

**UTICAJ ORGANSKI I NEORGANSKI VEZANOG GVOŽDA NA
PROIZVODNE REZULTATE BROJLERA******THE INFLUENCE OF ORGANIC AND INORGANIC Fe
SUPPLEMENTATION ON PRODUCTIVITY OF BROILERS***

Svetlana Milanović, M. Lazarević, Ž. Jokić, Olivera Pešut,
Danijela Kirovski, I. Jovanović**

U ovom radu su prikazani rezultati ispitivanja uticaja organski i neorganski vezanog gvožđa u ishrani brojlera na telesnu masu, konverziju hrane i dnevni prirast. Ogled je izveden na ukupno 200 brojlera podeljenih u četiri jednake grupe. U smeše za ishranu brojlera dodavano je gvožđe u količini od 40 mg/kg koje je poticalo iz različitih izvora: fero-sulfat (ogledna grupa I), gvožđe vezano za kvasac (ogledna grupa II), fero-askorbat (ogledna grupa III) i helatno gvožđe (ogledna grupa IV). Kod piladi u dobi od 21, 35 i 42 dana praćeni su sledeći parametri: telesne mase, prosečan dnevni prirast, dnevno konzumiranje hrane i konverzija hrane.

Veću prosečnu telesnu masu imala su pilad koja su hranom dobijala organski vezano gvožđe u odnosu na pilad u čijoj je ishrani korišćeno neorganski vezano gvožđe (fero-sulfat). Konverzija hrane je bila bolja kod piladi tretiranih organskim oblicima gvožđa u odnosu na pilad tretiranu fero-sulfatom. Najbolju konverziju imala su pilad koja su hranom dobijala fero askorbat.

Ključne reči: brojleri, gvožđe, proizvodni rezultati

Uvod / Introduction

Gvožđe je jedan od najzastupljenijih elemenata u prirodi i neophodno je za sve forme živih organizama, počev od onih najjednostavnijih, kao što su bakterije i biljke, pa do složenih, kao što su kičmenjaci. Gvožđe se u organizmu nalazi

* Rad primljen za štampu 22. 04. 2008. godine

** Mr. sci. med. vet. Svetlana Milanović, asistent, dr. sci. med. vet. Miodrag Lazarević, profesor, Fakultet veterinarske medicine, Beograd; dr. sci. Živan Jokić, profesor, Poljoprivredni fakultet, Zemun; dr. sci. vet. med. Olivera Pešut, profesor, dr. sci. vet. med. Danijela Kirovski, docent, dr. sci. vet. med. Ivan Jovanović, profesor, Fakultet veterinarske medicine, Beograd

u dva oksidaciona stanja, kao fero i feri oblik ($+2$ i $+3$). Zahvaljujući tome što lako prelazi iz jednog u drugo oksidaciono stanje, gvožđe učestvuje u brojnim oksidoredukcionim reakcijama u organizmu: ono ulazi u sastav više komponenti respiracionog lanca; time što kontroliše aktivnost ribonukleotid reduktaze utiče na proces ćelijske deobe; ulazi u sastav specijalizovanih proteina za prenos i skladištenje kiseonika kao što su hemoglobin i mioglobin. Gvožđe je i potencijalno toksičan element jer može učestvovati u generisanju slobodnih radikala i dovesti do oksidativnog oštećenja proteina i nukleinskih kiselina i smrti ćelije. Zbog ovih važnih funkcija viši organizmi imaju dobro razrađene homeostatske mehanizme kojima se reguliše nivo gvožđa (Kaneko, 1997).

U tankom crevu se resorbuje oko 5-10% gvožđa iz hrane. Resorpcija gvožđa podrazumeva najmanje tri koraka: transport kroz četkastu membranu enterocita, transport kroz enterocite i transport kroz bazalnu membranu enterocita do prelaska gvožđa u cirkulaciju.

Manji deo neorganskog gvožđa u hrani se nalazi u fero (divalentnom) obliku koji se efikasnije resorbuje od trovalentnog gvožđa. Membranski molekul nazvan **Dcytb** (eng. duodenal cytochrome b) odgovoran je za redukciju feri gvožđa u fero oblik pogodan za resorpciju (Riedel, 1995). Divalentno gvožđe se transportuje u enterocite pomoću nosača divalentnih jona nazvanog **DMT 1** (eng. divalent metal transporter 1). Ovaj molekul kroz membranu enterocita prvenstveno transportuje Fe^{2+} ali može prenositi i neke druge jone kao što su Zn^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} i Cu^{2+} . Sam transport kroz enterocite je još uvek nepoznanica ali se pretpostavlja da je ovaj molekul odgovoran i za transport gvožđa kroz samu ćeliju (Gunshin, 1997). Molekul odgovoran za eksport divalentnog gvožđa iz enterocita je tek nedavno identifikovan i nazvan **feroportin 1** (Donovan, 2000). Pre konačnog vezivanja za transferin i distribucije u tkiva, gvožđe mora biti oksidovano u feri oblik. Oksidacija se odvija dejstvom hefestina, bakar zavisne feroksidaze, koja je vezana za bazalnu membranu enterocita (Petrak, 2005).

Na resorpciju gvožđa utiču mnogi faktori koji se mogu podeliti na nutritivne i endogene. Nutritivni faktori (tabela 1) podrazumevaju prisustvo ili odsustvo određenih mikroelemenata i drugih jedinjenja u hrani životinja koji mogu uticati na iskoristivost gvožđa. I sam oblik gvožđa bitno utiče na njegovu bioiskoristivost, što je prikazano u tabeli 2.

Oblici gvožđa koji se koriste kao dodaci u ishrani ljudi i domaćih životinja dele se na rastvorljive u vodi (fero-sulfat), rastvorljive u razblaženim kiselinama (fero-fumarat, feri-saharat) i slabo, ili nerastvorljive u vodi i slabim kiselinama, kao što su feri-pirofosfat, feri-ortofosfat i elementarno gvožđe. Bioiskoristivost gvožđa se najčešće upoređuje sa bioiskoristivošću fero-sulfata i označava sa RBV (eng. relative bioavailability value) tako da se izražava u procentima. U tabeli 2. je navedena bioiskoristivost različitih oblika gvožđa u odnosu na fero-sulfat (AAFCO, 2003).

Tabela 1. *Nutritivni faktori koji utiču na resorpciju gvožđa*
 Table 1. *Nutritive factors affecting iron resorption*

Promoteri resorpcije / <i>Resorption promoters</i>	Inhibitori resorpcije / <i>Resorption inhibitors</i>
Askorbinska kiselina / <i>Ascorbic acid</i>	Fitinska kiselina / <i>Phytin acid</i>
Eritorbinska kiselina / <i>Erythorbic acid</i>	Polifenoli (tanini) / <i>Polyphenols (tannins)</i>
Na ₂ EDTA / <i>Na₂EDTA</i>	Kalcijum / <i>Calcium</i>
Vitamin A / <i>Vitamin A</i>	Proteini / <i>Proteins</i>
Organske kiseline / <i>Organic acids</i>	
Tkiva životinjskog porekla / <i>Tissue of animal origin</i>	
Amino kiseline / <i>Amino acids</i>	

Tabela 2. *Relativna bioiskoristivost različitih oblika gvožđa (AAFCO, 2003)*
 Table 2. *Relative bioutilizability of different forms of iron (AAFCO, 2003)*

Oblik gvožđa / <i>Form of iron</i>	Hemijska formula / <i>Chemical formula</i>	Relativna bioiskoristivost, % / <i>Relative bioutilizability (%)</i>
Feri-amonijum-citrat / <i>Ferrous ammonium citrate</i>	Fe(NH ₄)C ₆ H ₅ O ₇	107
Feri-hlorid / <i>Ferrous chloride</i>	FeCl ₃	44
Feri-holin-citrat kompleks / <i>Ferric choline citrate complex</i>	*	102
Feri-metionin kompleks / <i>Ferrous methionine complex</i>	*	88
Feri-ortofosfat / <i>Ferrous orthophosphate</i>	FePO ₄	6-46
Feri-pirofosfat / <i>Ferrous pyrophosphate</i>	Fe ₄ (P ₂ O ₇)	45-58
Feri-sulfat / <i>Ferrous sulfate</i>	Fe ₂ (SO ₄) ₃	83
Fero-karbonat / <i>Ferrous carbonate</i>	FeCO ₃	88
Fero-hlorid / <i>Ferrous chloride</i>	FeCl ₂	98
Fero-fumarat / <i>Ferrous fumarate</i>	FeC ₄ H ₂ O ₄	95
Fero-glukonat / <i>Ferrous gluconate</i>	Fe(C ₆ H ₁₁ O ₇) ₂	97
Fero-glicin kompleks / <i>Ferric-glycine complex</i>	*	*
Gvožđe aminokiselinski kompleks / <i>Iron-amino acid complex</i>	*	*
Gvožđe aminokiselinski helat / <i>Ferrous amino acid chelate</i>	*	*
Gvožđe proteinat / <i>Ferrous proteinate</i>	*	*

Osim mineralnih materija u neorganskoj formi, u intenzivnoj stočarskoj proizvodnji se sve više koriste organski vezani mikroelementi – helati. Amino kiseline mogu formirati stabilan petočlani prsten sa metalnim jonom, a kompleks koji poseduje jedan ili više heterocikličnih prstenova naziva se helat (Hynes, 1995). Smatra se da su ovako vezani mikroelementi za vreme pasaže kroz želudac bolje zaštićeni od dejstva mikrookoline (inhibitora) u odnosu na neorganske soli (Lyons, 1994). Metali ovako vezani za amino kiseline su praktično bez električnog naboja tako da ne reaguju na promene pH tokom pasaže kroz digestivni trakt.

Ashmead i saradnici (Ashmead, 1979) navode da amino kiseline i dipeptidi imaju funkciju nosača kroz membranu enterocita i da se zbog ovakvog načina resorpcije zaobilazi mehanizam homeostatske kontrole na nivou enterocita. Međutim, nedavna istraživanja idu u prilog tvrdnjama da je resorpcija gvožđa u obliku helata takođe regulisana na nivou enterocita istim mehanizmom kao i resorpcija gvožđa iz fero-sulfata (Bovel-Benjamin, 2000). Mazariegos i saradnici (2004) su na Caco-2 ćelijama upoređivali stepen resorpcije fero-askorbata i fero-bisglicinata. Oni nisu uočili statistički značajne razlike između stepena resorpcije, transepitelijalnog transporta i intracelularne koncentracije gvožđa, zaključivši da se gvožđe iz helata resorbuje kao nehemsko gvožđe.

Pizzaro i saradnici (2002) su kombinujući hemsko (hemoglobin) i helatno gvožđe (fero-bisglicinat), i nehemsko (fero-sulfat) i helatno gvožđe došli do zaključka da helatno gvožđe ima isti put resorpcije kao i nehemsko gvožđe. Ovaj zaključak je potvrđen i istraživanjem na Caco-2 ćelijskoj liniji (Yeug, 2005). Ovi autori su u medijum dodavali jone Co^+ i Mn^+ koji se kompetitivno vezuju za nosač DMT 1 i na taj način sprečavaju unos gvožđa u ćeliju. Na ovaj način su smanjili stepen resorpcije gvožđa iz fero-sulfata, kao i gvožđa iz feri EDTA i fero-bisglicinata.

Ashmead (1979) je krmačama u toku gestacije i laktacije hranom davao helatno gvožđe u obliku proteinata. Njihova prasada je kasnije bez suplementacije gvožđa imala zadovoljavajući porast koncentracije hemoglobina, kao i dobar prirast. Sličan eksperiment su izveli Brady i saradnici (1976) sa gvožđem vezanim za amino kiseline koji su uočili povećanje nivoa gvožđa u depoima jetre prasadi nakon prašenja.

Creech i saradnici (2004) su u eksperimentu na zalučenim prasadima podelili eksperimentalne životinje u tri grupe. Kontrolna grupa je dobijala 180 mg gvožđa kg^{-1} u obliku fero-sulfata; druga grupa je dobijala 25 mg gvožđa kg^{-1} u obliku fero-sulfata, a treća 25 mg gvožđa kg^{-1} sa 50% gvožđe proteinata i 50% gvožđa u obliku fero-sulfata. Performanse prasadi iz kontrolne grupe nisu se razlikovale od prasadi iz druge i treće grupe. Konverzija hrane je bila lošija kod prasadi iz druge grupe (neorgansko gvožđe) u odnosu na treću grupu (organsko gvožđe). Prasad iz druge grupe je takođe imala i nižu koncentraciju hemoglobina u krvi u odnosu na prasad iz treće grupe.

U eksperimentu na zalučenim prasadima testiran je uticaj suplementacije organski vezanim mikroelementima (Zn, Fe, Cu, Mn i Se) na njihovu

koncentraciju u serumu, imunološke parametre, telesnu masu i koncentraciju u tkivima (Novotny, 2003). Autori su dokazali značajno povećanje koncentracije gvožđa u serumu kod jedinki suplementiranih navedenim organski vezanim mikroelementima, kao i povećanje telesnih masa oglednih životinja.

Materijal i metode rada / *Materials and methods*

Cilj ovog rada je bio da se ispita uticaj različitih oblika gvožđa na proizvodne parametre (telesna masa, prirast, utrošak hrane i konverzija) piladi tokom tova od 42 dana. U ogledu su korišćena pilad oba pola, Arbor Acres provinijence. Brojleri su hranjeni potpunim krmnim smešama čiji je sastav prikazan u tabeli 3. U smeše je dodavano gvožđe u količini od 40 mg/kg koje je poticalo iz različitih izvora: fero-sulfat, gvožđe vezano za kvasac, fero-askorbat i helatno gvožđe. U skladu sa tim, pilad su podeljena u četiri ogledne grupe. Grupa I je dobijala fero-sulfat (neorgansko gvožđe), najčešće upotrebljavan oblik gvožđa u intenzivnoj proizvodnji. Ogledne grupe II, III i IV su dobijale organski vezano gvožđe i to ogledna grupa II gvožđe vezano za kvasac; ogledna grupa III fero-askorbat i ogledna grupa IV helatno gvožđe.

Tabela 3. Sastav potpunih smeša za ishranu brojlera tokom ogleda, (%) /
Table 3. Composition of complete mixes for broilers during experiment (%)

Komponente / <i>Components</i>	1-21	22-35	36-42
Kukuruz / <i>Maize</i>	50,35	58,40	62,65
Sojin griz / <i>Soybean grits</i>	21,00	22,00	20,00
Sojina sačma / <i>Soybean meal</i>	17,50	8,50	7,50
Stočni kvasac / <i>Fodder yeast</i>	2,50	2,50	2,50
Monokalcijum-fosfat / <i>Monocalcium phosphate</i>	1,30	1,30	1,20
Stočna kreda / <i>Feeding chalk</i>	1,70	1,65	1,50
Stočna so / <i>Salt</i>	0,40	0,40	0,40
Esencijal plus* / <i>Essential plus*</i>	4,00	4,00	3,00
Tufozel / <i>Tufozel</i>	0,25	0,25	0,25
VMD / <i>VMD</i>	1,00	1,00	1,00
ME, MJ/kg / <i>Me, Mj/kg</i>	13,05	13,51	13,54
Sirovi proteini / <i>Crude proteins</i>	23,09	20,17	18,77
Ca (%) / <i>Ca (%)</i>	1,03	0,94	0,81
P (%) / <i>P (%)</i>	0,76	0,70	0,60
Lizin / <i>Lysine</i>	1,45	1,26	1,12
Metionin + Cistin / <i>Methionine-Cystine</i>	0,97	0,89	0,79

*Zamena za animalna hraniva / *Substitute for animal fodder*

Kontrolna merenja težine oglednih brojlera izvršena su na tehničkoj vagi 21, 35. i 42. dana ogleda. Na osnovu rezultata merenja izračunavana je prosečna telesna masa jedinki uključenih u ogled. Posle svake faze ogleda, meren je utrošak hrane po grupama i na osnovu prirasta i utroška hrane, izračunavana je konverzija hrane posebno za svaku fazu, kao i ukupna konverzija hrane na kraju ogleda.

Rezultati i diskusija / Results and discussion

Telesne mase pilića merene su 21., 35. dana i na kraju ogleda. Za svaki od navedenih perioda, određivani su utrošak i konverzija hrane.

Telesne mase brojlera / Body mass of broilers

Na početku ogleda brojleri su imali odgovarajuću telesnu masu za provenijenciju. Na kraju prve faze ogleda, 21. dana, postojale su izvesne numeričke razlike između kontrolne grupe (621.46 g) i oglednih grupa II (630.47 g) i III (635.07 g), ali uočene razlike nisu bile statistički značajne. Na kraju druge faze ogleda, 35. dana, sve ogledne grupe, (II, III i IV), imale su veće prosečne telesne mase i to za 4,63% (ogl. grupa II), 11,52% (ogl. grupa III) i 5,05% (ogl. grupa IV). Statistički značajna razlika ($p < 0,01$) je postojala samo između kontrolne grupe i ogledne grupe koja je hranom dobijala fero-askorbat (tab. 4)

Tabela 4. Telesne mase brojlera tokom ogleda, g /
Table 4. Body mass of broilers during experiment, g

Grupa / Group	n	Xsr (g)	SD	Se	Cv (%)	Iv
<i>Jednodnevna pilad / One-day-old chicks</i>						
Kontrola / Control	50	45,13	3,39	0,48	7,52	39,00-53,00
II	50	43,64	3,67	0,52	8,41	35,20-51,70
III	50	43,08	3,31	0,47	7,68	36,50-50,90
IV	50	43,36	3,55	0,50	8,19	37,10-50,10
<i>21. dan ogleda / Day 21 of experiment</i>						
Kontrola / Control	48	621,46	107,70	15,55	17,33	280,00-830,00
II	49	630,47	105,70	15,10	16,77	268,00-815,00
III	46	635,07	144,77	21,35	22,80	128,00-865,00
IV	44	619,43	94,26	14,21	15,22	430,00-805,00
<i>35. dan ogleda / Day 35 of experiment</i>						
Kontrola / Control	38	1415,79	224,84	36,47	15,88	750,00-1900,00
II	35	1481,43	256,41	43,34	17,31	1000,00-2000,00
III	34	1578,82**	281,81	48,33	17,85	900,00-2000,00
IV	34	1487,35	284,66	48,82	19,14	850,00-2070,00

nastavak tabele 4.						
42. dan ogleda / <i>Day 42 of experiment</i>						
Kontrola / <i>Control</i>	28	1916,07	320,32	60,53	16,72	1000,00-2400,00
II	25	1976,40	383,64	76,73	19,41	1300,00-2850,00
III	24	2213,33**	443,41	90,51	20,03	1370,00-2950,00
IV	24	2037,50	468,64	95,66	23,00	1200,00-2900,00

statistički značajno $p < 0,01$ / *statistically significant* $p < 0,01$

Na kraju ogleda, pilad ogledne grupe koja su hranom dobijala kvasac obogaćen gvoždem imala su veće telesne mase za 3,13%, ali ta razlika u odnosu na kontrolnu grupu nije bila statistički značajna. Ogledna pilad III grupe (fero-askorbat) je imala za 15,51% veću prosečnu telesnu masu od piladi kontrolne grupe. Lim i sar. (2000) su takođe zabeležili više telesne mase riba koje su hranom dobijale askorbinsku kiselinu. Razlika u telesnim masama ove dve ispitivane grupe (kontrolne i grupe III) je bila statistički vrlo značajna ($p < 0,01$). Veća prosečna telesna masa ogledne grupe IV (helatno gvožđe) za 6,34% nije bila statistički značajna (tabela 4) i u skladu je sa rezultatima Oliveire i sar. (1995). Budimirović (2003) je takođe zabeležila veće prosečne telesne mase piladi peroralno suplementiranim organski vezanim mikroelementima pri čemu je telesna masa bila čak 11,72 % veća od telesnih masa piladi kontrolne grupe.

Prosečan dnevni prirast / Average daily growth

Smatra se da je dnevni prirast pouzdaniji pokazatelj kvaliteta hrane od telesne mase. Ostvareni prosečni dnevni prirasti u ovom ogledu su u skladu sa propisanim normativima za ovu provenijenciju. U prvoj fazi ogleda prosečan dnevni prirast je bio ujednačen u svim ispitivanim grupama. U drugoj fazi ogleda, od 22. do 35. dana, najveći prosečni dnevni prirast ostvarila je ogledna grupa III (fero-askorbat) koja je imala za 10,68 grama veći dnevni prirast od piladi kontrolne grupe (fero-sulfat). Ogledne grupe II (kvasac obogaćen gvoždem) i IV (helatno gvožđe) su takođe ostvarile veći prosečni dnevni prirast i to za 4,05, odnosno 6,49 grama.

Tabela 5. Prosečan dnevni prirast po periodima ogleda, (g) /
Table 5. Average daily growth per periods of experiment, (g)

Period ogleda / <i>Period of experiment</i>	Kontrola / <i>Control</i>	I	II	III
1-21	27,44	27,94	28,19	27,43
22-35	56,73	60,78	67,41	63,22
36-42	71,47	70,71	90,64	78,59
1-42	44,55	46,02	51,67	47,48

Najveća razlika u dnevnom prirastu između ispitivanih grupa, ostvarena je u poslednjoj fazi ogleada kada su pilad ogledne grupe koja je dobijala fero-askorbat imala za 26,82% veći dnevni prirast od piladi tretiranih fero-sulfatom. Posmatrajući ogled u celini, najveći dnevni prirast ostvarila su pilad koja su dobijala organski vezano gvožđe u obliku fero askorbata, a najmanji pilad kontrolne grupe koja je dobijala neorganski vezano gvožđe u obliku fero sulfata (tabela 5). Grupa koja je hranom dobijala organski vezano gvožđe u obliku helata, takođe je ostvarila veći dnevni prirast, što je u skladu sa rezultatima Budimirović (2003).

Dnevno konzumiranje hrane / Daily food consumption

Prosečna dnevna konzumacija hrane se nije u većoj meri razlikovala u prvoj fazi tova (1-21 dan). U narednim fazama ogleada dolazi do uočljive razlike u dnevnoj konzumaciji hrane pri čemu je tokom celog ogleada najveća kod piladi hranjenih fero-askorbatom. Pilad oglednih grupa II (kvasac obogaćen gvožđem) i IV (helatno gvožđe), hranjena organski vezanim gvožđem, takođe imaju nešto veću prosečnu dnevnu konzumaciju hrane što je prikazano u tabeli 6.

Tabela 6. Prosečna konzumacija hrane, g /
Table 6. Average feed consumption, g.

Period ogleada / <i>Period of experiment</i>	Kontrola / <i>Control</i>	I	II	III
1-21	42,33	45,02	44,17	42,56
22-35	102,06	104,62	111,49	97,47
36-42	178,82	186,26	207,44	189,58
1-42	92,33	94,45	97,77	94,77

Dobijeni rezultati nisu u skladu sa rezultatima Budimirović (2003) koja je upotrebom organski vezanih mikroelemenata dobila niže vrednosti ovog parametra u odnosu na upotrebu neorganski vezanih mikroelemenata.

Konverzija hrane / Food conversion

Konverzija hrane je najpouzdaniji pokazatelj efikasnosti proizvodnje, a definiše se kao količina utrošene hrane za kg prirasta. U stočarskoj proizvodnji osnovni cilj je ostvariti što manji utrošak hrane za kg prirasta.

Najbolju konverziju hrane u izvedenom ogledu je imala ogledna grupa koja je hranom dobijala fero-askorbat (tabela 7). U ogledima na drugim životinjskim vrstama nisu uočene statistički značajne razlike u konverziji hrane pri upotrebi neorganski i organski vezanog gvožđa. Tako, Lim i sar. (2000) su kod riba ustanovili približno iste vrednosti za konverziju hrane pri upotrebi fero-sulfata i kombinacije fero-sulfata sa askorbinskom kiselinom. Appel i sar. (2001) takođe

nisu uočili razlike u konverziji hrane kod pacova tretiranih neorganskim gvožđem (fero-sulfat) i organski vezanim gvožđem (FeEDTA). Bolja konverzija hrane kod ogleđnih grupa koje su hranom dobijale organski vezano gvožđe u skladu je sa rezultatima koje iznosi Budimirović (2003).

Tabela 7. Konverzija hrane tokom ogleđa /
Table 7. Food conversion during experiment

Period ogleđa / Period of experiment	Kontrola / Control	I	II	III
1-21	1,54	1,61	1,56	1,55
22-35	1,78	1,72	1,65	1,56
36-42	2,5	2,6	2,3	2,58
1-42	2,07	2,05	1,9	1,99

Zaključak / Conclusions

Pilad u čijoj je ishrani korišćeno organski vezano gvožđe, imala su veću telesnu masu u svim fazama ogleđa u odnosu na pilad koja su hranom dobijala neorganski vezano gvožđe. Na kraju ogleđa, najveću prosečnu telesnu masu su imala pilad koja su hranom dobijala fero-askorbat i to za 15,51% u odnosu na pilad u čijoj je ishrani korišćeno neorganski vezano gvožđe (fero-sulfat). Konverzija hrane je bila bolja kod piladi peroralno suplementiranih organskim oblicima gvožđa u odnosu na pilad tretiranu fero-sulfatom. Najbolju konverziju imala su pilad koja su hranom dobijala fero-askorbat.

Literatura / References

1. AAFCO (American Association of Feed Control Officials). Official Publication 2003; 278-9.
2. Appel MJ, Kuper CF, Woutersen RA. Disposition, accumulation and toxicity of iron fed as iron (II) sulfate or as sodium iron EDTA in rats. Food and chemical toxicology 2001; 39: 261-9.
3. Ashmead D. The influence of chelated iron proteinate, fed to sows with no iron supplementation to their baby pigs, J Anim Sci 1979; 49: 235.
4. Bovel-Benjamin AC, Viteri FE, Allen LH. Iron absorption from ferrous bisglycinate and ferric trisglycinate in whole maize is regulated by iron status. Am J Clin Nutr 2000; 71: 1563-9.
5. Brady PS, Miller ER, Ku PK, Green FF, Ullrey DE. Evaluation of an amino acid iron chelate hematinic. Report of swine research. Michigan State, University agricultural experiment station 1976; 4.
6. Budimirović V. Uticaj različitih aditiva u ishrani brojlera na proizvodne rezultate i imunski odgovor. Magistarski rad 2003. Fakultet veterinarske medicine, Beograd.

7. Creech BL, Spears JW, Flowers WL, Hill GM, Lloyd KE, Armstrong TA, Engle TE. Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and fecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. *J Anim Sci* 2004; 82(7): 2140-7.
8. Donovan A, Brownlie A, Zhou Y, Shepard J, Pratt SJ, Moynihan J, Paw BH, Drejer A, Barut B, Zapata A, Law TC, Brugnara C, Lux SE, Pinkus GS, Pinkus JL, Kingsley PD, Palis J, Fleming MD, Andrews NC, Zon LI. Positional cloning of zebrafish ferroportin1 identifies a conserved vertebrate iron exporter. *Nature* 2000; 17: 776-81.
9. Gunshin H, MacKenzie B, Berger UV. Cloning and characterization of a mammalian proton-coupled metal-ion transporter, *Nature* 1997; 388: 482-8.
10. Hynes M, Kelly M. Metal ions, chelates and proteinates. *Biotechnology in feed industry* 1995; 233-48.
11. Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. *Clinical biochemistry of domestic animals*, 5th ed, San Diego: Academic 1997; 209.
12. Lim C, Klesius PH, Li MH, Robinson EH. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. *Aquaculture* 2000; 185:313-27.
13. Lyons PT. *Biotechnology in fed industry: 1994 and beyond*. In: *Biotechnology in fed industry* 1994; 1-50.
14. Mazariegos DI, Pizarro F, Olivares M, Nuñez MT, Arredondo M. The mechanism for regulating absorption of Fe bis-glycine chelate and Fe-ascorbate in Caco-2 cells are similar. *J Nutr* 2004; 134: 395-8.
15. Novotny J, Pistl J, Kovač G. Effects of supplementation of organic-bound trace elements on blood and tissues – micromineral profile and immune parameters of piglets. *Acta Vet* 2003; 53: 11-9.
16. Oliveira JE, Freitas ML, Ferreira JF, Goncalves AL, Marchini JS. Iron from complex salts and bioavailability to rats. *Int J Vitam Nutr Res* 1995; 65: 272-5.
17. Petrak J, Vyoral D. Hephaestin - a ferroxidase of cellular iron export. *Inter J Biochem Cell Biol* 2005; 37: 1173-8.
18. Pizarro F, Olivares M, Hertrampf E, Mazariegos DI, Arredondo M, Leterier A, Gidi V. Iron bis-glycine chelate competes for the nonheme-iron absorption pathway, *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 577-81.
19. Riedel HD, Remus AJ, Fitscher BA, Stremmel W. Characterization and partial purification of a ferrireductase from human duodenal microvillus membranes, *Biochem J* 1995; 309 (Pt 3): 745-8.
20. Yeug CK, Glahn R, Miller DD. Inhibition of iron uptake from iron salts and chelates by divalent metal cations in intestinal epithelial cells. *J Agric Food Chem* 2005; 53: 132-6.

ENGLISH

THE INFLUENCE OF ORGANIC AND INORGANIC FE SUPPLEMENTATION ON PRODUCTIVITY OF BROILERS

Svetlana Milanović, M. Lazarević, Ž. Jokić, Olivera Pešut, Danijela Kirovski, I. Jovanović

The aim of this study was to investigate the influence of organic and inorganic Fe supplementation on productivity of broiler chickens. The trial was conducted on 200 Arbor Acres chickens divided into four equal groups. Birds from all groups were fed standard broiler feed, supplemented with 40 mg/kg of Fe originating from different sources: Group I (FeSO_4), Group II (Fe bound to yeast), Group III (ferrous ascorbate) and Group IV (iron chelate). From each group, 10 birds were sacrificed on the 21st, 35th and 42nd day and the following parameters were measured: body mass, daily body mass gain, food consumption and conversion rate. At the end of the trial, the highest average body mass was measured in the group supplemented with ferrous ascorbate (15,51% higher when compared with the group supplemented with FeSO_4). The conversion rate was lower in birds supplemented with organic iron forms and had the lowest value in the group supplemented with ferrous ascorbate.

Key words: broilers, iron, productivity

РУССКИЙ

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИ И НЕОРГАНИЧЕСКИ СВЯЗАННОГО ЖЕЛЕЗА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ БРОЙЛЕРОВ

Светлана Миланович, М. Лазаревич, Ж. Йокич, Оливера Пешут, Даниела Кировски, И. Иованович

В этой работе показаны испытания влияния органически и неорганически связанного железа в кормлении бройлеров на массу тела, конверсию корма и дневной прирост. Опыт выполнен на совокупно 200 бройлеров, разделенных в четыре одинаковые группы. В смеси для кормления бройлеров добавляно железо в количестве от 40 мг/кг, которое происходило из различных источников: ферро сульфат (опитная группа I), железо, связанное для дрожжей (опытная группа II), ферро аскорбат (опытная группа III) и хелатное железо (опытная группа IV). У цыплят в возрасте от 21, 35 и 42 дня слежены следующие параметры: масса тела, средний дневной прирост, дневное потребление корма и конверсия корма.

Большую среднюю массу тела имели цыплята, которые кормом получали органически связанное железо в отношении цыплят в чьем корме пользовано неорганически связанное железо (ферро сульфат). Конверсия корма была более хорошая у цыплят, леченных органическими формами железа в отношении цыплят, леченных ферро сульфатом. Наиболее хорошую конверсию имели цыплята, которые кормом получали ферро аскорбат.

Ключевые слова: бройлеры, железо, производственные результаты