

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET VETERINARSKJE MEDICINE

ZBORNIK PREDAVANJA
XLIV SEMINARA
ZA INOVACIJE
ZNAJJA VETERINARA



UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET VETERINARSKJE MEDICINE

**ZBORNİK PREDAVANJA XLIV SEMINARA
ZA INOVACIJE ZNANJA VETERINARA**

Beograd, 2023.

XLIV SEMINAR ZA INOVACIJE ZNANJA VETERINARA

Beograd, 24.02.2023.

Organizator:

Fakultet veterinarske medicine
Univerzitet u Beogradu

Organizacioni odbor:

Počasni predsednik: Prof. dr Milorad Mirilović, dekan

Predsednik: Prof. dr Danijela Kirovski

Članovi: prof. dr Slobodanka Vakanjac, prof dr Milan Maletić, prof dr Slađan Nešić,
doc dr Ljubomir Jovanović, doc. dr Branislav Vejnović, Maja Gabrić

Programski odbor:

Predsednik: Prof. dr Jakov Nišavić

Članovi: prof. dr Ivan B Jovanović, prof dr Nedeljko Karabasil, prof. dr Sanja Kovačević,
prof. dr Dragan Šefer, prof. dr Sonja Radojičić, prof. dr Radiša Prodanović, prof. dr Miloš Vučićević



Izdavač:

Fakultet veterinarske medicine, Beograd
Centar za izdavačku delatnost i promet učila



Za izdavača:

Prof. dr Milorad Mirilović, dekan FVM

Urednik:

Prof. dr Dragan Gvozdić

Lektura i korektura:

Prof. dr Ivan B. Jovanović

Prof. dr Jakov Nišavić

Prof. dr Dragan Gvozdić

Dizajn korica:

Prof. dr Ivan B. Jovanović

Grafička obrada:

Gordana Lazarević

Štampa:

Naučna KMD, Beograd, 2023.

Tiraž: 450 primeraka

ISBN-978-86-80446-62-2

SADRŽAJ

◆ Petrović Miloš, Bošković Tamara, Ostojić Saša, Đurić Boban: Uloga Uprave za veterinu u očuvanju zdravlja životinja i bezbednosti hrane	1
PLENARNA PREDAVANJA	
◆ Lekeux Pierre: Digital tools and artificial intelligence in veterinary training and practice	7
◆ Bogunović Danica, Aleksić Nevenka, Ilić Tamara, Jovanović Nemanja, Rajković Milan, Kulišić Zoran: Kućni ljubimci i paraziti u kontekstu jednog zdravlja	15
◆ Janjić Jelena, Mirilović Milorad, Đurić Spomenka, Vejnović Branislav, Nedić Drago, Marković Radmila, Baltić Ž. Milan: Digitalne tehnologije i njihova primena u proizvodnji hrane	31
◆ Andrić Nenad, Milovanović Mirjana: Tremori kod pasa i mačaka – identifikacija, patofiziološki mehanizmi i prognoza	47
◆ Bacić Dragan, Obrenović Sonja, Potkonjak Aleksandar: Listerioza preživara – stari, a novi problem u veterinarskoj i humanoj medicini	55
◆ Ilić Vojislav, Milčić Natalija, Ilić-Božović Anja: Status i moguće perspektive transformacije veterinarske profesije	67
◆ Milošević Ivan, Marković Danica, Radovanović Anita, Nikolić Anja, Lužajić Božinovski Tijana: Komparativni prikaz animalnih modela u morfološkim analizama placencije	73
◆ Marković Radmila, Perić Dejan, Jovanović Dragoljub, Šefer Dragan: Savremene nutritivne strategije u primeni organskih formi mikroelemenata kod nepreživara	85

RADIONICE

◆ Milosavljević Petar, Prokić Bogomir-Bolka, Hadži-Milić Milan, Vasiljević Maja, Dučić Risto, Veličković Stefan, Ristanović Dragan: Monitoring hirurških pacijenata u maloj praksi	103
◆ Krnjaić Dejan, Radojičić Marina, Radalj Andrea, Prošić Isidora: Konvencionalna i molekularna detekcija meticilin rezistentnih <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	111
◆ Trailović Saša, Milovanović Mirjana, Ivanović Saša, Marjanović Đorđe, Medić Dragana: Propisivanje lekova na recept	125
◆ Mitrović Marko Jumake, Todorović Anastasija, Krstić Nikola, Lazarević-Macanović Mirjana: Rendgenska dijagnostika najčešćih patoloških stanja abdominalnih organa kod kunića	129
◆ Nedić Sreten, Prodanović Radiša, Bojkovski Jovan, Arsić Sveta, Vujanac Ivan: Diferencijalna dijagnostika sindroma ležeće krave	135
◆ Vučićević Ivana, Labus Tatjana, Nešić Slađan, Vučićević Miloš, Aleksić-Kovačević Sanja: Zarazne bolesti živine obavezne za prijavljivanje – klinička slika, patomorfološke promene i zakonski propisi / tehnika obdukcije živine i slanje materijala	145
◆ Vasilev Dragan, Bošković Tamara, Suvajdžić Branko: Novi aspekti pregleda mesa na trihinele u skladu sa zakonskom regulativom	157
◆ Perić Dejan, Jovanović Dragoljub, Marković Radmila, Šefer Dragan, Grdović Svetlana, Nešić Ksenija: Utvrđivanje sastojaka animalnog porekla u hrani za životinje – zašto i kako?	167
INDEKS AUTORA	177
SPONZORI	179

SAVREMENE NUTRITIVNE STRATEGIJE U PRIMENI ORGANSKIH FORMI MIKROELEMENATA KOD NEPREŽIVARA

Marković Radmila, Perić Dejan, Jovanović Dragoljub, Šefer Dragan*

Zbog važne uloge koju mikroelementi imaju u gotovo svim bi-hemijskim reakcijama u organizmu životinja u intenzivnoj proizvodnji njihovo dodavanje je obavezno, jer samo tako mogu da se obezbede u dovoljnim količinama neophodnim za optimalno zdravstveno stanje i ispoljavanje genetskog potencijala životinja. Upotreba mikroelemenata u ishrani životinja u intenzivnom uzgoju danas je uglavnom bazirana na korišćenju helatnih formi mikroelemenata za razliku od do nedavno korišćenih neorganskih formi (cink oksid, bakar sulfat, itd). Poznato je da je izvor, odnosno oblik u kome se dodaje mikroelement od esencijalnog značaja i presudno utiče na iskoristivost mikroelemenata, a samim tim i na proizvodne rezultate životinje.

U praksi su relativno česti u industrijskoj proizvodnji, granični deficiti, koji protiču bez jasno izražene kliničke manifestacije, ali predstavljaju značajan ekonomski gubitak (loši proizvodni rezultati). Poseban problem su i uslovni deficiti, koji su česti i teže se dijagnostikuju, a izazvani su disbalansima i nepravilnim odnosima sa pojedinim hranljivim materijama, iako je mikroelement prisutan u dovoljnim količinama u hrani.

Sa tehnološkim napretkom, naročito sa razvojem biotehnologije kao nauke i njenih rešenja, nekoliko različitih oblika organskih izvora mikroelemenata je razvijeno i godinama se uspešno koriste, uključujući komplekse mikroelement – aminokiselina, mikroelement – polisaharid, mikroelement – proteinat i mikroelement – metionin hidroksi analogni helat (MHAC).

Ključne reči: mikroelemenati, helatne forme, ishrana nepreživara

UVOD

U intenzivnom uzgoju, pored ostalih hranljivih materija, životinjama je neophodno obezbediti mikroelemente u dovoljnim količinama da bi se postiglo optimalno zdravlje i ispoljavanje genetskog potencijala životinje.

* Marković Radmila, Perić Dejan, Jovanović Dragoljub, Šefer Dragan, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Beograd, Srbija

Mikroelementi su mineralne materije za kojima su potrebe u hrani vrlo male, a sa druge strane, u telu životinja su zastupljeni u tragovima (mg/kg). Do sada je poznato da životinje imaju potrebe za deset mikroelemenata (Fe, Cu, Mn, Zn, J, Se, Co, F, Mo i Cr). Pored toga, utvrđene su potrebe bar kod jedne životinjske vrste za još deset mikroelemenata, koji se nazivaju i „novi“ mikroelementi jer su njihove uloge otkrivene posle 1970. godine.

Mikroelementi učestvuju u skoro svim fiziološkim i biohemijskim procesima. Sastojci su većeg broja enzima koji kao biološki katalizatori omogućavaju odvijanje brojnih fizioloških procesa. Na taj način doprinose boljem iskorišćavanju energije, sintezi proteina, ostvarenju boljih proizvodno-reproduktivnih potencijala i očuvanju zdravlja životinja. Učestvuju u građi ćelija odnosno tkiva pojedinih organa i imaju značajnu ulogu u razvoju životinjskog organizma (Adamović i sar., 2002).

Mikroelementi se obezbeđuju životinjama hranivima, ali i posebnim dodavanjem (preko predsmesa) ili kroz vodu. U intenzivnoj proizvodnji dodavanje je obavezno, jer samo tako mogu da se obezbede u dovoljnim količinama za optimalno zdravstveno stanje i dobre proizvodne rezultate. Godinama su se kao dodaci obroku koristili neorganski oblici mikroelemenata. U poslednje vreme uključivanje helatnih oblika mikroelemenata u hranu za životinje sa ciljem da se reše određeni problemi u ishrani, je oblast koja privlači sve veću pažnju nutricionista a sa druge strane stiže se utisak da njihova suština i razlog bolje iskoristivosti nisu sasvim jasni.

Pri rešavanju problema snabdevanja životinja dovoljnim količinama mikroelemenata pojavljuju se i određeni problemi. Prvi je da, još uvek, *nisu sasvim precizno definisane potrebe* za životinje različitog genetskog potencijala, polova, intenziteta korišćenja i načina gajenja, zbog čega su i preporuke često različite (NRC, 1994; AEC, 1987.).

Drugi, veoma ozbiljan problem je nedovoljno poznavanje *bioiskoristivosti* pojedinih mikroelemenata. Bioiskoristivost je termin koji opisuje odnos između svarljivosti, resorpcije i metabolisanja nekog hranljivog sastojka normalnim biohemijskim i fiziološkim putevima, a mnogo jednostavnije i preciznije kao deo koji može da se iskoristiti (Šefer i sar., 2004). Ona predstavlja količinu unetog elementa koja može da se resorbuje u crevima i da bude dostupna organizmu za metabolizam ili deponovanje. Otežavajuća okolnost je da ona varira zavisno od oblika odnosno vrste jedinjenja u kome se mikroelement nalazi. Ostali termini koji se često koriste su „biološka dostupnost“, „bioaktivnost“, „biopotencija“ i „bioefikasnost“. Mnogi faktori utiču na bioraspoloživost i većina je navedena u tabeli 2 (Byrne i Murphy, 2022). Bioiskoristivost mikroelemenata iz samih biljaka zavisi od stadijuma razvitka u kome se nalaze u momentu korišćenja odnosno konzervisanja. Na bioiskoristivost jednog mikroelementa utiče i prisustvo drugih minerala, njihova međuzavisnost i/ili interakcije.

Tabela 1. Primarne funkcije i doze odabranih mikroelemenata i simptomi deficita (Byrne i Murphy, 2022)

Mikro element	Uloga	Simptomi deficita	Maksimalne doze korišćenja u EU: max. sadržaj elementa u mg/kg-1 potpune smeše sa sadržajem vlage od 12%
Bakar	Uključen je u metaboličke reakcije uključujući ćelijsko disanje, pigmentaciju tkiva, formiranje hemoglobina (ceruloplazmin) i razvoj vezivnog tkiva. Predstavlja esencijalnu komponenta nekoliko metaloenzima. Štiti od oksidativnog stresa.	Slabost mišića, anemija sa nedostatkom gvožđa, hipopigmentacija, promene kostiju koje liče na skorbut, defektna sinteza vezivnog tkiva, abnormalnosti dlake, poremećena mijelinizacija nervnog tkiva i neurološki defekti, izmenjen metabolizam lipida i srčani poremećaj.	Telad: 15; Ostala goveda: 30; Ovce: 15; Koze: 35; Prasad: na sisi i odlučena do 4 nedelje nakon odlučnja: 150; od 5. nedelje nakon odlučnja do 8 nedelja nakon odlučnja: 100; Rakovi: 50; Ostale životinje: 25.
Gvožđe	Važan za fiziološku funkciju hemoglobina, u kome deo hema ima funkciju da prenosi kiseonik iz pluća do tkiva, mitohondrijalni Fe enzimi neophodni su za oksidativnu proizvodnju ćelijske energije kroz Krebsov ciklus, transport kiseonika mioglobinom do ćelija i mišićnog tkiva. Važan za imunološku funkciju i metabolizam lipida.	Supresija rasta i smanjen volumen krvi. Smanjenje performansi, gubitak apetita i telesne mase, grčevito disanje i na kraju smrt.	Ovce: 500; Goveda i živina: 450; Prasad do 1 nedelje pre odlučnja: 250 mg/dan; Kućni ljubimci: 600; Ostale vrste: 750.
Mangan	U sastavu više enzima. Komponenta organskog matriksa kosti neophodna za razvoj hrskavice. Učestvuje u metabolizmu kalcijuma i ugljenih hidrata. Neophodan za iskorišćavanje biotina, vitamina B1 i vitamina. Metabolička povezanost mangana i holina koja utiče na metabolizam masti u jetri.	Poremećaj rasta, abnormalnosti skeleta, poremećaj reproduktivne funkcije, ataksija kod novorođenčadi, poremećeni metabolizam ugljenih hidrata i lipida i poremećena sinteza mukopolisaharida. Specifični problemi za živinu uključuju: perozu, kvalitet tanke ljuske jajeta, hondrodistrofiju kod embrionalnih pilića, smanjena nosivost kod koka nosilja.	Riba: 100; Ostale vrste: 150.
Cink	Aktivira nekoliko enzima. Komponenta mnogih važnih metaloenzima. Uključen u replikaciju ćelija i razvoj hrskavice i kostiju. Uključen je u sintezu proteina, metabolizam ugljenih hidrata i mnoge druge biohemijske reakcije.	Usporen rast, smanjena konzumacija hrane, abnormalno formiranje skeleta, alopecija, dermatitis, abnormalni rast vune, dlake, perja i poremećena reproduktivna sposobnost. Abnormalnosti fetusa. Smanjena izleženost jaja. Parakeratoza, dijareja i atrofija timusa.	Psi i mačke: 200, Salmonide i zamene za mleko za telad: 180; Prasad, krmače, zečevi i sve ribe osim salmonida: 150; Ostale vrste i kategorije: 120.

¹Količina inertnog gvožđa se ne uzima u obzir za izračunavanje ukupnog sadržaja gvožđa u hrani.

Tabela 2. Faktori koji utiču na bioiskoristivost kod proizvodnih životinja
(Byrne i Murphy, 2022)

FAKTOR	SUB-FAKTOR
Životinjska vrsta	Starost
	Pol
	Vrsta i rasa
	Zdravstveni status
	Monogastrična životinja ili preživar
	Fiziološki status
	Prethodna ishrana
	Nivo proizvodnje i vrsta proizvodnje
Hemijski aspekti	Jačina veze
	Izvor minerala – hemijski oblik i čistoća
	Razlike u stopama disocijacije mineralnog oblika od liganda
	Veličina čestica minerala
	Način proizvodnje
	Rastvorljivost
	Stabilnost
Hrana	Hemijski sastav obroka (približna analiza i mineralni sadržaj)
	Sastav hraniva i prisustvo antagonista u obroku
	Nivo suplementacije ispitivanih minerala
	Ukupna svarljivost ishrane
	Prisustvo antimikrobnih promotera rasta ili (organskih) kiselina
	Sadržaj vitamina
Faktori okoline	Stres
	Način hranjenja (suvo ili mokro hranjenje, kvašenje)
	Smeštaj i oprema
	Nivo hranjenja izražen kao nivo energije puta energetske potrebe za održavanje
	Nivo unosa minerala
	Nivo i kvalitet snabdevanja vodom
Procena	Referentni/standardni izvor
	Model koji se koristi za evaluaciju (dozno zavisni; linearni ili nelinearni)
	Izbor kriterijuma odgovora
	Direktno ili indirektno merenje
	Trajanje preliminarnog i testnog perioda
	Ekperimentalni dizajn
	Nivoi suplementacije
	Broj ponavljanja

Korišćenjem savremenih metoda i saznanja iz oblasti biotehnologije ovladano je tehnologijom proizvodnje organski vezanih mikroelemenata (*organic trace mineral*, OTM, eng.). Nekoliko različitih tipova OTM-a je komercijalno dostupno, u zavisnosti od vrste liganda (aminokiselina, peptid, polisaharid ili organska kiselina) koji se koristi za vezu sa mineralom.

Funkcionalnost i pH stabilnost se razlikuju između gotovih proizvoda, ali su svi još uvek grupisani zajedno pod širokim terminom „OTM“. Proizvodi kao što su aminokiselinski kompleksi, aminokiselinski helati, polisaharidni kompleksi i proteini pokazuju da imaju različita svojstva vezivanja minerala i različitu pH stabilnost na osnovu njihovog različitog proizvodnog procesa (Marković i sar., 2022; Byrne i Murphy, 2022). Ova okolnost omogućava kvalitetniji pristup rešavanju problema obezbeđenja obroka domaćih životinja mikroelementima, i shvatanje različitog efekta u slučaju primene, pogotovo kod životinja sa visokim genetskim potencijalom i životinja izloženih faktorima stresa (Byrne i Murphy, 2022; Marković i sar., 2022; Rania i sar., 2022).

ORGANSKE FORME MIKROELEMENTATA

Kompleksna jedinjenja gde je metalni jon vezan za ligand koji poseduje dva ili vise donorska atoma, pri čemu ligand obuhvata metalni jon poput klešta formirajući prstenove nazivaju se helatnim kompleksima ili helatima.

Ligand je molekul ili jon koji sadrži atom sa slobodnim elektronskim parom kojim se ostvaruje veza sa jonom metala. Bilo koja od prirodnih aminokiselina može da bude ligand i formira stabilan petočlani prsten sa metalnim jonom. Hemijski proces kompleksiranja ili helacije, obično stvara veliku zbrku u industriji hrane za životinje. Izrazi kao što su „kompleksi“ metala i aminokiselina, helati aminokiselina i metala, kompleksi metala i polisaharida itd. su brojni ali njihove zvanične definicije su nejasne. Organski vezani minerali u trgovima (OTM) su prepoznati kao bioraspoloživiji izvor elemenata u trgovima od njihovih tradicionalnih neorganskih analoga kao što su sulfati i oksidi. Njihova službena objašnjenja su dale organizacije kao što su AAFCO (Udruženje američkih zvaničnika za kontrolu hrane za životinje) i EFSA (Evropska agencija za bezbednost hrane) (Tabela 3; Byrne i Murphy, 2022).

Pojednostavljeno govoreći, helati se pripremaju reakcijom neorganskih soli sa, na primer, enzimski pripremljenim mešavinama aminokiselina i malih peptida u kontrolisanim uslovima. Takvi aminokiselinski i peptidni ligandi vezuju metal na više od jedne tačke, obezbeđujući da atom metala postane deo biološki stabilne prstenaste strukture. Postoji mnogo različitih tvrdnji o relativnim prednostima i pogodnostima u prilog aminokiselina, u odnosu na peptide, u formiranju mineralnih helata visoke bioraspoloživosti (Marphy, 2021).

Koje su prednosti korišćenja takvih kompleksa? Minerali vezani za amino kiselinu ili peptid su bolje zaštićeni za vreme pasaže kroz želudac do mesta resorpcije nego neorganske soli (Šefer i Sinovec, 2008). Mineralne materije vezane

Table 3. Organski vezani minerali u trgovima (OTM) AAFCO i EU definicije (Byrne i Murphy, 2022)

	AAFCO		EU
Metal proteinat	Proizvod koji je rezultat helacije rastvorljive soli sa aminokiselinom i/ili delimično hidrolizovanim proteinom. Mora biti deklarisan kao komponenta hrane, kao specifični metalni proteinat, npr. bakar proteinat, cink proteinat itd.	Metalni helat hidrolizovanog proteina	Prašak sa min. sadržajem h% metala gde h = 10% bakra, gvožđa, mangana i cinka. Min. 50% bakra, gvožđa, mangana i 85% cinka je u obliku helata. Hem. formula: M(k)1–3. nH ₂ O, M = metal, k = anjon proteinski hidrolizati koji sadrže bilo koju aminokiselinu iz proteina hidrolizata soje.
Metal polisaharidni kompleks	Proizvod koji je rezultat kompleksiranja rastvorljive soli sa rastvorom polisaharida. Mora biti deklarisan kao komponenta hrane, kao specifični metalni kompleks, npr. kompleks polisaharida bakra, kompleks polisaharida cinka itd.		
Metal aminokiselina helat	Proizvod koji je rezultat reakcije jona metala iz rastvorljive soli metala sa aminokiselinom sa molaskim odnosom od 1 mola metala na 1 do 3 (poželjno 2) molova aminokiselina koje su povezane kovalentnim vezama. Prosečna težina hidrolizovanih aminokiselina mora biti otprilike 150 i rezultujuća molekulska težina helata ne sme preći 800. Min. sadržaj metala mora biti objavljen. Kada se koristi kao komercijalni sastojak hrane, mora biti deklarisan kao specifičan helat metalnih aminokiselina, npr. bakra aminokiselina helat, cinka aminokiselina helat itd.	Metalni helat hidrata aminokiseline	Kompleks metalnih aminokiselina su gde metal i aminokiselina dobijeni od svojih proteina helirani preko kovalentne veze, kao prah sa min. sadržajem od 10% bakra i cink, 9% gvožđa i 8% mangana. Hem. formula: M(k)1–3.nH ₂ O, M = metal, k = anjon bilo koja aminokiselina iz protein hidrolizata soje. Max, 10% od molekula prelazi 1500 Da.
Metal aminokiselina kompleks	Proizvod koji je rezultat kompleksiranja rastvorljive soli metala sa aminokiselinom(ama). Sadržaj metala mora biti deklarisan. Kada se koristi kao komercijalna hrana sastojak, mora se deklarirati kao specifični metalni aminokiselina kompleks, na primer, bakra aminokiselina kompleks, cinka aminokiselina kompleks itd.		

nastavak Tabele 3.

	AAFCO		EU
<p>Metal specifična aminokiselina kompleks</p>	<p>Proizvod koji je rezultat kompleksiranja rastvorljive soli metala sa specifičnom aminokiselinom. Min. sadržaj metala mora biti istaknut. Kada se koristi kao komercijalni sastojak hrane, mora biti deklarisan kao metal, specifična aminokiselina kompleksa, na primer, bakar lizin, cink metionin itd.</p>	<p>Metali helat glicin hidrata (tečan) Metal helat glicin hidrata (čvrst)</p>	<p>Tečnost sa min. sadržajem od 6% bakra ili 7% cinka. Hem. formula: M(k)1-3. nH₂O, M = Cu ili Zn, k = anjon glicina Tečnost sa min. sadržajem od 6% bakra ili 7% cinka. Hem. formula: M(k)1-3. nH₂O, M = Cu ili Zn, k = anjon glicina Prašak sa min. sadržajem 15% bakra, gvožđa, cinka i mangana i max. od 13% vlage za bakar i 10% vlage za gvožđe, cink i mangan. Hem. formula: M(k)1-3. nH₂O, M = metal, k = anjon glicina</p>

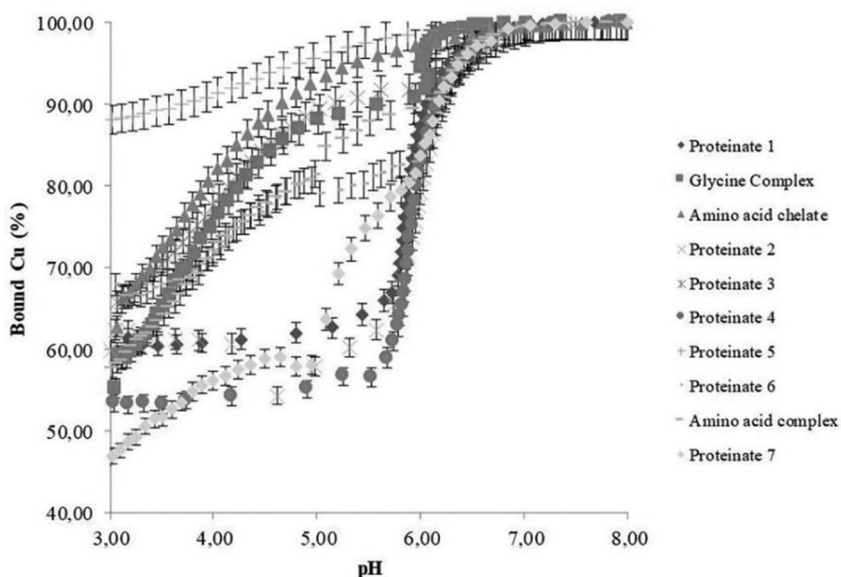
za aminokiseline praktično su bez električnog naboja, tako da ne reaguju na promene pH tokom pasaže kroz digestivni trakt. Elektroneutralnost helata je veoma važna osobina, naročito za resorpciju, imajući u vidu negativno naelektrisanje intestinalne sluznice. Pozitivno naelektrisani kompleksi se jednostavno zalepe za površinu sluznice umesto da prodru kroz nju, dok se nasuprot tome, negativno naelektrisani kompleksi odbiju od površine crevne sluznice. Takođe, smatra se da aminokiseline ili dipeptidi mogu da posluže kao nosač minerala kroz zid digestivnog trakta povećavajući resorpciju u formi fiziološki prihvatljivoj za resorpciju. S obzirom da se resorpcija organski vezanih mikroelemenata ne odvija konvencionalno (nosač/dufuzija), direktna homeostatska kontrola na nivou enterocita ne postoji, a pored toga retencija i biološki poluživot helatnog oblika su veći nego kod anorganske forme. Poseban je značaj helatnih oblika u stanjima kada organizam pokazuje povećane potrebe u mikroelementima. U svim stanjima akutnog imunskog odgovora koncentracija mikroelemenata (Zn, Fe i Mn) u krvnoj plazmi naglo pada usled redistribucije u ćelije efektore imunskog sistema (makrofagi, leukociti itd). Za razliku od neorganskih soli, koje samo prolazno povećavaju koncentraciju unetih mikroelemenata, helatni oblici znatno duže održavaju visoku koncentraciju minerala u krvi. Sa druge strane, oštećena tkiva pokazuju različite potrebe kako za mineralne materije, tako i za aminokiseline kojima su helirani minerali. Na taj način moguće je da se utiče na resorpciju određenog minerala izborom adekvatnog helirajućeg molekula. Time se ujedno i objašnjava veća efikasnost helatnih formi mikroelemenata koje u sebi sadrže širi spektar aminokiselina ili peptida.

Pored toga, resorpcija mikroelemenata ne zavisi samo od sadržaja u hrani, nego i od doba života, elektrohemijske reakcije u crevima i oblika u kome se nalazi mikroelement. Neorganske forme mikroelemenata u znatnoj količini se hidrolizuju u digestivnom traktu tokom varenja, što naročito potencira kisela sredina u želucu. Da bi se takav mineral resorbovao kroz sluzokožu crevnog zida prethodno mora da se veže za odgovarajući molekul organskog porekla (ligand). Kao rezultat međusobne kompeticije prisutnih hranljivih sastojaka za odgovarajuće ligande, kao i mnogobrojnih oksido-redukujućih procesa koji se odvijaju u lumenu digestivnog trakta, resorpcija mineralnih materija je, po pravilu, često vrlo mala. Usled toga, nerastvorljivi oblici unetih mineralnih materija izlučuju se fecesom. Do skoro, u praksi su se najčešće upotrebljavale neorganske materije i to oksidi, karbonati, hloridi i sulfati. Izbor izvora minerala zasniva se na sadržaju mikroelemenata u čistom stanju, rastvorljivosti u organizmu, dostupnosti i iskoristivosti. Potrebno je da se naglasi da su oksidi, hloridi i karbonati slabo rastvorljivi. Sulfati su postojeane soli, lake za prečišćavanje, a sulfatni jon se lako izlučuje iz organizma. Neorganski oblici mikroelemenata, su se godinama koristili pre svega zbog povoljne cene i dostupnosti, međutim poslednjih godina se sve više koriste takozvani „helatni” oblici, odnosno organski vezani mikroelementi (Šefer, Sinovec, 2008).

ZNAČAJ JAČINE HEMIJSKE VEZE ZA STABILNOST ORGANSKIH VEZANIH MINERALA U TRAGOVIMA

Većina aminokiselina i peptida veže jone metala preko atoma azota, kiseonika ili sumpora. Pojedinačne aminokiseline pokazale su veliku stabilnost kada su u kompleksu sa mineralom iako se očekivalo da peptidi, formiraju stabilnije helate jer imaju veći broj donorskih atoma. To, međutim, zavisi od sposobnosti peptida da formira više od jednog helatnog prstena. Tako da tvrdnje o superiornosti zasnovane na veličini liganda u pogledu stabilnosti nisu osnovane. Jednostavno, povećanje broja aminokiselina u ligandu možda neće povećati stabilnost metalnog kompleksa niti udeo vezanog minerala. Ne samo da tip aminokiseline utiče na stabilnost, već i sam položaj aminokiseline u peptidu.

U samom procesu proizvodnje helata vrlo je važan proces hidrolize proteina radi formiranja peptida kratkog lanca i može značajno uticati na sekvencu prisutnih aminokiselina. Proizvodnja „optimalnog” proteinskog hidrolizata za mineralnu helaciju podrazumeva pažljivo odabiranje uslova hidrolize, obezbeđujući da konačna hidrolizirana mešavina peptida može garantovati postojanost i stabilnost kompleksa sa mineralom u uslovima promene pH. Byrne i sar. (2021) su koristili potenciometrijske tehnike za analizu stabilnosti nekih komercijalnih OTM-a pomoću Cu-jon selektivne elektrode u različitom opsegu pH vrednosti (pH 3-8) *in vitro* što odražava fiziološke uslove (Slika1) (Marphy, 2021).



Slika 1. pH zavisna stabilnost helata bakra (Marphy, 2021.)

Potvrđeno je da postoje značajne razlike u pH stabilnosti različitih preparata OTM sa uticajem na bioefikasnost proizvoda. Ove razlike se mogu pripisati ne samo vrsti vezivne grupe već i proizvodnom procesu koji se koristi pri njihovom stvaranju. Sama stabilnost je značajna za njihovu bioraspoloživost. Prolaskom kroz gastrointestinalni (GI) trakt, kako se vrednost pH smanjuje, svi OTM su podvrgnuti fiziološkim procesima i može doći do disocijacije vezanog mineralnog kompleksa i oslobađanja slobodnih mineralnih jona što bi značilo manju delotvornost proizvoda u odnosu na odgovarajuće neorganske soli. Povećavanje pH zavisne stabilnosti OTM-a povećava i bioraspoloživost i unos minerala u crevima.

PREMIKSI I ANTAGONISTIČKI ODNOSI MINERALA

Agonistički i antagonistički efekti komponenti hrane su često predmet istraživanja. Mogućnost negativnih interakcija između komponenti unutar premiksa i hrane za životinje je velika i često se zanemaruje. Brojna su istraživanja izvedena, čiji je cilj procena potencijalnih antagonizama. Uočeno je da i među helatima ima razlika u smislu stabilnosti na osnovu pH u lokalnom mikrokruženju (Marphy, 2021).

Gvožđe ima najvažniju ulogu u transferu i razmeni kiseonika i ugljen dioksida između pluća, krvi i tkiva (respiracija).

Povećanjem sadržaja gvožđa u hrani ne postižu se očekivani efekti, jer je resorpcija pod homeostatskom kontrolom. Status gvožđa u organizmu ima presudan značaj za količinu resorbovanog gvožđa. Istraživanja izvedena poslednjih godina ukazuju da dodavanje gvožđa u organskim formama u hranu pozitivno deluje na proizvodne rezultate životinja. Dodavanje organske forme gvožđa u hranu 7 dana pre prašenja i tokom 26-dnevnog laktacionog perioda ima pozitivan efekat na potrošnju hrane kod krmača, kao i masu odbijene prasadi (Šefer i sar., 2004). Ovo se objašnjava činjenicom da na ovaj način više gvožđa prođe kroz placentu, ugradivši se u fetus koji sada sadrži veću koncentraciju hemoglobina u krvi i jači imunološki profil posle rođenja. Jači imunski odgovor i povećana vitalnost svako rezultiraju snažnijom prasadi. Utvrđeno je da helatne forme gvožđa pozitivno deluju i na reproduktivne rezultate krmača.

Bakar poseduje mnogobrojne funkcije u organizmu, a kao neophodan sastojak nalazi se u nekoliko fiziološki važnih metaloenzima (citohrom-oksidaza, lisil-oksidaza, tirozinaza, superoksid-dismutaza).

Do sada se bakar u hranu dodavao uglavnom u obliku neorganskih soli radi kompenzacije male količine bakra u grubim i zrnastim hranivima. Helatna forma bakra može da prođe u ćeliju samo putem aktivnog transporta. Usled toga manja količina bakra ulazi u ćeliju pa ne može da ispolji toksične efekte, ali istovremeno zadovoljava potrebe ćelije u bakru. Generalno, resorpcija helatne forme bakra je znatno veća od resorpcije iz sulfata (Šefer i Sinovec, 2008; Muhammad i Mahpara 2018). Pored toga, organski vezan bakar ne interferira sa cinkom, ali ni sa bakar sulfatom, što ukazuje na različite puteve resorpcije organski i neorganski vezanog

bakra. Dokazana je višestruko veća i brža resorpcija helatnih formi bakra u odnosu na neorganske izvore u ogleđima na različitim vrstama životinja (Muhammad i Mahpara, 2018).

Nedostatak **mangana** se, prvenstveno, dovodi u vezu sa poremećajima re-produktivnog sistema. Oksidi i sulfati su dva najčešća neorganska oblika putem kojih se mangan dodaje u hranu za životinje. Iako je iskoristivost sulfatne forme znatno veća u odnosu na ostale neorganske oblike poznato je da sulfatna forma povećava kiselost u digestivnom traktu, što limitira njenu upotrebu. Utvrđeno je da je iskoristivost mangana u životinjskom organizmu najveća kada se mangan dodaje u helatnoj formi (Šefer, Sinovec, 2008). Dodavanje mangana vezanog za proteine znatno povećava njegovu koncentraciju u krvi u odnosu na neorganske oblike (Muhammad i Mahpara 2018), što se pozitivno odražava na proizvodne rezultate. kod prasadi koja su dobijala mangan u helatnoj formi (Gerbert i Wenk, 1994) u odnosu na prasad kod kojih je mangan obezbeđen putem neorganskih oblika (oksid i sulfati). Posmatrajući ukupne proizvodne pokazatelje prasad koja su dobijala mangan u organskom obliku postigla su bolje rezultate za 8% u odnosu na prasad koja su dobijala mangan oksid, odnosno za 5% u odnosu na korišćenje mangan sulfata.

Cink poseduje mnogobrojne funkcije u organizmu. Neophodan je sastojak, kao gradivni element i/ili aktivator, velikog broja (> 200) fiziološki važnih metaloenzima iz svih šest grupa što ga povezuje sa metabolizmom proteina, ugljenih hidrata, lipida, nukleinskih kiselina i vitamina. Resorpcija se odvija procesima aktivnog transporta pri čemu je neophodno da cink bude u helatnoj formi. Svarljivost cinka smanjuje visok sadržaj kalcijuma, fosfora, odnosno fitata, bakra, kadmijuma i hroma.

Rezerve cinka u organizmu su vrlo male, a i tako male količine ne mogu u potpunosti da se iskoriste. Metabolizam cinka je vrlo brz, tako da je neophodno konstantno unošenje cinka hranom. Mnogobrojni eksperimenti na različitim životinjskim vrstama potvrđuju superiornost helatnih formi cinka u odnosu na neorganske soli. Slično bakru, iskoristivost cinka vezana je za metalotionein koji reguliše stepen resorpcije, ali služi i kao antioksidant za slobodne i hidrosil radikale, pa se zbog toga ne preporučuje potpuna supstitucija neorganskog cinka helatnim oblikom (Šefer i Sinovec, 2008; Muhammad i Mahpara, 2018).

Od jula 2022. godine u Evropskoj uniji stupila je na snagu uredba o zabrani upotrebe terapijskih doza cink oksida (ZnO) za kontrolu dijareje kod prasadi nakon odbijanja. ZnO se nakon tog datuma može koristiti kao dodatak hrani za životinje, ali samo u maksimalno dozvoljenoj dozi od 150 ppm ukupnog cinka u hrani za životinje. Upotreba visokih nivoa ZnO u hrani za prasad (2.000 ppm ili više) postala je raširena i smatra se uobičajenom praksom u uzgoju svinja. Pokazalo se da je efikasan i relativno jeftin za prevenciju i kontrolu dijareje nakon odbijanja i za poboljšanje rasta prasadi, unos hrane i varenje. Iako tačan način delovanja ZnO na dijareju kod odbijenih prasadi još uvek nije u potpunosti razjašnjen, pretpostavlja se da je povezan sa značajnim poboljšanjem morfološke strukture creva

i funkcije kao i varenjem i apsorpcijom hranljivih materija. Prednosti zabrane korišćenja visokih nivoa ZnO su:

- Manje zagađenja životne sredine (Zato što se cink akumulira u zemljištu nakon upotrebe svinjskog stajnjaka bogatog cinkom koji se primenjuje na zemljište kao organsko đubrivo pa se smatraju se zagađivačima životne sredine i zdravstvenim rizikom, a takođe mogu uticati na apsorpciju drugih elemenata u tragovima, kao što je gvožđe).
- Prevencija antimikrobne rezistencije (AMR) (Nedavne studije i izveštaji pokazali su da ZnO doprinosi povećanju AMR-a, jer visoki nivoi ZnO mogu povećati udeo *E. coli* otporne na više vrsta lekova u crevima prasadi)
- Izbegavanje toksičnosti cinka (Cink je toksičan za mnoge žive organizme, uključujući i svinje. Istraživanja pokazuju da produžena upotreba farmakoloških nivoa ZnO može negativno uticati na zdravlje i performanse prasadi, o čemu svedoči značajno smanjenje unosa hrane).
- Prevencija nutritivnih interakcija (Visok nivo ZnO može negativno uticati na aktivnost fitaze, pri čemu se fosfor ne može osloboditi iz fitata usled formiranja kompleksa cinka i fosfora).
- Izbegavanje promena u mikrobnom sastavu u crevima (Upotreba farmakoloških doza ZnO takođe može da izazove promene u mikrobnom sastavu u crevima prasadi zbog supresije rasta korisnih bakterija kao što je *Lactobacillus spp.*, što može negativno uticati na razvoj creva i zdravlje prasadi).

Selen zajedno sa vitaminom E predstavlja multikomponentni sistem zaštite bioloških membrana od oksidativne degeneracije. Selen je aktivni sastojak enzima glutation peroksidaze (GSH-Px) u kome je prisutno oko 40% ukupnog selena iz organizma.

Utvrđeno je da transport selena kroz crevni zid značajno zavisi od raspoloživog oblika. Za razliku od organskih formi selena koje lako resorbuju sve životinjske vrste aktivnim transportom, neorganski oblici se resorbuju pasivno, pa stepen resorpcije u velikoj meri zavisi od gradijenta koncentracije. Poslednja istraživanja o iskoritivosti organskih i neorganskih oblika selena ukazuju da se organski oblici u vidu selenometionina znatno bolje resorbuju u odnosu na neorganske oblike. Pored navedenog, poseban problem predstavlja zagađivanje životne okoline pri korišćenju neorganskih soli selena. Naime, usled male iskoritivosti i svarljivosti selena iz neorganskih soli (30-70%) veliki deo se izlučuje fecesom sa posledničnim koncentrovanjem selena u stajskom đubrivu. Korišćenjem takvog đubriva može da se poveća sadržaj selena u površinskom sloju zemlje, a tako dobijeni usevi mogu da budu toksični za životinje. Zbog mogućih ekoloških problema u svetu je otpočela supstitucija neorganskih izvora selena organskim oblicima, a u tom pravcu Japan je otišao najdalje uvodeći još 1998. godine zabranu korišćenja neorganskih soli selena u ishrani životinja.

ORGANSKI MIKROELEMENTI U HRANI ZA ŽIVINU

Organski vezani minerali u tragovima (OTM) su korišćeni u hrani za živinu sa pozitivnim dejstvom na povećanje telesne težine, konverziju hrane, imunološki status i kvalitet ljuske jajeta. Studije iz 2014. ukazuju da su OTM efikasan izvor mikroelemenata i mogu zameniti neorganske oblike minerala u ishrani živine, često sa nižim nivoima uključivanja što dovodi do smanjenja izlučevanja ovih minerala što ima pozitivne efekte za životnu sredinu. Takođe istraživanja na brojlerima u 2020. godini kod *Eimeria spp.* izazvanih infekcija ukazuju na povoljan efekat kod korišćenja proteinskog oblika minerala u tragovima pri čemu ukazuju na značaj maksimiziranja apsorpcije minerala u tragovima kada je crevna funkcija ugrožena.

ORGANSKI VEZANI MIKROELEMENTI U HRANI ZA SVINJE

Veći broj studija ukazuje na pozitivan efekat uključivanja OTM-a u ishranu svinja i potvrđuje veće zadržavanje minerala korišćenjem organskih vezanih minerala kao što je Cu-Lys kod odbijenih svinja, Zn-aminokiselinski helat kod svinja u rastu i Cu i Zn proteinati kod odbijenih svinja.

Zahtevi za mikroelementima kod nazimica i krmača su slično ostalim hranljivim materijama, povećane u cilju zadovoljenja kompleksnih potreba za održavanjem života, razvoj kostiju, razvoj fetusa, kao i proizvodnju adekvatne količine mleka. Studije ukazuju na važnost izvora mikroelemenata u hrani za krmače, koji u velikoj meri utiče na performanse krmača i na odgoj prasadi. Ako uzmemo u obzir ekološki aspekt, organski izvori mikroelemenata će imati svetlu budućnost jer deluju pozitivno na reproduktivne performanse kod svinja, uz minimalno izlučivanje u spoljnu sredinu. Upotreba organskih formi mikroelemenata povećava efikasnost proizvodnje svinjskog mesa, što se pozitivno odražava na ekonomski bilans proizvodnje, a posebno helatne forme mikroelemenata vezane za metionin koje u odnosu na druge izvore minerala obezbeđuju visokoproduktivnim krmačama maksimiziranje genetskog potencijala (Šefer i sar., 2021).

U jednom istraživanju ispitivan je uticaj organskog izvora cinka (cink-metionat) na zdravstveno stanje i proizvodne rezultate odbijene prasadi starosti 22-52 dana uzgoja. Prasad kontrolne grupe (96 prasadi) je u starter smeši imala 75 mg/kg cinka, a prasad ogledne grupe cink u smeši (1‰) u obliku cink metionata tako da je sadržala 390 mg/kg ovog mikroelementa. Prasad ogledne grupe (96 prasadi) je imala prosečno veće dnevne priraste (0,312 kg), veće telesne mase na kraju ogleđa (14,790 kg) i manji utrošak hrane za kg prirasta (1,510 kg) u odnosu na prasad kontrolne grupe (0,237 kg; 12,430 kg i 1,980 kg). Mortalitet prasadi je bio jednak u obe grupe (3,12%). Pojava dijareje je bila značajno manja u oglednoj grupi prasadi (50%) (Seničić i sar., 2001).

ORGANSKI VEZANI MIKROELEMENTI U HRANI ZA RIBE

Razvoj akvakulture podrazumeva dodavanje minerala u hranu za ribe kako bi se omogućilo njihovo bolje zdravlje i bolji proizvodni rezultati (Gasco i sar., 2018). Ovo je postalo neophodno kao rezultat prelaska na korišćenje više biljne hrane. Minerali koji se nalaze u hranivima biljnog porekla manje su dostupni ribama od onih u ribljem brašnu. Neophodni minerali se mogu nadoknaditi upotrebom više mineralnih suplemenata, što povećava zagađenje spoljne sredine. Godinama je bila praksa da se u hranu za ribe u uzgoju dodaju mikroelementi, uglavnom u neorganskom obliku, odnosno kao soli metala. Oni imaju tendenciju da se vežu za so u morskoj vodi, što znači da su manje dostupni ribama. Shodno tome, problem nastaje i njihovim ulaskom u spoljnu sredinu. Jedna od alternativa i rešenja je dodavanje mikroelemenata u organskom obliku što omogućava ribi da apsorbuje više minerala, uz manje zagađenje okoline. Jedan od glavnih zaključaka četvorogodišnjeg istraživačkog projekta na Institutu za istraživanje mora je bio da dodavanje u hranu za uzgajane losose minerala u organskom obliku što rezultira manjim ekološkim zagađenjem kao i boljim proizvodnim rezultatima u uzgoju lososa (Runar, 2019).

ZAKLJUČAK

Izvor, odnosno oblik u kome se dodaje mikroelement je od esencijalnog značaja i presudno utiče na iskoristivost mikroelemenata, a samim tim i na optimalno zdravstveno stanje i proizvodne rezultate životinje. Helacija minerala u tragovima je relativno jednostavan proces koji donosi mnoge prednosti, posebno u pogledu veće bioraspoloživosti. Pažljivo razmatranje faktora neophodnih za helaciju – kao što je tip korišćenog organskog liganda (npr. aminokiseline i peptidi) – može pomoći proizvođačima da razlikuju mnoštvo proizvoda dostupnih na tržištu na osnovu njihove stabilnosti i efikasnosti. Korišćenjem organskih oblika mikroelemenata postiže se optimalan efekat u organizmu životinje, tako da se dosadašnji termin bioiskoristivost može zameniti terminom biološka aktivnost koji na merodavniji način opisuje ulogu i značaj pojedinih mikroelemenata u metabolizmu.

Napomena:

Rad je podržan sredstvima Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Ugovor broj 451-03-68/2022-14/200143).

LITERATURA

1. AEC Tables: recommendations for animal nutrition, 1987.
2. Adamović M, Grubić G, Pupavac S, Značaj i uloga organski vezanih mikroelemenata u ishrani životinja, 2002, *Zbornik naučnih radova*, 8, 341 – 353 UDK UDC: 636.085.2:577.114
3. Byrne L, Hynes JM, Connolly DC, Murphy AR, 2021, Influence of the Chelation Process on the Stability of Organic Trace Mineral Supplements Used in Animal Nutrition, *Animals*, 11, 1730.

4. Byrne i Murphy, 2022, Bioavailability of Trace Minerals in Production Animal Nutrition: A Review, 1981, *Animals*, 12.
5. Gasco L, Gai F, Maricchiolo G, Genovese L, Ragonese S, Bottari T, Caruso G, 2018, Supplementations of vitamins, minerals, enzymes and antioxidants in fish feeds, Chapter 4.
6. Gerbert S, Wenk C, 1994, Effect of chromium and manganese supplementation form on performance, digestion, carcass characteristics and blood parameters on finishing gilts. *In. Bioplex Trace Mineral Proteinates*, 2/97, Alltech, Inc.
7. Marković R, Perić D, Radulović S, Grdović S, Jovanović D, Radosavac A, Šefer D, 2022, Helatne forme mikroelemenata kao dodatak hrani za nepreživare, *Savetovanje veterinara Srbije*, Zbornik radova i kratkih sadržaja, 8-11 09. 2022., 188-199 ISBN 978-86-83115-47-1.
8. Muhammad HZ, Mahpara F, 2018, Efficiency Comparison of Organic and Inorganic Minerals in Poultry Nutrition: A Review, *PSM Veterinary Research*, 3(2): 53-59
9. NRC, National Research Council Nutrient Requirement of Poultry, Ninth Revised Edition
10. Rania HJ, Adel SA, Sanaa MS, Emad AS, 2022, Chelated aminoacids: biomass sources, preparation, properties, and biological activities, *Biomass Conversion and Biorefinery* <https://doi.org/10.1007/s13399-022-02333-3>
11. Runar BM, 2019, Organic mineral supplements are better for fish and the environment, Institute of Marine Research <https://www.aquafeed.com/af-article/9267/Organic-mineral-supplements-are-better-for-fish-and-the-environment/>
12. Senčić Đ, Fazekas J, Mendler Z, Bačar-Huskić L, 2001, Učinak obogaćivanja hrane cinkom na proizvodnost i zdravstveni status prasadi, *Krmiva*, 43, 65-67 UDK:636.4.:636.087.72
13. Murphy Richard, 2021, All about feed, Organic trace minerals: Selecting the right sources, Alltech, 10.12.2021. <https://www.allaboutfeed.net/animal-feed/feed-additives/organic-trace-minerals-selecting-the-right-the-source/>
14. Šefer D, Perić D, Radulović S, Šefer M, Grdović S, Jovanović D, Makivić L, Marković R, 2021, Mikroelementi u ishrani visokoproduktivnih krmača- važan faktor za postizanje maksimalnih proizvodnih performansi, 12.naučni simpozijum Reprodukcijska domaćih životinja, Zbornik predavanja, Divčibare, 07-10.102021., Divčibare, 125-134 ISBN 978-86-80446-43-1
15. Šefer D, Zlatan S, 2008, Opšta ishrana, Fakultet veterinarske medicine Univerzitet u Beogradu
16. Šefer D, Jakić-Dimić D, Jokić Ž. Sinovec Z, 2004, Helatni oblici mikroelemenata kao dodatak hrani za svinje, *Veterinarski glasnik*, 58 (Dodatak 3 - 4) 469 – 479
17. Šefer D, Sinovec Z, 2008, Opšta ishrana, *Fakultet veterinarske medicine Univerzitet u Beogradu*.

MODERN NUTRITIONAL STRATEGIES IN THE APPLICATION OF ORGANIC FORMS OF MICROELEMENTS IN NON-RUMINANTS

Marković Radmila, Perić Dejan, Jovanović Dragoljub, Šefer Dragan

Due to the critical role that microelements play in almost all biochemical reactions in the organism of animals in intensive production, their addition is mandatory. Only in this way can they be provided in sufficient quantities necessary for optimal health and the manifestation of the genetic potential of animals. The use of microelements in animal nutrition in intensive breeding today is mainly based on chelated microelements, in contrast to the inorganic forms used until recently (zinc oxide, copper sulfate, etc.). It is known that the form in which the microelement is added is of essential importance. It has a decisive influence on the utilization of microelements and, thus, on the production results of the animal.

In practice, marginal deficits are relatively common in industrial production, which occur without clearly expressed clinical manifestations, but represent a significant economic loss (poor production results). Conditional deficits are a particular problem that is frequent and difficult to diagnose. They are caused by imbalances and improper relationships with specific nutrients, even though microelements are present in sufficient quantities in feed.

With technological progress, especially with the development of biotechnology as a science and its solutions, several different forms of organic sources of microelements have been developed. They have been successfully used for years, including microelement - amino acid complexes, microelement – polysaccharide, microelement – proteinate, and microelement – methionine hydroxy analog chelate (MHAC).

Key words: microelements, chelated forms, nutrition of non-ruminants

Primavet
VSI Zrenjanin
Velvet animal health
Elixir feed additives
Krka Farma

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

636.09(082)

СЕМИНАР ЗА ИНОВАЦИЈЕ ЗНАЊА ВЕТЕРИНАРА
(44 ; 2023 ; БЕОГРАД)

Zbornik predavanja XLIV Seminara za inovacije znanja veterinarara,
Beograd,
[24.02.2023.] / [urednik Dragan Gvozdić]. - Beograd : Fakultet
veterinarske
medicine, Centar za izdavačku delatnost i promet učila, 2023 (Beograd
: Naučna
KMD). - [6], 179 str. : ilustr. ; 24 cm

Na vrhu nasl. str.: Univerzitet u Beogradu. - Tiraž 450. - Str. [3]:
Predgovor /
Milorad Mirilović, Danijela Kirovski. - Bibliografija uz svaki rad. -
Summeries.
- Registar.

ISBN 978-86-80446-62-2

a) Ветерина -- Зборници

COBISS.SR-ID 108418057