

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET VETERINARSKЕ MEDICINE

ZBORNIK PREDAVANJA
XXXIV SEMINARA
ZA INOVACIJE
ZNAJNA VETERINARA



SADRŽAJ

PREDAVANJA

Kompjuterska tomografija u veterinarskoj medicini	1
Uticaj toplotnog stresa na zdravstveno stanje i proizvodnju mleka kod visokomlečnih krava	15
Strategija ishrane i kvalitet hrane za životinje u održivim sistemima uzgoja u svetlu aktuelnih klimatskih promena	33
Primena standardnih i molekularnih metoda u dijagnostici nekih virusnih infekcija	45
Vakcinacija i imunski odgovor živine protiv species nespecifičnih salmonela	63
Nalaz teških metala i metaloida u tkivima riba kao indikator zagađenja životne sredine	75

STRUČNE RADIONICE (WORKSHOPS)

Alergije – bolesti 21. veka	95
Antinutritivne materije – stalna opasnost u proizvodnji hrane za životinje	115
Hirurška sanacija i fizikalna terapija trauma lakatnog zgloba i antebrahijalne regije pasa	129
Upravljanje polnim ciklusom krava	141
Nadzor nad proizvodnjom i prometom hrane životinjskog porekla	151
Neurološki pregled pasa i mačaka – problem i/ili izazov	159
Krvni razmaz kod pasa i mačaka – tehnika i dijagnostički značaj	171
Rendgenska dijagnostika urgentnih stanja u gastroenterologiji	187
Reproduktivna urgentna stanja kod pasa	195
Stabilizacija, anestezija i intenzivna nega urgentnih pacijenata	205
Stanje udžbeničke literature u srednjem i visokom veterinarskom obrazovanju	213

INDEKS AUTORA	223
----------------------------	-----

NALAZ TEŠKIH METALA I METALOIDA U TKIVIMA RIBA KAO INDIKATOR ZAGAĐENJA ŽIVOTNE SREDINE

**Milan Ž. Baltić, Vlado Teodorović, Mirjana Dimitrijević
i Radmila Marković**

Kratak sadržaj

Ribarstvo je sve značajnija privredna grana kojom čovečanstvo obezbeđuje rastuće potrebe u hrani, a naročito u njenom najvrednijem delu, proteinima. Riba u ishrani ljudi ima nesumnjiv nutritivni značaj. Kao i ostala hrana i riba može da bude nosilac bioloških, hemijskih i fizičkih opasnosti koje ugrožavaju zdravlje ljudi. Od hemijskih opasnosti vezanih za ribu od posebnog značaja su teški metali i metaloidi (olovo, živa, arsen, kadmijum). Njihovo prisustvo u ribi posledica je zagađenja vodene sredine. Pri tom, izvori zagađenja vodene sredine najčešće se vezuju za antropogene uticaje. Sadržaj teških metala i metaloida u tkivima ribe zavisi od brojnih faktora od kojih su jedni vezani za sredinu, odnosno vodu u kojoj riba živi, a drugi za samu ribu (vrstu, način ishrane, starost). Teški metali i metaloidi u tkivima riba mogu da budu razmatrani sa stanovišta bezbednosti ribe kao namirnice, ali i kao indikatori zagađenja životne sredine.

Ključne reči: riba, teški metali, životna sredina

Uvod

Ribarstvo je jedno od najstarijih i egzistencijalnih zanimanja čoveka. Za mnoge narode, ribolov je vekovima unazad bio način življenja, izvor ekonomskih prihoda i snabdevanja proizvodima visoke biološke vrednosti. Danas se ribarstvo razvija u savremenu privrednu granu za proizvodnju raznih vrsta morskih i rečnih organizama, a posebno riba.

Ribe su isključivo vodeni organizmi. U većini slučajeva, ribe predstavljaju najbrojniju grupu organizama vodenih staništa i imaju najveći značaj za čoveka. Naseljavaju vode svih geografskih širina, koje se razlikuju po fizičkim i hemijskim svojstvima. Nejednaki uslovi u kojima ribe

žive doveli su u toku evolucije do različitih prilagođenosti i do velikog broja vrsta. Među kičmenjacima, to je grupa sa najvećim brojem vrsta.

Odgovarajući izbor namirnica radi pravilne ishrane može se vršiti samo ako se poznaje njihov sastav kao što je slučaj sa ribom. Riba je bogata belančevinama, a sadržaj masti je veoma varijabilan, odnosno zavistan od vrste. Dokazano je da omega-3 i omega-6 nezasićene masne kiseline, kojima riba obiluje izuzetno povoljno deluju na kardiovaskularni sistem. Najveći broj riba je vrlo bogat vitaminima A, D i E i elementima kao što su fosfor, cink, natrijum, selen, fluor i jod.

U pravilnoj i uravnoteženoj ishrani ljudi riba ne bi smela da nedostaje. Ipak, kod nas se ne koristi dovoljno, što pokazuje prosečna potrošnja od oko 7 kg po stanovniku godišnje. Ranije se smatralo da je riba nezagađena i da zbog male potrošnje ne predstavlja rizik po zdravlje čoveka, što je uticalo na nedovoljnu istraženost opasnosti od teških metala i metaloida, naročito kod rečnih riba. Teški metali i metaloidi prisutni su u vodi, pa otuda i u ribi, i mogu da ugroze zdravlje ljudi.

Čovek, na osnovu vekovnog iskustva koristi namirnice biljnog i životinjskog porekla za svoju ishranu. Prema najnovijim saznanjima čovekovom organizmu svakodnevno je potrebno, pored drugih, i oko 35 biološki važnih hranljivih sastojaka, koje ne može sam da sintetiše iz prisutnih sastojaka hrane. To su, npr. esencijalne aminokiseline, linolna kiselina, vitamini, makro i mikroelementi. Duži nedostatak nekih od ovih navedenih hranljivih sastojaka u hrani dovodi do poremećaja zdravlja ljudi. Nijedna prirodna hrana ne sadrži sve neophodne hranljive sastojke za čoveka. Zbog toga, čovek sve neophodne hranljive sastojke može da nađe samo u podesnim kombinacijama većeg broja namirnica. Hrana može da bude uzrok oboljenja ljudi, tj. da nije bezbedna. Prema savremenom pristupu bezbednosti hrane opasnosti koje iz nje potiču, a mogu da ugroze zdravlje ljudi, definišu se kao biološke (bakterije, paraziti, virusi), hemijske i fizičke (metalni fragmenti, staklo, drvo, plastika). Potencijalno hrana, pa i riba, mogu da sadrže hemijske supstancije koje mogu da ugroze zdravlje ljudi. One uključuju veterinarske lekove, sredstva za ubrzanje rasta, prirodne toksične supstancije, komponente materijala za pakovanje, aditive hrane, hemijska sredstva koja se koriste u poljoprivredi, kao i supstancije koje su posledica kontaminacije životne sredine. Opasnosti iz grupe industrijsku zagađivača uključuju, pre svega, teške metale i metaloide (olovo, arsen, cink, kadmijum, bakar, nikl, kalaj).

Analizom opasnosti koja uključuje njenu identifikaciju i karakterizaciju mogu se preduzeti mere za eliminaciju ili smanjenje datih opasnosti u hrani. Pri tom, važno je razumeti da je nekad neophodno primeniti neko-

liko kontrolnih se više opasn

Sastav sva životnoj sredin elemenata u natrijuma, dok tome je njih Međutim, usle zaštite životne metaloidima, hemizacija po je višestruko. primarnih, sek

Primarne supstancija i bina vode, ter vodenih organ kundarnim pr supstancija ili tancija, koje š truljenja i vren tancija, pojač u vodi, ali pogoršanja hi zama. Na taj vodenih organ tercijarne pro reakcija riba i nosa između životnog i cik dolazi do izu žavanje sve biocenozama a vremenom

Jedna od većeg broja t zimaju. Mrtve (sadržaj kise života. Ova p

Iako kontrolnih mera za kontrolu jedne opasnosti, a s druge strane, nekad se više opasnosti mogu kontrolisati jednom istom kontrolnom merom.

Zagađenje životne sredine

Sastav svake prirodne vode zavisi od procesa koji se odigravaju u životnoj sredini, pre svega fizičkih, hemijskih i bioloških. Od hemijskih elemenata u prirodnim vodama najviše ima kalcijuma, magnezijuma i natrijuma, dok je sadržaj teških metala uglavnom veoma nizak, a razlog tome je njihova mala zastupljenost (osim gvožđa) u Zemljinoj kori. Međutim, usled nesklada industrijskog razvoja i odgovarajućih mera zaštite životne sredine, dolazi do zagađivanja voda teškim metalima i metaloidima, čiji su glavni izvori industrijski i urbani otpad, fosilna goriva, hemizacija poljoprivrede i dr. Dejstvo zagađujućih supstancija na vode je višestruko. Pod dejstvom zagađujućih supstancija u vodama dolazi do primarnih, sekundarnih i tercijarnih promena [1].

Primarne promene nastaju pri neposrednom dejstvu zagađujućih supstancija i izražavaju se u izmenama fizičko-hemijskih i bioloških osobina vode, temperature, gasnog režima i drugih uslova vezanih za život vodenih organizama. Ove promene se nadalje pojačavaju složenim sekundarnim promenama, nastalim pri međusobnoj reakciji zagađujućih supstancija ili same vode, pri čemu dolazi do obrazovanja novih supstancija, koje štetno deluju na vodene organizme. Pri tome može doći do truljenja i vrenja organskih sedimenata sa obrazovanjem toksičnih supstancija, pojačanja ili slabljenja mineralizacije vode, biohemijskih procesa u vodi, ali i samoprečišćavanja vode. Sve navedeno dovodi do pogoršanja hidrohemijskog režima vode i uslova života vodenih organizama. Na taj način primarne i sekundarne promene utiču na sve grupe vodenih organizama, od protozoa do riba. Kao rezultat ovoga javljaju se tercijarne promene, koje se ogledaju u narušavanju složenih kompleksa reakcija riba i drugih vodenih organizama sa spoljašnjom sredinom i odnosa između samih organizama, pri čemu može doći i do narušavanja životnog i ciklusa živog sveta u vodi. Usled povećane toksičnosti vode dolazi do izumiranja vrlo osetljivih organizama, nastajanje i razmnožavanje sve otpornijih organizama, što dovodi do promena u prirodnim biocenozama. Sve to dovodi do snižavanja biološke produktivnosti vode, a vremenom i do uništavanja ribljeg fonda [1].

Jedna od ozbiljnih pretnji ribarstvu iz prirodnih resursa je pojava sve većeg broja tzv. mrtvih zona i sve veće vodene površine koje one zauzimaju. Mrtve zone su vodene površine sa malom količinom kiseonika (sadržaj kiseonika ispod 2 mg/l), zbog čega u njima, praktično, nema života. Ova područja nalaze se, uglavnom, u priobaljima i zalivima, a

nastaju kao posledica zagađenja životne sredine. Vodena sredina opterećena, naročito azotom i fosforom (najčešće potiču od veštačkog đubriva) postaje "plodno tlo" za bujanje algi, što se, naročito, događa od proleća do jeseni. Bakterije razlažu mrtve alge trošeći, pri tom, kiseonik. Tako nastaje "hipoksija mora" u kome nestaje život. Prve mrtve zone uočene su pre više od 100 godina, tako da ih je 1912. godine bilo četiri. Njihov broj je stalno rastao, pa ih je 1960. godine bilo 49, 1970. godine 87, 1980. godine 162, 1990. godine 305, a 2008. godine 405. Njihova ukupna površina, takođe, se iz godine u godinu povećavala i 2007. godine bila je preko 250.000 km², što odgovara kopnenoj površini Novog Zelanda. Najveće pojedinačne mrtve zone nalaze se u Baltičkom moru i Meksičkom zalivu (ušće reke Misisipi). Inače, mrtva zona u Meksičkom zalivu je najbolje proučavana i o njoj postoje podaci od 1985. godine. Njena prosečna površina za 22 godine praćenja je oko 14.000 km². Najveća površina mrtve zone u Meksičkom zalivu bila je 2002. godine (preko 20.000 km²). Ima mišljenja da će povećanje proizvodnje kukuruza u SAD za proizvodnju biodizela dodatno opteretiti Meksički zaliv azotom i fosforom iz veštačkih đubriva, a time i povećati površinu mrtve zone. O ozbiljnosti situacije i ugroženosti vodene sredine ima mišljenja prema kojima su mrtve zone glavni indikator nezavidnog stanja u kome se nalaze vodene površine. U drastičnim slučajevima zagađenja vodotokova ili jezera može da dođe do potpunog uništenja ribe i ostalog živog sveta u njima [2].

Prisustvo zagađujućih supstancija u životnoj sredini je neminovnost koja nije novijeg datuma. Sa razvojem ljudskog društva prisustvo zagađujućih supstancija u životnoj sredini je sve veće, a s obzirom na mogućnost štetnog delovanja zagađujućih supstancija na živi svet, njima se pridaje sve veći značaj. Razvoj industrije (hemijaska, metalurgija, prerada plastike, i drugi, pre svega antropogeni uticaji), primena pojedinih agrotehničkih mera radi postizanja što većih prinosa u poljoprivredi, posebno korišćenje i primena sredstava za tretman zemljišta i zaštitu bilja u poljoprivredi (primena veštačkih – mineralnih đubriva, pesticida herbicida, fungicida i drugih hemijskih zaštitnih sredstava), zatim upotreba motornih vozila, urbanizacija naselja i sl., osnovni su uzroci zagađenja životne sredine. Teški metali i metaloidi, imaju među zagađujućim supstancijama životne sredine posebno značajno mesto. Manje količine metala i metaloida u životnoj sredini mogu biti prirodnog porekla a daleko više ih je posledica zagađenja životne sredine usled antropogenog uticaja. Tako je od oko 7.000 tona kadmijuma, koji dospeva godišnje u atmosferu, preko 70% iz antropogenih izvora (baterije, mineralna đubriva, antikorozivna zaštita), a od 12.000 tona olova koje godišnje dospeva u atmosferu, 60% je poreklom od drumskog saobraćaja. Štetno dejstvo

teških me
poremeća
rane [3].

Vodena
zagađuju
da budu l
soli natrij
baze) i sa
teški me
toksičnim
tim, bakar

U vodi
u vodenoj
izraženo
značajan
čestice (<
na površin
sedimenta

Danas
30-90% ši
vodene s
prečišćava

Mehani
ribe je raz
grupe pro
metala i m
i od drugih
jedinjenja
dinjenja. Z
bakra (Cu)
centracije,
Cu, Ni i Pb
vezanih za
organi riba
se metali u
što se narc

U tekuć
nego untru

ena sredina
d veštačkog
o, događa od
om, kiseonik.
mrtve zone
ne bilo četiri.
1970. godine
405. Njihova
a i 2007. go-
vršini Novog
čkom moru i
Meksičkom
1985. godine,
14.000 km².
2002. godine
nje kukuruza
zaliv azotom
mrtve zone. O
jenja prema
kome se na-
vodotokova
živog sveta

neminovnost
ra prisustvo
obzirom na
i svet, njima
alurgija, pre-
na pojedinih
privredi, po-
zaštitu bilja
ticidia herbi-
m upotreba
i zagađenja
ujućim sups-
količine me-
kla a daleko
genog utica-
dišnje u at-
lna đubriva,
e dospeva u
etno dejstvo

teških metala i metaloida ispoljava se na ceo ekosistem, a ako dođe do poremećaja u flori i fauni sistema dolazi do remećenja celog lanca ishrane [3].

Vodena sredina može da bude zagađena neorganskim i organskim zagađujućim supstancijama. Neorganske zagađujuće supstancije mogu da budu bez specifičnih toksičnih svojstava (inertne mineralne materije, soli natrijuma, kalcijuma i magnezijuma, zatim neorganske kiseline i baze) i sa specifičnim toksičnim svojstvima (amonijak, sumporvodonič, teški metali, arsen, hlor, cijanidi, itd.). Od metala sa specifičnim toksičnim delovanjem najčešće se izučavaju olovo, živa i kadmijum, zatim, bakar, cink, mangan, gvožđe i dr., a od nemetala arsen [4].

U vodi se nalazi značajan deo teških metala. Teški metali i metaloidi u vodenoj sredini koncentrišu se primarno u sedimentu što je posebno izraženo u tzv. mirnim vodama. Metali u sedimentu mogu da budu značajan rizik za ekosistem naročito kada se remobilizuju. To su fine čestice (<63pm) sedimenta koje nakupljaju velike količine teških metala na površini svojih mineralnih ili organskih čestica. Analizom ovih čestica sedimenta mogu da se dobiju informacije o nivou kontaminacije.

Danas se postupcima prečišćavanja otpadnih voda može odstraniti 30-90% štetnih elemenata, pa ono što se ispušta u vodotokove ili ostale vodene sisteme je praktično bezopasno, ukoliko se primenjuju mere prečišćavanja [5].

Teški metali i metaloidi u tkivima riba

Mehanizam toksičnog delovanja teških metala i metaloida (arsena) na ribe je različit. I teški metali i arsen imaju afinitet za aminokiseline i SH grupe proteina i tako zaustavljaju aktivnost enzima. Toksičnost teških metala i metaloida ne zavisi samo od količine ovih elemenata u vodi već i od drugih, brojnih faktora. Jonska forma metala i prosta neorganska jedinjenja daleko su toksičnija nego složena organska ili neorganska jedinjenja. Zapaženo je da je štetni efekat npr. žive (Hg) veći u prisustvu bakra (Cu), a kadmijuma (Cd) u prisustvu cinka (Zn). Koeficijent biokoncentracije, takođe je različit. Najveći je za živu (Hg) a zatim Zn, Cr, Cd, Cu, Ni i Pb. Štetno dejstvo teških metala i metaloida zavisi i od činilaca vezanih za ribu (vrsta, starost, pol, način ishrane, težina itd.). Pojedini organi riba pokazuju osobinu akumulacije i detoksikacije. Nije sigurno da se metali uvek tako ponašaju i da se akumuliraju u određenom organu, što se naročito odnosi na živu (Hg) [6,7].

U tekućim vodama sa niskim nivoom žive, meso ribe sadrži više žive nego unutrašnji organi, što nije slučaj ako je sadržaj žive u mesu veći od

1 mg/kg. Tada je sadržaj žive veći u unutrašnjim organima (jetri, bubrezima).

Toksični efekat je najviše izražen kod riba u razvoju, i to je najvažniji efekat štetnog delovanja zagađujućih supstancija. Druga potencijalno štetna osobina većeg broja zagađujućih supstancija je njihova sposobnost da se akumuliraju u sedimentu a zatim u flori i fauni (bioakumulacija). Ova osobina se kvantitativno opisuje koeficijentom akumulacije (koncentracija u supstratu/koncentracija u vodi). Koeficijenti akumulacije mogu da budu od nekoliko stotina do više hiljada. Zbog toga sadržaj metala i metaloida (arsena) u vodi ne daje prave podatke o zagađenju vodene sredine pa je za to bolje kao indikator zagađenja uzeti sadržaj ovih elemenata u sedimentu a posebno u mesu riba grabljivica koje se nalaze na kraju lanca ishrane. Elementi koji su od naročitog značaja za procenu opterećenja (zagađenja) vodenih sistema i živog sveta u njemu su Al, Cr, Fe, Cu, Zn, As, Cd, Hg i Pb [8].

Proces bioakumulacije supstancije predstavlja povećanje njenog sadržaja ("obogaćenje") u nekom organizmu (biljnom ili životinjskom), u odnosu na sadržaj te supstancije u okruženju (životnoj sredini). Bioakumulacija može da bude posledica biokoncentracije (resorpcija iz lanca ishrane, medija) ili biomagnifikacije (resorpcija iz lanca ishrane). Kao parametar za kvantifikaciju zagađujućih supstancija bioakumulacijom može da se koristi koeficijent raspodele između vode i mesa ribe. Najveći bioakumulacioni transfer odigrava se između vode i algi, na dnu lanca ishrane što ima visok uticaj na koncentraciju u ribi. Biokoncentracioni faktori (BKF) za nekoliko jedinjenja arsena određivani u vodi kod beskičmenjaka i riba kretali su se od 0 do 17, ali BKF kod morskih ostriga bio je 350. Kada se ispituje riba važno je da se ispituju unutrašnji organi (jetra > bubrezi, slezina) jer se na taj način dobijaju realniji podaci o kontaminaciji ribe. Isto tako važno je da se uzme više uzoraka jer rezultati na nekoliko riba nisu pouzdani. Ako se voda stalno zagađuje teškim metalima dokaz ekološkog rizika može da bude pouzdan ako se analiziraju mišići većeg broja riba. Povećana koncentracija teških metala u škrgama zahvaljujući njihovom adsorptivnom efektu govori o akutnom zagađenju vode. Na osnovu nalaza teških metala u jetri, bubrezima i slezini može da se izvrši kategorizacija zagađenja vode. Detaljni podaci o zagađenju mogu da se dobiju ako se vrši analiza vode, flore, faune i sedimenta. U ekosistemu tekućih voda i voda uopšte suspendovane materije i masa perifita predstavljaju najviši nivo sadržaja teških metala. Nivo akumulacije može da se posmatra u fauni dna i potopljenoj flori dok je faktor koncentracije u mesu riba najmanji [9].

Tako, upri
lanca ishrane
unos ovih ma
nom sistemu
nego što to in
rektno iz vod
sani teški me

Sadržaj te
odnosno od
očekuje kod
koje se hrane
ju niži nivo r
metala. Riba
magnifikacije
riba i zooplar
cinka, vanac
sposobnosti
cink > hrom
živa > olovo
jum > bakar

Veći koefi
miraju tu rib
zatim cink, k
proces akum

Dok kopn
lacijom, ribe,
deo arsena i
absorbuju m
zuje niže kor
o unosu arse
lo. Detoksifik
škruga, kože i

Živa se u
ganskih kom
jetri, slezini i
u. Regulacij
sadržaj žive

Mišići i ur
Kadmijum, ž
(jegulja mož
koncentracij

(jetri, bubre-

je najvažniji potencijalno ova sposob- o akumulaci- ulacije (kon- nulacije mo- držaj metala enju vodene žaj ovih ele- e se nalaze a za procenu jemu su Al,

anje njenog otinjskom), u ini). Bioaku- cija iz lanca ne). Kao pa- acijom može Najveći bio- u lanca ish- acioni faktori d beskičme- striga bio je organi (jetra i o kontami- rezultati na eškim meta- e analiziraju a u škragama n zagađenju slezini može o zagađenju edimenta. U erije i masa vo akumula- lok je faktor

Tako, uprkos tome što je flora i fauna hranivo za ribe i što su ribe u lancu ishrane na višem nivou sadržaj teških metala u njima je niži jer se unos ovih materija hranom (biomagnifikacija) manje značajan. U vode- nom sistemu viši trofični nivo u lancu ishrane ima daleko manji značaj nego što to ima put voda riba, što znači da daleko više teških metala di- rektno iz vode prelazi u meso riba. Ovo međutim ne znači da inkorpori- sani teški metali u flori i fauni ne mogu da predstavljaju rizik.

Sadržaj teških metala u mesu ribe zavisi u mnogome od vrste ribe, odnosno od načina ishrane ribe. Visok nivo teških metala može da se očekuje kod grabljivica (starih riba) i viši je od onih kod riba dna i riba koje se hrane planktonom. Generalno, međutim, ribojedne ribe, pokazu- ju niži nivo nego ne grabljivice, naročito kada se posmatra više teških metala. Riba u prirodnoj sredini ne akumuliraju teške metale putem bio- magnifikacije što pokazuju uporedni koeficijenti biokoncentracije u mesu riba i zooplanktonu (*Erpobdella octoculata*). Taj koeficijent, sa izuzetkom cinka, vanadijuma i žive ne prelazi 400 za meso, ribe. Opadajući niz sposobnosti biokoncentracije teških metala u flori je: kadmijum > olovo > cink > hrom > bakar > živa > nikl, u fauni je: kadmijum > bakar > cink > živa > olovo > hrom > nikl, a u mesu riba je: živa > cink > hrom > kadmi- jum > bakar > nikl > olovo [10].

Veći koeficijent biokoncentracije znači i veći rizik za ljude koji konzumiraju tu ribu. Kod riba najveći koeficijent biokoncentracije je za živu, zatim cink, kadmijum, bakar, nikal i olovo. Kod riba je značajno da je proces akumulacije brži nego proces eliminacije.

Dok kopnene životinje unose arsen i teške metale preko hrane i inha- lacijom, ribe, sa izuzetkom onih koje su u jako zagađenoj sredini, najveći deo arsena i teških metala unose preko vode, a zatim preko hrane. Riba absorbuju metalne jone preko škrge i kože. Dalje, meso riba uvek poka- zuje niže koncentracije metala u poređenju sa nižom faunom. Podataka o unosu arsena i teških metala biomagnifikacijom (unos hranom) je ma- lo. Detoksifikacija (izlučivanje teških metala) vrši se preko jetre, bubrega, škrge, kože i fecesom.

Živa se u jestivom tkivu nalazi u obliku metil žive. Afinitet između or- ganskih komponenti žive i lipida, nezavisno od visokog sadržaja žive u jetri, slezini i bubrezima vodi ka nakupljanju žive u masnom tkivu i CNS- u. Regulacija žive u organizmu ribe i njena detoksikacija je takva da sadržaj žive u telu ribe raste sa starošću ribe.

Mišići i unutrašnji organi jegulje mogu da imaju visok sadržaj metala. Kadmijum, živa i olovo a posebno cink se nakupljaju u mastima ovih riba (jegulja može da sadrži 20 - 30% masti) a ima ih više kod starijih riba i koncentracija im je deset puta viša nego kod ostalih vrsta riba. Meso sta-

rih riba ima tendenciju da akumulira veće količine, posebno kadmijuma i žive. Ovo je karakteristično za štuku. Potvrđeno je u više slučajeva da ribe dna (mrena, deverika) imaju ponekad, viši nivo metala. Kod riba pojedini organi preuzimaju funkciju akumuliranja i detoksikacije teških metala. Nije sigurno da se teški metali uvek ponašaju tako da se akumuliraju u određenom organu a to se naročito odnosi na živu i vanadijum. U tekućim vodama sa niskim nivoom žive ili vanadijuma meso ribe ima više ovih elemenata od unutrašnjih organa. Ako je sadržaj žive u mesu veći od 1 mg/kg tada je sadržaj žive u jetri, bubrezima, slezini, mozgu i masnom tkivu znatno veći nego u mesu. U slučajevima olova, hroma i nikla najveće koncentracije se nalaze u slezini. U ovom slučaju jetra i bubrezi pokazuju nešto niže vrednosti ali se one međusobno značajno ne razlikuju. Bubrež je kritični organ za kadmijum, kobalt i cink. Nivo kadmijuma ima sledeći opadajući niz: bubrež, jetra, slezina, muskulatura. Jetra je kritičan organ za živu, arsen, bakar i aluminijum. Nivo žive ima sledeći opadajući niz: jetra i bubrež, slezina, muskulatura, a nivo arsena sledeći: jetra, bubrež, slezina, mišić. Kada je u pitanju olovo najznačajnije nakupljanje ovog elementa je u kostima zbog toga što olovo zauzima mesto kalcijuma. U slučaju cinka relativno visok nivo utvrđen je u gonadama ženki [10].

Za nivo teških metala u mesu i organima ribe mogu da se koriste odnosi: jetra / mišić (J/ M); bubrež / mišić (B/M); jetra / bubrež (J/B). Ti odnosi su za kadmijum, olovo i živu prikazani u tabeli 1., a podaci se odnose na sadržaj ovih elemenata u mesu i organima riba.

Tabela 1. - Odnosi između sadržaja kadmijuma, olova i žive u pojedinim organima i mesu ribe

Teški metali	Odnosi		
	J/M	B/M	J/B
Kadmijum	>7	32	<0,4
Olovo	3,2	4,1	1,2
Živa*	0,6	0,6	1,1

*Hg < 1 mg/kg u jestivom tkivu

Prema načinu ishrane sadržaj žive u mesu riba je sledeći: fitofagne vrste: 0,12 - 0,18 mg/kg; bentofagne vrste: 0,07 - 0,50 mg/kg; karnivorne vrste: 0,26 - 1,65 mg/kg; Som (*Silurus glanis*): 0,31-10 mg/kg [11].

Biokoncentracija arsena javlja se u vodenim organizmima, pre svega algama i nižim beskičmenjacima. Ribe mogu akumulirati kontaminante poreklom iz vode. Ribe koje se hrane na dnu izložene su većem sadržaju metala koji se akumuliraju u sedimentu. Ribe predatori mogu

bioakumuliraju u različitim vrstama koje su beskičmenjaci i različitim vrstama

Vodeni organizmi mogu imati biokoncentraciju arsena od 3 do 4.190 puta u odnosu na vodu u organizmima humusa u vodenim telima

Pri ispitivanju koncentracije arsena u različitim stanovištima u vodenim telima, količina arsena u jetri jegulice je veća od u vodu. Sa starošću ribe koncentracija arsena u jetri žive ne sadržava više arsena (u ribama)

Količina arsena u vodenim telima, naročito u vodenim organizmima, kadmijuma u bubrežima i jetri, što je to naravno

Na stepenu razvoja manje koncentracije arsena u mesu. Biljni organizmi u različitim fazama razvoja akumuliraju više metala u mesu (supstancija koje se iz vode) kao i brojne vrste

Značaj

Prisustvo arsena u vodenim telima i ribe u većim koncentracijama akumuliraju više arsena koje se loviti u ovim slučajevima zdravlje ljudi i životinja supstancija

no kadmijuma
e slučajeve da
. Kod riba po-
rije teških me-
se akumulira-
vanadijum. U
neso ribe ima
j žive u mesu
ezini, mozgu i
lova, hroma i
slučaju jetra i
bno značajno
t i cink. Nivo
a, muskulatu-
um. Nivo žive
latura, a nivo
pitanju olovo
toga što olo-
k nivo utvrđen

se koriste od-
g (J/B). Ti od-
podaci se od-

J/B
<0,4
1,2
1,1

deći: fitofagne
kg; karnivorne
kg [11].

na, pre svega
kontaminante
ne su većem
predatori mogu

bioakumulirati metale iz vode ili hranjenjem drugim ribama, uključujući i vrste koje se hrane na dnu. Arsen se uglavnom akumulira u egzoskeletu beskičmenjaka i jetri riba. Nisu utvrđene razlike u nivou arsena kod različitih vrsta riba, koje se uključivale herbivore, insektivore i karnivore.

Vodeni i kopneni organizmi bioakumuliraju kadmijum. Utvrđeni faktori biokoncentracije (BCF) kreću se od 113 do 18.000 za beskičmenjake, od 3 do 4.190 za vodene organizme slatkih voda, i od 5 do 3.160 za vodene organizme slanih voda. Biokoncentracija kod ribe zavisi od pH i sadržaja humusa u vodi.

Pri ispitivanju količine toksičnih elemenata u jestivom tkivu, koja je sa stanovišta ishrane ljudi, kako je rečeno najvažnija, manja je nego njihova količina u unutrašnjim organima (jetra > bubrezi). Tako, na primer, olova u jetri jegulje može da bude 10 puta više nego u jestivom, mišićnom tkivu. Sa starošću, odnosno porastom mase ribe, povećava se količina žive ne samo u celoj ribi, nego i u mišićima ribe. Zbog toga su za ribe koje duže žive (tuna, sabljarka) dozvoljene i veće količine kadmijuma i arsena (u mesu) nego za ostale vrste riba.

Količina kadmijuma sa uzrastom, odnosno masom ribe povećava se naročito u jetri i bubrežima, ali ne i u mišićima. Zbog toga je nalaz kadmijuma u bubrežima i jetri bolji pokazatelj zagađenja kadmijumom nego što je to nalaz kadmijuma u jestivom tkivu.

Na stepen zagađenja može da utiče i "kretanje" ribe. Riba koje se manje kreću i žive stalno u istom staništu sadrže veće količine žive u mesu. Biljni svet, odnosno promene u biomasi biljaka (njihova količina, faza razvoja, sezona) kao izvor hrane može da utiče na količinu teških metala u mesu ribe. Faktor biomagnifikacije, odnosno unos zagađujućih supstancija preko hrane različit je od faktora biokoncentracije (unos preko vode) kod riba i on zavisi od načina ishrane odnosno od trofičnog nivoa i brojnih drugih faktora.

Značaj nalaza teških metala i metaloida u tkivima riba

Prisustvo zagađujućih supstancija u mesu riba ima naročit značaj za ribe u veštačkom uzgoju (akvakultura), riba u relativno zatvorenim akumulacijama (prirodna i veštačka jezera), rekama, bočatnim vodama i riba koje se love u priobalnim delovima mora, budući da su zagađenja vode u ovim slučajevima daleko veća. Zbog mogućnosti da ozbiljno ugroze zdravlje ljudi preduzimaju se različite mere sa ciljem da zagađujućih supstancija u jestivom tkivu (mesu) ribe bude što manje.

U organizam ljudi se preko 90% toksičnih metala i nemetala unose hranom i vodom. Da li će nastati štetno delovanje (manifestni znaci trovanja) toksičnim elementima zavisi od većeg broja faktora (količina toksičnog elementa u namirnici, zastupljenost te namirnice u ishrani, način unošenja, stepen resorpcije, vreme izlučivanja, prisustvo drugih mikroelemenata, itd). Tok bolesti može da bude akutan i hroničan što uglavnom zavisi od unete količine štetne materije i od toga koliko se dugo unosi. Osnovni problem kod toksičnih elemenata je u tome što se oni akumuliraju u organizmu, posebno u pojedinim organima ili tkivima gde izazivaju ireparabilna oštećenja [7].

Jestivo tkivo (meso) ribe u velikoj meri može da bude zagađeno teškim metalima i nemetalima. Tri su osnovna vida proučavanja ovih elemenata u mesu riba:

- Jestivo tkivo (meso) riba kao pokazatelj zagađenja životne sredine i njegova higijenska ispravnost
- "Sudbina" toksičnih elemenata u telu ribe (raspodela u pojedinim organima, njihov tropizam, kinetiksa, regulacioni mehanizmi, uticaj na metabolizam, sinergizam, itd.),
- Uzroci promene količina toksičnih elemenata u mesu ribe (uzrast i masa riba, životni ciklus i način života, sezonska i lokalna odstupanja, tropizam pojedinih vrsta, prisustvo organskih i neorganskih supstancija, zagađenost hrane, način ishrane, temperatura vode, sadržaj kiseonika u vodi, itd).

Meso ribe kao životinje na kraju lanca ishrane može da bude dobar pokazatelj zagađenosti životne sredine iako riba nije tipičan indikator zagađenja teškim metalima i metaloidima i ne mora očigledno odraziti zagađenje teškim metalima i metaloidima vodenog ekosistema.

Ukoliko bi se koristili samo podaci ispitivanja riba za procenu zagađenja ekosistema teškim metalima i metaloidima, onda bi iznad svih trebalo obratiti pažnju na vrednosti sadržaja u pojedinim ribljim organima. S druge strane, samo je sadržaj teških metala u jestivom tkivu riba (mesu) značajan u smislu Zakona o zdravstvenoj ispravnosti hrane, i moramo povezati rezultate praćenja sa smernicama zasnovanim na ljudskom zdravlju i standardima za teške metale i metaloide u ribi.

Ograničenje nivoa kontaminacije u mesu riba je imperativ sa humanotoksikološkog stanovišta, zavisi od potrošnje ribe i može se dati samo u hipotetičkom smislu kada je u pitanju potrošač. Kontrola teških metala i metaloida u zdravstveno bezbednosnom smislu ona je različita od posmatranja u ekološkom smislu. Ovde se nivo teških metala i metaloida ograničava samo na meso (jestivi deo) i to ograničenje je najčešće definisano propisima [1].

Vodeni sis
uključuju pre
cipitacija, jor
ganskih age
postupcima c

Zaštita živ
taloida može
padnim voda
va teških me
sano posebr
teres već i in
nja vodenih c
nih načina z
sistema zasr
dospevaju u

Takođe, v
metaloida u
inama ovih e
jedine organ
temu, a labor

Za praćen
zagađujućih
dejstvo na z
neophodno j

Realizacij
kog objekat
naučnim obl
oblasti, život
god. od stra
vremena sta
označavanje
koji karakter
podataka o
zavisnosti o
osamdesetih
nose na k
"ekološki mc
monitoring".
đujućih sup
za život orga

Mere zaštite

Vodeni sistemi od zagađenja treba da se štite svim sredstvima koja uključuju prečišćavanje otpadnih voda kojih se oslobađa industrija (precipitacija, jonska izmena, elektrolitska redukcija, oksidacija složenih organskih agenasa, detoksifikacija biljaka, reciklaža). Cilj je da se ovim postupcima dobije voda u rekama dobrog kvaliteta.

Zaštita životne sredine i ljudi od štetnog delovanja teških metala i metaloida može da se postigne ako se ograniči sadržaj ovih materija u otpadnim vodama, što nije definisano propisima, osim ograničenja prisustva teških metala i metaloida generalno u vodama, što je kod nas definisano posebnim Pravilnikom. Ovo nije samo regionalni i nacionalni interes već i interes celokupnog čovečanstva. Ispitivanje stepena zagađenja vodenih ekosistema štetnim materijama predstavlja jedan od osnovnih načina zaštite ekosistema. Posledično, prevencija zaštite vodenih sistema zasniva se na proučavanju načina na koji ove štetne materije dospevaju u vodene ekosisteme.

Takođe, veoma je značajno poznavanje "ponašanja" teških metala i metaloida u životnoj sredini, pa čak i u slučaju da se radi o malim količinama ovih elemenata. Pravo delovanje teških metala i metaloida na pojedine organizme u životnoj sredini može da se vidi u prirodnom ekosistemu, a laboratorijski testovi nemaju ništa više nego hipotetički značaj.

Za praćenje prisustva i utvrđivanje opasnosti kao i procenu rizika od zagađujućih supstancija u životnoj sredini i njihovo moguće nepovoljno dejstvo na zdravlje čoveka pa samim tim i teških metala i metaloida, neophodno je uspostavljanje monitoringa.

Realizacija monitoring podrazumeva postojanje kontrole nečega, nekog objekata. Pojam "monitoring" je široko primenjen u različitim naučnim oblastima: biologiji, medicini, geografiji, životnoj sredini i sl.. U oblasti, životne sredine, pojam "monitoring" je prvi put uveden 1972. god. od strane R.Menoma na Stokholmskoj konferenciji OUN. Od tog vremena stalno se upotrebljava u naučno-stručnoj literaturi pre svega za označavanje aktivnosti vezanih za sistem stalnog praćenja parametara koji karakterišu jedan ili više elemenata životne sredine, za sakupljanje podataka o njima i njihovu obradu primenom raznovrsnih programa. U zavisnosti od objekta nadgledanja, u periodu između sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog veka, pojavljuje se niz termina koji se odnose na kontrolu životne sredine kao: "ekosistemski monitoring", "ekološki monitoring", "monitoring hidrosfere", "geomonitoring", "biološki monitoring". Monitoring se može vršiti, kako direktnim merenjem zagađujućih supstancija i elemenata, koji su neophodni i od mogućeg uticaja za život organizama (kiseonik, ugljendioksid i dr.), tako i pomoću bioindi-

katora. Bioindikacija je jedan od osnovnih metoda biološkog monitoringa kojim se detektuju parametri i promene bioloških sistema koje su rezultat antropogenih uticaja [1].

U bioindikaciji se najčešće koriste biljke i životinjski organizmi kao indikatorske vrste koje u više ili manje standardnim uslovima mogu biti korišćene za određivanje nivoa zagađenja i efekata njihovog delovanja, kao i za određivanje prostornog i vremenskog rasprostiranja tih efekata. U literaturi se navode mnogobrojni primeri biljnih i životinjskih vrsta akvatičnih ekosistema koje se mogu koristiti kao dobri indikatori određenog stanja životne sredine, ili kao osetljivi indikatori koji jasno odražavaju uticaj neke određene zagađujuće supstancije na specifičan i prepoznatljiv način.

Razmotreni su različiti bioindikacioni metodi kojima se mogu sagledati promene flore i faune, strukturne i funkcionalne karakteristike ekosistema, morfološke devijacije, kumulativna sposobnost pojedinih vrsta, kao i fiziološko-biohemijske reakcije.

Analize se vrše na različitim nivoima biološke organizacije, prvenstveno na nivou organizama, na nivou vrsta, populacija, biocenoza i ekosistema. U zavisnosti od nivoa organizacije biološkog sistema, u okviru biološkog monitoringa, prati se različitim metodskim postupcima čitav niz promena i efekata izazvanih zagađujućim materijama. Posebno značajna ispitivanja se mogu sprovesti na nivou predela, koja mogu dati mnoge odgovore bitne za rešavanje problema zaštite životne sredine. Sastavni deo biološkog monitoringa je i ekološki monitoring. Sa monitoringom produktivnosti biosfere, genetičkim monitoringom, monitoringom retkih vrsta, čini osnovnu strukturu biološkog monitoringa. Ekološki monitoring se može shvatiti kao merenje adaptivnosti organizama na promene u njihovoj okolini, utvrđivanje bilo kog poremećaja ekološke ravnoteže u životnoj sredini, sukcesivno praćenje organizama u izmenjenim uslovima spoljašnje sredine ili određivanje promena brojnog stanja individua, anatomskog i fiziološkog stanja pod uticajem spoljašnje sredine.

Osnovni zadaci ekološkog monitoringa, u užem smislu, su praćenja stanja i reakcija u određenim ekosistemima u odnosu na različite oblike antropogenog delovanja. Naime, radi se o kontroli stanja, procesa i pojedinih komponenti ekosistema (atmosfera, voda, zemljište, vegetacija, životinjsko i mikrobnno "naselje"). Prema nekim autorima, ekološki monitoring se može razmatrati u segmentima, kao što su geofizički (meteorološka osmatranja, mikroklimatska, vodni režim, karakteristike zemljišta ili vodene sredine), biogeohemijski (transformacije i degradaciju pojedinih zagađenja u biljnim i životinjskim organizmima, u zemljištu ili vodi) [1].

U ekološkoj zradu metala. Monitoring svetskim okviru GE kontaminacija koji radi uključeno namirnica kadmijum. Pored ostalo mekušcima mesu riba i

Od uvoza olovo počeo hranom smleko manji

Tabela 2. -

Zagađivači
Aldrin + dieldrin Endrin, Lindrin DDE + epoksidi
Olovo
Kadmijum
Živa
Afla-toksini
Diazinon Fenitrothion Malathion Parathion i metilparathion *HCB - heksahlorobenzol

og monitoringa
oje su rezultat

anizmi kao in-
ima mogu biti
og delovanja,
ja tih efekata.
otinjnskih vrsta
katori određeno
odražavaju
i prepoznati-

og mogu sagledati
stike ekosiste-
ih vrsta, kao i

organizacije,
ija, biocenoza
og sistema, u
m postupcima
ama. Posebno
oja mogu dati
otrotne sredine.
g. Sa monito-
monitoringom
Ekološki mo-
zama na pro-
aja ekološke
ama u izmen-
projnog stanja
poljašnje sre-

, su praćenja
azličite oblike
procesa i po-
e, vegetacija,
ekološki moni-
izički (meteo-
stike zemljišta
aciju pojedinih
li vodi) [1].

U ekološkom monitoringu bitna je "prognoza stanja" koja uključuje razradu metoda rane dijagnostike zagađenja i prognozu mogućih promena. Monitoring predstavlja osnov za uspešno upravljanje rizikom. U svetskim okvirima podaci o zagađenosti životne sredine sakupljaju se u okviru GEMS/Food-a (Global Environment Monitoring System – Food contamination monitoring and assesement programe). To je program koji radi u okviru svetske zdravstvene organizacije (WHO) i u koga je uključeno 70 zemalja sveta. Lista prioriternih zagađujućih supstancija i namirnica u kojima se oni prate prikazane je u tabeli 2. Olovo, živa i kadmijum nalaze se među prioriternim zagađujućim supstancijama. Pored ostalih namirnica olovo se kontroliše u mesu ribe i mesu ribe i mekušcima. Kadmijum se kontroliše u mesu mekušaca i rakova, a živa u mesu riba i proizvoda od mesa riba (tabela 2) [9].

Od uvođenja sistematske kontrole zagađujućih supstancija koja je za olovo počela 1987. godine do 1994. godine. Nivo olova koji se unosi hranom smanjen je u Australiji, Japanu i Velikoj Britaniji i on je sada daleko manji od PTWI vrednosti (WHO 25 pg/kg mase tela nedeljno) [9].

Tabela 2. - *Prioritetne zagađujuće supstancije namirnica koji se prate u okviru svetskog monitoring programa (GEMS - program)*

Zagađujuće supstancije	Kontrolisana hrana
Aldrin + dieldrin, DDT, Endosulfan, Endrin, Lindan, HCB, HCH, Heptahlor+epoksidi, PCBs *	Mleko, maslac, životinjske masti i ulja, riba, povrće, mleko majke, sve namirnice
Olovo	Mleko, sveže i termički obrađeno meso, bubrezi, riba, mekušci, povrće, sveže i konzervisano voće, sokovi začini, dečija hrana voda za piće
Kadmijum	Bubrezi, mekušci, rakovi, povrće
Živa	Riba i proizvodi od ribe
Afla-toksini	Mleko, mlečni proizvodi kukuruz lešnik, badem i si. mahunarke
Diazinon Fenitrothion Malathion Parathion i metil parathion	Povrće, voće voda za piće sve namirnice

*HCB - heksahlorbenzen, HCH - heksahlorcikloheksan, PCB - polihlorovani bifenili

Arsen, olovo, kadmijum i živa su hemijski elementi koji se prema direktivi EU nalaze na listi supstancija i rezidua koji se moraju sistematski ispitivati u namirnicama animalnog porekla.

Te liste obuhvataju kontaminente okoline u kojima su arsen, olovo, kadmijum i živa. U program sistematske kontrole uključeno je i meso riba, voda za napajanje životinja i stočna hrana. Srpski nacionalni program kontrole rezidua i zagađujućih supstancija usklađuje se svake godine sa direktivama EU. Za veliki broj toksičnih supstancija u Republici Srbiji je utvrđen maksimalan nivo ostataka u hrani (engl. maximal residue levels-MRL), odnosno maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK).

Dozvoljene količine arsena i teških metala u mesu ribe i proizvodima od mesa ribe u Republici Srbiji, prikazane su u tabeli 3. U većini zemalja u svetu dozvoljeni nivo arsena i teških metala ne razlikuje se bitno od naših normi. Pravilnik o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama ("Sl. list SRJ", br. 5/92. 11/92. - ispr. i 32/2002.), definisana je maksimalno dozvoljena količina žive, metil žive, kadmijuma, olova i arsena u mesu ribe i proizvodima od mesa ribe.

Tabela 3. - Dozvoljene količine arsena i teških metala u mesu ribe i proizvodima od mesa ribe (mg/kg) – (Prema Pravilniku 5/92 I 11/92)

Vrsta namirnice	Pb	Cd	Hg	Metil-Hg	Zn	Sn	As	Cu	Fe
Riba sveža									
	0.4	0.1	0.5	0.4			2xx		
	/	1+	1x	0.8x			4x+		
							8x+x		
Riblji proizvodi									
a) u limenoj ambalaži	2	0.15	0.8	0.6	100	100	2x	30	30
		1.5+	1.5x	1x			4x+		
							8x+x		
b) u ambalaži druge vrste	2	0.15	0.8	0.6			2xx		
		1.5+	1.5x	1x			4x+		
							8x+x		

LEGENDA:

x Ribe koje duže žive (tuna, sabljarka i dr.) školjke i sl.

xx Plava i rečna riba (2 mg/kg As)
 x+x Trilja, ugor i rakovi (8 mg/kg As)
 + Glavonošci

Procena supstancije
 nost nivoa
 level - NOA
 daily intake
 (provisional
 u µg/kg teles
 supstancije
 dovodi do š
 rizika korist
 µg/kg teles
 mijskih sup
 dnevno un
 EMDI). Utvr
 rezultata ut

Pošto su
 (odrasli, de
 svaku od tih
 ovih elemen
 potrošnjom
 ni, vernici) [

U oceni
 supstancija
 najviše izlo
 povećanog

- povećanje
- povećanje uticajim
- povećanje unutrašnjosti

Tako na

- za štetnost starosti opasno
- na štetnost kojih m doza za zik je v
- na štetnost odrasli;

M.Ž. Baltić i sar.

se prema di-
u sistematski

arsen, olovo,
je i meso ri-
cionalni pro-
se svake go-
a u Republici
maximal rezi-
acija (MDK).

proizvodima
ećini zemalja
e se bitno od
loida i drugih
n supstancija
5/92. 11/92. -
na žive, metil
od mesa ribe.

e i proizvodima
(2)

As	Cu	Fe
----	----	----

2xx		
-----	--	--

4x+		
-----	--	--

8x+x		
------	--	--

2x	30	30
----	----	----

4x+		
-----	--	--

8x+x		
------	--	--

2xx		
-----	--	--

4x+		
-----	--	--

8x+x		
------	--	--

2 mg/kg As)		
-------------	--	--

(8 mg/kg As)		
--------------	--	--

Procena rizika od određenih supstancija bazira se, na identifikaciji supstancije, a na osnovu toksikoloških ispitivanja utvrđuje se tzv. vrednost nivoa neuočenih štetnih efekata (eng. no observed adverse effect level - NOAEL) i vrednost prihvatljivog dnevnog unosa (engl. acceptable daily intake - ADI), odnosno orijentacionog prihvatljivog nedeljnog unosa (provisional tolerate weekly intake). Najčešće se vrednost ADI izražava u $\mu\text{g}/\text{kg}$ telesne mase dnevno ili $\mu\text{g}/\text{osobi}$ dnevno i predstavlja količinu supstancije koja svakodnevnim unošenjem tokom čovekovog života ne dovodi do štetnih efekata po zdravlje. Pored vrednosti ADI, za procenu rizika koristi se TDI vrednost (engl. tolerable daily intake) izražena u pg/kg telesna masa/dan. Za procenu toksičnog rizika od ostataka hemijskih supstancija u hrani koristi se procena izloženosti putem precene dnevnog unosa određene supstancije (engl. estimated daily intake - EMDI). Utvrđivanje EMDI vrednosti vrši se na osnovu eksperimentalnih rezultata utvrđivanjem nivoa ostataka štetnih materija u hrani[10].

Pošto se konzumiranje hrane razlikuje za razne starosne grupe (odrasli, deca, bebe) procena rizika unosa ostataka mora da se obavi za svaku od tih grupa. Kod unosa teških metala i arsena mesom ribe unos ovih elemenata zavisi od potrošnje ribe. Veći unos očekuje se sa većom potrošnjom a naročito kod ljudi koji imaju naviku da češće jedu ribu (ribari, vernici) [7].

U oceni rizika izlaganju različitih populacionih grupa zagađujućim supstancijama, najvažnije je znati koje su to grupe (subjekti) koje su najviše izložene i kod kojih je rizik po zdravlje najveći. Razlozi povećanog rizika mogu da budu zbog:

- povećanja rizika iz vazduha, vode, hrane i drugih izvora
- povećanog izlaganja riziku kritičnih organa bez izlaganja spoljnim uticajima kao rezultat razlike u toksikokinetici
- povećane reakcije kritičnog organa (bez dodatnog spoljnog i unutrašnjeg opterećenja) kao rezultat razlike u toksikodinamici.

Tako na osnovu ovih podataka može da se zaključi da su:

- za štetno dejstvo kadmijumom kritična grupa žena preko 45 godina starosti koje su rađale više od jednog deteta i kod kojih postoji opasnost od osteomalacije i promena u funkciji bubrega;
- na štetno dejstvo metil žive najosetljiviji je fetus, bebe i deca, kod kojih mogu da nastanu oštećenja mozga (ireverzibilna). Toksična doza za odrasle je šest puta veća nego za fetus. Među odraslima rizik je veći kod žena nego kod muškaraca;
- na štetno dejstvo olova mnogo osetljiviji su fetus, bebe i deca nego odrasli;

- kod mlađe dece zapaženi su relativno veći unosi olova od odraslih lica (ovo se naročito odnosi i na arsen).

Izloženost ljudi teškim metalima i metaloidima može, kao i izloženost ostalim štetnim materijama, da se klasifikuje kao:

- izloženost u životnoj sredini — ekološka izloženost (izloženost putem hrane, vode i vazduha);
- akcidentalna izloženost (havarije i si.);
- profesionalna izloženost (ljudi u proizvodnji zaštitnih sredstava za poljoprivredu i sl.).

Zaključak

Teški metali i metaloidi imaju među zagađivačima životne sredine posebno značajno mesto. Njihovo prisustvo u tkivima riba može da se posmatra sa stanovišta ribe kao hrane, ali i kao indikatora zagađenja životne sredine. Sadržaj teških metala i metaloida u ribi definisan je propisima sa ciljem da riba koja se stavlja u promet bude bezbedna kao hrana. Zaštita životne sredine od štetnih materija podrazumeva niz mera među kojima su praćene količine štetnih supstancija u definisanim segmentima lanca hrane, pa i u samoj hrani (ribi).

Literatura:

1. Milanov R, 2009, *Ekotoksikološki uticaji i opasnosti od teških metala iz jestivog tkiva rečne ribe*, Magistarska teza, Fakultet zaštite na radu, Univerzitet u Nišu, 1-137.
2. Kilibarda N, Baltić ŽM, Teodorović V, Karabasil N, Dimitrijević M, 2008, *Darkness and Brightness of fishery as a source of food at the beginning of 21 centry*, 20th conference of veterinarians of the Republic Serbia (with international participation), Sep. 24-27, Zlatibor, Srbija.
3. Cerić IO, *Ispitivanje činilaca od značaja za prisustvo arsena i teških metala u tkivima puževe*, 2006, *Doktorska disertacija*, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, 1-135.
4. Bradí HB, 2005, *Heavy metals in the environment: Origin, interaction and remediation*. London: Elsevier Academic Press.
5. Lacatusu R, Cítu G, Aston J, Lungu M, Lacatusu AR, 2009, *Heavy metals soil pollution state in relation to potential future mining activities in the Rosia Montana area*, Carpathian J. Earth Environ. Sci., 4, 39-50.
6. Tuvíc BB, 2002, *Ispitivanje činilaca od značaja za analizu rizika prisustva arsena i teških metala u tkivima riba iz ribnjaka*, *Doktorska disertacija*, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, 1-125.
7. Jezierska B, Witeska M, 2001, *Metal Toxicity to Fish*, Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, Siedlce, 318.

Fishery is kind growing have undeniable can represent health. From metals and m is the result of pollution of th influences. The on many fact fish live and metalloids in food fish, but

8. Jezierska B, Witeska M, 2006, *The Metal Uptake and Accumulation in Fish Living in Polluted Waters, Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation*, 3-23.
9. Baltić ŽM, Teodorović M, 1997, *Higijena mesa riba, rakova i školjki*, 1-250, *Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu*.
10. Teodorović V, Dimitrijević M, 2011, *Hemijski i fizički zagađivači namirnica animalnog porekla*, 1-165, *Naučna, Beograd*.
11. Koslova SI, 1991, *Die venvandlung seorm beim quecksilber und seine wanderungsprozesse in der ekosystemen des kilia-deltas der Donau. Limnolog. ber, D.IAD, Kievv, Vviss. kurzref 1*, 144-147.

Heavy Metals And Metalloids in The Fish Tissues as Indicators of Environmental Pollution

M.Ž. Baltić, V. Teodorović, M. Dimitrijević, R. Marković

Fishery is an increasingly important economic sector that provides human kind growing food needs, particularly in its most valuable part, proteins. Fish have undeniable nutritional significance in the people's diet. As other food fish can represent biological, chemical and physical hazards that threaten human health. From chemical hazards associated with fish of special interest are heavy metals and metalloids (lead, mercury, arsenic, cadmium). Their presence in fish is the result of pollution of the aquatic environment. In addition, the sources of pollution of the aquatic environment usually associated with anthropogenic influences. The content of heavy metals and metalloids in tissues of fish depends on many factors, one of which related to the environment or water in which the fish live and the other for the fish itself (species, diet, age). Heavy metals and metalloids in fish tissues can be considered from the standpoint of safety as a food fish, but also as indicators of environmental pollution.

Key words: fish, heavy metals, environment

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

636.09(082)

**СЕМИНАР за иновације знања ветеринара
(34 ; 2013 ; Београд)**

Zbornik predavanja sa XXXIV Seminara za inovacije znanja veterinara, Beograd, 8. februar 2013 / [redaktor Velibor R. Stojić]. - Beograd : Naučna KMD, 2013 (Beograd : Naučna KMD). - 221 str. : ilustr. ; 24 cm

Na vrhu nasl. str.: Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine. - Tiraž 500. - Bibliografija uz svaki rad. - Summeries. - Registar.

ISBN 978-86-6021-066-3

a) Ветерина - Зборници
COBISS.SR-ID 196450060