Značaj organskih mineral u hranidbi peradi

Mihajlović, Relja

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josip Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:704825

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Relja Mihajlović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Agroekonomika

Značaj organskih minerala u hranidbi peradi

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Relja Mihajlović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Agroekonomika

Značaj organskih minerala u hranidbi peradi

Završni rad

Osijek, 2017.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Rellja Mihajlović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Agroekonomika

Značaj organskih minerala u hranidbi peradi

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. doc.dr.sc. Dalida Galović, mentor
2. doc. dr. sc. Vladimir Margeta, član
3. dr. sc. Kristina Gvozdanović, član

Osijek, 2017.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku Završni rad
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij, smjer Agroekonomika

Relja Mihajlović

Značaj organskih mineral u hranidbi peradi

Sažetak: Unos neizbalansirane hrane s deficitarnim ili pretjerano visokim sadržajem mikroelemenata uzrokuje promjene u koncentraciji minerala u tjelesnim tkivima, a time uzrokuje i promjene u zdravstvenom statusu životinje. Mikroelementi se ne mogu sintetizirati u organizmu peradi stoga se moraju osigurati putem hranidbe. Imaju značajnu strukturnu, fiziološku, hormonsku i regulatornu ulogu u njihovom organizmu. Organski minerali imaju različit utjecaj na metabolizam u usporedbi s anorganskim izvorima. Poznata je njihova veća bioraspoloživost, iskoristivost i povoljan utjecaj na imunitet, proizvodne pokazatelje te smanjeno izlučivanje u fecesu.

Ključne riječi: perad, organski minerali, bioraspoloživost, izlučivanje

24 stranice, 2 slike, 21 literaturni navod

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek BSc Thesis

Faculty of Agriculture in Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course: agroeconomics

Relja Mihajlović

The importance of organic minerals in poultry nutrition

Summary: The intake of nonbalanced foods with a deficiency or excessively high content of microelements causes changes in the concentration of minerals in the body tissues, and thus causes changes in the health status of the animal. Microelements cannot be synthesized in poultry organisms therefore they must be secured through feeding. They have a significant structural, physiological, hormonal and regulatory role in their body. Organic minerals have a different effect on metabolism than inorganic sources. They are known for their higher bioavailability, usability, and beneficial effect on immunity, production indicators, and reduced secretion in feces.

Key words: poultry, organic minerals, bioavailability,

Secretion 24 pages, 2 pictures, 21 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and digital repository of Faculty of Agriculture in Osijek.

Sadržaj

1.UVOD 1

2. OPĆENITO O MINERALIMA 2

2.1. Funkcije makroelemenata u organzmu životinje 3
2.2. Funkcije mikroelemenata u organizmu životinje 8
2.3. Značaj minerala u hranidbi peradi 14

3. ORGANSKI MINERALI 15

3.1. Bioraspoloživost minerala 16

4. ORGANSKI MINERALI U HRANIDBI PERADI.....19

5. ZAKLJUČAK 22

6. POPIS LIETARTURE 23

1.UVOD

Minerali su sastavni dio pojedinih tkiva ili molekula. Sudjeluju u građi stanica, odnosno tkiva pojedinih organa i imaju značajnu ulogu u razvoju organizma. Neophodni su za izgradnju koštanog tkiva, hormona, strukturnih bjelančevina, hemoglobina i enzima koji omogućavaju odvijanje brojnih fizioloških procesa. Na taj način doprinose boljem iskorištavanju energije, sintezi bjelančevina, ostvarivanju proizvodno-reproduktivnog potencijala te očuvanja zdravlja. Sudjeluju u unutar i izvan staničnoj ionskoj ravnoteži, kao i u reguliranju endokrinih funkcija. Važni su, jer o njima ovisi apsorpcija, distribucija i eliminacija. Minerali su homogeni sastojci krute zemljine kore. Nastali su kao produkt prirodnih geoloških procesa i u prirodi se najčešće nalaze u čvrstom kristalnom stanju. Imaju simetričnu unutarnju građu koja uvjetuje i pravilnu vanjsku građu. Do sada je poznato 103 minerala koji se dijele u dvije skupine, makroelemente i mikroelemente (elementi u tragovima). U životinjskim se tkivima mineralne tvari (anorganske i organske) nalaze u različitim koncentracijama i u relativno malim količinama, svega 3-5% ukupne tjelesne mase (Domaćinović, 2006.). Potrebna količina mineralnih elemenata u hrani za životinje je razmjerno mala, ali je neophodna njihova pravilna i dostatna opskrba za normalno funkcioniranje organizma i njegovu proizvodnju.

2. OPĆENITO O MINERALIMA

Elemente neophodne za život biljaka i životinja nazivamo biogenim elementima, dok su ostali kemijski elementi zagađivači. Biogene elemente, koji u organizmu čine osnovu organskih tvari nazivamo organskim (ugljik, vodik, kisik i dušik) dok su ostali biogeni elementi mineralnog podrijetla i nazivamo ih mineralnim tvarima. Mineralni elementi u organizmu ne djeluju samostalno, nego uvijek u uzajamnoj sprezi. Za fiziološku funkciju i strukturni integritet tkiva potrebna je optimalna koncentracija i omjer mineralnih tvari. Minerali su homogeni sastojci krute zemljine kore. Nastali su kao produkt prirodnih geoloških procesa i u prirodi se najčešće nalaze u čvrstom kristalnom stanju. Do sada je poznato 103 minerala koji se dijele u dvije skupine, makroelemente i mikroelemente (elementi u tragovima). U makroelemente ubrajamo one, koje organizam treba u količini većoj od 100 mg. Za organizam domaćih životinja 26 minerala smatra se bitnim (esencijalnim). Od njih su 11 makroelementi (ugljik, vodik, kisik, dušik, sumpor, kalcij, fosfor, kalij, natrij, klor i magnezij), a ostalih 15 su elementi u tragovima (željezo, cink, bakar, mangan, nikal, kobalt, molibden, selen, krom, jod, fluor, kositar, silicij, vanadij i arsen).
U tkivima biljaka i životinja nalazi se većina elementa periodnog sustava. Mineralne tvari koje se nalaze u životinjskom organizmu čine 4 do 5% ukupne tjelesne mase. Biološki značaj pojedinih minerala je vrlo bitan, stoga svaki poremećaj metabolizma ili promjena koncentracije u biološkim tekućinama tkiva, utječe na broj fizioloških i bioloških procesa a time i na metabolizam kao cjelinu. Osnovna pretpostavka održavanja dinamičke ravnoteže mineralnih tvari te njihova koncentracija u tkivima i biološkim tekućinama temelji se na pravilnoj hranidbi i njenoj primjeni. Nedovoljan, a isto tako i pretjeran unos pojedinih mineralnih tvari djeluje na organizam nepovoljno.

Postoje četiri osnovne funkcije mineralnih elemenata u organizmu životinja.

- Strukturna ili građevna - mineralne tvari sudjeluju u građi tkiva i organa npr. kalcij i fosfor uključeni su u građu skeleta i zuba, fosfor i sumpor u građi proteina i staničnih membrana, cink u građi i stabilnosti molekula inzulina i broju metaloproteina, bakar određuje strukturu ceruloplazmina, a željezo strukturu hemoglobina i mioglobina.
- Fiziološka - mineralne tvari imaju ulogu u procesima probave, upijanju i iskorištavanju hranjivih tvari, uključene su u održavanje somatskog tlaka, acidobazne ravnoteže, permeabilnosti (propusnost) membrana. Neophodne su za prijenos i

pretvorbu energije, sintetske i detoksikacijske procese, za održavanje živčano-mišićne podražljivosti, također utječu na reprodukcijske funkcije.

- Katalitička - mineralne tvari djeluju kao katalizatori enzimskih i hormonalnih sustava, a time ulaze u cjeloviti metabolizam.
- Regulacijska- mineralne tvari reguliraju metaboličke procese - jod kao dio T_3 i T_4. Kalcij, magnezij, cink, utječu na staničnu replikaciju i transkripciju.

Makroelementi se izražavaju u postotku hrane ili tkiva, dok se mikroelementi teže procjenjuju zbog svojih vrlo malih koncentracija u životinjskom tkivu (ispod 50 mg/kg tjelesne mase). Udio pojedinih minerala u tijelu životinje je bitno različit pa su stoga različite i potrebe u hrani za pojedinim mineralima.
Organizam vrlo brzo reagira na nedostatak pojedinih mineralnih tvari pojačanom resorpcijom iz hrane ili smanjenjem njihove ekskrecije u mokraći ili izmetu (Bogut i sur., 2001.).

2.1. Funkcije makroelemenata u organizmu životinje

Kalcij je ubikvitarni biogeni element, koji je u organizmu životinja najzastupljeniji od svih mineralnih tvari. Tvori 1,0 do 2% tjelesne mase. Najviši udio kalcija (99%) nalazi se u skeletu, a ostalih 1% sadržano je u ekstracelularnoj (izvan staničnoj) tekućini i mekim tkivima kao dio raznih membranskih struktura. Biološka funkcija kalcija je višestruka. Zajedno sa fosforom tvori osnovu anorganske mase skeleta i zuba. Neophodan je u procesu grušanja krvi, utječe na permeabilnost membrana, važan je za živčano mišićnu podražljivost, omogućuje kontraktilnost glatkog, poprečno prugastog i srčanog mišićnog vlakna te održava tonus mišića. Kalcij ima centralnu ulogu pri upravljanju staničnim funkcijama. Na razini staničnih membrana, prije svega u procesu ulaza i izlaza iz stanice kalcij je pod utjecajem iona Na i K. Resorpcija kalcija se odvija u dvanaesniku, pasivnom difuzijom na temelju elektrokemijskog gradijenta i to u slučaju ako je koncentracija kalcija u hrani visoka. Aktivnu resorpciju izaziva niska koncentracija kalcija u hrani unutar probavnog trakta te povišena potražnja za kalcijem (graviditet, laktacija). Izlučivanje kalcija se odvija uglavnom izmetom. Kalcij u izmetu je kombinacija neiskorištenog kalcija iz hrane i endogenog kalcija izlučenog u lumen crijeva. Izlučivanje kalcija mokraćom je minimalno. Dio kalcija se izlučuje i znojem. Dugoročni nedostatak kalcija izaziva brojne poremećaje zdravstvenog stanja životinja. Kod mladunaca su

to poremećaji rasta i razvoja kostura (rahitis) u odraslih jedinki osteomalacija te osteoporoza. Kod krava, koza, ovaca relativno često u razdoblju vezanom za porod nastaje porodna pareza. Radi se o hipokalcemiji, koja je posljedica poremećaja regulacije kalcija. Do sličnih poremećaja u razdoblju poroda dolazi i kod kobila, krmača, kuja te mačaka. Nedostatak kalcija u prehrani kokošiju ima za posljedicu lošu tvorbu ljuske. Višak kalcija u prehrani ne urokuje intoksikaciju, ali negativno utječe na resorpciju fosfora, magnezija i cinka.

Fosfor je drugi najzastupljeniji mineralni element u životinjskom organizmu. Približno 80 do 90% fosfora sadržanog u organizmu životinja se nalazi u kostima i zubima. Ostalih 10 do 20% se nalazi u mekim tkivima i tjelesnim tekućinama. U skeletu fosfor se nalazi u anorganskoj formi kao hidroksiapatit, dalje kao kalcijev fosfat, magnezij fosfat te natrij fosfat. Relativno visoka koncentracija fosfora je u eritrocitima, mišićima i živčanim vlaknima. Ovdje se prije svega nalazi u organskom obliku (fosfolipidi, fosfoproteini, nukleoproteini). U krvnoj plazmi fosfor se nalazi u organskom i anorganskom obliku. Koncentracija organskog fosfora u krvnoj plazmi je tri do četiri puta veća od anorganskog fosfora. S funkcionalnog gledišta fosfor se smatra najuniverzalnijim mineralnim elementom, zato što sudjeluje u svim metaboličkim funkcijama. Ulazi u metabolizam aminokiselina, bjelančevina, ugljikohidrata, masti, mineralnih tvari i vitamina. Od velike važnosti je u procesima fosforilacije te prijenosu energije u svim metaboličkim procesima na staničnoj i podstaničnoj razini. Djelomično sudjeluje u sastavu više koenzima, na primjer koenzima A, koenzima transaminacije, koenzima oksidoredukcijski procesa, procesa karboksilacije, dekarboksilacije i drugih. Fosfor utječe na plodnost mužjaka i ženki. Kod preživača fosfor je neizbježan kod fermentacijskih procesa u predželucu. Resorpcija fosfora se odvija u dvanaesniku i želucu, kod preživača i u predželucu. Do djelomične resorpcije fosfora dolazi i u ostalim dijelovima tankog i debelog crijeva. Upijanje protječe aktivnim i pasivnim načinom. Na mjeru samog upijanja utječu starost životinje, produktivnost, ishrana, funkcijsko stanje sluznica probavnog trakta te kemijski oblik fosfora koji se nalazi u hrani. Izlučivanje fosfora vrši se preko bubrega i probavnog trakta. Preživači izlučuju veliku količinu fosfora iz organizma izmetom, mokraća ima minimalnu koncentraciju fosfora, samo prilikom acidoze se koncentracija fosfora povećava. Mesojedi i svinje izlučuju fosfor najviše preko mokraće. Potreba za fosforom uvjetovana je starošću životinje, intenzitetom rasta, graviditetom, iskorištavanjem. Također je pod utjecajem kalcija u hrani. Nedostatak fosfora narušava rast i razvoj kostiju, nastaje rahitis, usporava se rast životinje. Kod odraslih nastaje osteomalacija, poremećaj plodnosti, snižena konverzija hrane, kronična indigestija, sindrom smanjene masnoće u mlijeku. Višak fosfora

narušava promjenu vitamina D u kalcitriol, ograničava resorpciju kalcija, cinka, bakra i željeza.

Magnezij je u organizmu životinja sadržan u usporedbi sa kalcijem i fosforom u vrlo maloj količini - 0,05% tjelesne mase. Magnezij je intracelularni kation. Od sveukupnog magnezija u organizmu 65 do 70% ugrađeno je u kostur, samo se 1% magnezija nalazi u ekstracelularnoj tekućini, a ostatak u mekim tkivima pri čemu je relativno visoka koncentracija magnezija u mišićima, jetrima te živčanim vlaknima. Magnezij je dio, te pokretač više od sto raznih enzima, te njihovim posredništvom zadire u metabolizam aminokiselina, nukleinskih kiselina, bjelančevina, ugljikohidrata, lipida, mineralnih tvari vitamina. Utječe na permeabilnost membrana, živčane funkcije, živčano-mišićnu podražljivost, također utječe na imunološke reakcije organizma. Ima antagonistički stav prema kalciju i dušiku. U preživača magnezij je značajan element za ruminalene mikroorganizme. Važan je za razmnožavanje ruminalnih mikroorganizama, tvorbu probavnih enzima i sintezu mikrobnih bjelančevina. U krvi je najviše zastupljen u eritrocitima, gdje je njegova koncentracija relativno ustaljena, a iznimno se mijenja kod izrazitih karenci te kod patoloških stanja. Resorpcija magnezija odvija se aktivnim i pasivnim načinom prije svega u dvanaesniku, djelomično u želucu, tankom i debelom crijevu. Kod preživača mjesto resorpcije je predželudac, sirište i dvanaesnik. Kod teladi u razdoblju kolostralne prehrane magnezij se resorbira u sirištu, tankom i debelom crijevu, prilikom čega je mjera resorpcije vrlo visoka - 80 do 90%. Magnezij se iz organizma izlučuje prije svega preko izmeta, uključujući magnezij koje se nije resorbirao tako i endogeni magnezij. Mala količina magnezija izlučuje se mokraćom. Koncentracija magnezija u mokraći jako brzo reagira na promjenu koncentracije magnezija u krvnoj plazmi. Prilikom nedostatka (deficita) magnezija izrazito se smanjuje njegovo izlučivanje mokraćom.

Natrij je biogeni element, koji tvori oko 0,13 do 0,2% mase tijela životinja. Kod mladunaca njegova je koncentracija u tijelu viša, sa starošću se koncentracija natrija smanjuje. Natrij je glavni kation ekstracelularne tekućine. U stanicama je zastupljen u malim količinama. Koštano tkivo, jetra, bubrezi i koža imaju relativno visoku koncentraciju natrija. Dio skeletnog natrija je relativno stabilno ugrađen u anorgansku koštanu masu. Gotovo 30 do 40% skeletnog natrija je natrij, koji je brzo zamjenjiv i lagano prelazi u ekstracelularnu tekućinu. Skelet se tako uključuje u proces homeostaze natrija. Glavna funkcija natrija je regulacija osmotskoga tlaka te acidobazne ravnoteže, sudjeluje u živčano-mišićnoj podražljivosti te prijenosu impulsa, tvorbi električnog potencijala na membranama. Natrij igra važnu ulogu u

procesima transporta niza tvari i metabolita preko stanične membrane. Utječe na transport i distribuciju vode u organizmu, zadire u metabolizam kalija, magnezija, klora i drugih tvari. Kod preživača ima glavnu ulogu pri održavanju optimalnog pH u predželucu, utječe na fermentacijske procese u predželucu te resorpciju hranjivih tvari iz probavnog trakta. Lako prelazi preko placente do ploda, a kod životinja u laktaciji do mlijeka. Resorpcija natrija protječe u cijelom području probavnog trakta aktivnim načinom. Izlučivanje natrija se odvija putem mokraće, izmeta te znojenjem. Najviše natrija se izlučuje mokraćom. Izmetom se natrij izlučuje u maloj količini, samo u slučaju velikog unosa koncentracija natrija će se povećati i u izmetu. Kod životinja koje imaju veliko mnoštvo žlijezda znojnica, dolazi prilikom povišene fizičke aktivnosti te pri visokoj temperaturi okoliša k značajnom izlučivanju natrija i znojem. Potreba za natrijem je determinirana životinjskom vrstom, starosti životinje, produktivnošću, graviditetom, fizičkim opterećenjem te temperaturom okoliša. Nedostatak natrija, pogotovo dugoročni nedostatak, smanjuje apetit životinja, intenzitet rasta, produkciju mlijeka te narušava plodnost. Višak natrija, prije svega pri istovremenom nedostatku vode, izaziva anoreksiju, poremećaje probave, a može doći i do intoksikacije. Preživači, posebice ovce su tolerantne na povećani unos natrija. Malu toleranciju na povišeni unos natrij imaju svinje, kod kojih dolazi do intoksikaciji solju poprilično često, posebice kada imaju nedovoljno vode. Intoksikacija se manifestira živčanim poremećajima te pojavom grčeva. Intoksikacija u većini slučajeva završava uginućem životinje.

Kalij je glavni kation intercelularne tekućine. Također je i važni sastojak ekstracelularne tekućine. Tvori približno 0,2 - 0,3% mase tijela. Najviše kalija sadržava mišićno i jetreno tkivo. U stanici kalij ima istu funkciju kao natrij u ekstracelularnoj tekućini. Utječe na acidobaznu ravnotežu, osmotski tlak, aktivnost enzima, permeabilnost membrana. utječe na kontraktilnost i tonus mišića uključujući i srčani mišić. Antagonist je kalcija, natrija, i magnezija. Iz organizma se kalij izlučuje posredstvom bubrega. Izlučivanje izmetom je minimalna. Koncentracija kalija u mokraći ovisi o unosu kalija prehranom. Što je veći unos kalija, time je i njegova koncentracija u mokraći veća. Potreba za kalijem je kod životinja relativno visoka. Nedostatak kalija uzrokuje različiti stupanj hipokalemije, ali prije svega dolazi do smanjenja koncentracije kalija u stanicama tkivima i organima. U životinja se ističe anoreksija, mišićna slabost, poremećaji rada srca, koje je moguće registrirat i promjenama EKG-a. Povećani unos kalija je češći ponajprije u goveda. Poremećaj zdravstvenog stanja dolazi prije svega onda, ukoliko je u isto vrijeme količina kalija visoka, a u nedostatku je natrij. Kalij ograničava resorpciju magnezija, a time potpomaže nastajanje tetanije, kod krava

u post porođajnom razdoblju usporava involuciju maternice, sudjeluje prilikom nastajanja ovarialnih cista, smanjuje apetit životinja te njihovu produkciju.

Klor u obliku kloridnog iona neizostavan je za ravnotežu vode, održavanje acidobazne ravnoteže, osmotskoga tlaka te tvorbu klorovodične kiseline u želucu i sirištu životinja. Sadržan je u ekstracelularnoj tekućini i intracelularnoj tekućini. Tvori približno 0,1 do 0,18% mase organizma. Visoka koncentracija klorida nalazi se u želučanoj i sirišnoj tekućini, cerebrospnalnoj tekućini, krvnoj plazmi, živčanom i jetrenom tkivu. Resorpcija klorida se odvija lako u tankom i debelom crijevu, kod preživača i u rumenu, i to pasivnim i aktivnim načinom. Izlučivanje klorida se odvija slično kao i kod natrija te kalija putem mokraće, djelomično znojem a kod životinja u laktaciji i putem mlijeka. Izlučivanje klorida izmetom je minimalan, jedino prilikom proljevnih oboljenja se povećava zajedno sa natrijem, kalijem i bikarbonatima.

Sumpor je biogeni element, koji tvori 0,15 do 0,25% mase organizma. Sadržan je u svim stanicama i tjelesnim tekućinama, prije svega u obliku bjelančevina, koje sadrže sumporne aminokiseline - cistin, cistein i metionin. U kostima i hrskavicama sumpor se nalazi u kondroitin sulfatu. Samo neznačajni dio tvori anorganski sumpor. Sa starošću se opseg sumpora u organizmu povećava. Najveća koncentracija sumpora je u dlaci, perju, rogovima, papcima i kopitima, hrskavicama te vezivnom tkivu, dalje u jetri, bubrezima i skeletu. Biološke funkcije sumpornih spojeva u organizmu su vrlo raznolike. To je zbog jednostavne oksidacije i reducibilnosti, sposobnosti stvaranja kompleksa sa mineralnim tvarima i djelovanja u okviru složenih struktura u raznim biološki aktivnim tvarima kao što su hormoni, vitamini i enzimi. Resorpcija sumpora odvija se u tankom crijevu kao organskog sumpora prije svega u obliku sumpornih aminokiselina. Resorpcija sumpora u obliku sulfata je zanemariva i odvija se pasivnim načinom. Kod preživača se sumporne aminokiseline apsorbiraju i preko sluznice rumena. Izlučivanje sumpora se odvija posredstvom bubrega Izmetom se izlučuje sumpor, koji nije bio resorbiran te sumpor koji je prešao u crijeva posredništvom žući, u obliku taurina vezanog za žučne kiseline. Nedostatak sumpora prije svega, nedostatak sumpornih aminokiselina manifestira se ograničenim rastom, smanjenom produkcijom mlijeka, mliječnih bjelančevina, reproduktivnim poremećajima, nedovoljnim rastom vune kod ovaca, lošom kvalitetom rogova papaka te poremećajima imuniteta u mladunaca.

Povećani unos anorganskog sumpora može prouzrokovati poremećaje probave, proljev te upalne procese na sluznicama probavnog trakta te metaboličku acidozu. Zajedno sa povećanim unosom molibdena izaziva sekundarnu karencu bakra.

2.2. Funkcije mikroelemenata u organizmu životinje

Mikroelementi su sastojci većeg broja enzima koji omogućavaju odvijanje brojnih fizioloških procesa. Na taj način doprinose boljem iskorištavanju energije, sintezi proteina, ostvarivanju proizvodno-reproduktivnog potencijala te očuvanja zdravlja životinja. Sudjeluju u građi stanica, odnosno tkiva pojedinih organa i imaju značajnu ulogu u razvoju životinjskog organizma (Adamović i sur., 2002.). Za razliku od makroelemenata u tkivima organizma sadržani su u jako maloj količini. Imaju pak izrazit značaj u nizu katalitičkih, enzimatskih i regulacijskih procesa. Za život su neophodni i ne mogu biti nadomješteni drugim elementima ili spojevima. Kao elementi u tragovima su obično prihvaćeni željezo, mangan, bakar, cink, molibden, kobalt, selen, jod, fluor, nikal, krom, kositar, silicij te vanadij. Osim kod navedenih elemenata esencijalnost je pokazana i kod arsena, kadmija, olova, a o nekoliko drugih elemenata se pretpostavlja.

Element u tragovima je neophodan za životinje, ukoliko ispunjava sljedeće kriterije:

- prisutan je u zdravim tkivima svih životinja,
- njegova koncentracija u tkivima je relativno konstantna,
- njegov deficit izaziva iste fiziološke te strukturalne promjene,
- njegovo nadomještanje vraća ili zabranjuje ovim promjenama,
- fiziološke i strukturalne abnormalnosti izazvane deficitom elementa u tragovima su uvijek popraćene odgovarajućim specifičnim kemijskim promjenama.

Ove biokemijske promjene mogu se spriječiti, ili mogu biti izliječene ukoliko se spriječi nastajanje deficita, ili je deficit elementa u tragovima odstranjen terapijom.
Daljnjih 20 do 30 elemenata, koji ne ispunjavaju navedene kriterije, a nalaze se u tkivima životinja ne smatraju se biogenim elementima, nego zagađivačima iz okoliša.

Željezo ima ključnu ulogu u mnogim biokemijskim reakcijama u organizmu. Spojevi koji sadrže željezo omogućuju transport kisika te ugljičnog dioksida, oksidacijske i oksidoredukcijske procese, prijenos elektrona, tvorbu adenosintrifosfata i vode. Željezo je

dijelom ili aktivatorom niza enzima uključujući enzima Krebsova ciklusa. Važno je za tvorbu melanina i drugih pigmenata. U krvi se nalazi u obliku hemoglobina u eritrocitima te tako tvori približno 60% cjelokupnog željeza u organizmu. Resorpcija željeza odvija se u cijelom dijelu probavnog trakta pasivnim i aktivnim načinom. Glavnim dijelom resorpcije je želudac dvanaesnik i jejunum. Faktori koji utječu na resorpciju su starost životinje, zdravstveno stanje mjera zasićenja organizma željezom te kemijski oblik unesenog željeza hranidbom. Prilikom izrazitog deficita željeza se mjera resorpcije povećava. Željezo se resorbira kao dvovalentno, ili u keliranom obliku. Visoka koncentracija fosfora, bakra, mangana, cinka, kadmija, fitinske kiseline te oksalne smanjuje resorpciju željeza. U zdravih životinja resorbira se samo onoliko željeza, koliko organizam potroši. Ukoliko je organizam dobro snabdjeven željezom, mjera resorpcije se smanjuje, željezo se ne resorbira te je izlučivano izmetom.
Izlučivanje željeza se odvija uglavnom izmetom. Nedostatak željeza dovodi do anemije. Najčešće se javlja u mladunaca u razdoblju mliječne hranidbe. Posebice često se pojavljuje anemija u nedostatku željeza kod prasadi. Suvišan unos željeza se ne resorbira te se izlučuje izmetom. Visoka koncentracija željeza u hrani pak negativno utječe na resorpciju bakra, cinka te mangana. Spontana intoksikacija željezom se ne pojavljuje.

Bakar je sadržan u svim tkivima organizma. Tvori približno 0,002 do 0,0025% mase tijela životinja. Najveća koncentracija bakra je u jetri, bubrezima, slezeni, srcu i mozgu. Najnižu koncentraciju bakra ima hipofiza, štitna žlijezda te prostata. U mišićnom tkivu je koncentracija uravnotežena i relativno stabilna. Funkcija ovog biogenog elementa je mnogostrana u organizmu. Bakar je neophodan za tvorbu pigmenata, elastina, kolagena, utječe na metabolizam kostiju, reprodukcijske funkcije, tvorbu krvi, keratinizaciju dlake te funkcije živčanog sustava. Dijelom je te aktivatorom mnogih enzima i metaloproteina. Dio bakra se skladišti u jetri. Jetra je glavni organ izlučivanja bakra. Bakar se izlučuje žući u crijeva, gdje se može ponovno resorbirati. Veći dio se pak izlučuje preko izmeta. Izlučivanje bakra mokraćom je minimalno, također slinom se izlučuje samo neznatna količina bakra. Dugoročni nedostatak bakra izaziva poremećaj pigmentacije dlake, poremećaj plodnosti, uglavnom dolazi do ranog embrionalnog mortaliteta. Kod izrazite karence nastaje anemija, osteoporoza, defekti na stjenkama aorte i žilama te kardiomiopatia. Kod mladunaca nastaje ataksija te poremećaj živčanih radnji. Višak bakra može izazvati intoksikaciju pri kojoj nastaje distrofija jetre, hemoliza eritrocita, ikterus te hemoglobinuria. Posebno osjetljive na povećan unos bakra su ovce, dok visoku toleranciju imaju svinje.

Mangan, jednako kao bakar, sadržan je u svim tkivima i tekućinama u organizmu. Njegova koncentracija u tijelu je niža nego koncentracija željeza, bakra i cinka, a čini približno 400 do 600 µg po kilogramu žive mase životinja. Najveća količina mangana je deponirana u skeletu, dok je najviša koncentracija u mangana pak u jetri i bubrezima. Relativno visoka koncentracija mangana je u hipofizi, pankreasu te koštanom tkivu. Skeletna muskulatura spada među tkiva s najnižom koncentracijom mangana. U stanicama mangan je sadržan prije svega u mitohondrijima. Ostale stanične organele te citoplazma imaju malu koncentraciju mangana. Također u krvi je koncentracija mangana niska, pri čemu je veći dio mangana sadržan u krvnim stanicama.

Mangan ima specifičnu ulogu u sintezi mukopolisaharida hrskavice i koštanog tkiva. Dijelom je niza enzima, njihovim posredstvom zadire u energijski, lipidni, mineralni te metabolizam bjelančevina. Značajni enzimi koji sadrže mangan su alkalijska fosfataza, arginaza te piruvat karboksilaza. Niz ostalih enzima je aktiviran manganom. Mangan zadire u oksidoredukcijske procese u tkivima, utječe na radnje centralnog živčanog sustava te spolne funkcije. Značajno utječe na rast i razvoj kostiju, neizostavan je za tvorbu te rekonstrukciju hrskavičnog tkiva. Utječe na mineralizaciju skeleta. Kod preživača je važan za rast i razmnožavanje ruminalne mikroflore, tvorbu te aktivnost probavnih enzima, tvorbu nezasićenih masnih kiselina te mikrobijalnih bjelančevina. U krvi je mangan sadržan u krvnim elementima i krvnoj plazmi. U plazmi je vezan za beta globulin, koji je označavan kao transmanganin, što je glavna transportna forma mangana.

Resorpcija mangana odvija se u dvanaesniku aktivnim načinom. Cjelokupna mjera resorpcije je vrlo niska, a kreče se u granicama od 1 do 5% od cjelokupne količine u hrani. Na resorpciju negativno utječe visoka količina kalija, kalcija i fosfora.

Izlučivanje endogenog mangana odvija se posredstvom žući. Mangan tako dolazi u crijeva te je izlučivan zajedno s ne resorbiranim manganom izmetom. U mokraći se mangan nalazi samo u tragovima.

Cink slično kao i bakar te mangan ima mnogostruku funkciju u organizmu. Nalazi se u svim stanicama organizma. Njegova cjelokupna količina u organizmu je deset do petnaest puta viša nego količina bakra. Od cjelokupne količine cinka sadržanog u organizmu životinja, cink tvori najveći postotak u mišićnom i koštanom tkivu. Relativno visoka koncentracija cinka je u koži i kožnim derivatima, pankreasu, jetri, testisima, bubrezima te kostima. U mišićnom tkivu koncentracija cinka je osrednja. Najniža koncentracija cinka je u živčanom i plućnom tkivu.

U stanicama jetre cink je prisutan u mitohondrijima, citoplazmi, jezgri stanice te u mikrosomima. Veliki postotak cinka u hepatocitima je u obliku metaloenzima, dio je relativno čvrsto vezan za nukleinkse kiseline. U skeletu je cink sadržan prije svega u područjima aktivne osteogeneze, i to kao dio alkaličke fosfataze te karboanhidraze. U gušterači je koncentriran u beta stanicama Langerhsaovih otočića, gdje igra važnu ulogu pri tvorbi inzulina. Dijelom je i aktivator mnogo enzima - karboanhidraze, alkalijske i kisele fosfataze, superoksiddismutaze, laktatdehidrogenaze, peptidaze, deaminaze te drugih. Posredstvom ovih enzima zadire u niz biokemijskih reakcija na staničnoj i substaničnoj razini. Važan je pri sintezi proteina i nukleinskih kiselina. Neophodan je za rast životinja, metabolizam kostiju, fiziološke procese u koži i kožnih derivata. Utječe na razvoj spolnih organa i njihov rad. Cink ima važnu ulogu u imunološkom susatvu organizma. Neophodan je za tvorbu leukocita i njihovu funkciju. Utječe na fagocitozu i tvorbu antitijela. Igra značajnu ulogu u apoptozi stanica. Kod preživača utječe na fermentacijske procese u rumenu, neophodan je za rast i razmnožavanje ruminalne mikroflore. Resorpcija cinka se odvija u tankom crijevu, prije svega u dvanaesniku i to aktivnim oblikom. Na resorpciju cinka utječe koncentracija cinka u hrani, potreba organizma, starost životinje, kemijski oblik, topljivost cinka u dvanaesniku te djelovanje niza elemenata i hranjivih tvari crijeva. Kod mladunaca je mjera resorpcije viša nego u starijih životinja. Na iskorištavanje cinka negativno utječe višak kalcija, fosfora, željeza, bakra, kadmija, olova, grube vlaknine, fitinske kiseline u hrani. Resorpcija cinka je snižena i prilikom nedostatka bjelančevina u hrani, te prilikom upalnih procesa na sluznici dvanaesnika. Kod preživača dolazi do ograničene resorpcije cinka prilikom indigestije, posebice kod acidoze ruminalnog sadržaja.
Izlučivanje endogenog cinka odvija se posredstvom sline, sokova pankreasa i crijeva te žući. Značajna količina tako izlučenog cinka se može ponovo resorbirat. Izmetom pak odlazi ne resorbirani cink iz hrane te cink izlučen u probavni trakt. Značajna količina cinka se izlučuje kolostrumom i mlijekom.

Kobalt je sadržan u svim tkivima i organima životinja. Njegova količina u organizmu je vrlo niska i to od 30 do 60 µg po 1kg žive mase. Više od polovice kobalta sadržanog u organizmu je u obliku vitamina B_{12}. Najveća koncentracija kobalta i vitamina B_{12} je u jetri. S različitom razinom unosa kobalta se mijenja i njegova koncentracija u tkivima prije svega u jetri. Kobalt se resorbira aktivnim načinom u dvanaesniku. Izlučivanje endogenog kobalta pretežno je preko žući u crijeva, u obliku vitamina B_{12} i mlijekom. Mala količina kobalta se izlučuje i

mokraćom. Potreba za kobaltom je relativno mala i većina hranidbe dovoljno pokriva njegovu potrebu.

Selen je biogeni element, koji je sadržan u svim stanicama, tkivima i tekućinama životinja. Neophodan ja za puno biokemijskih funkcija u organizmu na celurarnoj i subcelularnoj razini i ne može biti nadomješten drugim elementima. U višim koncentracijama je toksični element. U tijelima životinja je njegov sadržaj jako nizak, pri čemu je najveća količina selena u mišićnom tkivu. Koncentracija selena u organizmu životinja se kreće u rasponu od 15 do 25 µg na kg žive mase. Najveći sadržaj je u bubrezima, jetri i pankreasu, relativno visoka koncentracija je u miokardu i skeletnom mišiću. Nisku koncentraciju ima živčano tkivo i pluća. Najnižu koncentraciju selena ima masno tkivo. Količina selena u pojedinim organima i tkivima ovisna je o unosu selena hranom i o kemijskom obliku selena.

Osnovna funkcija selena zajedno sa vitaminom E je obrana stanica od djelovanja slobodnih kisikovih radikala. Značajno utječe na plodnost mužjaka i ženki. Utječe na morfološku strukturu i metabolizam spermija i tvorbu testosterona. Selen lagano prelazi preko placente i neophodan je za optimalni interuterini razvoj mladunaca. Razina imuniteta, koja je determinirana selenom i njegovim spojevima, utječe na tijek puerperia i zdravstveni stav mliječne žlijezde. Selen je neophodan za funkcije štitne žlijezde.

U organizmu životinja se selen nalazi u mnogim spojevima - selenoproteinima, koji imaju enzimsku aktivnost. Pretpostavlja se o postojanju oko 50 selenoproteina. Među važne selenoproteine spada glutatinperoksidaza (GSH-Px). Resorpcija selena odvija se aktivnim načinom u tankom crijevu, uglavnom u dvanaesniku, u manjoj mjeri u debelom crijevu. Mjera resorpcije u monogastritičnih životinja je veća nego kod preživača, zato što u predželucu dolazi do tvorbe reduciranih spjeva selena, koji se loše resorbiraju. Resorpcija je pod utjecajem starosti životinje te prije svega pod utjecajem kemijskog oblika i topljivosti selenskih spojeva.

Kod preživača se najbolje resorbira selen u organskom obliku kao selenometionin. Mjera resorpcije selena u monogastričnih životinja je visoka, doseže čak 80%. Kod preživača mjera resorpcije čini 30 do 40%. Ukoliko je selen u obliku selenometionina, njegova resorpcija je visoka i u preživača te doseže čak 60%. Selen davan životinja u visokim količinama u obliku anorganskih spojeva se resorbira i pasivnim načinom te može izazvati intoksikaciju. Organski oblici selena su manje toksični.

Izlučivanje selena se odvija mokraćom, izmetom, mlijekom i disanjem. U izmetu se nalazi selen, koji se nije resorbirao, nadalje selen koji se u crijeva izlučio posredstvom žući,

pankreasne i crijevne tekućine. Prilikom intoksikacija selenom, određena količina selena se izlučuje znojem i izdisanjem plućima. Potreba za selenom u životinja je niska i čini 0,1 do 0,3 $mg.kg^{-1}$. Simptomi nedostatka selena u životinja su vrlo različiti. Poznat je čitav niz zdravstvenih poremećaja. Česta je pojava degeneracije i nekroze jetre kod svinja, peradi te laboratorijskih životinja, degeneracija bubrega, hijalina degeneracija miokarda, eksudativna diateza pilića, fibrza pankreasa kod pilića, poremećaji rasta i imuniteta.

Jod je glavni dio hormona štitne žlijezde. Njegova koncentracija u tijelima životinja iznosi 50 do 200 µg na 1 kg žive mase. Starenjem orgamizma se njegova koncentracija smanjuje. Jod je sadržan u svim stanicama, tkivima i tekućinama u organizmu u značajno različitim koncentracijama. Od cjelokupne količine joda sadržanog u tijelu životinje 80% joda sadrži štitna žlijezda, 10 do 15% mišići, a ostatak koža skelet te ostali organi. Njegove biološke funkcije suvisle su sa funkcijom štitne žlijezde, zato što tvori osnovni dio tiroidnih hormona.
U krvi je koncentracija joda jako niska, a tvore je pretežno hormoni štitne žlijezde vezani za bjelančevine. Zanemariva količina joda u krvi je u anorganskom obliku. Jod se jako lagano resorbira u cijelom dijelu probavnog trakta, najviše pak u tankom crijevu. U preživača dolazi do resorpcije i u predželucu. Jod se apsorbira i kožom te plućima. Izvorom joda je pitka voda, krmiva te mineralne krmne smijese. Koncentracija joda u vodi i krmivima je značajno različita u ovisnosti sa količinom joda u zemlji. Izlučivanje joda odvija se posredstvom bubrega, dok u manjoj mjeri slinom, žući, želučanim i crijevnim sokovima. Mala količina joda se izlučuje znojem. Relativno značajna količina joda se izlučuje kolostrumom i mlijekom. Neodtatak joda, posebice radi li se o dugoročnom nedostatku, izaziva sniženu aktivnost štitne žlijezde s nizom negativnih utjecaja na zdravlje, produktivnost i reproduktivnost životinja. U uzgoju gdje je prisutan deficit joda treba obratiti pozornost na urođenu gušavost u teladi, janjića, kozlića i prasadi, smanjeno preživljavanje i visoke gubitke uginućem. Kod ženki se pojavljuju poremećaji aktivnosti ovaria, anestrus, ovarialne ciste i niz drugih poremećaja.
Višak joda životinje relativno dobro toleriraju, zato što se uneseni jod lagano izlučuje mokraćom. Enormno visoki unos joda može izazvati poremećaje zdravstvenog stanja, koji su ovisni sa indukcijom hiperfunkcije štitne žlijezde.

Kao dobri indikatori neuravnotežene opskrbe pojedinim mineralima su pojave specifičnih promjena na nekim organima i tkivima. U slučajevima poremećaja stabilnosti opskrbe mineralnim tvarima, organizam životinje se može u određenoj mjeri uspješno štititi brojnim

mehanizmima prilagođavanja: promjenom stupnja resorpcije, skladištenjem, kao i povećanim izlučivanjem. Ovaj fenomen samokontrole i regulacije metabolizma mineralnih tvari naziva se homeostaza (Domaćinović, 2006.).

2.3. Značaj minerala u hranidbi peradi

Količine dodanih minerala u hranu temelje se na preporukama NRC (Nacionalni istraživački savjet), prema sada „davnim“ istraživanjima iz 1960-ih i 1970-ih godina prošlog stoljeća. Obzirom na značajne promjene u genetici tovnih pilića i njihovim proizvodnim obilježjima te još više saznanje i brojna istraživanja o bio raspoloživim mineralima u tragovima, valjanost „starih“ podataka može biti upitna (Leeson, 2005.). Obzirom da minerali u anorganskom obliku nisu skupi, postoji sklonost preformulirati sastav hrane, da bi se osigurao blagotvorniji čimbenik sigurnosti. Dobro su poznata uzajamna djelovanja između uključenih neorganskih minerala, pa tako prekomjerna količina pojedinog minerala može negativno djelovati na metabolizam jednog ili više drugih minerala (Vieira, 2008.) Više je vjerojatno, da će do takvog nepovoljnog uzajamnog djelovanja doći, kada se u hranu unesu velike količine i kada su, ne znajući, drugi glavni sastojci hrane bogati određenim mineralima.
Postojanje bitnih elemenata u životinjskom tkivu slijedi staničnu funkciju te su stoga oni u određenim koncentracijama za svaki organ. Prekomjerno korištenje anorganskih soli uzrokuje povećano izlučivanje minerala u stajskom gnojivu i moguće stvaranje mineralnog taloga u tlu koji premašuje hranidbene zahtjeve žitarica. Tijekom posljednjih desetljeća pojačava se globalna proizvodnja životinjske hrane, a popravljaju se i genetske mogućnosti rasta i proizvodnje. Rezultat komercijalnih nastojanja jest povećati dodavanje minerala, da bi se stočnom fondu, uzgajanom u industrijskim uvjetima, omogućilo veće zadovoljenje potreba za mineralima.

Povišenje koncentracije anorganskih minerala u životinjskim hranama dovodi do nekoliko problema, primjerice, korištenje velikih količina Cu kod svinja i peradi uzrokuje teže trovanje bakrom kod većine osjetljivih životinja, kao što su ovce, koje pasu na pašnjacima pognojenim svinjskim i peradarskim gnojivom, što je mišljenje SCAN-a (Znanstveni odbor za hranidbu životinja) o korištenju bakra u hranjivim tvarima. Kao drugo, anorganski materijali mogu stvarati netopive komplekse s drugim hranjivim agensima, što za posljedicu ima slabije upijanje.

3. ORGANSKI MINERALI

Organski minerali odnedavno su predmet su sve većeg broja istraživanja. Ovi spojevi mogu se smatrati najznakovitijim događajem glede komercijalnih oblika minerala, usmjereno na dodatke životinjskoj hrani tijekom posljednjih desetljeća.

Organski minerali uključuju svaki mineral spojen s organskim tvarima. Bjelančevine i ugljikohidrati najčešće su tvari u kombinacijama organskih minerala. Veličina organskih dijelova i vrsta veze nisu presudni u definiciji organskog minerala. Pojedini minerali mogu činiti usklađene veze koje su postojane u crijevima. Metali povezani s ligandima (molekule ili ioni) usklađenim vezama mogu se razgraditi tijekom metabolizma životinje, dok stvarne, kovalentne veze ne mogu. Mineralni kelati predmetom su sve većeg broja istraživanja, posebice u hranidbi peradi. Rezultati jasno ukazuju na bolje iskorištavanje i veću bio raspoloživost te značajno niže količine izlučenih minerala u stajskom gnojivu (Galović, 2011.).

Riječ kelat dolazi od grčke riječi „chele“, što znači mala kliješta, pinceta ili kandža. Razlozi takovoj definiciji postaju jasni kada se istraži struktura kelata. Oni nastaju podjelom elektrona između metala i liganda. Ligand je obično anion ili molekula, koja ima atom ili par elektrona s raspoloživim valencijama. Uobičajeni ligandi sadrže kisik, dušik, sumpor, halogene elemente ili njihove kombinacije zahvaljujući svojoj elektronskoj strukturi. Kelirani minerali nemaju nemetalne ligande te su stoga organski (Vieira, 2008.)

.

Dvo- ili trovalentni metali vrlo dobro se prilagođavaju stvarati koordinirane veze, koje su obilježje kelata. Koordinirana veza, poznata, također, i kao kompleksna veza, sastoji se od metala i liganda, poredanih načinom da su raspoloživi elektroni dobivenih atoma vrlo blizu elektronima metala. Kelacija minerala vrlo je važna u biološkim sustavima. Većina enzima traži kelirani metal u svojoj strukturi, kako bi postali učinkovitijim.

Vitamini, poput vitamina B12 (cijanoko-balamin), imaju metal (u ovom slučaju Co), kompleksom četvoro-zupčaste pigmentske porfirin grupe, dušika i pseudo-nukleotida. Porfirin je, također, važan za kelaciju željeza na hemoglobi-nu. Druge grupe su važne glede zdravlja ljudi i domaćih životinja zbog svojih dobrih mogućnosti kelata.

Prema Vieiri (2008.) neke definicije organskih kelata su:

- Metalni kompleks amino kiseline nastaje spajanjem topive metalne soli s amino kiselinama. Pojedinačna amino kiselina može dati elektrone iz oba atoma (dušika i

kisika). Korištenjem pojedinačnih amino kiselina ukupna molekularna težina kompleksa održava se niskom.

- Metalni kelat amino kiseline nastaje reakcijom metalnog iona topive soli s amino kiselinama u molarnom omjer od 1 mola metala i 1-3 (poželjno 2) mola amino kiseline, što stvara usklađene veze. Maksimalna molekularna težina kelata je 800 daltona. Navedeni omjer metala i amino kiseline (1:1 ili 1:3), objašnjava tako povećanu molekularnu težinu kelata u usporedbi s kompleksima. Povećana veličina liganda smanjuje snagu veze ili spone te može smanjiti upijanje.

- Metalni proteinati nastaju kelacijom topive soli s amino kiselinama i/ili djelomično topive bjelančevine. Svojom definicijom, metalni proteinati manje su konzistentni i razlikuju se po svojoj proizvodnji i rezultatima istraživanja.

- Kompleks metalnog polisaharida nastaje spajanjem kompleksa topive soli s kompleksom otopine polisaharida, kao integralnog dijela specifičnog kompleksa. Matrica polisaharida obuhvaća mineral u tragovima čime može pružati izvjesnu zaštitu od oštećenja i degradacije crijeva.

3.1. Bioraspoloživost minerala

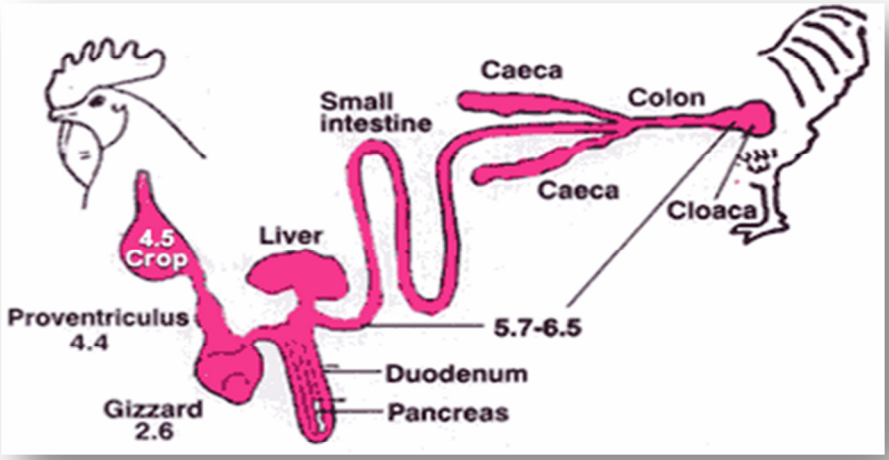
Da bi se utvrdilo koliko neka domaća životinja učinkovito iskoristi prehrambene mineralne elemente, mora se znati relativna ili dotična bioraspoloživost istog elementa u prehrambenom sastojku ili cjelovitoj hrani. Kemijska analiza hrane ili pojedinačnog/ih sastojka/sastojaka ne ukazuje na biološku učinkovitost nekog hranjivog sastojka. Ima mnogo čimbenika, koji utječu na bioraspoloživost minerala, naročito elemenata u tragovima. Nekoliko njih uključuju količinu unosa minerala, kemijski oblik, ukupnu probavljivost hrane, veličinu čestica, uzajamno djelovanje s ostalim mineralima i hranjivim tvarima, kelatore, inhibitore, fiziološko stanje domaće životinje, kvalitetu vode, uvjete probave, kojima se izlažu pojedini hranjivi sastojci ili cjelokupna hrana i, naravno, starosna dob i vrsta domaće životinje. Kada se mineral u tragovima probavlja, na njegovu bioraspoloživost utječu specifična obilježja minerala, kao kada je u hrani. Na primjer, važni su valencija minerala i njegov molekularni oblik (anorganski naspram organskog). Zbog tih specifičnih svojstava mineral može biti sklon stvarati komplekse s ostalim sastavnim dijelovima u želudcu ili crijevima, koji mogu ili

otežati ili olakšati sluzno upijanje, prijenos ili metabolizam minerala u tijelu. Dobro je poznato, da će se neki minerali u anorganskom obliku natjecati s ostalim mineralima glede potrebnog povezivanja s mjestima upijanja u želudcu ili crijevima (Miles i Henry, 2000.). Danas postoji više podataka o iskorištenju minerala, koji se uobičajeno koriste kao dodatci negoli o onima u praktičnim prehrambenim sastojcima.
Izraz "bioraspoloživost" definira se stupnjem, do kojeg se stupnja uneseni prehrambeni sastojak iz posebnog izvora upija u obliku, u kojem je prehrambeni sastojak "raspoloživ" na razini tkiva, prije negoli samo na hranjivoj razini. Ostali izrazi, koji se koriste za izraziti stupanj iskorištenja, jesu "biološka raspoloživost", "bioaktivnost", "biopotentnost" i "bioučinkovitost" (Ammerman i sur., 1995).

Prema Miles i Henry (2000.) apsorpcija minerala zahtijeva prethodno otapanje izvornog oblika minerala u crijevnom lumenu. Ionizirani metali mogu se dalje prenositi kroz opnu stanice nosačima bjelančevina. Ovaj postupak ovisan je o pH kiselinskom broju te stoga kiselinsko okruženje u proventrikulusu, probavnom organu peradi, poboljšava otapanje, dok neutralni ili lužnati pH kiselinski broj tankog crijeva smanjuje otapanje (Slika 1.). Proteinski mikroelementi opstaju bez narušavanja donje vrijednosti pH prednjeg dijela probavnog sustava, izbjegavaju završno spajanje s vlaknima što može negativno utjecati na raspoloživost i upijanje u tankom crijevu. Kelirani minerali osiguravaju bolje postojanje ili stabilnost, zahvaljujućoj čvršćoj i na kiseline stabilnoj molekuli. Otopljeni metali u želučanom okruženju mogu potencijalno stvarati netopive taloge svojim prolazom kroz tanko i debelo crijevo. Prisustva aktivnih liganda, kao što je fitična kiselina, mogu pojačati stvaranje taloga. Ovakvo stanje je znakovito u hranidbi s velikom količinom fitata, poput sojinog brašna i mogu loše utjecati na raspoloživost minerala. Natjecanje za iste ili slične nosače je glavni izvor smetnji, kada se metali prenose iz lumena u enterocit, stanicu crijevnih zidova. Kelati stvaraju prstenastu strukturu oko metalnog iona i imaju koordinantne, kovalentne spojeve s grupama aminokiselina i/ili proteinata, koji daju dušik (amino) ili kisik (karboksil). Nekoliko pretpostavki, koje su nastale tijekom proteklih nekoliko glede organskih mineralnih dodataka hrani jesu:

- Prstenasta struktura štiti mineral od neželjenih kemijskih reakcija u gastrointestinalnom traktu.
- Kelati lako prolaze nepromijenjeni kroz crijevni zid do krvotoka.

- Pasivno upijanje se povećava smanjenjem uzajamnog djelovanja između minerala i ostalih prehrambenih tvari.
- Mineral se oslobađa u obliku sličnom u kakvom se našao u tijelu.
- Kelati se upijaju različitim putovima od anorganskih minerala.
- Svaki mineral u kelatu pospješuje upijanje drugih minerala u kelatu.
- Kelati nose negativni naboj, pa se tako učinkovitije upijaju i metaboliziraju.
- Kelacija povećava topivost i kretanje kroz membrane stanica.
- Kelacija povećava pasivno upijanje povećavanjem količine vode i lipidnom topivošću minerala.
- Kelacija povećava stabilnost pri niskoj pH vrijednosti.
- Kelati se mogu upijati sustavom prijenosa aminokiselina.



Slika 1. pH probavnog sustava peradi

(http://www.worldpoultry.net/chickens/nutrition/layers/organic-trace-minerals-support-better-bone-structure-and-integrity-6508.html

Brzina i stopa upijanja svakog minerala razlikuje se ovisno o svojem kemijskom izvoru, zato nije moguće odrediti jedinstvenu stopu ili brzinu upijanja, koja bi odgovarala svim metalima (Ashmead, 1985).

4. ORGANSKI MINERALI U HRANIDBI PERADI

Mineralni kelati predmetom su sve većeg broja istraživanja, posebice u hranidbi peradi. Rezultati jasno ukazuju na bolje iskorištavanje i veću bio raspoloživost te značajno niže količine izlučenih minerala u stajskom gnojivu. Zbog svoje postojanosti i male veličine, većina keliranih minerala ne mijenja se tijekom prolaza probavnim traktom i potpuno se upijaju bez razgradnje svojih amino kiselina.

Rutz i sur., (2003.) istraživali su utjecaj dodatka organskih minerala na proizvodna svojstva nesilica. Uporabom dijagnostičkih postupaka embrija procjenjivala su se jaja kokoši kontrolne i pokusne skupine, hranjene s dodatkom organskih minerala. Kod nesilica hranjenih organskim mineralima autori su zabilježili veću plodnost i izlijeganje pilića te manju smrtnost embrija od 15.-21. dana inkubacije.

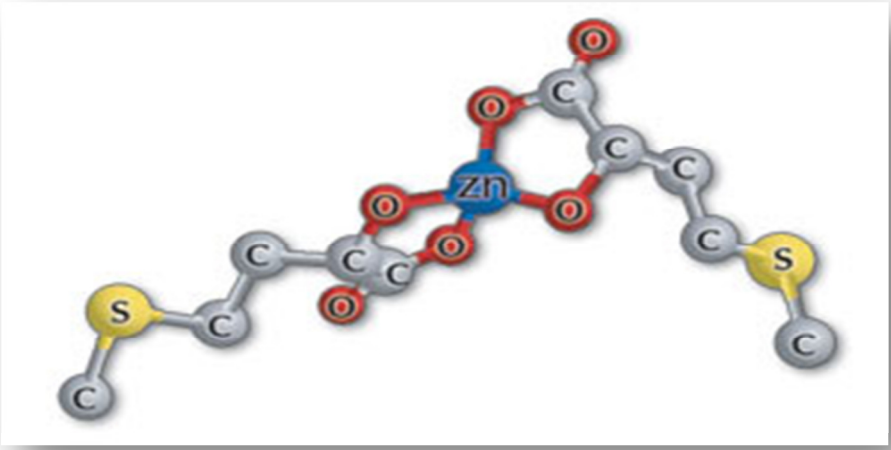
Leeson, (2003.) je istraživao utjecaj smanjenja dodatka minerala u hranu na prirast i konverziju. Pilići su hranjeni 42 dana. Razine dodatka Bioplex^{R} minerala bile su smanjene na 14% i 7% od ukupnih anorganskih minerala u hrani. Dobiveni rezultati u pokusnim skupinama nisu se značajno razlikovali od kontrolne skupine.

Carlson i sur., (2004.) procjenjivali su različite razine dodavanja organskog Zn u obliku proteinata ili kao kompleks polisaharida i uspoređivali ih sa ZnO (cinkov oksid). Hranidba manjim koncentracijama organskog Zn (Slika 2.) uveliko je smanjila količinu izlučenog Zn u usporedbi s anorganskim Zn, bez smanjenja performanci rasta.

Cvrtila i sur., (2005.) istraživali su utjecaj različitih izvora i sadržaja selena u krmnoj smjesi za tovne piliće na njegov sadržaj u mesu. Analize njihovog istraživanja ukazuju na bolje rezultate u prirastu kao i i većem sadržaju Se u oba mišićna tkiva u odnosu na anorganske izvore Se. Stoga i preporučuju uporabu organskog Se u hrani od 0,3 ppm/kg smjese. Prema njihovim navodima može se postići i obogaćivanje pilećeg mesa navedenim mineralom.

Lippens i sur., (2006.) istraživali su anorganske i organske minerala u hranidbi pilića, njihov učinak na tovna svojstva te na izlučivanje minerala u fecesu. Nakon provedenih analiza autori su zaključili kako seu hranidbu mogu dodavati organski minerali u značajno nižim razinama u odnosu na anorganske dodatke bez negativnog utjecaja na proizvodna svojstva (prirast, konverzija, tjelesna težina). Također su zaključili kako pri istim razinama dolazi do značajnog

smanjenja izlučivanja minerala u fecesu, kada se koriste organski minerali. Autori navode kako hranjenje pilića višim koncentracijama organskih minerala tijekom prvih tjedana starosti ima pozitivan učinak na tovna obilježja, dok u završnoj fazi tova (22.-42. dana) nisu zabilježene značajne razlike u istraživanim svojstvima.



Slika 2. Kelatni kompleks cinka
(www.wattagnet.com/3136.html/)

Perić i sur., (2007.) uspoređivali su proizvodne rezultate kod pilića hranjenih različitim koncentracijama minerala koje su dodane u anorganskom i organskom obliku. Autori navode kako se korištenjem organskih minerala u tragovima može značajno smanjiti njihovo dodavanje (na razinu od 33%) u krmne smjese u odnosu na anorganske izvore, a da pri tome nema negativnog utjecaja na proizvodna svojstva pilića.

Gajčević, (2011.) je istraživala utjecaj selena i lanenog ulja u hrani na performance pilića i profil masnih kiselina u mišićnom tkivu. Autorica zaključuje kako je uočen trend smanjenja oksidacije masti na svježem mišićnom tkivu prsa i zabataka s povećanjem razine selena u hrani za piliće.

Ispitavanje optimalnih količina i oblika minerala u hrani tovnih pilića s obzirom na tovna svojstva, kvalitetu mesa i izlučivanje minerala u fecesu provela je Galović, (2011.). Na temelju rezultata istraživanja koja su provedena s tri različite razine minerala: Zn, Mn, Cu i Fe te istom razinom Se za sve skupine u anorganskom i organskom obliku autorica je zaključila kako je moguće zamjeniti anorganske minerale u hrani za tovne piliće, nižim razinama organskih minerala, bez negativnog utjecaja na proizvodne pokazatelje u tovu. Niže razine

organskih mineralih u smjesama u odnosu na uobičajene razine anorganskih, rezultiraju manjom oksidacijom lipida i proteina u mišićnim tkivima, čime se izravno utječe na kvalitetu mesa pilića. Osim toga, uporabom nižih razina organskih minerala smanjenjuje se i njihovo izlučivanja u fecesu.

U novije vrijeme postoji zabrinutost da uobičajeni anorganski minerali mogu sadržavati znatne količine teških metala, a tu činjenicu potvrđuju smjernice Europske Unije (European Union Directive, 2002.) kojima se sada Zakonom određuju hranidbene razine arsena, olova i kadmija. Europska Unija vodi računa glede mogućih štetnih učinaka prekomjernog dodavanja minerala u tragovima u odnosu na okoliš ili zdravlje ljudi i životinja. Tijekom 2003. godine donosi se propis o smanjenju dopuštenih prehrambenih koncentracija pojedinih metala u tragovima (Co, Cu, Fe, Mn i Zn), Commission Regulation (EC) No 1334/2003, od 25. srpnja 2003. g.

Dugi niz godina nutricionisti radi zadovoljenja potreba peradi upotrebljavaju minerale u anorganskom obliku. Kada dospiju u probavni trakt, minerali se trebaju rastopiti u ione, kako bi se mogli upiti. Anorganski minerali mogu stvarati netopive komplekse s drugim hranjivim tvarima, što za posljedicu ima njihovu slabiju resorpciju. Međutim, uneseni minerali mogu uzajamno djelovati s drugim hranidbenim sastojcima sastojcima, čineći ih nedostupnim ili beskorisnim životinjama. Osim toga, oni mogu biti potpuno kompleksni (npr. fitat), postajući tako potpuno nedostupni životinji. Zbog takvih nelogičnosti, količine minerala koje se daju životinjama u hranu često su veće od propisanih, što zatim za posljedicu ima nepotrebno rasipanje („prolazak“ kroz organizam) i time loš utjecaj na okoliš (Galović., 2011.). Niska razina zadržavanja minerala u organizmu povezana s visokim količinama u hrani koja ima za posljedicu prekomjernu količinu minerala u stajskom gnojivu peradi, uzrokujući njihovu akumulaciju u tlu (Van der Klis, 1999.). Navedeni problem može se uvelike poboljšati uporabom organskih minerala u hranidbi peradi kao i ostalih domaćih životinja.

5. ZAKLJUČAK

Mikroelementi se ne mogu sintetizirati u organizmu peradi stoga se moraju osigurati putem hranidbe. Imaju značajnu strukturnu, fiziološku, hormonsku i regulatornu ulogu u njihovom organizmu. Unos neizbalansirane hrane s deficitarnim ili pretjerano visokim sadržajem mikroelemenata uzrokuje promjene u koncentraciji minerala u tjelesnim tkivima, a time uzrokuje i promjene u zdravstvenom statusu životinje. Dodatak anorganskih mikroelemenata iznad dozvoljenih granica negativno utječe ne povećano izlučivanje minerala u fecesu te moguće zagađenje okoliša. Uobičajene norme nesumnjivo uključuju prekomjerne količine minerala u hrani te postoji potreba jasno odrediti bioraspoloživost minerala u krmivima kako bi se smanjilo na najmanju moguću mjeru nepotrebno odlaganje, a time i akumuliranje prekomjernih količina minerala u tlu. Začajnom nižom razinom organskih minerala u usporedbi s anorganskim koncentracijama mogu se postići podjednaki rezultati, bez negativnog utjecaja na proizvodna obilježja pilića.

6. POPIS LITERATURE

1. Ammerman, C. B., Baker, D.H., Lewis, A.J. (1995.): Bioavailability of Nutrients for Animals: AminoAcids, Minerals and Vitamins.Academic Press, NewYork, NY.
2. Ashmead, HD. (1985): Intestinal absorption of metal ions and chelates. Springfield: Charles C. Thomas, p. 13-26.
3. Bogut, I., Grbavac, J.,Florijančić, T. (2001): Anatomija i fiziologija domaćih životinja. Sveučilište u Mostaru - Sveučilište Josipa J. Strossmayera u Osijeku.
4. Cvrtila, Ž., Kozačinski, L., Hadžiosmanović, M., Milinović-Tur, S., Filipović, I. (2005): Značenje selena u mesu peradi. Stočarstvo 59 (4) 281-287.
5. Carlson, M.S., Boren, C.A., Wu, C., Huntington, C.E., Bollinger, D.W., Veum, T.L. (2004) Evaluation of various inclusion rates of organic zinc either as a polysaccharide or proteinate complex on the growth performance, plasma, and excretion of nursery pigs. Journal Anim. Sci .82:1359–1366.
6. Commission Regulation (EC) No 1334/2003 of 25 July 2003 amending the conditions for authorisation of a number of additives in feedingstaffs belonging to the group of trace elements. EN Official Journal of the European Union, L 187/11. htpp//eur-lex.europa.eu/en/index.html
7. Domaćinović M. (2006.): Hranidba domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
8. European Parliament and Council of the European Union. Directive, 2002/32/EC 2002. Undesirable substances in animal feed. Official Jour. of the European Communities 30.5.2002 L140/10-L140/21.
9. FAO/WHO (2001):Human vitamin and mineral requirements. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Bangkok, Thailand.
10. Galović, D. (2011.): Optimalizacija unosa minerala u hranidbi tovnih pilića. Doktorski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
11. Ivanković, S. (2006): Osnovi opće hranidbe i krmiva. Sveučilište u Mostaru.
12. Leeson, S. (2003): A new look at trace mineral nutrition of poultry: Can we reduce environmental burden of poultry manure? In Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries. T.P. Lyons and K.A. Jacques, ed. Nottingham Univ. Press., UK.
13. Leeson, S. (2005): Trace mineral requirementes of poultry – Validity of the NRC recommendation. In Re-defining Mineral Nutrition. J.A. Taylor-Pickard and L.A. Tucker, ed. Nottingham Univ. Press, UK.
14. Lippens M., Huygebaert G., Nollet L. (2006): Inorganic vs Bioplex trace minerals for broilers: effects on performance and mineral excretion. EPC 2006-12th European Conference, Verona, Italy, 10-14 September, 2006.

15. Miles, R.D., Henry, P.R. (2000.): Relative trace mineral bioavaillability. Ciência Animal Brasileira 1(2): 73-93.

16. Perić, L., Nollet, L., Milošević, Žikić, D. (2007): Effect of Bioplex and Sel-Plex substituting inorganic trace mineral sources on performance of broilers. Arch. Geflűgelk., 71 (3). S. 122-129.

17. Rutz F., Pan E. A., Xavier G. B. Anciuti M. A. (2003): Nutritional Biotechnology int he Feed and Food Industries. Proceedings of Alltech's 19th Annual Symposium, Lyons T. P and Jacques K. A. ed., Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp. 147-161.

18. Van der Klis J. D. (1999): Factors affecting the absorption of minerals from the gastro-intestinal tract of broilers. In Proc. 8th Eur. Symp. Poult. Nutr. WPSA, Bologna, Italy.

19. Vieira, S.L. (2008): Chelated Minerals for Poultry.Brazilian Journal of Poultry Science 10 (2): 73-79.

20. http://www.vets(web.com/poultry/nutrition/feed-additives/organic-trace-minerals-support-better-bone-structure-and-integrity-89.html), 20.03.2017.

21. http://www.wattagnet.com/3136.html, 20.03.2017.