+

Teški metali mogu u obliku finih čestica prašine dospjeti u atmosferu, odakle se talože u vodama i tlu. U vodama se brzo razrjeđuju i talože kao teško topljivi karbonati, sulfati ili sulfidi na dnu vodenih površina. Kada se adsorpcijski kapacitet sedimenata iscrpi, raste koncentracija metalnih iona u vodi. Kruženje teških metala u prirodi veoma ovisi o promjenama kojima ovi metali podliježu. Toksičnost teških metala osobito se pojačava kroz postupak keliranja i stvaranja sulfida s biološki aktivnim tvarima, naročito enzimima. Ovo je postupak koji se naziva biometilacija. Osobitu toksičnost pokazuju metaloorganski spojevi žive, olova, hroma i selen. Povećana koncentracija teških metala može biti uzrok nastanka autoimunih oboljenja, pri čemu se stvaraju protutijela usmjerena protiv vlastitih organa. Najčešći primjeri su različite vrste alergija, a u žena smetnje u funkciji žutog tijela jajnika (corpus luteum) koje priprema sluznicu maternice za implantaciju oplodnog jajašca.

Pretpostavlja se da teški metali također utječu na metabolizam cinka, pri čemu izazivaju njegov manjak. Manjak cinka može izazvati smetnje u funkciji hipofize, štitnjače, nadbubrežne žlezde, jajnika i testisa, što se može negativno odraziti na plodnost. Iz priče o teškim metalima sasvim je jasno da smo na neki način stalno i sudbinski izloženi djelovanju različitih faktora okolišnog onečišćenja. Naravno da radnik u hemijskoj industriji može izabrati drugi poziv, kao što možemo promijeniti namještaj ili ukloniti šperploče iz stana. Uprkos svemu tomu, još uvijek ćemo biti izloženi štetnim materijama iz tepiha ili tepisona koji su impregnirani zbog moljaca ili iz naše garderobe izrađene od pamuka obrađenog pesticidima. Lista je i šira ukoliko pročitamo tvari koje se nalaze u sastavu kozmetičkih sredstava ili ljepila.

Kada ove materije jednom dospiju u naš organizam, talože se u masnom tkivu, kao i jetri, bubrezima i mozgu, a odatle pokazuju djelovanje na biohemijske i hormonske procese, kao što su metabolizam i rast stanica, te plodnost. Teški metali razlikuju se od ostalih kontaminanta po tome što ih ljudi niti proizvode niti ih mogu uništiti, a ne stvaraju ih ni mikroorganizmi.

2. GENERATORI TEŠKIH METALA

Generatori teških metala:

- otpadni produkti brojnih industrijskih procesa (industrija celuloze oslobađa živu);
- urbana naselja (kanalizacijske vode; olovo na saobraćajnicama);
- teški metali su sastavni dio različitih pesticida i antikorozivnih boja;

Primarna kontaminacija:

- kontaminacija biljaka preko tla, vode, vazduha, nubriva,
- kontaminacija životinja hranom ili vodom.

Sekundarna kontaminacija:

- tokom prerade, pakovanja, skladištenja, preko uređaja,
- ambalaže, pribora za jelo, posuda, aditiva

Djelovanje na organizme:

- Cink i bakar denaturiraju proteine,
- Bakar blokira respiratorne krvne pigmente,
- Živa i olovo djeluju na nervni sistem,
- Kadmijum djeluje na funkcije bubrega,

Organizmi imaju sposobnost stvaranja organskih kompleksa s metalima i na taj ih način čine manje toksičnim (izuzetak je živa koja je upravo najtoksičnija u organskom kompleksu – metilživa),

Najznačajniji (klasični) neorganski kontaminanti su As, Hg, Pb, Cd,

Naš Pravilnik predviđa u pojedinim namirnicama ograničenja za Zn, Cu, Ni, Sn, Fe,

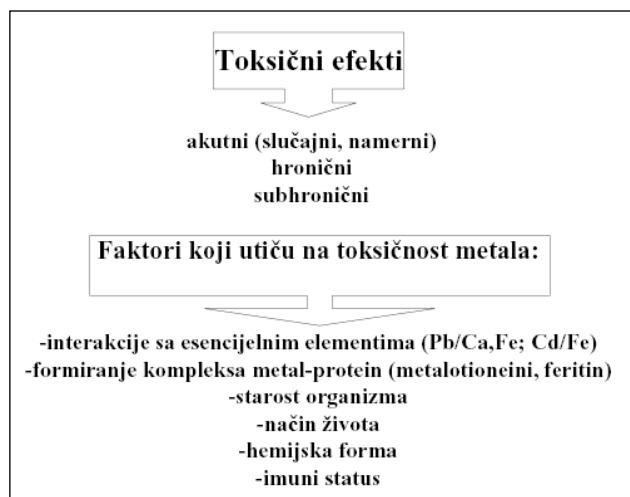
Od interesa još mogu biti Cr, Co, Be, Al, Se, Br, Ba,

U neorganske kontaminante spadaju još i neki anioni NO₂, NO₃, CN, F,

Teški metali su metali – nema jedinstvene definicije (gustina $\geq 3,5-5 \text{ g/cm}^3$; atomska masa ≥ 23 ili 40; toksičnost).

Podjela prema hemijskoj strukturi:

- metali (Pb, Cd, Hg, Fe, Cu, Zn) 80/105,
- nemetali (As, Sb),
- metaloidi (Se),
- anjoni (cijanidi, fluoridi, nitriti).



Slika 1. Mehanizam djelovanja teških metala na čovjeka

- **Jedini tečni metal**
- **Prirodni izvor žive predstavlja isparavanje zemljine kore (dna okeana, reka, zemljište)**
- **Postoji u lementarnom obliku, kao Hg(I) i Hg(II) jedinjenja, u organskoj ili neorganskoj formi**
- **Metil-živa i druga organska jedinjenja žive nastaju kao proizvod mikrobiološke aktivnosti (metanske bakterije) u vodenoj sredini**

Putevi izloženosti čoveka

Izvori industrijskog porekla

industrija boja, baterija, elektrooprema, cement,
eksploziv

Fungicidi

Amalgami

Pare elementarne žive isparavaju i dospevaju u vazduh, a odatle u vodu i zemljište (vrši se metilacija)

Tabela 2. Kancerogenost neorganskih kontaminanata

Metal	Za ljude	Za životinje
Arsen	Dovoljno dokaza	
Berilijim	Dovoljno dokaza	Dovoljno dokaza
Kadmijum	Dovoljno dokaza	Dovoljno dokaza
Hrom (III) (VI)	Nedovoljno dokaza Dovoljno dokaza	Nedovoljno dokaza Dovoljno dokaza
Olovo	Nedovoljno dokaza	Dovoljno dokaza
Živa (neorg.)	Neadekvatni dokazi	Limitirani za hloride
Nikl metal jedinjenja	Nedovoljno dokaza Dovoljno dokaza	Dovoljno dokaza Dovoljno dokaza

Toksičnost žive:

- različite hemijske forme žive imaju različitu toksičnost;
- elementarna živa unijeta oralno je malo toksična, ali inhalacija para je opasna,
- djeluje na respiratorni sistem, a efekti dugotrajne izloženosti se vide,
- zatim slijede po toksičnosti Hg(I) (LD50 = 1 g),
- najtoksičnija su organska jedinjenja,
- metil-živa napada nervni sistem i to dijelove mozga odgovorne za koordinaciju i senzorne funkcije,
- visoka toksičnost se objašnjava liposolubilnošću organskih jedinjenja,
- živa nije kancerogena,
- toksično djeluje vezujući se za SH grupe proteina i enzima.

3. ŽIVA U LANCU ISHRANE

Lanac ishrane u prirodi predstavlja sistem živih organizama koji se hrane jedni drugima da bi opstali. Svaka karika tog lanca je od izuzetnog značaja, jer od nje zavisi opstanak čitavog lanca, odnosno cjelokupnog živog svijeta. Osnovni način uzajamnog povezivanja članova jedne životne zajednice predstavlja metabolizam biocenozе.

Toksične materije:

- teški metali (Hg, Pb, Zn, Cu, Cd),
- antikorozivne boje (TBT – tri-butyl-tin),
- pesticidi (lako se ispiru a sporo razgrađuju),
- polihlorirani bifenili (PCB) – maziva,
- nafta (najmanje je toksična sirova nafta),
- policiklički aromatski ugljikovodonici (PAH) – derivati fosilnih goriva.

Bioakumulacija toksičnih materija u morskim organizmima je veoma izražena. Jedna od karakteristika mnogih toksičnih materija (teški metali, pesticidi) je njihovo koncentrisanje u organizmima tokom vremena (najčešće se koncentrišu u pojedinim tkivima i/ili organima). Koncentracije toksičnih materija se višestruko povećavaju duž lanaca ishrane (biomagnifikacija).

Tabela 3. Vrijednosti MDK žive u namirnicama

MDK vrednosti za živu u namirnicama (mg/kg ili mg/l)			
Namirnica	MDK	Namirnica	MDK
Voda za piće	0.001	Brašno	0.03
Pivo	0.01	Gljive suve	3
Mleko	0.01	Riba, sveža	0.5
Meso, sveže iznutrice	0.03 0.1	Voće i povrće, sveže	0.02
Jaja	0.05	Žita	0.05
MDK vrednosti za metil-živu u namirnicama (mg/kg ili mg/l)			
Riba sveža	0.4	Ribljí proizvodi	0.6
Riba sveža koja duže živi	0.8	Ribljí proizvodi od ribe koja duže živi	1

ZAKLJUČAK

Ekotoksikologija sa toksikologijom proučava direktni ili indirektni učinak ksenobiotika na ekosistem, na sve žive organizme i njihovu organizaciju, odnos prema neživoj materiji, međusobne odnose i odnos prema čovjeku. Među brojnim karakteristikama, treba izdvojiti toksičnosti teških metala, sa težištem na živu i njihovu distribuciju u organizam čovjeka i metabolizam ekosistema, u okviru lanca ishrane. Napori u rješavanju problema: smanjenje primjene teških metala u industriji, upotreba pesticida u poljoprivredi, koji ne sadrže teške metale, upotreba bezolovnog benzina u saobraćaju, pravilan tretman opasnog otpada sa teškim metalima i sl.

LITERATURA

- [1] Alendar B. Transformacija Evropskih u Evropsku zajednicu i položaj zemalja nečlanica, Pravni i ekonomski okvir uključivanja jugoslovenskih privrednih subjekata u unutrašnje tržište Evropske unije, Kragujevac, 1994.
- [2] Andevski M. Ekologija i održivi razvoj, „Cekom books“, Novi Sad, 2006.
- [3] Biočanin R., Bakić K. Zaštita hrane u uslovima RHB kontaminacije, »PRIMUS« Gradiška, BiH, 2011.
- [4] Biočanin R., Amidžić B. Risk prediction during the transport of dangerous substances in environment protection, IV International conference " Research and development in mechanical industri-RaDMI 2004", 31.08.-04. 09. 2004. Zlatibor, Serbia and Montenegro.
- [5] Biočanin R. Upravljanje otpadom, Panevropski univerzitet »APEIRON« Banja Luka, 2011.
- [6] Biočanin R., Obhodjaš S. Zagađivači životne sredine, Internacionalni univerzitet Travnik, 2011.
- [7] Biočanin R. Upravljanje otpadom, Panevropski univerzitet »APEIRON« Banja Luka, 2011.
- [8] Biočanin R. Rizici i bezbednost životne sredine (1-660), SKAIN, Beograd, 2012.
- [9] Đukanović M. Životna sredina i održivi razvoj, ELIT, Beograd, 1996.
- [10] Jugovic Z., Alic R., Biocanin J. Bezbednost i zdravlje na radu u poljoprivrednoj proizvodnji, Faculty pharmacy and health, Travnik 2013.
- [11] Kovačević I. Ekologija i održivi razvoj, Evropski defendološki centar, Banja Luka, 2011.
- [12] Lambić M. Energetske tehnologije - doprinos u smanjenju zagađenja životne sredine, I naučna konferencija "EKOLOŠKA BEZBJEDNOST U POSTMODERNOM AMBIJENTU", 26-27. jun 2009. Banja Luka.
1. [13] Mayer G., Tomić D. Transport opasne robe u praksi, ŽID, Novi Sad, 2008.
- [14] Lješević A.M. Urbana ekologija, Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu, 2005.
- [15] Stefanov S., Biočanin R., Nešković S. Atmospheric Input of Pollutants-Opportunity for Innovation, A11021, MARE-2020, 17-20. Septembar 2013, Bulgaria.
- 16] Stajkovic J., Jordović B., Amidžić B., Biočanin I. Ekološki menadžment u sistemu kvaliteta, XXXIII Simpozijum o operacionim istraživanjima-SYM-OP-IS 206. 03-06. oktobar 2006. Banja Koviljača.
- [17] Stefanov S., Biočanin R., Pavlović S. Modeling of pollutants CO₂, PM, PAH in accidental fire at the landfill waste, XI International Conference „RaDMI-2011“, 15-18. September 2011. Sokobanja, Serbia.
- [18] Stojčev P. Upravljanje toksičnim radioaktivnim otpadom i toksična dejstva, UNIVERZITET "VASIL APRILOV" Gabrovo, Bugarska, 2006.