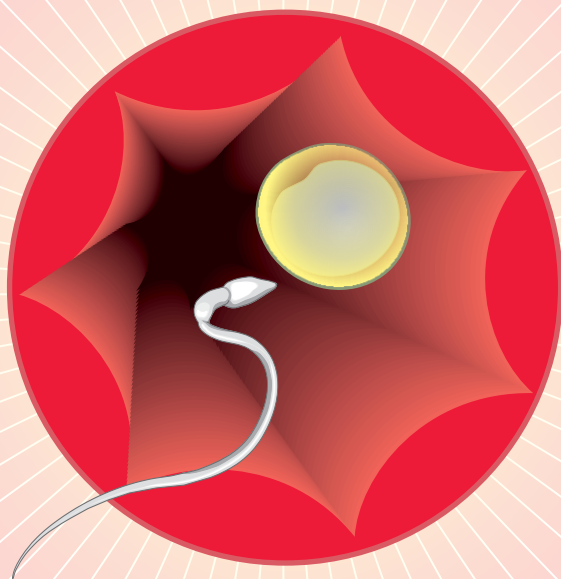




UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET VETERINARSKЕ MEDICINE

12.naučni simpozijum  
**REPRODUKCIJA DOMAĆIH ŽIVOTINJA**  
Zbornik predavanja



7 - 10. oktobar 2021.

UNIVERZITET U BEOGRADU  
FAKULTET VETERINARSKÉ MEDICINE

**12. NAUČNI SIMPOZIJUM  
REPRODUKCIJA DOMAĆIH ŽIVOTINJA**

**ZBORNIK PREDAVANJA**

Divčibare, 07 - 10. oktobar 2021.

12. NAUČNI SIMPOZIJUM „REPRODUKCIJA DOMAĆIH ŽIVOTINJA“  
XII SCIENTIFIC SYMPOSIUM „REPRODUCTION OF DOMESTIC ANIMALS“

– Zbornik radova / *Proceedings* –

**Organizatori / Organized by**

Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu  
*Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade*

Dekan Fakulteta veterinarske medicine  
*Dean of the Faculty of Veterinary Medicine*  
Prof. dr Milorad Mirilović

Katedra za porodiljstvo, sterilitet i veštačko osemenjavanje  
*Department of Reproduction, Fertility and Artificial Insemination*

Uz podršku / *Supported by*  
Veterinarska komora Srbije / *Veterinary Chamber of Serbia*

**Predsednik / Chairmen**

Prof. dr Slobodanka Vakanjac

**Sekretar / Secretary**

Prof. dr Dragan Gvozdić

**Organizacioni odbor / Organizing Committee**

Prof. dr Dragan Šefer, dr sc. Željko Sladojević, prof. dr Milenko Šarić,  
doc. dr Miloš Petrović, prof. dr Marko Samardžija, mr sc. Saša Bošković,  
dr sc. Dobriła Jakić-Dimić, dr sc. Goran Jakovljević, prof. dr Savo Lazić,  
dr sc. Zoran Rašić, Maja Gabrić

**Naučni odbor / Scientific Committee**

Prof. dr Miloš Pavlović, predsednik,  
prof. dr Danijela Kirovski, doc. dr Vladimir Magaš,  
prof. dr Toni Dovenski, prof. dr Otto Szenci, prof. dr Opsomer Geert

**Sekretarijat / Secretariat**

Prof. dr Dragan Gvozdić, Maja Gabrić

**Odgovorni urednik / Editor in Chief**

Prof. dr Miodrag Lazarević

**Grafički dizajn i izrada korica / Cover design**

Prof. dr Ivan B. Jovanović

**Tehnički urednik / Technical Editor**

Gordana Lazarević

**Izdavač / Publisher**

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

**Štampa / Printing**

Naučna KMD, Beograd, 2021

**Tiraž:** 450 primeraka

**ISBN 978-86-80446-43-1**

## SADRŽAJ

<b>PLENARNI REFERATI</b> .....	1
◆ <b>Milanko Šekler, Dejan Vidanović, Bojana Tešović, Kazimir Matović, Nikola Vasković, Marko Dmitrić, Tamaš Petrović, Sava Lazić:</b> Uticao virusa infektivnog bronhitisa na reprodukciju živine <i>The influence of infective bronchitis virus on reproduction in poultry</i> .....	3
◆ <b>Sonja Radojčić, Nataša Stević:</b> Razvoj i primena imunoloških preparata u kontroli reproduktivnih performansi životinja <i>Development and use of vaccines in controlling animals' reproductive performances</i> .....	19
◆ <b>Tamaš Petrović, Dejan Bugarski, Diana Lupulović, Gospava Lazić, Milena Samojlović, Aleksandar Milovanović, Sava Lazić:</b> Reprodukcija krava i BVD <i>Reproduction of cows and BVD</i> .....	27
◆ <b>Natalija Fratrić, Slobodanka Vakanjac, Milica Stojić, Dragan Gvozdić:</b> Digitalne tehnologije i reprodukcija krava <i>Digital technologies and cows reproduction</i> .....	43
◆ <b>Marc Drillich, Harald Pothmann, Karen Wagener:</b> Uterine diseases in cattle <i>Bolesti uterusu kod krava</i> .....	56
◆ <b>Toni Dovenski, Martin Nikolovski, Branko Atanasov, Florina Popovska Perčinić, Monika Dovenska, Nikola Adamov, Ljupčo Mickov, Vladimir Petkov:</b> Ram sperm quality and fertility in intensive breeding systems <i>Kvalitet semena i fertilitet ovnova u intenzivnoj ovčarskoj proizvodnji</i> .....	67
◆ <b>Željko Sladojević, Dragan Knežević, Dušan Bošnjaković, Ljubomir Jovanović, Milica Stojić, Slavica Dražić, Danijela Kirovski:</b> Estrogeni u konzumnom mleku dobijenom od gravidnih krava – potencijalni rizik po zdravlje ljudi? <i>Estrogens in pregnant cows milk – a potential risk for human health</i> .....	83
◆ <b>Branko Atanasov, Nikola Adamov, Irena Celeska, Ksenija Ilievska, Ljupcho Mickov, Toni Dovenski</b> Comparison of two ovulation synchronization protocols to evaluate luteolysis, progesterone concentration and fertility rate in dairy cows <i>Poređenje dva protokola sinhronizacije ovulacije u cilju procene luteolize, koncentracije progesterona i stope plodnosti mlečnih krava</i> .....	91
◆ <b>Kristina Pogrmić-Majkić:</b> Uticao endokrinih ometača na reprodukciju <i>The effects of endocrine disruptors on reproduction</i> .....	101
◆ <b>Ljubodrag Stanišić, Svetlana Nedić, Milan Maletić, Branislav Kovačević, Marko Ristanić, Zoran Stanimirović, Slobodanka Vakanjac:</b> Efikasnost u lečenju supkliničkih mastitisa krava aplikacijom imunostimulatora – ćelijskog zida <i>Mycobacterium phlei</i> <i>Efficacy in the treatment of subclinical mastitis in cows using immunostimulants – cell wall Mycobacterium phlei</i> .....	103

◆ Sabine Schäfer-Somi, Ali Reha Agaoglu, Selim Aslan: Estrus induction in bitches – recent findings <i>Indukcija estrusa kod kuja – poslednja saznanja</i> .....	113
◆ Dragan Šefer, Dejan Perić, Stamen Radulović, Matija Šefer, Grdović Svetlana, Dragoljub Jovanović, Lazar Makivić, Radmila Marković: Mikroelementi u ishrani visokoproduktivnih krmača – važan faktor za postizanje maksimalnih proizvodnih performansi <i>Microelements in nutrition of hyperprolific sows – an important factor for achieving maximal production performance</i> .....	125
◆ Miloš Pavlović, Emilija Pavlović, Goran Jakovljević, Miloje Đurić, Vladimir Magaš: Reprodukcija kobilica <i>Reproduction in mares</i> .....	135
◆ Janko Mrkun, Mateja Stvarnik, Maja Zakošek Pipan: Cystic ovaries in domestic animals <i>Cistični jajnici kod domaćih životinja</i> .....	145
<b>KRATKA SAOPŠTENJA</b> .....	163
◆ Dominika Štabuc-Starčević, Maja Zakošek Pipan, Mateja Stvarnik, Neža Adamič, Branko Belec, Janko Mrkun: Effects of the utilization of homeopathic remedies on liquid stored boar semen <i>Efekti upotrebe homeopatskih lekova na seme nerasta</i> .....	165
◆ Jovan Bojkovski, Arsić Sveta, Slobodanka Vakanjac, Zsolt Becskei, Nemanja Zdravković, Milan Ninković, Jelena Maletić, Ljubodrag Stanišić, Miloje Đurić, Ivan Dobrosavljević, Dejan Bugarski, Branislav Stanković: Procena biosigurnosti na farmi visokomlečnih krava <i>Biosecurity assessment on dairy farm</i> .....	191
◆ Srđan Todorović, Marko R. Cincović, Zoran Ružić, Ivan Galić, Ivica Jožef, Mirko Dražić: Uticaj aplikacije oksitocina i prostaglandina F2α na pojavu zaostajanja posteljice kod mlečnih krava <i>Effect of oxytocin and prostaglandin F2α application on occurrence of placental retention in dairy cows</i> .....	201
◆ Tomislav Barna, Jelena Apić, Igor Stojanov, Aleksandar Milovanović: Oštećenje hromozoma spermatozoida kao mogući uzrok povađanja kuja – prikaz slučaja <i>Sperm DNA fragmentation as a possible cause of bitches return to service – a case report</i> .....	203
INDEKS AUTORA .....	205
SPONZORI .....	207



**MIKROELEMENTI U ISHRANI VISOKOPRODUKTIVNIH KRMAČA –  
VAŽAN FAKTOR ZA POSTIZANJE MAKSIMALNIH  
PROIZVODNIH PERFORMANSI**

**MICROELEMENTS IN NUTRITION OF HYPERPROLIFIC SOWS –  
AN IMPORTANT FACTOR FOR ACHIEVING MAXIMAL  
PRODUCTION PERFORMANCE**

**Dragan Šefer\*, Dejan Perić\*, Stamen Radulović\*, Matija Šefer\*\*,  
Grdović Svetlana\*, Dragoljub Jovanović\*, Lazar Makivić\*\*\*,  
Radmila Marković\***

*\*Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Beograd, Srbija*

*\*\*Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, Srbija*

*\*\*\*Fabrika stočne hrane „Farmofit“ Rapić d.o.o, Gradiška, Bosna i Hercegovina*

*Kratak sadržaj*

*Među hranljivim materijama koji su neophodne u ishrani krmača, mikroelementi su često zanemareni zbog manjeg broja istraživanja u ovoj oblasti. Iako su mikroelementi u smešama za ishranu krmača sadržani u veoma malim količinama, neophodni su za održavanje normalne telesne funkcije, optimizovanje rasta, razmnožavanje i pravilan skeletni razvoj, a jedna od važnijih uloga im je i stimulisanje imunskog odgovora. Zabeležena je znatna demineralizacija makroelemenata i mikroelemenata, uključujući cink, bakar i mangan kod krmača u trećem partusu u poređenju sa negravidnim nazimicama iste starosti, što ukazuje da je u praktičnim uslovima potreba za mikroelementima potcenjena. Tradicionalno, upotreba neorganskih izvora mikro-elemenata kao što su sulfati i oksidi je široko rasprostranjena u industriji hrane za životinje zbog njihove dostupnosti i pristupačne cene. Sa tehnološkim napretkom, razvijeno je nekoliko različitih oblika organskih izvora mikroelemenata, uključujući komplekse mikroelement-aminokiselina, mikroelement-polisaharid, mikroelement-proteinat i mikroelement-metionin hidrokso analogni helat (MHAC). Upotreba organskih formi mikroelemenata povećava efikasnost proizvodnje svinjskog mesa, što se pozitivno odražava na ekonomski bilans proizvodnje, a ovo se posebno odnosi na helatne forme mikroelemenata vezane za metionin koje u odnosu na druge izvore minerala obezbeđuju visokoproduktivnim krmačama maksimalno ispoljavanje genetskog potencijala.*

***Ključne reči:*** *ishrana, krmače, mikroelementi, organske forme*

### Summary

*Among the nutrients necessary in the diet of sows, trace elements are often neglected due to limited research in this area. Although trace elements in the mixtures for sows are contained in very small quantities, they are necessary for maintaining normal bodily function, optimizing growth, reproduction, proper skeletal development, and one of their more important roles is to stimulate the immune response. Significant demineralization of macronutrients and micronutrients, including zinc, copper and manganese, of sows in the third partus has been noted compared to non-pregnant gilts of the same age, indicating that in practical conditions the need for micronutrients is underestimated. Traditionally, the use of inorganic sources of trace elements, such as sulfates and oxides, is widespread in the feed industry due to their availability and affordable price. With technological advances, several different forms of organic micronutrient sources have been developed, including microelement-amino acid complexes, microelement-polysaccharide, microelement-proteinate, and microelement-methionine hydroxy analogous chelate (MHAC). The use of organic forms of trace elements increases the efficiency of pork production, which has a positive effect on the economic balance. The chelated form of the trace element bound to methionine expresses several advantages over other mineral sources, enabling highly productive sows to maximize their genetic potential.*

**Key words:** nutrition, organic forms, sows, trace elements

### Savremeni izazovi za visokoproduktivne krmače

Sa intenzivnom genetskom selekcijom visokoproduktivnih krmača, unapređenjem farmuskog menadžmenta, kao i kontinuiranim usavršavanjem strategija ishrane, prosečan broj odlučene prasadi po krmači godišnje u SAD (23,2 do 25,0) i u Evropskoj uniji (24,0 do 27,8), znatno je porastao od 2008. do 2017. godine. Međutim, povećanje broja oprasene prasadi dovelo je do smanjenja mase prasadi na rođenju, kao i do veće neujednačenosti legla. Boulot i sar. (2008) su dokazali da je prosečna masa praseta na rođenju smanjena sa 1,89 na 1,38 kg u leglu krmača sa 9 do 16 prasadi, što ukazuje na činjenicu da se masa prasadi približno smanjila 100 g za svako dodatno prase po leglu. U istoj studiji, koeficijent varijacije telesne mase tek oprasene prasadi u leglu porastao je od 14,9 do 23,7 za legla krmača sa 9 do 16 prasadi.

Opisana pojava je verovatno posledica ograničenja kapaciteta materice koji nije poboljšao srazmerno povećanju veličine legla, što rezultuje velikim brojem fetusa, a zbog toga se smanjuje snabdevanje fetusa hranljivim materijama. Pojava prasadi niže telesne mase na rođenju i ograničenje rasta unutar materice (engl. *intra-uterine growth restriction* - IUGR), su detaljno opisani u ispitivanjima koja su izveli Wu i sar., (2006). Dokazano je da su prasadi sa malom telesnom masom na rođenju (0,86 kg) imala znatno niži procenat učešća koštane mase u odnosu na

ostala tkiva, kao i nižu relativnu masu tankog creva u odnosu na sopstvenu telesnu masu u poređenju sa prasadima sa uobičajenom masom pri rođenju (1,43 kg). Pored toga, dokazane su značajno lošije morfološke osobine creva kod prasadi male telesne mase pri rođenju. Smanjena telesna masa je takođe imala negativne efekte na performanse postnatalnog rasta prasadi.

Tokom protekle decenije, stopa krmača isključenih iz dalje proizvodnje u svetu se održava na visokom nivou, u rasponu od 42% do 49%, a razlog treba tražiti u nepravilnoj ishrani ili neadekvatnom menadžmentu nazimicama i krmačama. Povećano opterećenje krmača zbog proizvodnje velikog broja prasadi, zajedno sa neidentifikovanim faktorima dovode do povećane stope njihove smrtnosti poslednjih godina, čak do 10,7%. Rezultati pojedinih istraživanja navode da su reproduktivni neuspesi i hromost najzastupljeniji razlozi isključivanja mladih krmača iz dalje proizvodnje (od prvog do petog prašenja), dok je „starost“ glavni razlog za isključivanje krmača iz proizvodnje od šestog do desetog prašenja (Knauer i sar., 2006). Procenjuje se da bi u svrhu postizanja optimalnih proizvodnih rezultata, krmače bi trebalo eksploatisati za najmanje 3 prašenja. Izbalansirana ishrana i adekvatan menadžment izdvajaju se kao strategije ključne za postizanje bolje stope iskorišćavanja krmača kroz prva tri prašenja, a po mogućnosti i duže.

### **Potrebe visokoproduktivnih krmača za mikroelementima**

Sa povećanjem produktivnosti krmača najnovijih genetskih linija, potrebe za hranljivim materijama su povećane u cilju zadovoljenja potreba za održavanje života, razvoj plodova i proizvodnju adekvatne količine mleka. Među hranljivim materijama koje su neophodne u ishrani krmača, mikroelementi su često zanemareni zbog ograničenih istraživanja u ovoj oblasti. Iako su mikroelementi u ishrani krmača sadržani u veoma malim količinama, neophodni su za održavanje normalnih telesnih funkcija, optimizovanje rasta, razmnožavanje, pravilan koštani razvoj, a jedna od njihovih važnijih uloga je i stimulisanje imunskog odgovora. Ako krmače ne resorbuju dovoljno mikroelemenata iz obroka tokom reproduktivnog ciklusa, mobilišu se telesne rezerve u cilju zadovoljenja potreba za reproduktivne funkcije. Zabeležena je znatna demineralizacija makroelemenata i mikroelemenata, uključujući cink, bakar i mangan, kod krmača u trećem partusu u poređenju sa negravidnim nazimicama iste starosti (Mahan i Newton, 1995), što ukazuje da je u praktičnim uslovima potreba za mikroelementima potcenjena. Potrebe krmača u mikroelementima za graviditet, kao i potrebe za laktaciju u preporukama NRC (2012) su veće od preporuka u NRC (1998) za 1,25 do 4 puta, izraženo u mg/kg. Konkretno, potrebe krmača u cinku, bakru i manganu za graviditet i za laktaciju su veće u preporukama NRC (2012) 1,5 do 4,8 puta u odnosu na preporuke u NRC (1998). Iako su trenutne potrebe u mikroelementima navedene u NRC (2012) povišene u poređenju sa prethodnim NRC publikacijama, industrija hrane za životinje dodatno povećava količine mikroelemenata za 12,9% više (cink) i 30% više (mangan), dok zadržavaju slične nivoe bakra u hrani.



**Tabela 1.** Poređenje preporučene količine cinka, bakra i mangana u NRC publikacijama

	NRC (1998)		NRC (2012)	
	Graviditet	Laktacija	Graviditet	Laktacija
Konzumacija hrane, kg	1,85	5,25	2,21	6,28
Potrebe, mg/kg				
Cink	50	50	100	100
Bakar	5	5	10	20
Mangan	20	20	25	25
Potrebe, mg/dan				
Cink	92,5	262,5	221	628
Bakar	9,3	26,3	22,1	125,6
Mangan	37	105	55,3	157

### Potrebe nazimica u mikroelementima kroz različite genetske linije

Mikroelementi, cink, bakar i mangan, predstavljaju kofaktore za brojne enzime uključene u sintezu kolagena i vančelijskog matriksa koji igra presudnu ulogu u formiranju kostiju, kao i u održavanju skeletnog integriteta. Relativne stope rasta mišića i kostiju međusobno su čvrsto povezane, a dostižu svoj vrhunac istovremeno u periodu od 105. do 120. dana starosti, što ukazuje da zadovoljenje potreba u mikroelementima u ovom kritičnom periodu može imati značajan uticaj na integritet kostiju. Kao što je već pomenuto, drugi značajan faktor za isključivanje mladih krmača iz proizvodnje je hromost. Ukoliko u periodu odgoja nazimica, nivoi mikroelemenata u hrani ne zadovoljavaju njihove potrebe, ne dolazi do pravilnog razvoja skeleta. Velika je verovatnoća da će takva nazimica biti izbačena iz proizvodnje u jednom od prva tri prašenja.

Uzimajući u obzir značaj razvoja skeleta, trenutne preporuke za nivoe cinka, bakra i mangana u hrani za nazimice majki krmača su za 4,2%, 25%, 66,7% veće u odnosu na preporučene nivoe kod komercijalnih nazimica na telesnu masu od 60 do 136 kg (tabela 2).

**Tabela 2.** Poređenje potreba u mineralnim materijama nazimica majki krmača i komercijalnih nazimica

	23-41 kg		41-59 kg		59-82 kg		82-105 kg		105-136 kg	
	G*	K**	G	K	G	K	G	K	G	K
Kalcijum, %	0,7	0,71	0,7	0,65	0,7	0,6	0,7	0,55	0,7	0,5
Fosfor, %	0,35	0,33	0,35	0,3	0,35	0,28	0,35	0,26	0,35	0,24
Cink, mg/kg	120	120	120	120	125	120	125	100	125	100
Bakar, mg/kg	12	12	12	12	15	12	15	10	15	10
Mangan, mg/kg	30	30	30	30	50	30	50	25	50	25
Selen, mg/kg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,25

\*G – Nazimice majki krmača; \*\*K – Komercijalne nazimice

Zahvaljujući genetskim istraživanjima, performanse majki krmača i terminalnih genetskih linija se kontinuirano poboljšavaju. Međutim, uzgojni programi koje koriste pojedine kompanije nisu isti što rezultuje različitim potrebama za hranljivim materijama nazimica sa različitim poreklom. Topigs, Danbred i PIC su tri glavne genetske linije svinja na globalnom nivou. Potrebe u hranljivim materijama za nazimice, uključujući mikroelemente su prilično slične između genetskih linija PIC i Topigs (tabela 3), dok nazimice genetske linije Danbred imaju niže potrebe u mikroelementima u poređenju sa druge dve genetske linije.

**Tabela 3.** Nutritivne potrebe nazimica različitih genetičkih linija

	PIC	Topigs	Danbred
	60-105 kg	56-100 kg	65-110 kg
Neto energija, kcal/kg	2475	2223	2294
Ukupni kalcijum, %	0,7	0,75	0,75
Fosfor, %	0,35	0,27	0,25
Lizin	0,83	0,79	0,54
Ukupne sumporne aminokiseline	0,48	0,51	0,34
Treonin	0,53	0,57	0,35
Triptofan	0,15	0,16	0,11
Valin	0,56	0,59	0,41
Cink, mg/kg	125	100	107
Bakar, mg/kg	15	15	6
Mangan, mg/kg	50	40	43
Gvožđe, mg/kg	100	100	86

### Izvori mikroelemenata i njihov uticaj na performanse krmača i prasadi

Tradicionalno je, upotreba neorganskih izvora mikroelemenata kao što su karbonati, sulfati i oksidi, široko rasprostranjena u industriji hrane za životinje zbog njihove dostupnosti i niske cene. Karbonati i oksidi su slabo rastvorljivi što smanjuje iskoristivost, a sulfatni jon se lako eliminiše iz organizma bez štetnih posledica. Neorganske izvori samo prolazno povećavaju koncentraciju datog mikroelementa u krvi (Sinovec i Jovanović, 2002). Sa tehnološkim napretkom, razvijeno je nekoliko različitih oblika organskih izvora mikroelemenata uključujući komplekse metal-aminokiselina, metalne polisaharidne komplekse, metal proteinat i metal metionin hidroksi analogni helat (engl. *metal hydroxy analogous chelate* - MHAC), prema definiciji AAFCO (2018). Organski izvori mikroelemenata imaju veću bioraspoloživost od sulfata i oksida. Takođe su, organski izvori minerala stabilniji u hemijskom pogledu jer se metal i ligand povezuju kovalentnom i jonskom vezom. Nasuprot tome, neorganski izvori mikroelemenata lako disosuju pod dejstvom kisele sredine u želucu (Pang i Applegate, 2006), što dovodi do formiranja komplek-

sa metal-fitati, otežavajući bioraspoloživost ovih minerala. Takođe je dokazano da neorganski minerali u tragovima deluju kao prooksidansi (Ajuwon i sar., 2011) i da imaju štetne efekte na bioraspoloživost drugih hranljivih materija u hrani, kao što su masti i vitamini.

### **Uticaj mikroelemenata na proizvodne performanse krmača**

Rezultati dobijeni pod eksperimentalnim uslovima pri korišćenju suplementacije visokog nivoa bakar-sulfata na performanse krmača su nekonzistentni. Thacker (1991) je utvrdio da suplementacija od 250 mg/kg bakra u obliku bakar-sulfata tokom trećeg trimestra graviditeta i tokom laktacije, ne utiče na performanse krmača. Međutim, dokazao je da suplementacija bakar-sulfatom sa 250 mg/kg tokom 6 uzastopnih reproduktivnih ciklusa smanjuje stopu isključivanja krmača iz dalje proizvodnje, ali i da povećava telesnu masu 108-og dana gestacije, u poređenju sa krmačama koje su konzumirale hranu bez dodatka bakra (Cromvell et al., 1993).

Peters i Mahan (2008) su upoređivali efekte različitih izvora mikroelemenata (sulfatna forma i metal proteinati) na razvoj nazimica i proizvodne performanse krmača tokom šest reproduktivnih ciklusa. Različiti izvori mikroelemenata nisu ostvarili različite efekte na prirast nazimica, promenu telesne mase, unos hrane i vremenski interval od odlučanja prasadi do ulaska u estrus. Međutim, eksperiment sproveden u cilju provere efekata različitih izvora mikroelemenata na komercijalnim farmama krmača dokazao je da zamenom 50% neorganskih sulfata sa cinkom-MHAC, bakrom-MHAC i manganom-MHAC u potpunim smešama za krmače smanjuje stopu isključivanja iz proizvodnje uzrokovanu lokomotornim problemima krmača za 36 odnosno 35% (Wedekind i sar., 2015).

Ovo ukazuje na činjenicu da dodatak MHAC izvora mikroelemenata u velikoj meri poboljšava integritet skeleta. Takođe je dokazano da upotreba Zn-MHAC, Cu-MHAC i Mn-MHAC u hrani za krmače smanjuje stopu smrtnosti nazimica i krmača za 29 i 17% u poređenju sa upotrebom sulfatnih izvora mikroelemenata u hrani. U istoj studiji, vremenski interval od odbijanja prasadi do ulaska u estrus je skraćen (72,1 prema 63,5%), a stopa prašenja je bila povećana (87,0 prema 84,7%) upotrebom MHAC izvora mikroelemenata u poređenju sa sulfatnim. Takođe je dokazano da zamena 50% neorganskih sulfata sa MHAC izvorom mikroelemenata dovodi do manjeg gubitka telesne mase krmača u periodu laktacije, u poređenju sa 100% neorganskim sulfatima korišćenim kao izvorima mikroelemenata (Jang i sar., 2018). Ovakav rezultat se može pripisati poboljšanoj svarljivosti hranljivih materija, kao i poboljšanom antioksidativnom statusu jedinki koje konzumiraju dodatak MHAC izvora mikroelemenata (Lu, 2018).

Istraživanjem proizvodnih performansi krmača koje su sproveli Palomo - Yagüe i sar. (2018) bilo je obuhvaćeno 125 650 krmača u dvogodišnjoj studiji u cilju procene uticaja dugotrajnog korišćenja neorganskih izvora mikroelemenata (cink-oksidi, bakar-sulfat i mangan-oksidi u količini od 100, 25 i 45 mg/kg kao cink, bakar i mangan), cink, bakar i mangan-proteinat (isti nivo kao i neorganska

grupa), cink, bakar i mangan-aminokiselinski kompleks (isti nivo kao neorganska grupa) i cink, bakar i mangan-MHAC (50, 10 i 20 mg/kg cinka, bakra i mangana) kao dodataka u hrani. Rezultati su dokazali da su dodaci metalnog proteinata, metal-aminokiselinskog kompleksa i dodatak MHAC izvora mikroelemenata uticali na poboljšanje performansi krmača u smislu smanjenja stope isključivanja iz proizvodnje, stope mortaliteta i stope laminitisa u poređenju sa krmačama koje su u hrani dobijale dodatak sulfatne forme mikroelemenata. Dodatak MHAC izvora mikroelemenata u količini od 50% potreba za mikroelementima, ostvario je efekat smanjenja stope mortaliteta krmača, u poređenju sa metalnim proteinatom i dodatkom kompleksa metal-aminokiselina, što ukazuje da je dodatak MHAC izvora mikroelemenata bio superiorniji oblik mikroelementa u hrani za poboljšanje performansi krmača u odnosu na druga dva organska izvora minerala.

### **Uticaj mikroelemenata na reproduktivne performanse nazimica**

Hranjenje nazimica sa dodatkom 250 mg/kg bakra u formi bakar-sulfata tokom 6 reproduktivnih ciklusa može povećati brojnost legla, porođajnu masu prasadi, kao i telesnu masu prasadi na odbiću. Nedavna studija sprovedena od strane istraživača sa Univerziteta u Kentakiju je takođe dokazala da nivo bakra, ali i različiti izvori bakra mogu ostvariti uticaj na reproduktivne karakteristike krmača, kao i na otpornost potomstva (Lu, 2018). Povećanje nivoa bakra u količini od 20 do 220 mg/kg u formi bakar-sulfata ili bakar-hlorida dovelo je do linearnog povećanja mase prasadi pri porođaju. Takođe je zabeleženo da je dodatak bakra u formi bakar-hlorida obezbedio veću masu prasadi na odlučanju u odnosu na grupu životinja sa dodatkom bakra u formi bakar-sulfata. Brojne studije su dokazale da dodatak mikroelemenata u formi protein-metala u hrani za krmače tokom perioda gestacije i laktacije mogu povećati telesnu masu prasadi na rođenju, telesnu masu prasadi na odlučanju, kao i priraste prasadi tokom laktacije (Ma i dr., 2018).

Slično tome, dodatkom MHAC izvora mikroelemenata u hranu za krmače, tokom graviditeta i laktacije, može se povećati prirast prasadi, kao i telesna masa prasadi na odlučanju u odnosu na krmače hranjene dodatkom sulfatnih formi mikroelemenata (Jang i sar., 2018). Pored toga, dodatak MHAC izvora mikroelemenata u hranu za krmače može prosečno rezultirati sa još 1,8 odlučene prasadi na četvrtom prašenju i 8% većom masom prasadi pri porođaju u poređenju sa krmačama hranjenim sa dodatkom sulfatnih formi mikroelemenata (Zhao et al., 2013). Regresiona analiza je potvrdila da korišćenje sulfatnih formi mikroelemenata kod krmača tokom graviditeta može dovesti do 2,3 puta češće pojave male telesne mase prasadi na rođenju ( $\leq 1,1$  kg) po leglu, kada se brojnost legla povećala u poređenju sa upotrebom MHAC izvora mikroelemenata. Dokazano je da se stopa smrtnosti prasadi pred odlučanje, dramatično povećavala ukoliko je porođajna masa prasadi bila ispod granične vrednosti od 1,1 kg (Bergstrom i sar., 2011).

Prema tome, smanjenje procenta prasadi male telesne mase na rođenju dodatkom MHAC izvora mikroelemenata, koje je evidentnije kod krmača sa velikim leglom, može da ostvari pozitivan ekonomski uticaj kod visokoproizvodnih krmača smanjenjem gubitaka prasadi tokom laktacije. Zbog smanjenja procen-

ta prasadi male telesne mase na rođenju, dodatak MHAC izvora mikroelemenata takođe može poboljšati uniformnost legla u poređenju sa sulfatnim formama. U istraživanju koje su sprovedi Palomo-Yagüe i sar. (2018), dokazano je da dodatak MHAC izvora mikroelemenata smanjuje broj mrtvorodne prasadi, čime se povećava broj odlučene prasadi u poređenju sa dodacima sulfata, metalnih proteina ili metal-aminokiselinskog kompleksa. U brojnim istraživanjima, navedeni benefiti dobijeni korišćenjem organskih formi mikroelemenata su bili konzistentni u četiri glavne genetske linije prisutne na tržištu, uključujući PIC, Topigs, Hipor i Danbred. Ovi rezultati sugerišu da je MHAC izvor mikroelemenata vrhunski izvor minerala u tragovima za maksimalno ispoljavanje genetskog potencijala krmača.

### **Ishrana mineralnim materijama krmača u laktaciji**

Poznato je da ishrana krmača igra presudnu ulogu u metabolizmu i zdravlju prasadi kroz brojne mehanizme, kao što su epigenetska modifikacija i ekspresija gena (Wang i sar., 2012). Dokazano je da unos mleka ili unos energije kod prasadi na sisi može uticati na reproduktivne performanse u vreme eksploatacije (Bee, 2004). Međutim, postoji vrlo malo podataka o uticaju mikroelemenata u majčinom obroku na performanse potomstva. U studiji Zhao i sar. (2013), 600 krmača je hranjeno potpunim smešama sa komercijalnim nivoima neorganskih sulfata (cink, bakar i mangan), dok je druga grupa od 600 krmača hranjena potpunim smešama sa 50% MHAC izvora mikroelemenata i 50% mikroelemenata u formi neorganskih sulfata (cink, bakar i mangan) tokom perioda graviditeta i laktacije. Ukupno je 1 200 odbijene prasadi iste prosečne telesne mase iz svakog tretmana odabrano za nastavak eksperimenta. Obe grupe prasadi su hranjene istim principom kada je u pitanju odabir izvora mikroelemenata. Rezultati su dokazali da je grupa prasadi hranjena sa MHAC izvorom mikroelemenata imala veći prosečni dnevni prirast, kao i veću prosečnu dnevnu konzumaciju u periodu od odlučanja do kraja tova, što je rezultovalo sa 2 kg većom prosečnom telesnom masom na kraju tova, kao i većom masom trupa u odnosu na prasad hranjenu sa dodatkom mikroelemenata u formi sulfata. Ovi rezultati ukazuju na istinitost hipoteze da majčino mleko, ukoliko je krmača hranjena sa dodatkom MHAC izvora mikroelemenata, može da ostvari pozitivan uticaj na proizvodne rezultate potomstva. Način na koji mikroelementi u hrani utiču na proizvodne rezultate prasadi opisali su Jang i sar. (2018), koji su utvrdili da dodatak MHAC izvora mikroelemenata doprinosi smanjenju zapaljenskih procesa u jejunumu, kao i da potencira mišićnu hipertrofiju tokom rasta jedinki.

### **ZAKLJUČAK**

Intenzivna genetska selekcija je u velikoj meri poboljšala produktivnost krmača u poslednjoj deceniji. Ipak, genetski napredak nije prošao bez nedostataka, kao što su visoka smrtnost krmača, visoka stopa isključivanja krmača iz proizvodnje, kao i smanjena telesna masa prasadi na rođenju. Slično ostalim hranljivim materijama, zahtevi za mikroelementima kod nazimica i krmača su povećani

u cilju zadovoljenja kompleksnih potreba za održavanjem života, razvojem kostiju, razvojem fetusa, kao i proizvodnjom adekvatne količine mleka. Broje studije ukazuju na važnost izvora mikroelemenata u hrani za krmače, što u velikoj meri utiče na performanse krmača i na odgoj prasadi. Ako uzmemo u obzir ekološki aspekt, organski izvori mikroelemenata će imati svetlu budućnost zbog toga što deluju pozitivno na reproduktivne performanse svinja, uz minimalno izlučivanje u spoljašnju sredinu. Upotreba organskih formi mikroelemenata povećava efikasnost proizvodnje svinjskog mesa, što se pozitivno odražava na ekonomski bilans proizvodnje, a posebno se ovo odnosi na helatne forme mikroelemenata vezane za metionin koje u odnosu na druge izvore minerala obezbeđuju visokoproduktivnim krmačama maksimalno ispoljavanje genetskog potencijala.

### Zahvalnica:

Ovu studiju je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u skladu sa odredbama Ugovora o finansiranju istraživanja 2021. godine (br. 451-03-9/2021-14/200050 od 05.02.2021).

**Adresa autora za korespondenciju:** dperic@vet.bg.ac.rs

### LITERATURA

1. Ajuwon OR, Idowu OMO, Afolabi SA, Kehinde BO, Oguntola OO, Olatunbosun KO, 2011, The effects of dietary copper supplementation on oxidative and antioxidant systems in broiler chickens, *Arch Zootec*, 60, 275–82.
2. Association of American Feed Control Officials (AAFCO), 2018, Champaign, IL.
3. Bee G, 2004, Effect of early gestation feeding, birth weight, and gender of progeny on muscle fiber characteristics of pigs at slaughter, *J Anim Sci*, 82, 3, 826 - 36.
4. Bergstrom JR, 2011, Effects of birth weight, finishing feeder design, and dietary astaxanthin and ractopamine HCl on the growth, carcass, and pork quality characteristics of pigs and meta-analyses to improve the prediction of pork fat quality, PhD thesis, Kansas State University, Manhattan, KS.
5. Boulot S, Quesnel H, Quiniou N, 2008, Management of high prolificacy in French herds: can we alleviate side effects on piglet survival, *Advan Pork Prod*, 19, 213-20.
6. Cromwell GL, Monegue HJ, Stahly TS, 1993, Long-term effects of feeding a high copper diet to sows during gestation and lactation, *J Anim Sci*, 71, 2996-3002.
7. Jang K, Kim J, Purvis N, Purvis J, Chen J, Ren P, Vazquez M, Kim S, 2018, Supplemental effects of chelated trace minerals replacing inorganic trace minerals in sow diets on production performance, DNA methylation, histone acetylation, and gene expression in muscle and intestinal tissues of progeny, *J Anim Sci*, 96, 288.
8. Knauer MT, Stalder KJ, Karriker L, Johnson C, Layman L, 2006, Factors Influencing Sow Culling, Animal Science Conference Proceedings and Presentations, 16. [https://lib.dr.iastate.edu/ans\\_conf/16](https://lib.dr.iastate.edu/ans_conf/16).
9. Lu N, 2018, Long term effects of dietary copper source and level on performance and health of sows and piglets, PhD thesis, University of Kentucky, Lexington.
10. Ma L, Hou C, He J, Qiu J, Liu B, Lin G et al., 2018, Effect of total replacing inorganic trace minerals with low dose organic trace minerals on reproductive performance, mineral status and fecal mineral excretion of sows, *J Anim Sci*, 96, 486

11. Mahan DC, Newton EA, 1995, Effect of initial breeding weight on macro-and micromineral composition over a three-parity period using a high-producing sow genotype, *J Anim Sci*, 73, 1, 151-8.
12. NRC, 1998, Nutrition requirements of swine, 10th ed, Natl Acad Press, Washington, DC.
13. NRC, 2012, Nutrition requirements of swine, 11th ed, Natl Acad Press, Washington, DC.
14. Palomo-Yagüe, 2018, Use of organic trace minerals in sows: effects on longevity and litter performance.
15. Pang YF, Applegate TJ, 2006, Effects of copper source and concentration on in vitro phytate phosphorus hydrolysis by phytase, *J Agric Food Chem*, 54, 1792-6.
16. Peters JC, Mahan DC, 2008, Effects of dietary organic and inorganic trace mineral levels on sow reproductive performances and daily mineral intakes over six parities, *J Anim Sci*, 86, 9, 2247-60.
17. Sinovec Z, Jovanović N, 2002, Značaj suplementacije mikroelemenata u prevenciji metaboličkih poremećaja goveda, *Vet glasnik*, 56, 3-4, 153-75.
18. Thacker PA, 1991, Effect of high-levels of copper or dichlorvos during late gestation and lactation on sow productivity, *Can J Anim Sci*, 71, 227-32.
19. Wang J, Wu Z, Li D, Li N, Dindot SV, Satterfield MC et al., 2012, Nutrition, epigenetics, and metabolic syndrome, *Antioxid Redox Signal*, 17, 2, 282-301.
20. Wedekind KJ, Hortin AE, Baker DH, 1992, Methodology for Assessing Zinc Bioavailability: Efficacy Estimates for Zinc-Methionine, Zn Sulfate, and Zinc Oxide, *J Anim Sci*, 70, 178-87.
21. Wu G, Bazer FW, Wallace JM, Spencer TE, 2006, Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for animal sciences, *J Anim Sci*, 84, 2316-37.
22. Zhao JM, Harrell R, Allee G, Greiner L, 2013, Chelated trace minerals support sow progeny, *Feed-stuffs*, 85, 1-3.

Elixir feed aditives  
Krka farma  
VSI Pančevo  
Semex PK BB  
Genetix International  
Toplek  
VSI Niš  
Veterinarska stanica Đuravet  
Primavet  
Veterinarska ambulanta Ljuta žirafa

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

636.082(082)  
636.09:618.19(082)

НАУЧНИ СИМПОЗИЈУМ РЕПРОДУКЦИЈА  
ДОМАЋИХ ЖИВОТИЊА (12 ; 2021 ; ДИВЧИБАРЕ)

Zbornik predavanja / 12. Naučni simpozijum Reprodukcijska domaćih životinja, Divčibare, 07-10. oktobar 2021. ; [organizatori Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu ... [et al.]]; [odgovorni urednik Miodrag Lazarević]. - Beograd : Fakultet veterinarske medicine, Centar za izdavačku delatnost i promet učila, 2021 (Beograd : Naučna KMD). - 208 str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 450. - Bibliografija uz većinu radova. - Summaries. - Registar.

ISBN 978-86-80446-43-1

а) Домаће животиње -- Размножавање --  
Зборници

COBISS.SR-ID 47209737