

Dr Zdravko Crnojević,
Dr Stevo Jančić,
Dr Milovan Pešut,
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

Dr Hrvoje Čosić,
Poljoprivredno-industrijski kombinat, Đakovo

ISTRAŽIVANJA UTJECAJA NIVOA I IZVORA BAKRA U OBROKU SVINJA NA KLAONIČKU KVALITETU I FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA SLANINE I MESA*

II. Utjecaj izvora bakra u obroku tovnih svinja na klaoničku kvalitetu i fizikalno-kemijska svojstva mesa i masti

Dodavanje bakra u obrok tovnih svinja u količini od 250 ppm pokazalo se djelotvornim u pogledu prirasta i konverzije hrane (Barber i sur., 1957; Hawbaker i sur., 1961; Bunch i sur., 1961; Jančić i sur., 1966 i 1967; Crnojević i sur., 1970; Braude i Ryder, 1974). Veću djelotvornost pokazao je bakar iz bakarnog sulfata, nego iz bakarnog karbonata (Crnojević i sur., 1970). Prema nekima vrijednost bakra iz sulfata i oksida je podjednaka (Bunch i sur., 1961), dok su drugi utvrdili jednake efekte upotrebom bakarnog sulfata i bakarnog karbonata (Allen i sur., 1961).

Našim istraživanjem (Crnojević i sur., 1970) utvrdili smo najveću retenciju bakra u jetri, slezeni i mišićnom tkivu pod utjecajem bakarnog sulfata, nešto slabiju pod utjecajem bakarnog karbonata, a najslabiju pod utjecajem bakarnog oksida. Istraživanjem Jančića i sur. (1973) utvrđeno je da izvor bakra u obroku svinja ima značajan učinak na pražnjenje želuca iz jetre. Vrlo značajnu redukciju prouzročili su bakarni sulfat i bakarni karbonat, a najslabiju bakarni oksid. Međutim, izvor bakra u obroku nije imao značajnog utjecaja na koncentraciju mangana i vitamina A u jetri svinja.

Istraživanja u svijetu pokazala su da povećane doze bakra u obroku svinja djeluje na fizikalno-kemijska svojstva masti. Utvrđena je veća mekoća masti (Bowland i Castell, 1964), sniženje točke talenja (Walker i sur., 1972; Amer i sur., 1974; Braude i Ryder, 1974; Meyer i Kröger, 1974), povećanje jednog broja masti (Taylor i Thomke, 1964; DeGoey i sur., 1971; Ognjanović i sur., 1972; Walker i sur., 1972) utvrdili su značajnu promjenu u jednom broju jetrenih lipida, ali ne i u masti mišićnog tkiva i slanine. Ove promjene jednog broja obja-

* Ovo istraživanje financira Fond za naučni rad SRH uz financijsko-materijalno učešće PIK a Đakovo.

šnjavaju se povećanjem učešća palmitolenske (C 16:1) i oleinske (C 18:1) kiseline, uz istovremeno smanjenje palmitinske i stearinske kiseline (Elliot i Bowland, 1968; Moore i sur., 1968; Elliot i Bowland, 1970; Walker i sur., 1972; Myres i sur., 1973; Amer i sur., 1974). Osim toga, pokazalo se da dodatak bakarnog sulfata u obroku svinja utječe na smanjenje sposobnosti vezanja vlastite vode u mišićnom tkivu (Crnojević i sur., 1974), dok prema drugima takvih promjena nije bilo (Ognjanović i sur., 1972).

U ovome pokusu pokušali smo utvrditi kako isti nivo bakra u obroku tovnih svinja (250 ppm), ali iz različitih bakarnih soli, utječe na neka fizičko-kemijska svojstva mesa i masti.

MATERIJAL I METODE RADA

Biološki dio istraživanja izvršen je na »Slaščaku« — svinjogojskom objektu PIK-a Đakovo u razdoblju od 22. XI 1973. do 13. III. 1974. godine. Primijenjena je grupna metoda istraživanja u koju svrhu su formirane četiri grupe prasadi. U svakoj grupi bio je jednak broj životinja, s podjednako težinom i jednakim omjerom spolova. Sve grupe formirane su slučajnim izborom na temelju porijekla, dobi, težine i spola. Prasci su bili u tipu vel. jorkšira i njegovi križanci sa švedskim landrasom.

Osnovna shema istraživanja prikazana je u tabeli 1.

Tabela 1 Osnovna shema pokusa

Table 1 Basic Scheme of Trial

Grupa — Group	I	II	III	IV
Broj prasadi — No. of Pigs	17	17	17	17
Početna težina, kg Initial weight, kg	25	25	25	25
Završna težina, kg Final weight, kg	95	95	95	95
Izvor bakra u obroku Source of Cu in diet	CuSO ₄	CuCO ₃	CuO	CuCl ₂
Količ. bakarne soli, % Quantity of Cu salt, %	0,100	0,090	0,0314	0,067
Nivo bakra u ppm Level of copper in ppm	250	250	250	250

Sve bakarne soli dodane su u krmne smjese u obliku fino samljevenog praha prilikom pravljenja obroka za pojedinu grupu svinja. Struktura krmnih smjesa bila je ista za sve svinje. U prvoj fazi pokusa svinje su dobivale ST-1 smjesu sa 15% sur. proteina, a u drugoj fazi ST-2 smjesu sa oko 13% sur. proteina. Sastav krmnih smjesa po grupama vidljiv je iz tabela 2 i 2a.

Tabela 2 *Srtuktura krmnih smjesa ST-1 u %*
 Table 2 *Composition of feed-mixture ST-1 in per cent*

Sastojci — Ingredients	I	II	III	IV
Kukuruz — Maize	62,4	62,41	62,4686	62,433
Ječam — Barley	9,0	9,0	9,0	9,0
Pšenične posije — Wheat bran	9,0	9,0	9,0	9,0
Sojina sačma — Soybean oil meal	11,0	11,0	11,0	11,0
Riblje brašno — Fish meal	4,0	4,0	4,0	4,0
Lucernino brašno — Alfalfa meal	2,0	2,0	2,0	2,0
Dikalc. fosfat — Dicalc. phosphate	0,4	0,4	0,4	0,4
Vapnenac — Limestone	1,1	1,1	1,1	1,1
VAM — Premix	0,5	0,5	0,5	0,5
Sol — Salt	0,5	0,5	0,5	0,5
Cu-sol — Cu-salt	0,1	0,09	0,0314	0,067
Ukupno — Total	100,0	100,00	100,0000	100,000
Surovi protein Crude protein	15,25	15,25	15,26	15,26
Lizin — Lysine	0,735	0,735	0,735	0,735
Metionin — Methionine	0,330	0,330	0,330	0,330
Cistin — Cystine	0,228	0,228	0,228	0,228
Kalcij — Calcium	0,818	0,818	0,818	0,818
Fosfor — Phosphorus	0,627	0,627	0,627	0,627
ME kcal/kg — ME kcal/kg	3.113	3.113	3.115	3.114

Uzroci sirovina za krmne smjese kao i uzoci gotovih krmnih smjesa analizirani su u kemijskom laboratoriju Zavoda za hranidbu stoke Poljo-privrednog fakulteta u Zagrebu.

Tabela 2a *Struktura krmnih smjesa ST-2 u %*
 Table 2a *Composition of feed-mixtures ST-2 in per cent*

Sastojci — Inredients	I	II	III	IV
Kukuruz — Maize	68,9	68,91	68,9686	68,933
Ječam — Barley	8,5	8,5	8,5	8,5
Pšenične posije — Wheat bran	10,0	10,0	10,0	10,0
Sojina sačma — Soybean oil meal	7,0	7,0	7,0	7,0
Riblje brašno — Fish meal	3,0	3,0	3,0	3,0
Dikalcalc. fosfat — Dicalc. phosphate	0,4	0,4	0,4	0,4
Vapnenac — Limestone	1,1	1,1	1,1	1,1
VAM — Premix	0,5	0,5	0,5	0,5
Sol — Salt	0,5	0,5	0,5	0,5
Cu-sol — Cu-salt	0,1	0,09	0,0314	0,067
Ukupno — Total	100,0	100,00	100,0000	100,000
Sur. protein — Cru. protein	13,10	13,10	13,10	13,10
Lizin — Lysine	0,576	0,576	0,576	0,576
Metionin — Methionine	0,286	0,286	0,286	0,286
Cistin — Cystine	0,201	0,201	0,201	0,201
Kalcij — Calcium	0,726	0,726	0,726	0,726
Fosfor — Phosphorus	0,618	0,618	0,618	0,618
ME kcal/kg — ME kcal/kg	3.170	3.170	3.172	3.171

Krmne smjese proizvedene su u vlastitoj tvornici stočne hrane PIK-a Đakovo.

Kemijske analize upotrebljenih krmiva prikazane su u tabeli 3.

Tabela 3 *Kemijski sastav upotrebljenih krmiva u %*
 Table 3 *Chemical composition of used feeds in per cent*

Krmivo — Feedstuffs	Vlaga Water	Proteini Protein	Mast Fat	Vlakna Fibers	Pepeo Ash	NET N-free ext.
Kukuruz — Maize	13,19	8,27	3,93	1,34	1,23	72,04
Ječam — Barley	12,01	7,70	1,29	4,41	2,58	72,01
Pšenične posije Wheat bran	14,26	15,79	3,39	7,43	8,37	50,76
Sojina sačma Soybean oil meal	10,42	45,11	2,45	5,61	6,46	19,95
Riblje brašno Fish meal	9,21	67,02	9,72	—	13,71	0,34
Lucernino brašno Alfalfa meal	10,05	16,92	1,98	22,96	11,20	36,89

Ishrana i napajanje svinja bili su grupni i **ad libitum**.

Pokusni tov završen je za sve grupe istodobno. Tov je trajao 111 dana bez obzira na završnu težinu pojedinih grupa.

U toku istraživanja svinje su vagane individualno tri puta: na početku pokusa, na sredini i na kraju pokusa. Kontrola utroška hrane vršena je svakodnevno, a obračun konverzije hrane vršen je prilikom kontrolnog vaganja svinja.

Nakon završetka pokusa sve svinje otpremljene su u vlastitu klaonicu PIK-a Đakovo gdje je izvršeno pokusno klanje. Nakon klanja izvršeno je vaganje i mjerenje polovica, te uzimanje uzoraka. Uzroci mišićnog i masnog tkiva uzeti su s 8 polovica svake pokusne grupe. Uzorci slanine uzeti su između 13. i 14. leđnog pršljena iznad dugog leđnog mišića, a mišićno tkivo iz spomenutog mišića na istom mjestu. Uzorci tkiva podvrgnuti su ispitivanju u laboratoriju Zavoda za hranidbu stoke Poljoprivrednog fakulteta u Zagrebu.

U laboratorijskom dijelu istraživanja primijenjene su slijedeće metode rada:

a) pH mišićnog tkiva određen je u suspenziji uzorka izravnim mjerenjem pomoću »Iskrinog« pH-metra.

b) sposobnost vezivanja vode određena je metodom tlačenja uzorka, koju su opisali K o g a n i sur. (1971).

c) jodni broj masti određen je prema metodi H a n u š a, koja je opisana u »Official Methods of Analysis of the AOOAC« (1970).

d) bakar je određen kolorimetrijski, karbamat reagensom (AOOAC, 1970).

e) željezo je određeno kolorimetrijski, ortofenantrolinom (AOOAC, 1970).

f) surova mast je određena u mesu prema metodi koja je opisana u AOOAC, 1970.

g) suha tvar u mesu određena je sušenjem na 105°C do konstantne težine.

h) masne kiseline u masnom tkivu (slanina) određene su prema metodi koju je opisao De van W y e n g e a a r d e n (1967).

Svi rezultati u ovome istraživanju obrađeni su varijaciono-statistički primjenom suvremenih metoda (S n e d e c o r i C o c h r a n, 1971; B a r i ć, 1964).

VLASTITA ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

a) Težina i prirast svinja

U tabeli 4 prikazani su rezultati za tjelesnu težinu i prirast svinja prema pokusnim grupama.

Tabela 4 Prosječna težina i prirast svinja
Table 4 Average body weight and daily gain

Grupa Group	Početna težina, kg Initial weight, kg	Završna težina, kg Final weight, kg	Dnevni prirast, g Daily gain, g
I	25,21 ± 0,36	95,95 ± 6,41	638,4 ± 19,8
II	25,29 ± 0,31	82,11 ± 2,43	508,6 ± 21,4
III	25,23 ± 0,36	96,23 ± 2,11	641,7 ± 18,5
IV	25,29 ± 0,34	88,39 ± 2,60	567,8 ± 24,3

Na početku pokusa sve grupe svinja imale su gotovo jednake prosječne težine (oko 25 kg). Isto tako, unutar grupa težine su bile prilično izjednačene, jer je varijacioni koeficijent bio dosta nizak i gotovo jednak u svim grupama (5,09 — 5,91). Međutim, na kraju pokusa došlo je do velikih i značajnih razlika u tjelesnoj težini svinja. Prva i treća skupina, koje su dobivale bakarni sulfat, odnosno bakarni oksid, postigle su najveće i gotovo jednake završne težine (oko 96 kg), što znači da su imale i podjednake dnevne priraste (oko 640 g u prosjeku). Druga i četvrta grupa, koje su dobivale bakarni karbonat, odnosno bakarni klorid, imale su značajno nižu težinu. Analiza varijance je pokazala da su utvrđene razlike vrlo značajne samo između I i III u odnosu na II grupu ($P < 0,01$).

Budući da je bakar iz bakarnog suflata (I grupa) i bakarnog oksida (III grupa) dao najbolje učinke u prirastu svinja, to je ovakav zaključak u potpunom skladu s našim ranijim istraživanjem (Crnojević i sur., 1970), te zaključkom Buncha i sur. (1961) koji su također utvrdili jednake priraste upotrebom 250 ppm Cu iz sulfata i oksida.

b) Utrošak hrane za 1 kg prirasta

U tabeli 5 prikazan je prosječni utrošak hrane za 1 kg prirasta.

Tabela 5 Prosječni utrošak hrane za 1 kg prirasta
Table 5 Average feed consumption per one kg of gain

Grupa — Group	I	II	III	IV
Ukupna potrošnja hrane, kg Total consumption of feed, kg	4.371,8	3.294,0	4.139,8	3.659,0
Ukupni prirast, kg Total gain in weight, kg	1.163,2	876,0	1.104,5	958,0
Prosječni utrošak, kg Average consumption, kg	3,75	3,76	3,75	3,82

Utrošak hrane za jedan kg prirasta bio je najveći u IV grupi, koja je dobivala bakarni klorid (3,82 kg), dok je u ostalim grupama utrošak hrane bio gotovo jednak (oko 3,75 kg). Kao i ranije (Crnojević i sur., 1970) i ovaj pokus je pokazao da je djelotvornost bakarnog sulfata i bakarnog oksida podjednaka u pogledu iskorištenja hrane. Stoga je ovakav zaključak u skladu s informacijom Wallace-a (1968).

c) Klaonički rezultati

U tabeli 6 prikazani su osnovni klaonički rezultati i osnovne značajke polutki od po 8 svinja iz svake skupine.

Tabela 6 Klaonički rezultati
Table 6 Slaughtering results

Svojstva Traits	I			II			III			IV		
	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x
Živa vaga, kg Live weight, kg	90,52	\pm 3,28		89,44	\pm 1,11		90,01	\pm 1,50		89,75	\pm 1,55	
Težina polutki, kg Carcass weight, kg	69,69	\pm 2,60		69,56	\pm 0,66		73,25	\pm 1,87		70,19	\pm 1,53	
Randman, % Dressing percenta.	76,97	\pm 0,44		77,81	\pm 0,54		81,36	\pm 1,34		78,19	\pm 0,98	
Dužina polutke, cm Carcass length, cm	78,44	\pm 0,78		76,91	\pm 0,63		77,50	\pm 1,87		77,94	\pm 0,77	
Deb. leđne slan., cm Backfat thickn., cm	3,49	\pm 0,13		2,89	\pm 0,16		3,41	\pm 0,29		3,28	\pm 0,13	

Iz tabele 6 je vidljivo da nije bilo većih razlika među grupama u pogledu žive vage kod zaklanih svinja. Međutim, nakon klanja kod III grupe utvrđena je signifikantno veća mrtva vaga ($P < 0,05$) u odnosu na I i II grupu, te vrlo značajno veći randman ($P < 0,01$) u odnosu na I grupu, te značajno veći u odnosu na II grupu ($P < 0,05$). Dužina polutke bilo je najuđenije svojstvo, a utvrđene razlike među grupama nisu bile signifikantne ($P > 0,05$). Debljina leđne slanine bila je najveća upravo kod grupa (I i III), koje su ostvarile najveće priraste, a najtanja je bila u II grupi koja je imala najniži prirast. Analiza varijance je pokazala, da su I i III grupa imale značajno deblju slaninu od II grupe ($P < 0,05$), dok ostale razlike nisu bile statistički opravdane. Moglo bi se pretpostaviti da razlika među grupama nebi bilo u pogledu debljine slanine da je pokusni tov trajao do iste završne težine.

d) Surovi pepeo i eterni ekstrakt u mesu

Kako je izvor bakra u obroku utjecao na sadržaj pepela i surove masti u mišićnom tkivu svinja vidljivo je iz tabele 7.

Tabela 7 Sadržaj surovog pepela i masti u uzorcima mesa
Table 7 Crude ash and fat content in samples of meat

Grupa — Group	I			II			III			IV		
	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x
Pepeo u a. s. t. %	4,81	\pm	0,06	4,79	\pm	0,12	4,73	\pm	0,06	4,77	\pm	0,10
Ash in a. d. m., %	6,54	\pm	0,59	5,42	\pm	0,37	6,89	\pm	0,69	5,02	\pm	0,51
Mast u a. s. t. %												
Fat in a. d. m., %												

Količina surovog pepela u suhoj tvari mesa bila je gotovo jednaka i vrlo slična onim rezultatima koje smo ranije objavili (Crnojević i sur., 1974). Neznatne razlike među grupama nisu statistički značajne ($P > 0,05$). Međutim, količina eternog ekstrakta (sur. mast) bila je najveća u III grupi (6,89 %), kada je tretirana sa bakarnim oksidom, a najmanja u IV grupi koja je dobivala bakarni klorid (5,02 %). Utvrđena razlika među ovim grupama je signifikantna ($P < 0,05$). Pošto razlike među ostalim grupama nisu značajne, to se iz ovoga pokusa ne bi moglo pouzdano zaključiti o utjecaju izvora bakra na zamašćivanje mišićnog tkiva.

e) Željezo i bakar u mesu

U tabeli 8 prikazan je sadržaj bakra u apsolutno suhoj tvari mišićnog tkiva po grupama tretiranja. Najmanja količina željeza utvrđena je u uzorcima I grupe svinja (29,41 ppm), a najveća u uzorcima IV grupe (34,27 ppm). Utvrđena razlika među ovim grupama (4,86 ppm) je ujedno jedina značajna razlika. Inače, poznato je da aplikacija većih doza bakra u obroku svinja značajno utječe na smanjenje količine željeza u mesu (Crnojević i sur., 1974), odnosno na smanjenje količine pepela (Ognjanović i sur., 1972).

Tabela 8 Sadržaj željeza i bakra u mesu u ppm
Table 8 Fe and Cu content in samples of meat in ppm

Grupa — Group	I			II			III			IV		
	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x
Željezo u a. s. t.	29,41	\pm	1,57	29,60	\pm	1,47	32,20	\pm	2,61	34,27	\pm	1,67
Fe in a. d. m.	2,44	\pm	0,16	2,37	\pm	0,12	2,46	\pm	0,12	2,54	\pm	0,09
Bakar u a. s. t.												
Cu in a. d. m.												

Izvor bakra u obroku svinja nije imao značajan učinak na sadržaj bakra u mišićnom tkivu, pošto su utvrđene razlike među grupama minimalne i nesigifikantne ($P > 0,05$).

f) Sposobnost vezanja vode i vrijednost pH u mesu

Tabela 9 Sadržaj vode u mišićnom tkivu, %
 Table 9 Water content in muscle matter in per cent

Grupa — Group	Nakon 24 sata hlađenja After 24 hrs of cooling	Nakon tlačenja After pressing	Površina mrlje, cm ² Area of water spots, cm ²
I	74,38 ± 0,13	58,72 ± 0,89	5,17 ± 0,30
II	73,92 ± 0,81	58,47 ± 1,18	5,06 ± 0,23
III	74,38 ± 0,27	61,33 ± 1,23	4,24 ± 0,32
IV	75,26 ± 0,67	60,86 ± 0,96	4,66 ± 0,32

Sadržaj vode u mišićnom tkivu prije i poslije tlačenja vidljiv je iz tabele 9. Najslabiju sposobnost zadržavanja vlastite vode u mišićnom tkivu pokazale su svinje I i II grupe, koje su tretirane bakrenim sulfatom, odnosno bakrenim karbonatom. Obje ove grupe izgubile su podjednaku količinu vode nakon tlačenja, odnosno imale su podjednaku površinu vodene mrlje (5,17 cm², odnosno 5,06 cm²). Najbolju sposobnost vezivanja vode pokazala je III grupa (4,24 cm²), koja je dobivala bakreni oksid, a neznatno slabiju sposobnost vezivanja vode pokazalo je meso IV grupe svinja (4,66 cm²), koje su dobivale bakarni klorid. U odnosu na I grupu, ove potonje imale su bolju sposobnost zadržavanja vode za 19 %, odnosno za 10 % u prosjeku. U odnosu na II grupu sposobnost zadržavanja vode bila je nešto slabija (16 %, odnosno 8 % u prosjeku). Međutim, analiza varijance je pokazala da je značajna razlika samo između I i III, te II i III grupe (P < 0,05), dok su ostale razlike nesignifikantne i mogu se smatrati slučajnim.

U tabeli 10 prikazan je utjecaj tretiranja s različitim izvorima bakra na vrijednost pH mišićnog tkiva.

Tabela 10 Vrijednost pH mesa nakon 24 sata hlađenja
 Table 10 Value of pH muscle samples after 24 hrs of cooling

Grupa Group	$\bar{x} \pm \bar{s}_x$	s	V
I	5,63 ± 0,02	0,07	1,26
II	5,71 ± 0,05	0,14	2,54
III	5,74 ± 0,03	0,10	1,71
IV	5,58 ± 0,04	0,12	2,19

Najveći stupanj kiselosti, odnosno najniži pH pokazalo je meso IV grupe svinja (5,58), a samo neznatno veću pH vrijednost imalo je meso I grupe (5,63). Međutim, meso II i III grupe imalo je signifikantno niži i gotovo jednak stupanj kiselosti (5,71 odnosno 5,74) u odnosu na i IV grupu ($P < 0,05$). Inače, stupanj kiselosti mesa nakon 24 sata hlađenja, sličan je rezultatima koje su utvrdili Ognjanović i sur. (1972) i nalazi se u granicama vrijednosti koje su utvrdili Patrici i Barton (1971) u leđnom mišiću svinja. Stoga bi se moglo zaključiti da izvor bakra u obroku svinja ima značajan utjecaj na stupanj kiselosti mesa, ali pošto vrijednosti pH nisu prešle granice dozvoljenog, to bi se moglo pretpostaviti da način tretiranja ne bi imao značajnog upliva na tehnološka svojstva mesa.

g) Jodni broj masnog tkiva

Kao što je vidljivo iz tabele 11, »jodni broj«, kao kriterij za mjerenje kvaliteta masti, bio je najveći u uzorcima masti II grupe svinja (69,37), a najmanji kod IV grupe (64,79). Utvrđena razlika među ovim grupama je jedina značajna razlika ($P < 0,05$), dok razlike među ostalim grupama nisu statistički opravdane.

Tabela 11 Jodni broj masnog tkiva svinja
Table 11 Iodine number of fat samples of pigs

Grupa Group	Izvor bakra Source of Cu	$\bar{x} \pm s_x$	s	V
I	CuSO ₄	67,22 ± 1,19	3,36	4,99
II	CuCO ₃	69,37 ± 1,35	3,82	5,51
III	CuO	65,55 ± 1,40	3,95	6,03
IV	CuCl ₂	64,79 ± 1,27	3,59	5,54

Ako podsjetimo na podatak da je tretiranje bakarnim oksidom i kloridom dalo meso sa najvećom sposobnosti vezivanja vlastite vode, a u ovom slučaju mast s najnižim jodnim brojem, onda bi se iz ovoga moglo zaključivati da u pogledu kvaliteta mesa i masti ima veću vrijednost bakar iz oksida i klorida, nego bakar iz sulfata i karbonata. Masno tkivo svinja I grupe imalo je gotovo isti jodni broj (67,22) kao i masno tkivo svinja koje su tokom čitavog tova dobivale bakreni sulfat u našem ranijem istraživanju (Crnojević i sur., 1974).

h) Struktura masnih kiselina u masnom tkivu

U tabeli 12 dat je prikaz najvažnijih masnih kiselina koje su utvrđene u uzorcima leđne slanine.

Tabela 12 Struktura masnih kiselina u leđnoj slanini, %
 Table 12 Composition of fatty acids in samples of backfat, %

Masne kiseline Fatty acids	I			II			III			IV		
	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x
Miristinska Miristic (14:0)	1,81	\pm 0,07		1,71	\pm 0,08		1,75	\pm 0,06		1,88	\pm 0,09	
Linolna Linoleic (18:2)	15,05	\pm 0,63		14,93	\pm 0,66		14,33	\pm 0,74		16,79	\pm 0,51	
Palmitinska Palmitic (16:0)	25,79	\pm 0,76		26,99	\pm 1,23		26,12	\pm 0,52		25,58	\pm 0,44	
Oleinska Oleic (18:1)	43,93	\pm 0,66		43,83	\pm 0,68		44,47	\pm 0,51		43,36	\pm 0,68	
Stearinska Stearic (18:0)	13,37	\pm 0,49		12,52	\pm 0,47		13,33	\pm 0,70		12,37	\pm 0,73	

Struktura masnih kiselina u masnom tkivu bila je vrlo slična u svima grupama izuzev kod linolne kiseline. Naime, slanina IV grupe svinja imala je signifikantno više linolne kiseline (16,79 %) nego uzorci slanine svih ostalih grupa (od 14,5 do 15%). Inače, IV grupa svinja, kod koje je utvrđen i najniži jodni broj slanine, imala je samo nešto nižu količinu oleinske kiseline, kao glavnog predstavnika nezasićenih masnih kiselina.

U tabeli 13 prikazana je suma zasićenih i nezasićenih masnih kiselina.

Tabela 13 Suma zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u %
 Table 13 Sum of saturated and unsaturated fatty acids in %

Suma kiselina Sum of acids	I			II			III			IV		
	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x	\bar{x}	\pm	s_x
Zasićene Saturated	41,01	\pm 0,21		41,22	\pm 1,01		41,19	\pm 0,92		39,83	\pm 0,78	
Nezasićene Unsaturated	58,99	\pm 0,20		58,76	\pm 1,02		58,80	\pm 0,92		60,15	\pm 0,78	

Pošto je suma zasićenih, odnosno nezasićenih masnih kiselina bila vrlo vrlo slična, a utvrđene razlike među grupama nesigifikantne ($P > 0,05$), to bi se iz ovoga našega pokusa moglo zaključiti da način tretiranja tovnih svinja nije imao značajnijeg učinka na kvalitetu masti u leđnoj slanini.

ZAKLJUČAK

Na temelju prikazanih rezultata o utjecaju izvora povećanih doza bakra u obroku tovnih svinja mogu se izvesti ovi zaključci:

1) Najveći prirasti utvrđeni su u pokusnim grupama svinja koje su dobivale bakarni sulfat (499 g), odnosno bakarni oksid (501 g), a najslabiji u grupi koja je dobivala bakarni karbonat (397 g).

2) Različiti izvori bakra u obroku imali su utjecaja samo na neke klasične rezultate i osobine polutke. Treća grupa svinja, koja je dobivala bakarni oksid imala je vrlo značajno veći randman ($P < 0,01$), nego svinje I grupe, odnosno značajno veći ($P < 0,05$) nego svinje II grupe. Međutim, svinje I i III grupe imale su značajno deblju slaninu ($P < 0,05$) nego svinje II i IV grupe koje su imale značajno niži prirast.

3) U svima grupama utvrđena je gotovo jednaka količina pepela u uzorcima lednog mišića, dok je najveći postotak masti utvrđen u mišićnom tkivu svinja koje su dobivale bakarni oksid, a najmanje u grupi koja je dobivala bakarni klorid.

4) Izvor bakra u obroku nije imao značajnog utjecaja na sadržaj bakra u mišićnom tkivu. Međutim, sadržaj željeza bio je podjednako najniži u mesu I i II grupe (oko 29,5 ppm u a. s. t.), dok je u mesu II grupe bilo signifikantno više željeza (34,27 ppm u a. s. t.).

5) Značajno najslabiju sposobnost vezivanja vlastite vode imalo je meso svinja koje su dobivale bakarni sulfat i bakarni karbonat.

6) Najveće pH vrijednosti mesa utvrđene su kod svinja koje su dobivale bakarni karbonat i bakarni oksid, dok je najveći stupanj kiselosti utvrđen u mesu svinja koje su dobivale bakarni klorid.

7) Jodni broj bio je signifikantno veći u masnom tkivu svinja koje su dobivale bakarni karbonat (69,37), nego u svinja koje su dobivale bakarni klorid (64,79).

8) Struktura masnih kiselina u uzorcima ledne slanine bila je podjednaka, pa prema tome izvor bakra u obroku nije značajnije utjecao na promjenu sastava najvažnijih masnih kiselina.

THE INFLUENCE OF LEVEL AND SOURCE OF COPPER IN DIET OF PIGS ON SLAUGHTERING RESULTS AND PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF BACK FAT AND MUSCLE TISSUE

II. Effects of copper source in diet of fattening pigs

Crnojević, Z., Jančić, S. and Pešut, M.

Faculty of Agriculture, Zagreb

Čosić, H.

Integrated Farm, Đakovo

SUMMARY

The objective of this study was to obtain additional information relative to the source of copper in diet of fattening pigs; to determine the influence of high level and different source of copper on performance (daily gain and feed conversion), slaughtering results (carcass weight,

dressing percentage, length of carcass, back fat thickness) and on certain characteristics of back fat and muscle tissues (ash, fat, Fe and Cu contents in meat; iodine number of fat and fatty acid composition of back fat).

The experimental pigs were treated with 250 ppm Cu as follows:

Group I — basal diet plus 0.1 per cent of CuSO_4

Group II — basal diet plus 0.090 per cent of CuSO_3

Group III — basal diet plus 0.0314 per cent of CuO

Group — IV basal diet plus 0.067 per cent of CuCl_2

Back fat and muscle samples for analysis were taken between the 13th and 14th vertebrae of the carcass.

On the basis On the basis of obtained results the following conclusions could be drawn:

(a) the pigs treated with CuSO_4 and CuO, respectively, have had significantly higher daily gain ($P < 0.01$) than pigs treated with CuCO_3 and CuCl_2 , respectively;

(b) the feed conversion was very alike and there were no significant difference between groups;

(c) different sources of copper in diets have had significant effect on certain slaughtering results: the pigs of group three treated with CuO have had very significantly higher dressing percentage ($P < 0.01$) than pigs treated with CuSO_4 , and significantly higher ($P < 0.05$) than pigs treated with CuCO_3 ; the pigs treated with CuSO_4 and CuO, respectively, have had significantly thicker back fat ($p < 0.05$) than pigs treated with CuCO_3 and CuCl_2 , respectively;

(d) different sources of copper in diet had no significant effect on ash and Cu content in muscle samples, but have had significant effect on fat and Fe content;

(e) water — binding ability of muscle tissue was significantly ($P < 0.05$) lower in groups of pigs treated with CuSO_4 and CuCO_3 , respectively;

(f) the pH value of muscle tissue was higher in pigs treated with CuCO_3 and CuO, respectively, than in pigs treated with CuSO_4 and CuCl_2 , respectively;

(g) iodine — number of fat tissue was significantly higher in pigs treated with CuCO_3 than in pigs treated with CuCl_2 ;

(h) different sources of copper in diet had no significant effect on the fatty acid composition of fat tissue.

LITERATURA

- 1) Allen, M. M. i sur. Further studies on various aspects of the use of highcopper supplements for growing pigs. *Brit. Jour. Nutr.*, 15, 507—522, 1961.
- 2) Amer, M. A. i sur. Effects of supplemental dietary copper on glyceride distribution in the backfat of pigs. *Canadian Journal of Animal Sci.*, 53:147—152, 1973.
- 3) Barber, R. S. i sur.: Further studies on antibiotic and copper supplements for fattening pigs. *British Jour. Nutrition*, 11:70, 1957.
- 4) Barber, R. S. i sur.: Copper sulphate and copper sulphide as supplements for growing pigs. *British Jour. Nutrition*, 15 : 189, 1961.
- 5) Barić, S.: Statističke metode primijenjene u stočarstvu. *Agronomski glasnik*, No. 11—12, 1964.
- 6) Braude, R. and Ryder, K.: Copper levels in diets for growing pigs. *Nutrition Abstracts Review*, Vol. 44, No. 5, 352 (3097), 1974.
- 7) Bowland, J. P. and Castell, A. G.: Supplemental copper for market pigs fed rations varying in source and level of protein. 43rd Annual Feeders' Day Report, Rniversity of Alberta, 1965.
- 8) Bowland, J. P. and Castell, A. G.: Supplemental copper for market pigs. 44th Annual Feeders' Day Report, University of Alberta, 1965.
- 9) Bunch, R. i sur.: Effect of copper sulphate, copper oxide and chlortetracycline and baby pig performance. *Journal of Animal Sci.*, vol. 20, No. 4, 723—726, 1961.
- 10) Crnojević, Z. i sur.: Utjecaj različitih izvora bakra u obroku svinja na tovnu spoosbnost, klaonički kvalitet i deponiranje bakra u nekim tkivima. Simpozij iz svinjogojstva i ishrane stoke, Zagreb, 22—23. I. 1970.
- 11) Crnojević, Z. i sur.: Istraživanje utjecaja nivoa i izvora bakra u obroku svinja na klaoničku kvalitetu i fizikalno-kemijska svojstva slanine i mesa. *Polj. znan. smotra*, 31 (41), Zagreb, 1974.
- 12) DeGoey, L. W. i sur.: Studies of high level copper supplementation to rations for growing swine. *Journal of animal Sci.*, Vol. 33: 52, 1971.
- 13) De vangeaarden: *Analytical Chemistry*, 39, 7, 1967.
- 14) Elliot, J. I. and Bowland, J. P.: Effects of dietary copper sulphate on the fatty acid composition of porcine depot fats. *Journal of Animal Sci.*, Vol. 27, No. 4:956—960, 1968.

- 15) Elliot, J. I. and Bowland, J. P.: Effects of dietary copper sulphate and proteine on the fatty acid composition of porcine fat. *Journal of Animal Sci.*, Vol. 30, No. 6:923—930, 1970.
- 16) Hawbaker, J. A. and sur.: Effect of copper sulphate and other chemotherapeutics in growing swine rations. *Journal of Animal Sci.*, Vol. 20, No. 1, 1961.
- 17) Jančić, S. i sur.: Djelovanje bakarnog sulfata u obrocima tovnih svinja sa smanjenim nivoom proteina. *Polj. znan. smotra*, Sv. 23, No. 3, Zagreb, 1966.
- 18) Jančić, S. i sur.: Djelovanje jednakih doza bakarnog sulfata u obrocima svinja u tovu sa različitim procentom proteina. *Polj. znan. smotra*, Sv. 24, No. 1, Zagreb, 1967.
- 19) Jančić, S. i sur.: Utjecaj bakarnog sulfata u obroku na sadržaj nekih masnih kiselina u masnom tkivu svinja. *Agronomski glasnik*, No. 1—2, 1973.
- 20) Kogan, M. B. i Požariskaja, L. S.: Fiziko-hemičesky i bakteriološki kontrol v mjasnoj promišljenosti. Moskva, 1971.
- 21) Meyer, H. and Kröger, H.: Feeding of copper to pigs. *Nutrition Abstracts and Review*, Vol. 44, No. 3 :217 (2020), 1974.
- 22) Moore, J. H. i sur.: The effect of 250 p.p.m. of copper in the diet of growing pigs on the fatty acid composition of the adipose tissue lipids. *Proc. Nutr. Soc.*, 27, 45A—46A, 1968.
- 23) Moore, J. H. i sur.: The effect of dietary copper on the fatty acid composition and physical properties of pig adipose tissue. *British Journal of Nutrition*, 23:281—288, 1969.
- 24) Möres, A. W. i sur.: Influence of high level copper supplements in diets for growing pigs. *Fede's Day*, June 3, University of Alberta, 1972.
- 25) Myres, A. W. i sur.: Effects on environmental temperature and dietary copper on growth and lipid metabolism in pigs. III. Concentration and composition of plasma free fatty acids. *Canadian Journal of animal Sci.*, Vol. 53:127—132, 1973.
- 26) Myres, A. W. and Bowland, J. P.: Effects on environmental temperature and dietary copper on growth and lipid metabolism in pigs. II. Fatty acid composition of adipose tissue lipids. *Canadian Journal of Animal Sci.*, Vol. 53:121—126, 1973.
- 27) Ognjanović, A. i sur.: Utjecaj trajanja aplikacije CuSO_4 na fizičko-kemijska i tehnološka svojstva mišićnog i masnog tkiva svinja. III. skup svinjogojaca, Bled, 1972.
- 28) Patricia, A. i sur.: 2nd International Symposium on Condition and Meat quality in Pigs, Zeist, 22—24 March, 1971.

- 29) Snedecor, W. G. and Cochran, W. G. Statistical Methods, The Iowa State University Press Ames, 1967.
- 30) Taylor, M. and Thomke, S.: Effect of high level copper on the depot fat of bacon pigs. *Nature*, 201, 1964.
- 31) Walker, N. and sur.: The effects of dietary copper levels on the performance and muscle and fat characteristics of growing pigs. *Nutrition Abstracts Review*, Vol. 42, No. 1, 358 (2150), 1972.