

Dr Stevo Jančić,
Dr Zdravko Crnojević,
Mr Tajana Crnojević
Poljoprivredni fakultet, Zagreb

UTJECAJ BAKARNOG SULFATA U OBROKU NA SADRŽAJ NEKIH MASNIH KISELINA U MASNOM TKIVU SVINJA

U V O D

Neki su inozemni istraživači utvrdili da dodatak bakra obrocima svinja u povećanim količinama utječe na povećanje mekoće slanine (Taylor i Thomke, 1964; Bowland i Castell, 1964. i 1965; Moore i sur., 1969). Ova je pojava pripisana ulozi bakra u promjeni strukture masnih kiselina u masnom tkivu, odnosno u povećanju količine palmitolenske i oleinske kiseline uz istovremeno opadanje količine palmitinske i stearinske kiseline (Elliot i Bowland, 1968; Moore i sur., 1968. i 1969). Intenzitet navedenih promjena zavisao je o brojnim faktorima, a prije svega o strukturi obroka, te o težini, dobi i spolu svinja (Elliot i Bowland, 1970).

Ognjanović i sur. (1972) utvrdili su signifikantno veći jodni broj u uzorcima slanine onih svinja, koje su u obroku dobivale 250 ppm bakra (65,34), nego u uzorcima kontrolne grupe (55,95) i grupe koja je dobivala 250 ppm bakra samo u prvoj fazi tova (53,00). Sličnu pojavu zapazili su i drugi istraživači (Taylor i Thomke, 1964, Amer i sur. 1970). Matre (1971) je utvrdio povećanu mekoću slanine u bekon svinja tretiranih bakrom, ali ne i slabiju otpornost masti prema oksidaciji.

Cilj ovoga istraživanja bio je da se utvrdi kako dužina dodavanja bakarnog sulfata obroku svinja utječe na strukturu najvažnijih masnih kiselina u slanini.

MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje je izvršeno na uzorcima slanine uzetih nakon klanja iz polovica pokusnih svinja čiji su proizvodni rezultati i osnovne značajke polovica objavljeni u posebnom radu (Jančić i sur., 1972). U biološkom dijelu istraživanja bile su četiri grupe svinja, koje su dobivale isti osnovni obrok, ali različitu količinu dodatog $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$: I grupa (0); II grupa (0,075%); III grupa (0,1%); IV grupa (0,1% samo u prvoj fazi tova). Osnovni obrok se sastojao od žitarica, ribljeg brašna, te arašidove i sojine sačme.

Uzorci leđne slanine uzeti su nakon hlađenja polovica u trajanju od 24 sata. Slanina je uzeta iznad 13. i 14. leđnog pršljena — onaj dio koji se nalazi iznad m. longissimus dorsi. Pošto se iz tehničkih razloga nije moglo pristupiti ispitivanju odmah nakon klanja svinja, to su uzorci slanine duboku zaleđeni sve do trenutka ispitivanja. Analize uzoraka izvršene su po metodi koju je opisao De van W y e n g e a a r d e n (1967).

Uzorci masnog tkiva su usitnjeni uz dodatak bezvodnog natrijevog sulfata, a zatim ekstrahirani eterom (p. a.). Iz dobivenog ekstrakta uklonjeno je otapalo u rotacijskom-vakuu uparivaču kod temperature od 40°C. Tako pripremljena mast je metilirana. Odvagnuto je 150 mg masti u tikvicu s ubrušenim čepom, a zatim je dodano 2 ml 0,5 n metanolne otopine NaOH. Na

tikvicu je stavljeno povratno hladilo a zatim je kuhano kroz 5 minuta. Nakon toga je u tikvicu dodano 2 ml metanolne otopine bortriklorida. Po završenom metiliranju preko hladila je dodano 4 ml heptana a zatim kuhano jednu minutu. Nakon završenog kuhanja, tikvica je ohlađena pod mlazom vode uz dodatak otopine NaCl. Oko 1 ml heptanske faze otpipetirano je u epruvetu u koju je prethodno dodano malo bezvodnog Na sulfata. Nakon što je otopina ohlađena i razbistrena, uzeto je 1 ml otopine i injicirano u **gas-kromatograf** kod temperature kolone od 180°C. Iz dobivenog kromatograma izračunate su masne kiseline u %. Na ovaj način određeno je samo pet masnih kiselina (miristimska, palmitinska, stearinska, oleinska i linolna). Dobiveni rezultati obrađeni su varijaciono-statistički (B a r i ć, 1964).

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1 prikazani su rezultati gas-kromatografske analize masnih kiselina utvrđenih u leđnoj slanini svinja prema grupama tretiranja.

Tabela 1 *Struktura masnih kiselina u leđnoj slanini*
Fatty acid composition of whole back fat samples

Masne kiseline		I (0)	III (250)*	IV (250)**
Fatty acids		$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$	$\bar{x} \pm s_x$
Miristimska	(14:0)	1,25 \pm 0,08	1,12 \pm 0,09	1,09 \pm 0,04
Miristic				
Linolna	(18:2)	12,79 \pm 0,13	13,33 \pm 0,98	13,28 \pm 0,60
Linoleic				
Palmitinska	(16:0)	23,71 \pm 0,32	23,50 \pm 0,26	24,13 \pm 0,50
Palmitic				
Oleinska	(18:1)	45,51 \pm 0,28	44,95 \pm 0,55	46,17 \pm 0,87
Oleic				
Stearinska	(18:0)	16,73 \pm 0,29	17,07 \pm 0,68	15,30 \pm 0,36
Stearic				

* Cu-dodavan u toku cijelog tova

** Cu-dodavan u toku 1. faze tova

Prikazana struktura masnih kiselina (Tab. 1) pokazuje da tretiranje svinja III grupe bakarnim sulfatom (0,1% u toku čitavog tova), a niti IV grupe (0,1% u toku prve faze tova) nije prouzročilo značajnije razlike među grupama. Najveća razlika pojavila se u sadržaju stearinske kiseline između III i IV grupe (1,77). Analiza varijance je pokazala da je navedena razlika signifikantna ($P < 0,5$), dok sve ostale razlike nisu statistički značajne ($P > 0,05$).

Da bi se još bolje sagledao efekt tretiranja svinja bakrom na strukturu masnih kiselina u tabeli 2 usporedno su prikazane sume zasićenih (14:0; 16:0; 18:0) i nezasićenih masnih kiselina (18:1; 18:2).

Tabela 2 Sume zasićenih i nezasićenih masnih kiselina
Sums of saturated and unsaturated fatty acids

Suma kiselina Sum of acids	I (0)		III (250)*		IV (250)**	
	x	$\pm s_x$	x	$\pm s_x$	x	$\pm s_x$
Zasićenih — Saturated	41,69	$\pm 0,27$	41,70	$\pm 0,75$	40,52	$\pm 0,72$
Nezasićenih - Unsaturated	58,30	$\pm 0,26$	58,28	$\pm 0,75$	59,46	$\pm 0,72$

* Cu-dodavan u toku cijelog tova — Cu-supplemented during whole period

** Cu-dodavan u toku 1. faze tova — Cu-supplemented during first period of fattening.

Dok su I (kontrolna) i III grupa imale gotovo istovjetne proporcije zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, dotle je IV grupa imala nešto niži postotak zasićenih (40,52%), odnosno veće učešće nezasićenih masnih kiselina (59,46%). Međutim, očekivano je obrnuto u odnosu na III grupu, pošto je IV grupa dobivala bakarni sulfat samo u prvoj fazi tova. Utvrđena razlika nije statistički značajna ($P > 0,05$). Stoga se iz rezultata prikazanih u tabeli 1 i 2 može zaključiti da u našem istraživanju bakar i dužina tretiranja nisu imali značajnijeg utjecaja na promjenu strukture masnih kiselina u lednoj slanini. Ovakav zaključak je u skladu jedino s rezultatom pokusa kojeg su izveli Myres i sur. (1972). I ovi istraživači nisu utvrdili nikakve razlike u sastavu masnih kiselina između uzoraka masti kontrolnih grupa i uzoraka masti svinja koje su dobivale 250 ppm Cu u obroku. Međutim, Moore i sur. (1969) utvrdili su u uzorcima masti tretiranih svinja (250 ppm Cu) nešto veću koncentraciju oleinske (45,9%) a manju koncentraciju stearinske (11,3%) nego u uzorcima masti netretiranih svinja (43,7% odnosno 13,8%). Do sličnih zapazanja došli su Thomke i Taylor (1964), te Bowland i Castell (1965).

Nedovoljnu suglasnost između pojedinih istraživača i pojedinih eksperimenata od istih istraživača o utjecaju bakra na kvalitetu masti u svinja nemoguće je pouzdano objasniti. Prilično ujednačen sastav masnih kiselina u svim grupama u našem istraživanju vjerojatno je posljedica specifičnosti osnovnog obroka kojima su hranjene svinje. Pored manje količine ribljeg brašna, obrok je sadržavao veću količinu sojine sačme i arašidove sačme. Bowland i Castell (1964. i 1965) među prvima su zapazili da bakar dodan obroku s ribljim brašnom izaziva mekoću svinjske masti; manju mekoću prouzročio je bakar dodan obroku sa sojinom sačmom. Elliot i Bowland (1970) su u sličnim istraživanjima došli do zaključka da dodatak bakra obroku s ribljim brašnom, mesnim brašnom i sojinom sačmom, značajno utječe na povećanje nezasićenih i smanjenje zasićenih masnih kiselina u slanini svinja. Najjače promjene bile su na obroku s ribljim brašnom, nešto slabije bile su s mesnim brašnom, a najslabije bile su sa sojinom sačmom. Slične promjene nisu se dogodile kada je u obroku svinja bila zastupljena repičina sačma. Na temelju ovih pojava Elliot i Bowland (1970) pret-

postavljaju mogućnost interakcije između bakra i izvora proteina. Oni nadalje pretpostavljaju »da je mjesto djelovanja bakra više u samom tjelesnom ustroju nego u probavnom kanalu, tj. da se akcija bakra odvija u samom tkivu (masti)«.

Nadalje, mora se naglasiti da su uzorci slanine za naše istraživanje uzeti od svinja koje su tovljene do 100 kg žive vage i da su stoga svinje bile stare oko 190 dana. Faktor težine ima značajnog utjecaja na odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu. Tako su Elliot i Bowland (1970) utvrdili da se povećanjem tjelesne težine svinja smanjuje učešće nezasićenih uz istovremeno povećanje učešća zasićenih masnih kiselina u masnom tkivu. Tretiranje bakrom pod utjecajem sve veće tjelesne težine (dobi) ostavlja sve manje efekta na kvalitetu slanine, a naročito kod onih svinja koje u obroku dobivaju vegetabilnu bjelančevinu. Kod 90 kg žive vage razlike u strukturi masnih kiselina potpuno nestaju.

Kakav je utjecaj imao spol svinja na odnos između zasićenih i nezasićenih masnih kiselina u slanini vidljivo je iz tabele 3.

Tabela 3 Utjecaj spola na sumu zasićenih i nezasićenih masnih kiselina
Effect of Sex on Proportions of Saturated and Unsaturated Fatty Acids

Suma masnih kiselina Sum of fatty acids	Muški Male			Ženski Female			Stupanj signif. Signific. level
	x	±	s _x	x	±	s _x	
Zasićene — Saturated	41,84	±	0,94	40,46	±	1,26	N. S.
Nezasićene — Unsaturated	58,14	±	0,94	57,30	±	1,26	N. S.

Premda su kastrati imali nešto veću količinu zasićenih i nezasićenih masnih kiselina od krmačica, utvrđene razlike među spolovima nisu statistički značajne ($P > 0,05$). Prema tome ovo istraživanje je pokazalo da spol nema značajnog utjecaja na omjer između navedenih kiselina u slanini svinja. Stoga ovakav zaključak nije u skladu sa istraživanjima Elliota i Bowlanda (1970), te Frienda i Cunninghama (1967), koji su utvrdili da slanina kastrata sadrži signifikantno manje nezasićenih masnih kiselina nego što sadrži slanina krmačica.

ZAKLJUČAK

Na temelju ovoga istraživanja o utjecaju 250 ppm Cu u obroku svinja na strukturu masnih kiselina u leđnoj slanini, mogu se izvesti ovi zaključci:

1) Dodatak bakarnog sulfata u obrok i dužina njegove aplikacije nisu imali značajan utjecaj na promjenu strukture masnih kiselina u uzorcima leđne slanine.

2) Budući da prvi zaključak nije u skladu s većinom konsultirane literature, to pretpostavljamo da je specifična struktura obroka kojim su hranjene pokusne svinje, te nešto veća završna težina svinja kod klanja, onemogućili veću akciju bakra u promjeni strukture masnih kiselina.

3) Spol svinja nije imao značajnijeg utjecaja na omjer između sume zasićenih i nezasićenih masnih kiselina.

L I T E R A T U R A

1. Amer, M. A. and Elliot, J. I.: Diatar copper and stability of pork fat. *Journal of Animal Sci.*, Vol. 31, No. 5, 1014, 1970.
2. Barić, S.: Statističke metode primijenjene u stočarstvu, Zgb, 1964.
3. 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, Department of Animal Science, University of Alberta, Edmonton, 1964.
4. Bowland, J. P. and Castell, A. G.: Supplemental copper for market pigs. 44th Annual Feeders' Day Report, Department of Animal Science, University of Alberta, Edmonton, 1965.
5. De van Wyengeaarden: *Analytical Chemistry*, 39, 7, 1967.
6. Elliot, J. I. and Bowland, J. P.: Effects of dietary copper sulfate on the fatty acid composition of porcine depot fats. *Journal of Animal Sci.*, Vol. 27, No. 4:956—960, 1968.
7. Elliot, J. I. and Bowland, J. P.: Effects of dietary copper sulfate and proteine on the fatty acid composition of porcine fat. *Journal of Animal Sci.*, Vol. 30, No. 6:923—930, 1970.
8. Friend, D. W. and Cunningham, H. M.: Growth, carcass, blood and fat studies with pigs fed once or five times daily. *Journal of Animal Sci.*, Vol. 26:316, 1967.
9. Jančić, S., Crnojević, Z., Pešut, M. i Čosić, H.: Istraživanje utjecaja povećanih doza CuSO_4 u obroku svinja na tovnu sposobnost, kvalitetu polovica i fizikalno-kemijska svojstva mesa i masti: I. Utjecaj nivoa i trajanja aplikacije CuSO_4 na prirast, konverziju hrane i neke karakteristike polovica. III Skup svinjogojaca, Bled, 8—11. maja, 1972.
10. Matre, T.: Forsok med tilskot av kopar i fôret til slaktegriser. Institutt for husdyrernaering og fôringslaere, Norges landbrukshogskole, Beretning nr. 142, 1972.
11. Moore, J. H., Christie, W. W., Braude, R. and Mitchell, K. G.: The effect of 250 ppm of copper in the diet of growing pigs on the fatty acid composition of the adipose tissue lipids. *Proceedings of the Nutrition Society*, Vol. 27, No. 2, 1968.
12. Moore, J. H., Christie, W. W., Braude, R. and Mitchell, K. G.: The effect of dietary copper on the fatty acid composition and physical properties of pig adipose tissues. *British Journal of Nutrition*, Vol. 23, No. 2:281, 1969.

13. Myres, A. W., Omole, T. W. and Bowland, J. P.: Influence of high level copper supplements in diets for growing pigs. 51st Annual Feeders' Day Report, Department of Animal Science, University Alberta, Edmonton, June 3, 1972.
14. Ognjanović, A., Jančić, S., Đuričić, M., Petrić, V. i Josipović, S.: Ispitivanje utjecaja povećanih doza CuSO_4 u obroku svinja na tovnu sposobnost, kvalitet polutki i fizičko-kemijska svojstva mesa i masti: II. Utjecaj trajanja aplikacije CuSO_4 na fizičko-kemijska i tehnološka svojstva mišićnog i masnog tkiva svinja. III. Skup svinjogojaca, Bled, 8—11. maja, 1972.
15. Taylor, M. and Thomke, S.: Effect of high-level copper on the depot fat of bacon pigs. *Nature*, 201:1246, 1964.

THE EFFECT OF COPPER SULFATE IN DIET ON FATTY ACID COMPOSITION OF THE PORCINE FAT

By

Jančić, S.
Crnojević Tajana
Crnojević, Z.

S U M M A R Y

This investigation was carried out with the purpose to determine the influence of high level copper in diet of growing — fattening pigs on fatty acid composition of the porcine depot fat.

The backfat samples were taken after slaughter of the experimental pigs which were treated as follows: group I — basal diet; group III — basal diet + 0.1% CuSO_4 ; group IV — basal diet + CuSO_4 during growing period only (from 20 to 60 kg). The live weight of pigs at slaughter was about 100 kg in average.

The adipose tissue lipids were extracted from the whole of the strips of backfat. The samples of fat were analysed by the method described of De van Wyengeaarden (1967).

From the results obtained the following conclusions may be drawn:

1. Copper supplementation of diet and duration of treatment of the experimental pigs did not result in a significant changes in fatty acid composition of backfat samples.

2. We presume that no significant difference was found in fatty acid composition among groups of pigs because of specific structure of used the basal diet (corn + soyabean oil meal + ground nut meal) and heavy body weight of pigs (100 kg).

3. Sex of pigs did not have a significant effect on proportion of UFA and SFA.