

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Nikola Z. Stanišić

**EFEKTI KORIŠĆENJA KONJUGOVANE  
LINOLNE KISELINE U ISHRANI SVINJA  
NA REZULTATE TOVA, SASTAV TRUPA  
I KVALITET MIŠIĆNOG I MASNOG  
TKIVA**

doktorska disertacija

Beograd, 2013.

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Nikola Z. Stanišić

**THE EFFECTS OF USING CONJUGATED  
LINOLEIC ACID IN THE DIET OF PIGS  
ON FATTENING PERFORMANCE,  
CARCASS COMPOSITION AND  
QUALITY OF MUSCLE AND FAT TISSUE**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2013.

## **Poljoprivredni fakultet**

Beograd – Zemun

Mentor: dr Dušan Živković, vanredni profesor  
Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet  
Katedra za tehnologiju animalnih proizvoda

Članovi komisije:

1. dr Radomir Radovanović, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet
2. dr Mirjana Milovanović, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet
3. dr Živan Jokić, redovni profesor  
Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet
4. dr Stevica Aleksić, naučni savetnik  
Institut za stočarstvo, Beograd

Datum odbrane doktorske disertacije: \_\_\_\_\_

# EFEKTI KORIŠĆENJA KONJUGOVANE LINOLNE KISELINE U ISHRANI SVINJA NA REZULTATE TOVA, SASTAV TRUPA I KVALITET MIŠIĆNOG I MASNOG TKIVA

## Rezime

Konjugovana linolna kiselina (CLA – Conjugated Linoleic Acid, eng.) predstavlja smešu geometrijskih izomera  $cis\Delta^9$ ,  $cis\Delta^{12}$  - oktadekadienske (linolne - 18:2 n-6) kiseline, za koju su utvrđeni mnogi pozitivni efekti kao što su antikancerogeno dejstvo, poboljšanje konverzije hrane i smanjenje količine masnog tkiva i povećanje udela mišićnog tkiva u trupu životinja. Ishrana svinja sa dodatkom CLA dobija sve veći značaj poslednjih godina, jer utiče na poboljšanje karakteristika trupa i kvaliteta mesa svinja, a u isto vreme, to je način za dobijanje mesa i proizvoda od mesa obogaćenih sa CLA. Međutim, njen uticaj na kvalitet mesa, a naročito na tehnološke i senzorne parametre kvaliteta, nije u potpunosti definisan. Različiti literaturni podaci o efektima ishrane svinja sa dodatkom CLA na proizvodne parametre (rezultate tova i sastav trupa), uz nedovoljno ispitane efekte koje ona poseduje na tehnološki, senzorni i nutritivni kvalitet mesa, bili su glavni razlozi postavljanja ovog oglada.

Eksperiment je postavljen kako bi se ispitali efekti dodavanja CLA hrani u završnoj fazi tova svinja. U ogledu su korišćeni tovljenici muškog i ženskog pola čiste rase švedski landras, a CLA je dodata u formi ulja u količini od 0,3% u hranu tokom poslednjih 45 dana tova. Ulje CLA korišćeno u ovom ogledu, je kao aktivnu komponentu sadržalo 60% CLA, koja se sastojala od smeše dva izomera u odnosu 1:1 (30%  $cis$ -9,  $trans$ -11 i 30%  $trans$ -10,  $cis$ -12). Ogled je trajao 175 dana, a ulje CLA je dodavano u ishranu tokom poslednjih 45 dana tova (od 130. do 175. dana), tako da je svako grlo iz ogledne grupe dobilo dnevno u proseku 15 g ulja CLA, tj. ukupno 675 g ulja CLA tokom celog oglada. Prosečna telesna masa tovljenika obe grupe na početku ishrane sa CLA bila je oko 66 kg, a na kraju (posle 45 dana) oko 103,5 kg, nakon čega su životinje zaklane. Istraživanje je obuhvatilo ispitivanje rezultata tova, sastava trupa i parametara tehnološkog, senzornog i nutritivnog kvaliteta mišićnog i masnog tkiva.

Rezultati istraživanja su pokazali da CLA nije imala statistički značajan uticaj na masu tovljenika tokom oglada. Prosečan dnevni prirast (PDP) tovljenika muškog pola u

kontrolnoj grupi je tokom prvih 7 dana bio značajno viši u poređenju sa oglednom grupom ( $p=0,032$ ), da bi se od 2. nedelje pa do kraja ogleda smanjio, pri čemu je najveća razlika u PDP-u između grupa utvrđena za 4. nedelju ogleda ( $p=0,012$ ). Za razliku od njih, kod tovljenika ženskog pola prvih 7 dana ogleda nije utvrđena statistički značajna razlika između grupa u PDP-u ( $p=0,895$ ). Od 3. nedelje PDP tovljenika ženskog pola imao je sličan trend kao kod muških, a statistički značajna razlika u prirastu između kontrolne i ogledne grupe utvrđena je za 3. nedelju i za poslednjih 10 dana ogleda. Ukupni prosečni dnevni prirast tokom ishrane sa CLA (UPDP) tovljenika muškog pola bio je nešto veći u oglednoj grupi u poređenju sa kontrolom, ali ta razlika nije bila statistički značajna ( $p=0,099$ ), dok je kod tovljenika ženskog pola bio približno isti kod obe grupe. Takođe, CLA je uticala na značajno poboljšanje konverzije hrane kod tovljenika muškog pola ( $p=0,049$ ), dok kod tovljenika ženskog pola to poboljšanje nije utvrđeno.

Iz dobijenih podataka utvrđeno je da je ishrana sa CLA imala veći uticaj na promenu sastava trupa tovljenika ženskog u odnosu na tovljenike muškog pola. Kod tovljenika ženskog pola utvrđeno je značajno povećanje udela mišićnog tkiva i smanjenje udela potkožnog masnog tkiva (PMT) u leđno-slabinskom delu (LSD), grudima, trbušno-rebarnom delu (TRD), pottrbušini i podlaktici. Što se tiče sastava trupa tovljenika muškog pola, utvrđene su samo tendencije u povećanju procenta mišićnog tkiva u LSD-u ( $p=0,067$ ) i vratu ( $p=0,096$ ), ali je utvrđeno statistički značajno smanjenje udela PMT-a u LSD-u, plećki, vratu, pottrbušini i podlaktici. S tim u vezi, u trupu tovljenika ženskog pola utvrđeno je i značajno povećanje udela mišićnog tkiva za oko 3% ( $p=0,017$ ), dok kod tovljenika muškog pola nije utvrđena značajna razlika u mesnatosti trupa između kontrolne i ogledne grupe ( $p=0,233$ ). Udeo PMT-a u trupu tovljenika ženskog pola značajno se smanjio pod uticajem CLA, za oko 4% ( $p=0,005$ ), dok je kod tovljenika muškog pola to smanjenje iznosilo oko 2% ( $p=0,033$ ). Pored toga, utvrđeno je i značajno smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva sa kožom pod uticajem CLA, kod tovljenika oba pola.

Dodatak CLA hrani uticao je i na tehnološka svojstva mesa. Vrednost pH mesa 24 sata posle klanja bila je značajno manja kod ogledne grupe, kod tovljenika oba pola. Kod tovljenika ženskog pola utvrđeno je da su svinje ogledne grupe imale značajno veće vrednosti SVV ( $\text{cm}^2$ ) *M. triceps brachii*-a u poređenju sa kontrolom ( $p=0,031$ ), a

kod njih je utvrđeno i smanjenje mekoće, tj. povećanje vrednosti sile sečenja, *M. longissimus dorsi*-a i *M. triceps brachii*-a.

Kod tovljenika oba pola, ishrana svinja sa CLA uticala je na značajno povećanje udela intramuskularne masti mišića buta i plećke, dok je kod leđnog mišića utvrđen samo trend u povećanju udela intramuskularne masti ( $p < 0,1$ ). Utvrđeno je i značajno povećanje  $L^*$  vrednosti *M. longissimus dorsi*-a tovljenika ženskog pola ( $p = 0,042$ ), dok kod tovljenika muškog pola veća  $L^*$  vrednost mesa u oglednoj grupi nije se statistički značajno razlikovala u poređenju sa kontrolom ( $p = 0,069$ ).

Dodatak CLA imao je značajan uticaj na sastav masnih kiselina masti u potkožnom masnom tkivu leđa, potrbušine, intermuskularne masti buta i intramuskularne masti *M. gluteus medius*-a. Kod tovljenika oba pola, utvrđeno je da su životinje iz ogledne grupe imale značajno veći udeo CLA kod svih analiziranih uzoraka masti. Pored toga, utvrđeno je da su tovljenici u oglednoj grupi imali i značajno veći udeo zasićenih masnih kiselina i značajno manji udeo mononezasićenih i ukupno nezasićenih masnih kiselina, kod svih analiziranih masnih tkiva.

Dodatak CLA nije značajno uticao na promenu senzornih ocena za miris, ukus, mekoću i sočnost pečenog mesa. Senzorne ocene marmoriranosti analiziranih mišića, koje su određivane na svežem mesu, bile su nešto više kod tovljenika hranjenih sa CLA.

Ishrana svinja sa CLA u završnoj fazi tova utiče na smanjenje debljine i udela potkožnog masnog tkiva i na povećanje mesnatosti trupa, bez negativnih uticaja na kvalitet dobijenog mesa. Povećanje sadržaja zasićenih masnih kiselina u masnom tkivu poboljšava tehnološke karakteristike i oksidativnu stabilnost masnog tkiva. Dodatno, zbog inkorporacije CLA izomera u tkiva životinja i njenih zdravstvenih koristi, ovakva vrsta ishrane može biti i metod za dobijanje svinjskog mesa sa osobinama "funkcionalne hrane".

Ključne reči: CLA, tovljenik, rezultati tova, sastav trupa, kvalitet mišićnog i masnog tkiva

Naučna oblast: Biotehničke nauke

Uža naučna oblast: Prehrambena tehnologija

UDK: 637.5:636.4(043.3)

# **THE EFFECTS OF USING CONJUGATED LINOLEIC ACID IN THE DIET OF PIGS ON FATTENING PERFORMANCE, CARCASS COMPOSITION AND QUALITY OF MUSCLE AND FAT TISSUE**

## **Summary**

Conjugated linoleic acid (CLA - Conjugated Linoleic Acid) is a mixture of geometric isomers of  $\text{cis}\Delta^9$ ,  $\text{cis}\Delta^{12}$  – octadecadienoic (linoleic acid - 18:2 n-6) acid, for which many positive effects were identified, such as anticancer effect, improved feed conversion and reduction of the amount of fat and increase of the share of muscle tissue in the body of animals. Nutrition of pigs with the CLA supplement is gaining increasing importance in recent years because of the impact on improvement of the carcass characteristics and meat quality of pigs, but at the same time, it is a way to get meat and meat products enriched with CLA. However, its effect on meat quality, especially on the technological and sensory quality parameters, has not been fully defined. Various published data on the effects of feeding pigs with the addition of CLA on production parameters (fattening and carcass composition), with insufficiently studied effects that it has on technological, sensory and nutritional quality of meat, were the main reasons for setting up this experiment.

The experiment was designed to examine the effects of adding CLA to diets for pigs in the final stage of fattening. Male and female purebred Swedish Landrace fatteners were used in the experiment, and CLA was added in the form of oil in an amount of 0.3% of the food during the last 45 days of fattening. CLA oil used in this experiment, as the active ingredient contained 60% CLA, which consisted of a mixture of two isomers in a ratio of 1:1 (30%  $\text{cis}$ -9,  $\text{trans}$ -11 and 30%  $\text{trans}$ -10,  $\text{cis}$ -12). The trial lasted 175 days, and the CLA oil was added to the diet during the last 45 days of experiment (from 130. to 175. day), so that each animal in the experimental group received daily on average 15 g CLA oil, i.e. total of 675 g CLA oil during the entire experiment. The average body mass of fatteners of both groups at the start of the CLA diet was about 66 kg, and at the end (after 45 days), about 103, 5 kg, after which the animals were slaughtered. The research included examination of the fattening

performance, carcass composition and parameters of technological, sensory and nutritional quality of muscle and fat/fat tissue.

The results showed that CLA had no statistically significant effect on the mass of fatteners during the experiment. Average daily gain (PDP) of male fatteners in the control group during the first 7 days was significantly higher than in the trial group ( $p = 0,032$ ), but from 2. week onward it decreased, with the greatest difference in the PDP between groups for the 4th week of the experiment ( $p = 0,012$ ). Unlike them, the female fatteners, during the first 7 days of the experiment, showed no significant differences between groups in the PDP ( $p = 0,895$ ). Starting from the third week, PDP of female fatteners had a similar trend as in males, but statistically significant difference in the weight gain between the control and experimental groups was determined in the third week and for the last 10 days of the experiment. Total average daily gain during the feeding with CLA (UPDP) in male fatteners was slightly higher in the experimental group compared with the control, but this difference was not statistically significant ( $p = 0,099$ ), while in female fatteners, this value was approximately the same in both groups. Also, CLA influenced significant improvement in feed conversion in fattening male pigs ( $p = 0,049$ ), while in female fatteners this improve has not been established.

The obtained data showed that the diet with CLA had a greater influence on the composition of carcass of female fatteners as compared to male pigs. Female fatteners showed a significant increase in the share of muscle tissue and decrease of share of subcutaneous fat tissue (PMT) in the back-loin section (LSD), chest, belly-rib part (TRD), belly and forearm. As to the composition of carcass of male fatteners, only the tendency of increasing the percentage of muscle tissue in the LSD ( $p = 0,067$ ) and neck ( $p = 0,096$ ) was established, but a statistically significant decrease in the share of PMT in LSD, shoulders, neck, belly and forearm was determined. In that regard, the carcass of female fatteners showed a significant increase in the share of muscle tissue by about 3% ( $p = 0,017$ ), while in case of male fatteners no significant differences were observed in carcass meat yield between the control and experimental groups ( $p = 0,233$ ). Share of PMT in the carcass of female fatteners decreased significantly under the influence of CLA by about 4% ( $p = 0,005$ ), whereas in male finishing pigs, the decrease amounted to about 2% ( $p = 0,033$ ). In addition, there was a significant decrease in thickness of subcutaneous fat tissue with skin affected by CLA, in fattening pigs of both sexes.



Addition of CLA to the animal food has influenced the technological properties of meat. The pH value of meat 24 hours post slaughter was significantly lower in the experimental group, in fattening pigs of both sexes. Female fatteners were found to have significantly higher values of WBC (cm<sup>2</sup>) in *M. triceps* in comparison with the control ( $p = 0,031$ ), where also the reduction of softness was determined, i.e. increase of shear force values of *M. longissimus dorsi* and *M. triceps brachii*.

In fattening pigs of both sexes, feeding with CLA resulted in a significant increase in the share of intramuscular fat of ham and shoulder muscles, while in case of the back muscle, only a trend of increase in the share of intramuscular fat ( $p < 0.1$ ) was determined. There was a significant increase in L \* values of *M. longissimus dorsi* in female fatteners ( $p = 0,042$ ), while in males higher L \* value of meat in the trial group was not significantly different compared to control ( $p = 0,069$ ).

CLA supplement had a significant impact on the fatty acid composition of fat in the subcutaneous fat tissue of the back, belly, ham intermuscular fat and intramuscular fat of *M. gluteus medius*. In fattening pigs of both sexes, it was established that animals from the experimental group had a significantly greater share of CLA in all the analysed samples of fat. In addition, it was found that fatteners in the experimental group had a significantly higher share of saturated fatty acids and a significantly lower share of monounsaturated and total polyunsaturated fatty acids, in all analysed fatty tissue.

CLA supplement had no significant effect on the change in sensory score for aroma, flavour, juiciness and tenderness of roasted meat. Sensory evaluation of marbling of analysed muscles, which are determined in fresh meat, were slightly higher in fattening pigs fed CLA.

Nutrition of pigs with CLA in the final fattening phase has influenced the decrease of thickness and share of subcutaneous fat tissue and increase in carcass leanness, with no negative impact on the quality of meat obtained. Increase in the content of saturated fatty acids in fat tissue has improved the technological characteristics and oxidative stability of fat tissue. Additionally, due to the incorporation of CLA isomers in animal tissues and its health benefits, this kind of diet can be a method for obtaining of pork with the properties of „Functional foods“.

Keywords: CLA, fattening pigs, fattening performance, carcass composition, quality of muscle and fat tissue

Scientific area: Biotechnical sciences

Specific scientific area: Food technology

UDK: 637.5:636.4(043.3)

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. PARAMETRI KVALITETA TRUPA I MESA SVINJA</b> .....	4
2.1. KVALITET TRUPA SVINJA .....	6
2.2. NUTRITIVNI KVALITET MESA SVINJA .....	9
2.3. TEHNOLOŠKI KVALITET MESA SVINJA .....	12
2.4. SENZORNI KVALITET MESA SVINJA .....	14
2.5. ETIČKI KVALITET MESA SVINJA .....	18
<b>3. FAKTORI KOJI UTIČU NA SASTAV TRUPA I KVALITET MESA SVINJA</b> .....	19
3.1. UTICAJ RASE .....	20
3.2. UTICAJ STAROSTI I TELESNE MASE .....	21
3.3. UTICAJ POLA I KASTRACIJE .....	22
3.4. UTICAJ ISHRANE .....	23
3.5. UPOTREBA METABOLIČKIH MODIFIKATORA U ISHRANI SVINJA .....	26
<b>4. KONJUGOVANA LINOLNA KISELINA</b> .....	29
4.1. SINTEZA CLA .....	30
4.2. EFEKTI CLA .....	32
4.2.1. UTICAJ CLA NA REZULTATE TOVA .....	35
4.2.2. UTICAJ CLA NA SASTAV TRUPA .....	37
4.2.3. UTICAJ CLA NA KVALITET MIŠIĆNOG I MASNOG TKIVA .....	39
4.2.4. ZDRAVSTVENI EFEKTI CLA .....	41
4.3. MEHANIZAM DELOVANJA CLA .....	44
<b>5. CILJ OGLEDA</b> .....	46
<b>6. MATERIJAL I METODE</b> .....	47
6.1. POSTAVKA EKSPERIMENTA I SASTAV HRANE KORIŠĆENE U TOVU .....	47
6.2. LINEARNE MERE I DISEKCIJA POLUTKI .....	50
6.3. UZORKOVANJE MIŠIĆA I MASNOG TKIVA ZA ANALIZE .....	54

6.4. ANALIZE UZORAKA MIŠIĆA I MASNOG TKIVA .....	54
6.4.1. ANALIZE TEHNOLOŠKOG KVALITETA I INSTRUMENTALNE BOJE UZORAKA .....	55
6.4.2. HEMIJSKE ANALIZE UZORAKA .....	56
6.4.3. SENZORNA ANALIZA UZORAKA .....	58
6.5. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA .....	59
<b>7. REZULTATI I DISKUSIJA .....</b>	<b>60</b>
7.1. EFEKAT CLA NA REZULTATE TOVA SVINJA .....	60
7.2. EFEKAT CLA NA KLANIČNE KARAKTERISTIKE, LINEARNE MERE I SASTAV TRUPA SVINJA .....	65
7.3. EFEKAT CLA NA HEMIJSKI I TEHNOLOŠKI KVALITET MESA SVINJA .....	78
7.4. EFEKAT CLA NA SASTAV MASNIH KISELINA MIŠIĆNOG I MASNOG TKIVA SVINJA .....	83
7.5. EFEKAT CLA NA SENZORNI KVALITET MESA SVINJA .....	98
<b>8. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>105</b>
<b>9. LITERATURA .....</b>	<b>111</b>
<b>10. BIOGRAFIJA AUTORA .....</b>	<b>130</b>
<b>PRILOG 1 .....</b>	<b>131</b>
<b>PRILOG 2 .....</b>	<b>132</b>
<b>PRILOG 3 .....</b>	<b>133</b>

## 1. UVOD

Razvoj nauke i tehnologije, tokom nekoliko prethodnih decenija, bio je veoma intenzivan i dinamičan. U industriji hrane, ostvaren je veliki napredak, što je neminovno dovelo do mnogih promena. Kao posledica zahteva potrošača, tržište je zajedno sa industrijom mesa, pred stočare postavilo nekoliko ozbiljnih zahteva, na koje nije lako odgovoriti. Naime, tokom prošlih vremena, proizvodnja svinja je pretrpela velike promene. U prošlosti je mast imala znatno veći značaj, dok je danas osnovna svrha gajenja svinja proizvodnja što veće količine jeftinog mesa, koje pored toga treba da ima dobre tehnološke, senzorne i nutritivne karakteristike. U Srbiji su ove činjenice još značajnije, kada se zna da je svinjsko meso, u ukupnoj strukturi proizvodnje mesa, tradicionalno najpopularnije i najzastupljenije sa preko 55%.

S toga je potpuno očekivano da su poslednjih godina napori nauke i struke bili usmereni na smanjenje sadržaja masnog tkiva u trupovima tovnih životinja, posebno svinja, a u manjoj meri goveda i ovaca. Kao posledica, pre svega unapređenja genetske osnove, savremenih visokokvalitetnih rasa svinja i njihovih meleza, kao i napretka u oblasti ishrane životinja, debljina masnog tkiva na leđnom delu smanjuje se na ispod 10 mm, a sadržaj mišićnog tkiva u trupu često premašuje 60%.

Međutim, povećanje mesnatosti negativno se odražava na senzorni kvalitet mesa. Utvrđena je negativna korelacija između povećanog udela mišićnog tkiva i nekih senzornih i tehnoloških parametara kvaliteta mesa, a naročito potkožnog masnog tkiva. Kako su senzorni i nutritivni kvalitet veoma važni sa aspekta potrošača, a tehnološki kvalitet sa stanovišta prerađivačke industrije, proizvođači-farmeri dobili su težak zadatak da proizvedu svinje koje su veoma mesnate i čije će meso imati dobre tehnološke, senzorne i nutritivne karakteristike. Uz sve to potrebno je zadovoljiti i čitav niz zahteva koji ovu proizvodnju čine ekonomičnom. Ovakav kompleksan zahtev zajednički je za većinu farmera na svetu, a istraživanja koja su trenutno aktuelna u oblasti proizvodnje svinja i svinjskog mesa usmerena su u pravcu poboljšanja efekata tova i kvaliteta trupa, bez negativnih pratećih efekata na kvalitet mesa, ili čak sa tendencijom njegovog poboljšanja. Danas postoji prilično širok spektar načina i sredstava kojima se u biotehnologiji može uticati na balansiranje rasta mišićnog i masnog tkiva u trupu životinje i proizvesti meso željenog kvaliteta. Najnovija

dostignuća u biotehnologiji omogućila su naučnicima da utiču na rast i distribuciju pojedinih tkiva životinja preko, ili pomoću modifikacija njihovog metabolizma. Metabolički modifikatori, kao što su  $\beta$ -agonisti, anabolički steroidi, somatotropin, vitamin E, mikroelementi i lipidi sa metaboličkim dejstvom, kakva je konjugovana linolna kiselina (CLA – Conjugated Linoleic Acid, eng.), koriste se sa ciljem poboljšanja performansi tova i mesnatosti životinja.

Dejstvo većine metaboličkih modifikatora često ne ispunjava sve potencijalne zahteve, a neki pozitivno deluju na performanse tova i karakteristike trupa, ali negativno utiču na kvalitet mesa. Anabolički steroidi povećavaju prirast i poboljšavaju konverziju hrane, ali smanjuju marmoriranost mesa i povećavaju osteljivost životinja na stres. Somatotropin ima slično dejstvo, ali dodatno smanjuje mekoću mesa. Svinje često slabo reaguju na  $\beta$ -agoniste, dok vitamini u većoj meri utiču na kvalitet mesa nego na parametre tova i trupa.

Kada su početkom 80-tih godina prošlog veka **Pariza i Hargraves (1985)** utvrdili da ekstrakt dobijen iz pečenog goveđeg mesa utiče na inhibiciju rasta tumora laboratorijskih životinja, izveden je veliki broj istraživanja vezanih za efekte ishrane životinja sa konjugovanom linolnom kiselinom. CLA predstavlja smešu geometrijskih izomera linolne kiseline (**Ha i sar., 1987**), za koju su utvrđeni razni pozitivni efekti kao što je antikancerogeno dejstvo (**Ha i sar., 1987, 1990**), uticaj na poboljšanje konverzije hrane (**Chin i sar., 1994**) i uticaj na smanjenje količine masnog tkiva i povećanja udela mišićnog tkiva u trupu životinja (**Park i sar., 1997**). Takođe, istraživanjima je pokazano da CLA ima pozitivne efekte i na ljudsko zdravlje (**Ip i sar., 1995**), zbog čega je većina trenutnih istraživanja vezanih za CLA usmerena ka regulisanju hrane za životinje u cilju povećanja nivoa CLA u mleku, mesu ili drugim prehrambenim proizvodima.

CLA se prirodno nalazi u mleku i masnom tkivu preživara, i nastaje u rumenu putem bakterijske biohidrogenacije iz linolne kiseline, međutim samo mala količina CLA (oko 0,6 mg/g masti) nalazi se u svinjskom mesu (**Chin i sar., 1992**). Jedini način da se poveća njen udeo u svinjetini jeste dodavanje hemijski sintetisane CLA u ishranu (**Dugan i sar., 1997**). Ishrana svinja sa dodatkom CLA dobija sve veći značaj poslednjih godina, jer utiče na poboljšanje karakteristika trupa i kvaliteta mesa svinja, a u isto vreme, to je način za dobijanje mesa i proizvoda od mesa obogaćenih sa CLA (**Lauridsen i sar., 2005**).

Zbog navedenih činjenica interesovanje za CLA je poslednjih godina poraslo pošto njena primena može: poboljšati konverziju hrane, smanjiti debljinu potkožnog masnog tkiva, povećati marmoriranost mesa, čvrstinu masnog tkiva, poboljšati boju mesa i smanjiti podložnost mesa prema oksidaciji. Pored navedenih korisnih efekata, povećanje koncentracije CLA u tkivima životinja, što je posledica ovakve ishrane, može biti i metod za dobijanje svinjskog mesa sa osobinama “funktionalne hrane”.

## 2. PARAMETRI KVALITETA TRUPA I MESA SVINJA

Za proizvođače (farmere) kvalitet svinja zavisi od onih karakteristika koje najviše utiču na cenu prilikom prodaje. Zahtevi u pogledu kvaliteta svinjskog trupa tokom vremena su se menjali. Mast je dugo bila najtraženiji proizvod, dok je meso bilo sekundarno. Tada je proizvodnja svinja bila bazirana na svinjama velike telesne mase, koje su imale visok udeo masnog tkiva u trupu. Vremenom je potražnja za svinjskom mašću opadala, a za mesom rasla. U Evropskoj Uniji, pa i u Srbiji, danas cena svinja zavisi od udela mišićnog tkiva u trupu. Kao posledica toga, efikasnom genetskom selekcijom stvoreni su genotipovi svinja koji imaju visoku mesnatost i optimalne performanse, tj. minimalne troškove proizvodnje, koji se ogledaju prvenstveno u poboljšanom prirastu i konverziji hrane. Međutim, pored visoke mesnatosti trupa, klanična i prerađivačka industrija zahteva da meso bude dobrih tehnoloških i hemijskih karakteristika, dok krajnji kupci žele i dobar senzorni i nutritivni kvalitet mesa. Pošto se kvalitet mesa može definisati na više načina, u zavisnosti od zahteva krajnjeg potrošača, **Andersen (1999)** je podelio kvalitet svinjskog trupa i mesa na 6 glavnih grupa (Tabela 1).



Tabela 1. Grupe kvaliteta svinjskog trupa i mesa (**Andersen, 1999**)

<b>Grupa</b>	<b>Atributi</b>
<b>Kvalitet trupa</b>	Masa, randman trupa, odnos masnog i mišićnog tkiva, konformacija, linearne mere.
<b>Nutritivni kvalitet</b>	Sadržaj i sastav proteina, sadržaj i sastav masti, sadržaj vitamina i minerala, svarljivost i usvojivost.
<b>Tehnološki kvalitet</b>	pH, SVV, sadržaj i karakteristike proteina, sadržaj i karakteristike masti, sadržaj vezivnog tkiva, anti-oksidativni status.
<b>Senzorni kvalitet</b>	Boja, izgled preseka, marmoriranost, struktura, ukus, miris, sočnost, tekstura.
<b>Etički kvalitet</b>	Organska proizvodnja, uticaj religije (npr. ritualno klanje), sistem držanja životinja, dobrobit životinja, način i uslovi transporta životinja i dr.
<b>Higijensko-toksikološka bezbednost <sup>1</sup></b>	Sadržaj mikroorganizama (prvenstveno patogenih mikroorganizama), prisustvo rezidua antibiotika, hormona i pesticida, sadržaj teških metala, sadržaj mikotoksina.

<sup>1</sup> Higijensko-toksikološka bezbenost – je posebna grupa parametara kvaliteta koja se odnosi na zdravstvenu ispravnost proizvoda i samim tim predstavlja uslov kvaliteta svinjskog trupa i mesa (**Radovanović, lična komunikacija**).

Svinje su danas selekcionisane da imaju efikasnu konverziju hrane i da što bolje konvertuju tu hranu u mišićno tkivo (**Schinckel, 2001**). Distribucija i količina masnog tkiva ima značajnu ulogu u vrednosti trupa, pošto preveliki udeo masnog tkiva (iznad optimuma), može imati veoma negativan ekonomski efekat. Višak odvojivog masnog tkiva (intermuskularnog ili potkožnog), odstranjuje se pri obradi trupa ili osnovnih delova trupa i predstavlja ekonomski gubitak i za proizvođače i za prerađivače (**Harper i sar., 2001**). Kao posledica toga, količina masnog tkiva u trupu vremenom se smanjivala, međutim uz negativan uticaj na njene fizičko-hemijske karakteriske (**Allen i**

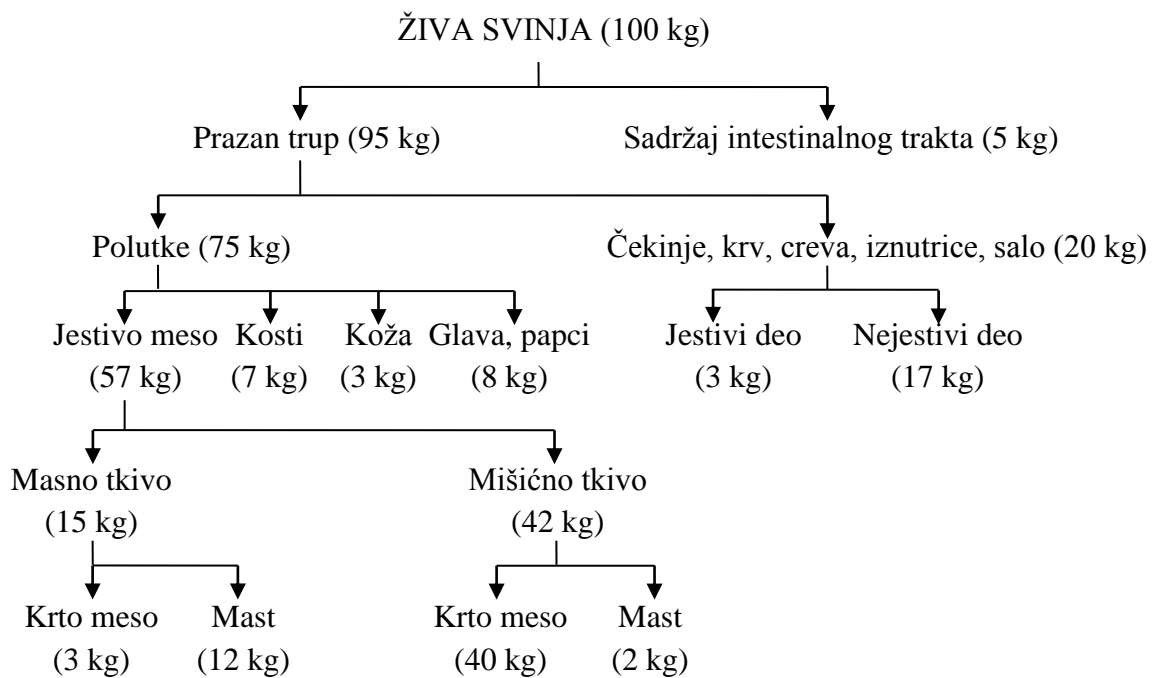
**Foegeding, 1981**). Veoma su važni i kvalitativni parametri masnog tkiva, koji određuju njegove tehnološke i nutritivne osobine, kao što su mekoća, oksidativna stabilnost i hemijski sastav. Ove karakteristike poslednjih godina dobijaju sve veći značaj u industriji mesa, a razlog tome su i značajne promene u zahtevima potrošača vezane za nutritivna svojstva mesa i proizvoda od mesa.

Masno tkivo je jedan od važnijih jestivih proizvoda dobijenih klanjem svinja, a može se koristiti u različite svrhe. Intermuskularno masno tkivo, kao i manji deo potkožnog masnog tkiva prodaje se zajedno sa mesom ili se koristi za preradu sa mesom raznih kategorija. Masno tkivo može da se koristi kao sastojak za izradu raznih proizvoda od mesa (kobasice, konzerve i suvomesnati proizvodi), za izradu emulzija u proizvodnji kobasica, a meko masno tkivo i salo se najčešće prerađuju u jestive životinjske masti.

## 2.1. KVALITET TRUPA SVINJA

Kriterijumi za vrednovanje svinjskog trupa najčešće su njegova masa, randman toplog i hladnog trupa, konformacija i odnos mišićnog i masnog tkiva. Pored navedenih pokazatelja, prilikom ocene kvaliteta svinjskog trupa utvrđuju se i masa toplih polutki, masa hladnih polutki, debljina potkožnog masnog tkiva i dužina polutki.

Sastav trupa tovljenika muškog pola, mase pred klanje od 100 kg i debljine potkožnog masnog tkiva na leđima od 10 mm prikazan je u Šemi 1. Kako navode **Kyriazakis i Whittemore (2006)**, nakon njihovog klanja, iskrvarenja, šurenja i evisceracije, dobija se 57 kg jestivog mesa, koje se sastoji od 15 kg masnog i 42 kg mišićnog tkiva.



Šema 1. Šematski prikaz sastava trupa tovljenika muškog pola sa debljinom potkožnog masnog tkiva na leđima od 10 mm (Kyriazakis i Whittmore, 2006).

Telesna masa svinja pre klanja ima značajan uticaj na prinos trupova, mesnatost trupa i kvalitet mesa. Kako navode Senčić i sar. (2005), povećanjem telesne mase pre klanja (90,30 kg; 100,40 kg; 110,30 kg; 120,50 kg i 130,20 kg), povećava se randman trupova (77,00; 78,08; 78,50; 79,00 i 80,50 %), smanjuje se udeo mišićnog tkiva (58,13; 57,73; 55,36; 54,93 i 53,80 %) i povećava se udeo intramuskularne masti (1,40; 1,50; 1,55; 2,50 i 2,50 %). Najbolji komercijalni efekat se postiže kod svinja u tovu čija je masa pre klanja oko 100 kilograma (Jovanović i sar., 2009).

Randman trupa, tj. udeo primarno obrađenog toplog ili ohlađenog trupa u odnosu na masu životinje pred klanje, je veoma važan parametar kvaliteta svinja. Veliki randman znači više proizvoda i potencijalno veći profit. Na randman utiče rasa (genetska osnova), masa pred klanje, nahranjenost životinje pre klanja, vrsta obroka (kabasta ili koncentrovana ishrana), uslovi transporta i odmora životinja u depou klanice. Masnije rase svinja imaju veći randman trupa od mesnatih, a sa porastom mase svinja raste i randman (Kralik i sar., 2007).

Takođe, veoma je važan i odnos mišićnog i masnog tkiva u trupu, kao i udeo pratećih proizvoda klanja (na primer kostiju). Količina mišićnog tkiva je sigurno

najvažnija, međutim, količina i distribucija masnog tkiva takođe ima veoma značajnu ulogu u određivanju ukupne vrednosti trupa. Najveći deo potrošača, barem onih u Evropi i severnoj Americi, žele što krtije meso (**Wood i sar., 2004**), tako da je u navedenim zemljama svinjski trup sa malim udelom masnog tkiva najpoželjniji. Međutim, kako masno tkivo utiče na poboljšanje mekoće, sočnosti i arome mesa, povećanje njenog udela u trupu je sa tog stanovišta poželjno, pošto poboljšava senzorni kvalitet mesa.

U Tabeli 2. prikazan je udeo masnog tkiva u trupu tovljenika muškog i ženskog pola različite telesne mase.

Tabela 2. Količina masnog tkiva svinja različitih težinskih grupa (**Wagner i sar., 1999**)

Težinska grupa (kg)	Masno tkivo dobijeno disekcijom (kg)	
	Tovljenici muškog pola	Tovljenici ženskog pola
25	1,73	1,75
45	3,93	3,66
64	7,68	7,01
84	11,66	9,88
100	16,33	13,92
114	19,53	16,32
129	28,07	19,54
152	30,41	25,70

Linearne mere, kao što su debljina potkožnog masnog tkiva i dužina polutke, veoma su važne za utvrđivanje kvaliteta trupa, pošto su ove mere u korelaciji sa udelom masnog tkiva u trupu. Debljina potkožnog masnog tkiva na leđima, kao indikator mesnatosti, glavno je oruđe za selekciju trupova za određeno tržište. Ona se povećava sa povećanjem mase životinje (Tabela 3) i u jakoj je pozitivnoj korelaciji sa ukupnom količinom masnog tkiva u trupu, a sa druge strane, dužina polutke je u negativnoj korelaciji sa debljinom potkožnog masnog tkiva (**Teodorović i Radović, 2004**).

Tabela 3. Debljina potkožnog masnog tkiva leđa svinja različitih masa pred klanje (Shields i sar., 1983)

Masa pred klanje (kg)	Debljina masnog tkiva (cm)
54	1,75
73	2,34
91	2,81
109	3,23
127	3,91
145	4,19

## 2.2. NUTRITIVNI KVALITET MESA SVINJA

Kvalitet mesa (boja, mekoća, miris, ukus i nutritivna vrednost) u velikoj meri zavise od količine i sastava masnog tkiva (Dević i Stamenković, 2004). Masti čine hranu ukusnijom i sočnijom, izvor su esencijalnih masnih kiselina i pomažu apsorpciju vitamina rastvorljivih u masti (A, D, E i K). Uz to, masti su energetski izvor i stvaraju osećaj sitosti nakon obroka (Karolyi, 2004). Lipidi svinjskog mesa sadrže više polinezasićenih masnih kiselina u odnosu na goveđe ili ovčije meso, pa svinjetina u tom pogledu ima veću nutritivnu vrednost (Džoljić i Stamenković, 1976). Tačka topljenja masti takođe ima veliki uticaj na nutritivni kvalitet mesa, jer se bolje apsorbuju oni lipidi koji sadrže veći udeo nezasićenih masnih kiselina i čija je tačka topljenja niža od temperature ljudskog tela. Od životinjskih masti, u ovom pogledu, najbolja je svinjska mast (Rede i Petrović, 1997).

Sastav masnih kiselina mesa je veoma važan prvenstveno zbog njihovog uticaja na zdravlje ljudi. Pojedine masne kiseline mogu imati uticaj na pojavu nekih oboljenja, kao što su: bolesti krvnih sudova, kancer, dijabetes ili gojaznost. Njihova uloga može biti i zaštitna, što zavisi od vrste same masne kiseline, ali i mogućih interakcija sa drugim komponentama hrane. Smatra se da je visok udeo masti u hrani povezan sa rizikom od nastajanja kardiovaskularnih oboljenja (Lin i sar., 2004), što je i glavni razlog da je za većinu potrošača, mast nepoželjan sastojak mesa. Međutim, veliki broj istraživanja je potvrdio da, pored toga što mast ima esencijalnu ulogu u organizmu, njen

uticaj na pojavu kardiovaskularnih oboljenja zavisi u većoj meri od njenog sastava nego od količine (**Laaksonen i sar., 2005**).

Polinezasićene masne kiseline, kao što su n-3 i n-6, organizam ljudi i ostalih monogastrični sisara ne može sintetisati, pa je neophodno unositi ih hranom. Ove masne kiseline imaju ulogu nosioca u masti rastvorljivih vitamina i utiču na pravilno funkcionisanje imunog sistema ljudi i životinja. Esencijalne masne kiseline sa 18 ugljenikovih atoma su linolenska (18:3 n-3) i linolna (18:2 n-6). Prema **Smith-u (2007)** dve najvažnije esencijalne masne kiseline sa 20 ugljenikovih atoma su arahidonska (20:4 n-6), koja nastaje od linolne kiseline, i eikozapentanoenska kiselina (20:5 n-3, EPA), koja nastaje od linolenske kiseline. Meso i riblje ulje su najznačajniji izvori arahidonske kiseline u ishrani ljudi (**Smith, 2007**).

U svinjskoj masti najviše ima oleinske (18:1), palmitinske (16:0) i stearinske (18:0) kiseline. Potkožno masno tkivo leđa industrijskih tovljenika u proseku sadrži 44% mononezasićenih (MUFA – Monounsaturated Fatty Acids, eng), 36% zasićenih (SFA – Saturated Fatty Acids, eng) i 12% polinezasićenih (PUFA – Polyunsaturated Fatty Acids, eng) masnih kiselina, mada sastav može varirati u zavisnosti od više faktora, od kojih su najvažniji ishrana, rasa i pol. Sastav triglicerida intramuskularne masti je sličan, najveći deo otpada na MUFA i SFA, uz 7 do 15 % PUFA, uglavnom linolne kiseline (18:2 n-6). Masno-kiselinski profil intramuskularne masti prosečno čine: 40% SFA, 44% MUFA i 14% PUFA (**Karolyi, 2004**).

Masno-kiselinski sastav zavisi od lokacije masnog tkiva u trupu svinja (**Suzuki i sar., 2006**). Zasićene masne kiseline, kao što su palmitinska (16:0) i stearinska (18:0), više su zastupljene u unutrašnjem nego u spoljašnjem sloju potkožnog masnog tkiva. Nasuprot tome, nezasićene masne kiseline, kao što su oleinska (18:1) i linolna (18:2 n-6), manje su zastupljene u unutrašnjem nego u spoljašnjem sloju potkožnog masnog tkiva. Masno-kiselinski sastav intermuskularnog masnog tkiva i unutrašnjeg sloja potkožnog masnog tkiva je sličan. Osim toga, intramuskularna mast sadrži više MUFA i manje PUFA nego mast iz ostalih delova masnog tkiva.

U Tabeli 4, prikazan je sastav masnih kiselina masti iz potkožnog masnog tkiva i intramuskularne masti iz *M. longissimus dorsi*-a svinja. Mast iz potkožnog masnog tkiva sadrži veći udeo PUFA, a manji udeo SFA i MUFA u poređenju sa intramuskularnom masti.

Tabela 4. Sastav masnih kiselina (g/100 g ukupnih masnih kiselina) masti ekstrahovane iz potkožnog masnog tkiva i intramuskularne masti *M. longissimus dorsi*-a svinja hranjenih sa dodatkom ulja sa visokim udelom nezasićenih masnih kiselina (**Simpson i sar., 2012**)

Sistematsko ime	Uobičajeno ime	Mast iz potkožnog masnog tkiva	Intramuskularna mast
Tetradekanska	Miristinska (14:0)	1,40	1,55
Heksadekanska	Palmitinska (16:0)	23,78	25,10
Oktadenska	Stearinska (18:0)	11,67	12,62
cis $\Delta^9$ - heksadekanska	Palmitooleinska (16:1)	1,71	2,79
cis $\Delta^9$ - oktadekanska	Oleinska (18:1)	31,64	36,47
cis $\Delta^{11}$ - eikozenoinska	Eikozanoinska (20:1)	0,45	0,47
cis $\Delta^9$ , cis $\Delta^{12}$ - oktadekadienska	Linolna (18:2)	25,39	16,49
cis $\Delta^{11}$ , cis $\Delta^{14}$ - eikozadienoinska	Eikozadienoinska (20:2)	0,78	0,49
cis $\Delta^9$ , cis $\Delta^{12}$ , cis $\Delta^{15}$ - oktadekatrienska	Linolenska (18:3)	2,64	1,14
cis $\Delta^{11}$ , cis $\Delta^{14}$ , cis $\Delta^{17}$ - eikozatrienoinska	Eikozanotrienoinska (20:3)	0,10	0,30
cis $\Delta^5$ , cis $\Delta^8$ , cis $\Delta^{11}$ , cis $\Delta^{14}$ - eikozatetraenoinska	Arahidonska (20:4)	0,19	2,18
cis $\Delta^7$ , cis $\Delta^{10}$ , cis $\Delta^{13}$ , cis $\Delta^{16}$ - dokozaetraenoinska	Adreninska (22:4)	0,07	0,25
		<b>Ukupno</b>	
SFA <sup>1</sup>		37,02	39,42
MUFA <sup>2</sup>		33,81	39,74
PUFA <sup>3</sup>		29,17	20,84

<sup>1</sup> SFA-Zasićene masne kiseline; <sup>2</sup> MUFA-Mononezasićene masne kiseline; <sup>3</sup> PUFA-Polinezasićene masne kiseline.

Nutritivno su veoma važni odnosi udela PUFA/SFA i n-6/n-3 u mastima koje se unose hranom. Vrednosti iznad 0,45 za odnos PUFA/SFA i vrednosti ispod 4,0 za odnos n-6/n-3 masnih kiselina su nutritivno preporučene vrednosti za životinjske masti (**Wood i Enser, 1997**). Zbog visokog udela PUFA, nutritivni odnos polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina u svinjskom mesu najčešće je povoljan i kreće se u zdravstveno preporučenim granicama (>0,45), za razliku od mesa preživara koje ima veći udeo SFA (Tabela 5). Međutim, zbog veće količine linolne u odnosu na linolensku kiselinu odnos n-6 i n-3 masnih kiselina, u ukupnim masnim kiselinama svinjskog mesa, izrazito je u korist n-6, što rezultira nepovoljnim n-6 i n-3 odnosom, po pravilu značajno višim od nutritivno preporučenih vrednosti (<4,0). Neuravnoteženi odnos n-6 i n-3

polinezasićenih masnih kiselina smatra se jednim od glavnih uzročnika povećanog rizika od nastanka bolesti srca i krvnih sudova, koji prati konzumiranje svinjskog mesa i proizvoda (**Karolyi, 2007**). Razlog tome je što se usled neuravnoteženog odnosa, povećava rizik od autooksidacije masnih kiselina, čiji su proizvodi, kao što su slobodni radikali, inicijatori nastanka različitih oboljenja ljudi.

Tabela 5. Odnos PUFA/SFA i n-6/n-3 masnih kiselina junećeg, jagnječeg i svinjskog mesa u intramuskularne masti *M. longissimus dorsi*-a (**Wood i Enser, 1997**)

	P / S <sup>1</sup>	n-6 / n-3 <sup>2</sup>
<b>Juneće meso</b>	0,11	2,11
<b>Jagnjeće meso</b>	0,15	1,32
<b>Svinjsko meso</b>	0,58	7,22

<sup>1</sup> Odnos polinezasićenih (PUFA) i zasićenih (SFA) masnih kiselina;

<sup>2</sup> Odnos n-6 i n-3 masnih kiselina.

### 2.3. TEHNOLOŠKI KVALITET MESA SVINJA

Nakon klanja i iskrvarenja, u mišićnom tkivu svinja odvija se niz fizioloških procesa koji rezultiraju nastankom mesa. Osnovni cilj proizvodnje svinja je dobijanje što veće količine mesa, ali je veoma važno da to meso bude i dobrog tehnološkog kvaliteta, zbog zahteva prerađivačke industrije, ali i zahteva krajnjih potrošača. Tehnološka svojstva mesa, kao što su pH vrednost, sposobnost vezivanja vode (SVV) i masno-kiselinski sastav imaju prioritetni značaj za industrijsku proizvodnju i preradu svinjskog mesa (**Radovanović, 1992**).

Verovatno najvažniji parametar tehnološkog kvaliteta mesa jeste njegova pH vrednost. Poznato je da kao posledica normalnog metabolizma tokom *post-mortalnih* procesa, pH opada sa 7,0-7,2 na 5,5-6,0. Međutim, u nekim slučajevima može doći do abnormalnih tokova, koji utiču na nagli pad pH vrednosti i pojavu tzv. BMV mesa (Bledo-Meko-Vodnjikavo meso) ili do visoke finalne pH vrednosti i pojave TČS mesa (Tvrdo-Čvrsto-Suvo meso). Finalna dostignuta pH vrednost u mesu utiče na većinu njegovih funkcionalnih, tehnoloških i senzornih svojstava, kao što su sposobnost vezivanja vode (SVV), tekstura i boja mesa.



SVV se može definisati kao svojstvo mesa da vlastitu vodu, kao i vodu dodatu pod određenim uslovima, zadrži u većoj ili manjoj meri i pri primeni neke spoljne sile, na primer, pritiska ili zagrevanja (**Rede i Petrović, 1997**). pH vrednost mesa direktno utiče na rastvorljivost proteina, a time i na količinu vezane vode. Snižavanjem vrednosti pH i njenim približavanjem izoelektričnoj tački tokom *post-mortalnih* procesa, raste i denaturacija mišićnih proteina što snižava i sposobnost mesa da zadrži vodu. SVV mesa je najveća neposredno posle klanja, a zatim opada i dostiže minimum u punom rigoru mortis. Nakon toga se povećava, ali ne dostiže prvobitnu vrednost (**Rede i Petrović, 1997**). Usled biohemijskih reakcija *post-mortem* ili delovanja spoljnih sila u toku prerade može doći do promene SVV mesa. Ovo svojstvo mesa se menja kroz sve tehnološke faze kroz koje prolazi meso u procesu proizvodnje i prerade (**Oluški, 1973**).

Tekstura označava fizička svojstva mesa koja se percipiraju čulima vida, dodira i sluha, kao i prilikom žvakanja (**Szczesniak, 2002**). Taktilna predstava teksture mesa, do koje se dolazi čulom dodira i prilikom žvakanja, odnosi se na čvrstoću, tj. tvrdoću i mekoću mesa. Tekstura mesa je u velikoj meri zavisi od starosti, vrste, pola, rase i uhranjenosti životinje, odnosno zavisi od onih činioca koji uslovljavaju građu mišićnog tkiva, razvijenost i osobine vezivnog tkiva i količinu intramuskularnog masnog tkiva, kao i njihovu povezanost u mesu.

Masno-kiselinski sastav mesa, pored nutritivnog značaja, utiče na oksidativnu nestabilnost mesa i proizvoda od mesa, a može imati i uticaj na teksturu i izgled proizvoda. Nezasićene masne kiseline, a naročito PUFA podložne su oksidaciji, čime se smanjuje rok trajanja proizvoda (**Wood i sar., 2008**). Pored većeg rizika od oksidacije masti i samim tim kraćeg roka trajanja proizvoda, usled višeg sadržaja PUFA, dolazi i do smanjenja tehnološkog kvaliteta potkožnog masnog tkiva, naročito pri proizvodnji fermentisanih kobasica i suvomesnatih proizvoda. Zbog nedovoljne čvrstine masnog tkiva nastaju mane u finalnom proizvodu, kao što su: otežano sečenje, nedovoljna povezanost nadeva, maziva konzistencija, otežano sušenje i dolazi do pojave lošije boje proizvoda. Meko masno tkivo često uzrokuje razdvajanje slojeva potkožnog masnog tkiva pri obradi slabina i leđa, a može da utiče i na razdvajanje mišića buta i plečke. Meko trbušno masno tkivo utiče na lošiju teksturu proizvoda, kao što je dimljena ili sušena slanina i može da utiče na povećanje gubitaka prilikom obrade, kao i na lošiji izgled gotovog proizvoda (**Eggert i sar., 2001**). Međutim, meko masno tkivo može da

bude i poželjno pri proizvodnji nekih tradicionalnih proizvoda, kao na primer pršute od autohtonih rasa svinja, kao što je iberijska španska rasa.

#### 2.4. SENZORNI KVALITET MESA SVINJA

Kako navodi **Honikel (1999)**, senzorni faktori kvaliteta su odlučujući u potrošnji mesa. Senzorni kvalitet mesa je veoma teško objektivno odrediti, međutim postoje određeni faktori preko kojih može da se definiše, a to su: boja, marmoriranost, miris, ukus, sočnost i mekoća.

Boja svežeg mesa je verovatno najznačajnije svojstvo kvaliteta, pošto se primećuje i ocenjuje na prvi pogled, te je od interesa da meso bude što prihvatljivije boje, kako bi bilo primećeno i prihvaćeno od strane potrošača (**Rede i Petrović, 1997**). Boja mesa se razlikuje: između različitih vrsta životinja, između različitih rasa, pa čak i između različitih mišića u trupu iste životinje. Na boju svežeg mesa utiče više faktora, kao što su sadržaj mioglobina i njegova forma, sadržaj intramuskularne masti i brzina *post-mortalne* glikolize, te pad pH vrednosti. Boja svežeg mesa bi trebalo da bude svetlo-crvena do ružičasta, pre nego tamna i braon. Dodatno, boja mesa bi trebalo da bude što stabilnija, kako bi proizvod imao duži rok trajanja.

Marmoriranost je pojava manjih ili većih nakupina masnog tkiva u rastresitom vezivnom tkivu između snopića mišićnih vlakana. Marmoriranost mesa je usko povezana sa sadržajem intramuskularne masti, koja daje mesu specifičan poželjan ukus. Pošto se masne ćelije razvijaju između slojeva vezivnog tkiva, one ga razlabljavaju, što rezultira i u boljoj mekoći mesa. Prisustvo masti u mesu pojačava salivaciju pri žvakanju, pa se stiče utisak veće sočnosti (**Rede i Petrović, 1997**). Marmoriranost kod svinjskog mesa, naročito postaje vidljiva kada je sadržaj intramuskularne masti veći od 2%, što za potrošače, i pored pozitivnog uticaja veće marmoriranosti, odnosno većeg sadržaja intermuskularne masti na senzorni kvalitet, nije prihvatljivo (**Tomović i sar., 2009**).

Ukus i miris su usko povezani. Ukus uglavnom određuju supstance rastvorljive u vodi, a miris supstance koje su rastvorljive u masti. Miris mesa je od velike važnosti, jer ukoliko meso ima neprijatan miris to obično znači da je pokvareno i da nije

bezbedno za ishranu. Međutim, neprijatan miris mesa nije samo posledica kvara. Na primer kod nekastriranih svinje muškog pola (nerastova) javlja se neprijatan polni miris mesa.

Jedan od važnih parametara senzornog kvaliteta mesa je tekstura. Ona obuhvata različite karakteristike, kao što su tvrdoća (mekoća), elastičnost, žvakljivost, gumljivost (**Radovanović i Popov-Raljić, 2000**). Od svih navedenih, mekoća je najvažnija karakteristika (**Chambers i Bowers, 1993**) i može definisati kao vrednost sile koju čovek treba da upotrebi kako bi pregrizao komad mesa. Od svih faktora jestivog kvaliteta, prosečni potrošači označavaju mekoću kao najvažniju, i čini se da mekoća ima veći značaj od arome i boje. U većini razvijenih zemalja potrošači žele da meso bude mekano, tako je na primer file i najmekši i najskuplji deo svinje. Međutim, ljudska percepcija sočnosti i mekoće mesa se često preklapa. Mast poboljšava sočnost mesa tako što utiče na povećanje lučenja pljuvačke u ustima. Međutim, sočno meso može biti okarakterisano kao mekše nego meso koje je manje sočno, a koje ima istu mekoću (utvrđenu instrumentalnim merenjem sile sečenja). **Fernandez i sar. (1999)** navode da se tekstura i ukus svinjskog mesa poboljšava sa povećanjem sadržaja intramuskularne masti do 3,25%, ali da to nije slučaj sa mekoćom mesa. Sa druge strane, **Ellis i sar. (1996)** navode da je *M. longissimus dorsi* svinja koje su selektovane da imaju visoku marmoriranost, mekši i sočniji i da ima niže vrednosti sile sečenja u odnosu na svinje čije meso ima manji sadržaj intramuskularne masti. Međutim, na mekoću mesa utiču i drugi faktori, kao što su sadržaj vezivnog tkiva, finalna pH vrednost, delovanje proteolitičkih enzima i dr., zbog čega postoje suprotni literatutni podaci o uticaju intramuskularne masti na mekoću i vrednost sile sečenja mesa.

Svinjsko masno tkivo, pored toga što se smatra “nepoželjnim”, jer je svinjsko meso okarakterisano kao glavni izvor ukupnih i zasićenih masti u ishrani ljudi (**Rose, 1990**), može da ima pozitivan efekat na meso i proizvode od mesa, prvenstveno kroz poboljšanje njihovog senzornog kvaliteta (**Wood i sar., 2004**). Potkožno i intermuskularno masno tkivo, ukoliko ostaju na mesu tokom toplotne obrade, doprinose većoj mekoći, sočnosti i boljoj aromi tog mesa. U više istraživanja se navodi da niske koncentracije intramuskularne masti mogu da smanje senzorni kvalitet mesa, a suprotno tome, veće koncentracije utiču na poboljšanje senzornog kvaliteta. **Wood i sar. (2008)** navode nekoliko razloga ove pojave. Poboljšana mekoća mesa može da bude posledica

toga što mast “oslabi” efekat čvršćih miofibrilarnih elemenata i time smanjuje silu sečenja ili utiče na smanjenje čvrstine strukture mišića. Pored toga, mast koja se nalazi između mišićnih vlakana, utiče na njihovo lakše razdvajanje. Više istraživanja je utvrdilo da sadržaj intramuskularne masti ima najveći uticaj na senzorni kvalitet mesa (**Fernandez i sar., 1999; Wood i sar., 2004; Fortin i sar., 2005**). Tako na primer, potrošači smatraju da je svinjsko meso tvrđe i suvlje u poređenju sa ostalim vrstama, a kao jedan od glavnih uzroka tome navodi se nizak sadržaj intramuskularne masti, budući da je on kod modernih mesnatih rasa svinja oko 1% (**Bennett, 1997**). Međutim, **Rincker i sar. (2008)** navode da sadržaj intramuskularne masti objašnjava/utiče na manje od 15% varijacija u ocenama arome svinjskog mesa. U navedenom istraživanju, potrošači nisu mogli da utvrde razliku u aromi između svinjskog mesa sa različitim udelom intramuskularne masti (od 0,8 do 8,0%), sve dok njen sadržaj nije prešao 4,5%.

Masno-kiselinski sastav masnog tkiva i tačka topljenja masti ne utiču samo na kvalitet masnog tkiva trupa, već i na senzorni kvalitet mesa (**Suzuki i sar., 2006**). Neki istraživači navode da su linolna (18:2 n-6), linolenska (18:3 n-3) i stearinska (18:0) kiselina u negativnoj korelaciji, a palmitoleinska (16:1) i oleinska (18:1) kiselina u pozitivnoj korelaciji sa senzornim kvalitetom svinjskog mesa (**Suzuki i sar., 2006**). Ispitujući međuzavisnost sastava masnih kiselina intramuskularne masti i senzorne prihvatljivosti svinjskog mesa, **Cameron i Enser (1991)** su utvrdili da je koncentracija određenih masnih kiselina u slaboj korelaciji sa senzornim kvalitetom. Međutim, isti autori navode da je korelacija između sadržaja polinezasićenih masnih kiselina i senzornih ocena mesa uglavnom negativna, dok je za zasićene masne kiseline uglavnom pozitivna, na osnovu čega se može zaključiti da veći stepen nezasićenosti intramuskularne masti utiče na pogoršanje arome mesa. Jedno od objašnjenja ove pojave je povećanje podložnosti masti ka oksidaciji i nastanak nepoželjnih jedinjenja koja utiču na lošiji senzorni kvalitet mesa koje sadrži visok udeo nezasićenih masnih kiselina.

Poznato je da se senzorni kvalitet mesa menja nakon termičke obrade i u velikoj meri zavisi od načina obrade i postignute temperature (**Heymann i sar., 1990; Wood i sar., 1995**). Veliki uticaj na senzorna svojstva mesa imaju: temperatura na površini mesa, temperatura u središnjem delu mesa i način prenosa toplote (kontaktno, vazduhom ili parom). Na temperaturama iznad 110°C ubrzava se odigravanje

Majlardove reakcije, koja je važna za formiranje arome i boje. Povećanjem temperature u središnjem delu mesa najviše se utiče na sočnost, ali takođe i na ukus, miris i mekoću mesa. Povećanje temperature termičke obrade rezultira smanjenjem sočnosti i mekoće mesa, ali poboljšava aromu (**Wood i sar., 1995**). Izborom odgovarajuće tehnike termičke obrade svežeg mesa može da se utiče na sve parametre senzornog kvaliteta (**Bejerholm i Aaslyng, 2004**).

Dobra ilustracija navedenih relacija između udela intramuskularne masti i senzornog kvaliteta termički obrađenog mesa navodi se u istraživanju **Bejerholm i Barton-Gade (1986)**.

Tabela 6. Uticaj sadržaja intramuskularne masti na senzorni kvalitet<sup>1</sup> termički obrađenog svinjskog mesa (**Bejerholm i Barton-Gade, 1986**)

Udeo intramuskularne masti (%)	Mekoća	Aroma	Sila sečenja (kg/cm <sup>2</sup> )	Ukupna prihvatljivost
<b>0,86</b>	0,6	0,8	100	0
<b>1,24</b>	1,7	1,6	86	1,2
<b>1,73</b>	1,9	1,7	78	1,4
<b>2,37</b>	2,2	1,9	79	1,9
<b>2,76</b>	2,7	2,5	76	2,3
<b>3,94</b>	2,7	2,3	69	2,3

<sup>1</sup> Određen korišćenjem "modifikovane hedonske skale" (skale od 11 ocena (od -5 do +5), gde je +5 najbolji kvalitet, a -5 najlošiji kvalitet).

Kao što je prikazano u Tabeli 6, povećanjem udela masti u mesu, mekoća, aroma i ukupna prihvatljivost mesa se povećavaju. Uzorci mesa koji su ocenjeni kao mekši imalu su i niže vrednosti sile sečenja. Kako je udeo intramuskularne masti rastao, povećavao se i procenat uzoraka koji su ocenjeni kao prihvatljiviji sa višim senzornim ocenama. Međutim, dalje povećanje sadržaja intramuskularne masti iznad 2,7% nije značajno uticalo na poboljšanje senzornog kvaliteta.

## 2.5. ETIČKI KVALITET MESA SVINJA

Važna grupa kvaliteta svinjskog trupa i mesa, etički kvalitet, može biti osporavana od strane nekih istraživača. Međutim, sve češći su zahtevi pojedinih grupa potrošača da meso mora da potiče od životinja koje su uzgajane i zaklane na određen način, kao na primer u skladu sa njihovom dobrobiti i/ili u sistemu koji je samoodrživ i ekološki. Tako na primer, držanje životinja treba da bude u što prirodnijoj sredini, uz osiguranje ekoloških principa. Uslovi držanja moraju odgovarati biološkim potrebama svinja, kao što je osiguranje određene površine po grlu. U hranu je zabranjeno dodavanje antibiotika, lekova, stimulatora rasta i svih drugih supstanci kojima se utiče na metabolizam životinja. Pilikom prevoza i klanja potrebno je osigurati uslove u kojima će pojava stresa kod životinja biti najmanja (**Kralik i sar., 2007**).

Intezivno držanje svinja u zatvorenom prostoru, uz sva ostala ograničenja i prinude koje se koriste u savremenom tehnološkom postupku, ima za cilj samo profit. Ovakvo stanje u svinjarstvu je dovelo do toga da je u EU (od 1990. do 1995. godine) doneto više propisa koji regulišu sistem i način držanja i ishrane životinja (**Teodorović i Radović, 2004**).

### 3. FAKTORI KOJI UTIČU NA SASTAV TRUPA I KVALITET MESA SVINJA

Na sastav trupa životinja za klanje odlučujući uticaj imaju rasa, pol, ishrana i uslovi držanja (**Wagner i sar., 1999**), a navedeni faktori imaju efekat i na sastav i kvalitet dobijenog mesa. Pored njih, na kvalitet mesa utiču i uslovi tokom transporta životinja, vreme provedeno u depou klanice, način omamljivanja i primarne obrade, kao i uslovi hlađenja i skladištenja.

Uspešnost tova svinja zavisi od više faktora, kao što su: izbor genotipa, način držanja, izbalansiranost obroka, sastav i kvalitet sirovina u krmnim smesama, način hranjenja svinja, zoohigijenski zahtevi, zdravstveno stanje svinja i dr. Sa ekonomskog stanovišta uspešnost tova ocenjuje se kroz tovnu sposobnost svinja, koja je vrlo važan proizvodni pokazatelj, a ona se iskazuje preko brzine rasta (prirast) i utroška hrane po kilogramu prirasta (konverzija hrane) (**Kralik i sar., 2007**). Brzina, odnosno intezitet rasta u toku tova, iskazuje se veličinom prosečnog dnevnog prirasta (PDP). Što je dnevni prirast veći, rast svinja je brži, tov je kraći, smanjuje se konverzija hrane i povećava se broj turnusa, što sve zajedno utiče na smanjenje proizvodnih troškova. U različitim fazama tova svinje imaju različiti dnevni prirast, koji se povećava sa telesnom masom i starosti svinja, što je posledica povećanja apetita i količine energije koja je potrebna za rast (**Uremović i Uremović, 1997**). Osim tovnih karakteristika, od najznačajnijih faktora koji određuju uspešnost i ekonomičnost svinjarske proizvodnje su i kvalitet trupa i dobijenog mesa. Svinja poseduje izuzetne biološke karakteristike i najveći biološki potencijal za proizvodnju mesa među domaćim sisarima, što je i osnovni cilj njihovog gajenja (**Živković i Perunović, 2012**).

Izučavanje faktora koji utiču na sastav trupa i kvalitet mesa svinja veoma je kompleksno, jer delovanje ni jednog od ovih faktora nije nezavisno i ne može da se posmatra izolovano. Korelacije i interakcije između faktora nisu još u potpunosti izučene, tako da je teško izolovati uticaj svakog pojedinačnog faktora (**Teodorović i Radović, 2004**). Međutim, faktori koji imaju najveći uticaj na karakteristike svinjskog trupa i mesa, a koji su pod kontrolom proizvođača svinja, su nasledna osnova (rasa), starost i masa, pol i kastracija i ishrana svinja.

### 3.1. UTICAJ RASE

Rasa svinja (nasledna osnova) ima veliki uticaj kako na kvalitet trupa, tako i na kvalitet mesa, ne samo usled razlika između rasa, nego i usled razlika između životinja iste rase. Strategija genetske selekcije je do danas bila usmerena ka povećanju prirasta i udela mišićnog tkiva i smanjenju debljine potkožnog masnog tkiva. Pored ovih poboljšanja, ovakav vid selekcije uticao je i na smanjenje kvaliteta dobijenog mesa.

Prema sposobnosti stvaranja mišićnog i masnog tkiva svinje se mogu podeliti na mesnati tip (kao što su veliki jorkšir ili velika bela svinja, landras, pjetren, durok i hempšir), masni tip (mangulica i druge autohtone rase) i kombinovani tipovi svinja (moravka i resavka). U fiziološkom smislu, svinje mesnatog tipa imaju veći prirast mišićnog nego masnog tkiva do postizanja telesne mase od oko 100 kg, nakon čega on postepeno opada. Za razliku od njih, kod masnog tipa svinja, izjednačavanje prirasta mišićnog i masnog tkiva nastaje ranije, već pri 40 do 50 kg, a kod kombinovanog tipa, pri 50 do 60 kg telesne mase (**Uremović i Uremović, 1997**).

Trenutni programi selekcije svinja najčešće se zasnivaju na trorasnom ili četvororasnom ukrštanju. Tako na primer, najčešći melezi u Evropi su trorasni, gde je krmača melez landrasa i velikog jorkšira. Izbor terminalne rase zavisi od željenih karakteristika meleza koji se dobija. Durok kao terminalna rasa ima visok prirast i dobru konverziju hrane, ali akumulira više masnog tkiva, sa druge strane belgijski landras i pjetren su veoma mesnati, ali su izuzetno osetljivi na stres, što uzrokuje da je kod njih veća verovatnoća dobijanja mesa promenjenog kvaliteta (na primer, BMV mesa) (**Toldrá, 2002**).

Kako su vremenom svinje postajale sve mesnatije, kvalitet masnog tkiva je postao jedan od ključnih faktora za definisanje ukupnog kvaliteta trupa. Raspodela masnog tkiva, kao i ukupna količina masnog tkiva u trupu znatno varira između svinja različite rase. Na primer, postoji jasna razlika u sadržaju intramuskularne masti između različitih genotipova svinja: on je generalno veći kod svinja rase durok, nego kod svinja rase landras ili jorkšir, iako razlike u sadržaju potkožog i abdominalnog masnog tkiva, između svinja različitih genotipova, mogu biti male. Sadržaj intramuskularne masti u *M. longissimus dorsi* kod većina industrijskih genotipova svinja iznosi između 1,5 i 2,2% i povećava se sa povećanjem mase i starosti životinja (**Dević i Stamenković, 2004**).



Tradicionalne, masnije rase svinja sadrže više intramuskularne masti od modernih rasa i meleza. Primera radi, prosečni sadržaj intramuskularne masti u leđnom mišiću (*M. longissimus dorsi*) autohtonih crnih rasa svinja kreće se oko 6%, kod iberijskih svinja oko 10%, dok kod izrazito mesnatih rasa, kao što je belgijski landras, njen udeo može da bude i ispod 1% (**Karolyi, 2007**).

Glavno obeležje sastava masnih kiselina mišićnog i masnog tkiva tovljenika mesnatih rasa, u poređenju sa masnijim rasama, je veći udeo polinezasićenih masnih kiselina (**Karolyi, 2007**). Sadržaj masnog tkiva u različitim anatomskih regijama svinje je međusobno u visokoj pozitivnoj korelaciji. Primarni cilj odgajivačkog rada u svinjarstvu je do sada bio smanjenje sadržaja potkožnog masnog tkiva što direktno utiče na smanjenje sadržaja intramuskularne masti, što dovodi i do smanjenja kvaliteta mesa. Kako navode **Teodorović i Radović (2004)**, proces “razmaščivanja” svinja je otišao toliko daleko da brojni istraživači smatraju da je dostignuta biološka granica preko koje ne bi trebalo ići, budući da je nagomilavanje masti biološka i fiziološka karakteristika svinje kao vrste. Posledica uzgoja svinja velike mesnatosti je upotreba složene i skupe tehnologije, budući da su te životinje smanjenje otpornosti i konstitucije, što sve zajedno dovodi u pitanje i rentabilnost proizvodnje.

### 3.2. UTICAJ STAROSTI I TELESNE MASE

Rast životinja se može definisati kao povećanje telesne mase sa vremenom, pri čemu dolazi do promena u sastavu trupa, kao rezultat različite stope rasta glavnih komponenata, prvenstveno kostiju, mišićnog i masnog tkiva. Sa povećanjem starosti i žive mase tovljenika, bitno se menja sastav trupa i kvalitet dobijenog mesa. Tokom rasta povećava se odnos masnog i mišićnog tkiva, dok se udeo kostiju u trupu životinja postepeno smanjuje.

Sa stanovišta ekonomičnosti proizvodnje svinjskog mesa, nije svejedno u kom dobu će se svinje toviti, jer se struktura pirasta menja sa starošću životinje. Razlike proizilaze u različitom odnosu mišićnog i masnog tkiva u telu svinja. Mlade svinje sadrže više vode i proteina, a manje masti. Vremenom se udeo masti u trupu svinja povećava, što dovodi i do povećanja energetske vrednosti prirasta i smanjenja

iskorišćenja hrane. Za sintezu masti je potrebno više energije u odnosu na proteine, zbog čega se povećava konverzija hrane sa povećanjem starosti i mase svinja, jer je potrebna veća količina hrane za 1 kg prirasta (**Uremović i Uremović, 1997**).

Svinje imaju najviši nivo nakupljanja masnog tkiva u trupu od svih vrsta domaćih životinja. Kod novorođene prasadi sadržaj masnog tkiva u trupu iznosi oko 2%, a njegov udeo se povećava sa povećanjem starosti životinje. Tokom prvog meseca života sadržaj masti u telu praseta naraste do 15% i prase dobija "zaobljen" eksterijer. Telo svinja starosti oko 6 meseci sadrži oko 25% masti. **Shields i sar. (1983)** su utvrdili da se procenat masti u trupu stalno povećava, od rođenja svinje pa do postizanja mase od 145 kg, dok procenat vode, tokom ovog perioda, opada. Tokom života, kod svinja se najviše nakuplja potkožno masno tkivo, koje u proseku čini 60 do 70% od ukupnog masnog tkiva u trupu u vreme klanja. Masno tkivo telesnih šupljina čini 10 do 15%, a intermuskularno 20 do 35% (**Karolyi, 2007**). Mišićno tkivo mlađih svinja sadrži više vode, a starenjem svinja povećava se sadržaj intramuskularne masti. Međutim, tok promena u udelu osnovnih tkiva, sa porastom svinja nije uvek ravnomeran, već zavisi i od genetske osnove i inteziteta ishrane. Masni tipovi svinja već pri masi od oko 55 kg počinju da deponuju više masnog nego mišićnog tkiva, dok je kod mesnatih rasa ta granica pomerena na oko 85 kg (**Teodorović i Radović, 2004**).

### 3.3. UTICAJ POLA I KASTRACIJE

Kastrirane svinje muškog pola imaju veći dnevni prirast, veću debljinu potkožnog masnog tkiva i manji udeo mišićnog tkiva u trupu, a njihovo meso sadrži više masti u poređenju sa nazimicama slične telesne mase (Tabela 7).

Tabela 7. Uticaj pola i kastracije svinja na rezultate tova i karakteristike trupa (Uremović i Uremović, 1997)

Pokazatelj	Nekastrirane svinje	Kastrirane svinje	Nazimice
	muškog pola	muškog pola	
Masa pred klanje (kg)	101,94	99,55	97,53
Dnevni prirast (g)	795	766	710
Debljina PMT-a (mm) <sup>1</sup>	10,8	14,0	11,7
Udeo mišićnog tkiva u trupu (%)	58,77	55,01	56,08
Sadržaj intramuskularne masti (%) <sup>2</sup>	1,68	2,48	2,03

<sup>1</sup> PMT – Potkožno masno tkivo leđa; <sup>2</sup> *M. Longissimus dorsi*.

Nekastrirana muška grla svinja sadrže više mišićnog tkiva, imaju veći dnevni prirast i nižu konverziju hrane u odnosu na kastrate i nazimice. Međutim, meso dobijeno tovom nerastova ima određen neprijatan miris (tzv. polni miris), koji se slabo ispoljava na svežem mesu, a intezivnije nakon kuvanja ili pečenja. On nastaje zbog prisustva skatola (3-metil-indola) i muških polnih hormona, pre svega testosterona ili njegovog metabolita androsterona, koji se deponuje u masti (Teodorović i Radović, 2004). Kao posledica toga, u većini evropskih zemalja zabranjena je distribucija mesa od nerastova koji su korišćeni za priplod i nekastriranih nerastova čija masa prelazi određenu granicu.

### 3.4. UTICAJ ISHRANE

Od spoljnih činilaca najznačajniji uticaj na proizvodne rezultate tova, sastav trupa i kvalitet mesa, ima ishrana. U ukupnim troškovima u proizvodnji svinja, troškovi ishrane učestvuju sa 70 do 80%. Zbog toga se u ishrani svinja nalaze velike mogućnosti za pojeftinjenje proizvodnje (Uremović i Uremović, 1997).

Svinje su monogastrične životinje i loše koriste kabastu hranu, a njihova ishrana se bazira na većim količinama koncentrovanog hraniva (Makević i sar., 2004). Hraniva koja se koriste u ishrani svinja, mogu se podeliti na ugljenohidratna (kukuruz, ječam, pšenica, ovas, raž), proteinska (sojina sačma, sojin griz, suncokretova sačma, sačma uljane repice) i mineralna hraniva (stočna so, stočna kreda, dikalcijum fosfat).

Modifikacijom ishrane može najbrže i najlakše da se utiče na sastav i kvalitet mišićnog i masnog tkiva. Ishrana utiče na brojne parametre kvaliteta mesa, kao što su: bezbednost mesa, nutritivna vrednost, tehnološki kvalitet mesa, sadržaj intramuskularne masti, boja mesa, sastav masnih kiselina, stabilnost masti tokom skladištenja i senzorni kvalitet mesa (**Marković i sar., 2010**). Ishranom može da se utiče ne samo na kvantitet nego i na kvalitet masnog tkiva u trupu, a pre svega na sadržaj zasićenih i nezasićenih masnih kiselina pa, u vezi s tim, i na senzorna svojstva, a naročito na konzistenciju masnog tkiva. Pri tome je od značaja činjenica da životinjski organizam masne kiseline resorbuje u intaktnom obliku. Međutim, resorpcija masnih kiselina ne odvija se kod svih životinja podjednako. Kod svinja se resorbuju masne kiseline u obliku u kome se nalaze u hrani. Preživari su nasuprot tome, u stanju da pomoću bakterijske flore u želudačno-crevnom traktu obave hidrogenovanje nezasićenih masnih kiselina u zasićene (**Ognjanović i sar., 1985**). Masne kiseline mesa preživara su u većoj meri zasićene, nego što je to slučaj kod svinja, a samim tim je i masno tkivo čvršće. Masne kiseline, unete hranom se u digestivnom traktu preživara menjaju, usled njihove biohidrogenacije u rumenu. Više od 90% PUFA se na taj način zasićuje, zbog čega je praktično nemoguće povećati odnos PUFA i SFA na više od 0,1 (**Wood i sar., 2003**).

Za razliku od preživara, sastav masnih kiselina svinjskog mesa je veoma sličan sastavu masnih kiselina hrane koja se koristi u tovu (**Ding i sar., 2003**). Ukoliko bi se svinje hranile bez dodatka masti/ulja njihov organizam bi stvarao samo zasićene masne kiseline (prvenstveno palmitinsku i stearinsku) i mononezasićene masne kiseline (prvenstveno oleinsku) (**Metz i Dekker, 1981**). Tako na primer, razgradnja glukoze iz kukuruza ili ječma utiče na povećanje sadržaja SFA i dovodi do povećanja odnosa SFA i PUFA svinjske masti. Međutim, mast/ulje se u praksi najčešće koristi pri ishrani svinja, jer se na ovaj način povećava energetka vrednost hrane, čime se smanjuje udeo žitarica (naročito kukuruza) u hrani. Dodatak masti u ishranu prasadi može da kompenzuje potrebe za energijom, usled smanjene količine hrane koju životinje unose nakon odlučanja, a takođe utiče i na poboljšanje prirasta i konverzije hrane. Međutim, dodatak masti može da utiče i na povećanje količine masnog tkiva u trupu, a naročito potkožnog masnog tkiva na leđima (**Katsumata i sar., 1996**).

Kvalitet masti/ulja koja se koristi u ishrani svinja zavisi od nekoliko faktora, kao što su jodni broj, tačka topljenja, tačka očvršćavanja i sl. Izvori zasićenih masti, kao što

su životinjske masti imaju jodni broj između 30 i 70 i tačku topljenja između 45 i 50°C. Suprotno njima, ulja sa većim udelom nezasićenih masnih kiselina dobijena od soje, kukuruza ili suncokreta obično imaju jodni broj veći od 100 i tačku topljenja ispod 20°C. Zbog navedenih razlika, sastav i kvalitet svinjskog masnog tkiva u velikoj meri zavisi od vrste masti/ulja korišćene u ishrani. Promene koje nastaju ishranom svinja sa dodatkom masti/ulja dešavaju se tokom prvih 14 do 35 dana ishrane, dok se kasnije nivo tih promena smanjuje (**Apple i sar., 2008**).

Veliki broj istraživača se bavio ispitivanjem promena sastava masnih kiselina svinjskog mesa, a u cilju postizanja nutritivnih preporuka, kao što su povećanje odnosa PUFA i SFA i smanjenje odnosa n-6 i n-3 masnih kiselina. Na sastav masnih kiselina svinjskog mesa najveći uticaj imaju dva faktora: endogena sinteza masnih kiselina i sastav masnih kiselina hrane koja se koristi u tovu. Masne kiseline koje se sintetišu u organizmu svinje uglavnom su zasićene i mononezasićene, dok su one koje se apsorbuju iz hrane uglavnom polinezasićene. Međutim masne kiseline koje se apsorbuju iz hrane, a naročito PUFA, utiču na inhibiciju endogene sinteze masnih kiselina. Ishrana svinja sa dodatkom masti/ulja sa velikim udelom PUFA i MUFA, omogućava značajnu modifikaciju sastava masnih kiselina svinjskog mesa i proizvoda od mesa u pravcu povećanja nezasićenosti, što je u skladu sa smanjenjem unosa zasićenih masti putem hrane u cilju sprečavanja pojave kardiovaskularnih bolesti (**Williams, 2000**). Međutim, ove promene uzrokuju nekoliko negativnih efekata, kao što su: suviše meko potkožno masno tkivo, otežano sečenje, veća podložnost ka oksidaciji masti koja prouzrokuje stvaranje toksičnih komponenti, kao i lošiji tehnološki kvalitet proizvoda od mesa. Debljina i čvrstina trbušnog dela svinjskog trupa se povećava sa smanjenjem jodnog broja masti korišćene u ishrani. Istraživanjima je utvrđeno da je masno tkivo svinja hranjenih sa dodatkom sojinog ulja suviše mekano i lošeg tehnološkog kvaliteta (**Larick i sar., 1992**).

Za pravilan rast i razvoj, svinjama se u tovu moraju obezbediti proteini, energija, minerali, vitamini i voda. U obroke za ishranu svinja dodaju se i različite stimulativne supstance (aditivi), a sa ciljem poboljšanja zdravlja i/ili proizvodnih parametara. Aditivi su supstance organskog ili neorganskog porekla, koji se koriste u malim količinama kao dodatak hrani, a posredno ili neposredno deluju na metabolizam životinja (**Kralik i sar.,**

2007). Aditivima se smatraju hormoni, antibiotici, probiotici, antioksidansi, sintetičke aminokiseline, organske kiseline, emulgatori i dr.

### 3.5. UPOTREBA METABOLIČKIH MODIFIKATORA U ISHRANI SVINJA

Najnovija dostignuća u biologiji omogućila su naučnicima da utiču na rast i distribuciju tkiva životinja, preko modifikacija njihovog metabolizma. Metabolički modifikatori, kao što su  $\beta$ -agonisti, anabolici, somatotropin, vitamin E i mikroelementi već se uveliko koriste radi poboljšanja performansi rasta i mesnatosti životinja. Ove komponente se daju životinjama putem hrane ili u vidu injekcije ili implanta, kako bi se poboljšali prirast, konverzija hrane, mesnatost, sastav i/ili senzorni kvalitet mesa (**Dikeman, 2007**). Sa druge strane, neki metabolički modifikatori još uvek nisu odobreni ili su zabranjeni za korišćenje, zbog potencijalno negativnih zdravstvenih efekata na ljude (**Gebre i sar., 2012**). U svakom slučaju, oni imaju značajne pozitivne efekte, jer utiču na povećanje sinteze proteina i smanjenje sinteze i taloženja masti (**Dunshoa i sar., 2005**). Većina metaboličkih modifikatora utiče na poboljšanje karakteristika tova i sastava trupa životinja, dok samo malo njih ima primenu u poboljšanju kvaliteta mesa. Međutim, istraživanja u oblasti ishrane domaćih životinja su poslednjih godina sve više usmerena i ka poboljšanju kvaliteta mesa, a naročito mesa svinja (**Dikeman, 2007**).

Metabolički modifikatori su jedinjenja koja utiču na metabolizam životinja, a koriste se u cilju poboljšanja efikasnosti proizvodnje i rasta životinja, mlečnosti, sastava trupa ili svarljivosti hrane (**Collier, 2002**). Mogu imati više od jedne funkcije, a različiti metabolički modifikatori mogu imati isti biološki efekat. Kako navodi **Dikeman (2007)**, metabolički modifikatori se dele u 6 grupa:

1. Anabolički steroidi,
2. Somatotropin,
3.  $\beta$ -agonisti,
4. Vitamini ili jedinjenja na bazi vitamina,
5. Lipidi sa metaboličkim dejstvom (CLA),
6. Ostali (hrom, magnezijum, mangan, niacin, karnitin).

Implanti, koji sadrže razne anaboličke steroide, široko se koriste u govedarstvu, zbog svojih pozitivnih ekonomskih efekata, kao što su povećanje prirasta i konverzije hrane (**Dikeman, 2003**). Međutim, istraživanja su pokazala da njihova upotreba ima i neke negativne posledice prvenstveno na kvalitet mesa, kao što je smanjenje udela intramuskularne masti, tj. marmoriranosti mesa i povećanje osetljivosti životinja na stres.

Somatotropin je hormon koji u telu sisara proizvodi hipofiza i on ima važnu ulogu u funkcionisanju metabolizma proteina, masti i minerala. Pored prirodno dobijenih, postoje i sintetisani somatotropini, koji su odobreni za korišćenje u više zemalja u uzgoju svinja (svinjski somatotropin) i preživara (goveđi i ovčiji somatotropin) (**Dikeman, 2007**). Ovi hormoni se daju životinjama u vidu injekcije, najčešće jednom do tri puta nedeljno. Njihov uticaj se ogleda u značajnom smanjenju količine masnog tkiva i povećanja količine mišićnog tkiva u trupu životinja, a mogu uticati i na poboljšanje prirasta i konverzije hrane. Negativni efekti koji se vezuju za njihovu upotrebu su smanjenje marmoriranosti i mekoće mesa (**Dikeman, 2007**).

$\beta$ -agonisti su analogi grupe jedinjenja koja se zovu kateholamini i koriste se sa ciljem povećanja kvaliteta mesa i mesnatosti životinja (**Strydom i sar., 2009**). Oni utiču na smanjenje sinteze i taloženja masti (lipogeneze), a doprinose i većoj endogenoj hidrolizi masti (lipolizi) (**Dunshea i sar., 2005**). Koriste se i za preživare i za nepreživare, međutim, nepreživari su manje osetljivi na njihovo dejstvo (**Dunshea i sar., 2005**).

Ishrana životinja sa dodatkom vitamina D<sub>3</sub> utiče na poboljšanje mekoće mesa. Međutim, njegova upotreba u ishrani dovodi do pogoršanja konverzije hrane i smanjenja prirasta životinja, zbog čega nema veliku praktičnu primenu (**Dikeman, 2003**). Vitamin E ili tokoferol je rastvorljiv u masti i prirodno se nalazi u više oblika:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , i  $\delta$  (**Niculita i sar., 2007**). Dodatak vitamina E u ishranu stoke utiče na smanjenje podložnosti mesa ka oksidaciji, čime utiče i na poboljšanje održivosti boje mesa i proizvoda od mesa (**Dunshea i sar., 2005**). Vitamin E utiče i na poboljšanje sposobnosti vezivanja vode mesa, a ishrana svinja sa dodatkom vitamina A utiče na povećanje udela intramuskularne masti *M. Longissimus dorsi*-a, (**D'Souza i sar., 2003**).

Poslednjih godina izveden je veliki broj istraživanja vezanih za efekte ishrane životinja sa konjugovanom linolnom kiselinom. Jedan od razloga velikog interesovanja

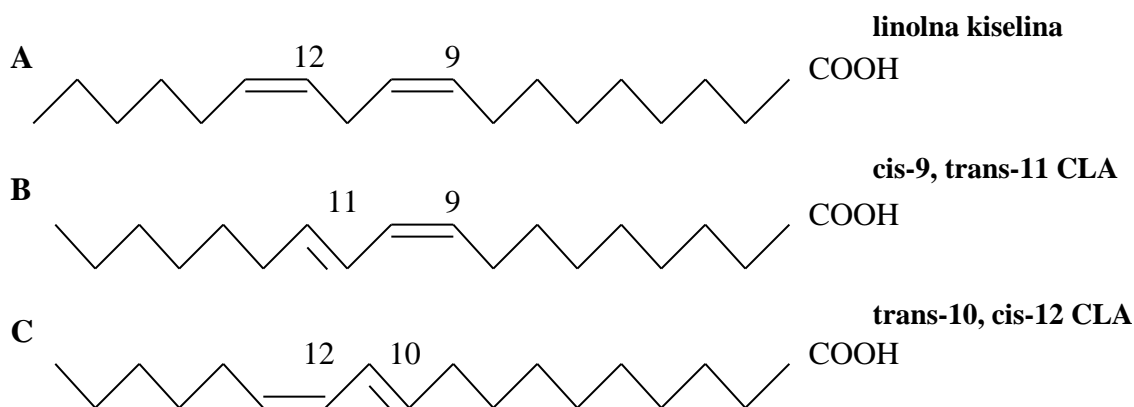
za ovo jedinjenje su i njeni potencijalni zdravstveni efekti na ljude, kao što su antikancerogeno dejstvo, poboljšanje rada imunog sistema, smanjenje nastanka kardiovaskularnih bolesti (**Cook, 1999**). Neki od efekata ishrane svinja sa CLA su: poboljšana konverzija hrane, smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva, povećana marmoriranost mesa, povećanje čvrstine masnog tkiva, poboljšanje boje mesa i smanjenje podložnosti mesa ka oksidaciji. Međutim, svi ovi pozitivni efekti nisu potvrđeni u svakom ogledu ishrane svinja sa CLA, jer postoje više faktora koji utiču na njenu efikasnost.



#### 4. KONJUGOVANA LINOLNA KISELINA

Konjugovana linolna kiselina (CLA) je identifikovana 1935. godine nakon analize mlečne masti kravljeg mleka UV spektrofotometrom (**Booth i sar., 1935**). Međutim, nutritivni potencijal CLA je prepoznat tek 1978. godine kada je dr Michael Pariza sa saradnicima izolovao supstancu iz pečenog goveđeg mesa koja je pokazivala mutagena dejstva (**Pariza i sar., 1979**). Kasnija istraživanja su pokazala da taj “mutagen” ima anti-kancerogena dejstva i da je to u stvari  $cis\Delta^9$ ,  $trans\Delta^{11}$  konjugovani derivat linolne kiseline (**Pariza i Hargaves, 1985; Ha i sar., 1987**). Od tada, veliki broj ogleda je urađen na istraživanju njenih funkcionalnih i strukturnih aspekata. CLA predstavlja mešavinu pozicionih i geometrijskih izomera oktadekadienske (linolne - 18:2 n-6) kiseline sa konjugovanim dvostrukim vezama. Naziv konjugovana potiče od toga što su dvostruke veze u molekulu razdvojene sa dva ugljenikova atoma između kojih je jednostruka veza. Prema lokaciji dvostruke veze i trans/cis kombinacijama, postoji 16 različitih formi CLA izomera (**Pastoreli i sar., 2005**).

CLA nastaje prirodnim putem preko bakterijske biohidrogenacije linolne kiseline (18:2 n-6) u rumenu preživara pomoću više vrsta mikroorganizama (**Griinari i sar., 2000**). Shodno tome, hrana dobijena od preživara (meso i mleko) glavni su izvori CLA u ljudskoj ishrani (**Chin i sar., 1992**). Iako se u hrani nalazi veliki broj izomera CLA, najzastupljeniji su  $cis\Delta^9$ ,  $trans\Delta^{11}$  (cis-9, trans-11) i  $trans\Delta^{10}$ ,  $cis\Delta^{12}$  (trans-10, cis-12) (Slika 1). Trenutno, najveći broj istraživanja vezanih za CLA odnosi se na aktivnost ova dva izomera, za koje se vezuju mnoge biološke funkcije koje CLA poseduje (**Park, 2009**).



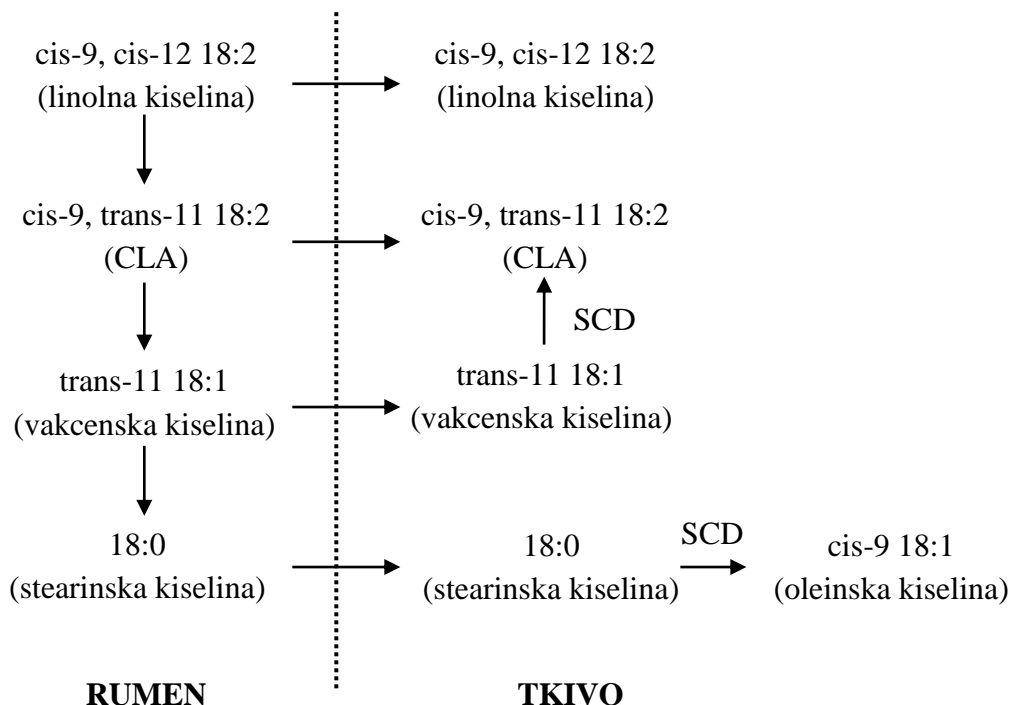
Slika 1. Struktura cis $\Delta^9$ , cis $\Delta^{12}$  - oktadekadienske kiseline (A), cis $\Delta^9$ , trans $\Delta^{11}$  - oktadekadienske kiseline (B) i trans $\Delta^{10}$ , cis $\Delta^{12}$  - oktadekadienske kiseline (C)

#### 4.1. SINTEZA CLA

Većina istraživanja vezanih za CLA usmerena je na modifikovanje sastava hrane za životinje u cilju povećanja nivoa CLA u mleku, mesu i ostalim proizvodima animalnog porekla. CLA može nastati prirodnim putem, biosintezom od strane preživara ili hemijskom sintezom, radi proizvodnje raznih sintetičkih preparata, koji kao aktivnu komponentu sadrže smešu izomera CLA u različitim odnosima.

CLA u organizmu preživara može nastati ruminalnom i endogenom sintezom (Slika 2). Prvi način je biohidrogenizacija linolne kiseline od strane mikroorganizama prisutnih u rumenu, gde se prvo odigrava izomerizacija linolne kiseline uz pomoć enzima linoleat-izomeraze gde nastaje cis-9, trans-11 CLA. Međutim, ubrzo nakon nastanka ona se konvertuje u trans-11 oleinsku kiselinu (18:1), zbog čega je koncentracija cis-9, trans-11 CLA u rumenu veoma niska (**Kellens i sar., 1986**). Poređenjem sadržaja CLA u mesu preživara i nepreživara utvrđeno je da je nivo CLA znatno viši u mesu preživara i da je od svih izomera najviše zastupljen cis-9, trans-11 (**Chin i sar., 1992**). Pošto postoji neslaganje u količini CLA koja se nalazi u mesu i onoj koja se stvara u rumenu, naučnici su utvrdili da se ovaj izomer CLA sintetiše i na još neki način. Nakon otkrića da je enzim desaturaza (SCD) prisutan u mlečnoj žlezdi (**Kinsella, 1972**) i činjenice da se desaturacija odigrava u masnom tkivu, utvrđeno je da

se sinteza CLA odigrava i endogeno u tkivima preživara. Aktivnost desaturaze se ogleda u njenoj mogućnosti da transformiše palmitinsku (16:0) i stearinsku (18:0) kiselinu u palmitoleinsku (16:1) i trans-11 oleinsku (18:1) kiselinu, ali su **Grinari i sar. (2000)** utvrdili da SCD utiče i na transformaciju trans-11 oleinske (18:1) kiseline u cis-9, trans-11 CLA.



Slika 2. Biosinteza CLA u organizmu preživara (**Grinari i Bauman, 1999**)

Drugi izomer CLA, koji je u značajnim količinama prisutan u mleku i mesu preživara, je trans-10, cis-12. On je u većoj koncentraciji prisutan u kravljem mleku i istraživanja su utvrdila da ishrana krava sa smanjenim sadržajem celuloze utiče na povećanje njegove količine u mlečnoj masti (**Grinari i sar., 2000**). Ne postoje dokazi da sisari poseduju enzim delta-12 desaturazu, koji bi uticao na transformaciju trans-10 oleinske kiseline u trans-10, cis-12 CLA, što bi značilo da se ovaj izomer sintitiše u rumenu preživara (**Pariza i sar., 2001**). Međutim, potrebna su dodatna istraživanja kako bi se utvrdilo tačan mehanizam sinteze.

Pomoću hemijske sinteze moguća je proizvodnja velikih količina CLA. Najbolji rezultati se dobijaju izomerizacijom linolne kiseline u jako alkalnoj sredini. Suprotno

prirodno dobijenoj CLA, hemijskom sintezom najčešće se proizvodi kompleksna mešavina CLA izomera, od kojih su najviše zastupljeni cis-9, trans-11 (43-45%) i trans-10, cis-12 (43-45%) CLA (**Christie, 1997**). Pored njih, u mešavini se u niskim koncentracijama mogu naći i drugi izomeri sa dvostrukim vezama na 8 i 10 ili 11 i 13 C-atomu. Najčešći rastvarači koji se koriste za sintezu su etilen-glikol, glicerol ili mešavina etanola i vode, a kao katalizator najčešće se koristi natrijum-hidroksid (**Reaney i sar., 1999**). U zavisnosti od procesa kojom se sinteza vrši, dobijena smeša izomera znatno varira u svom sastavu (**Ackman, 1998**), a moguće je dobiti i čiste izomere CLA. Sintetički dobijeni preparati koji su najviše zastupljeni na tržištu sadrže mešavinu cis-9, trans-11 i trans-10, cis-12 izomera CLA u odnosu 1:1, a dobijaju se uglavnom putem alkalne izomerizacije linolne kiseline izolovane iz suncokretovog ulja (**Banni, 2002**).

#### 4.2. EFEKTI CLA

Antikancerogena svojstva CLA prvi put su utvrđena na Univerzitetu u Viskonsinu (SAD) 1985. godine, analizom usitnjenog goveđeg mesa (**Pariza i Hargraves, 1985**). Naredna istraživanja su utvrdila da CLA utiče na inhibiciju kancera, smanjuje mogućnost nastajanja arteroskleroze, poboljšava rad imunog sistema, ubrzava rast i utiče na smanjenje sadržaja masnog i povećanje mišićnog tkiva kod više životinjskih vrsta (**Park, 2009**).

U prvom eksperimentu koji je rađen na svinjama, **Dugan i sar. (1997)** su utvrdili da ishrana sa CLA utiče na poboljšanje konverzije hrane, povećanje udela mišićnog tkiva i smanjenje sadržaja i debljine potkožnog masnog tkiva. Nakon toga, postavljeno je više ogleda kako bi se utvrdili efekti ishrane svinja sa CLA, a rezultati nekih od tih istraživanja prikazani su u Tabeli 8.

Efikasnost “obogaćenja” proizvoda animalnog porekla (meso, mleko, jaja) razlikuje se prvenstveno u zavisnosti od vrste životinje i koncentracije CLA koja je prisutna u hrani. Tako na primer, žumance može da sadrži čak 11% CLA (u odnosu na ukupne masne kiseline), kada se CLA doda u količini od 5% u hranu za nosilje. Kada se koristi 1% CLA prilikom ishrane ribe, udeo CLA u filetima dostiže čak 8%. Kod svinja,

najviši nivo CLA od 6% utvrđen je u potkožnom masnom tkivu, pri dodatku 2% CLA u hranu korišćenu za tov. U mleku i mesu preživara nivo CLA se kreće od 2 do 6%, što je znatno manje u poređenju sa nepreživarima. Razlog tome je što se povećanje nivoa CLA u mleku i mesu preživara postiže ishranom sa masnim kiselinama koje su prekursori u sintezi CLA, dok se kod nepreživara (svinje, kokoške, riba), CLA direktno dodaje u hranu (**Watkins i sar., 2003**).

Tabela 8. Sumirani literaturni podaci o efektima ishrane svinja sa CLA na karakteristike tova, sastav trupa i kvalitet mesa<sup>1</sup>

Referenca	% CLA	Rasa <sup>2</sup>	Pol	Karakteristike tova <sup>3</sup>			Sastav trupa <sup>4</sup>		Masne kiseline		Boja	SVV <sup>8</sup>	pH	Senzorni kvalitet
				PDP	KH	PH	DM	Mas. Miš.	IM <sup>5</sup>	SFA <sup>6</sup>				
Dugan i sar. (1997)	2	L x VJ	♀ i ♂	np	↑	-	↓	↓	↑	-	-	np	np	np
Ostrowska i sar. (1999)	0,7-5,5	VJ x L	♀	np	↑	np	-	↓	↑	-	-	-	-	-
Thiel-Cooper i sar. (2001)	0,07-0,6	(JxL)x(DxH)	♂	↑	-	np	↓	-	↓	↑	↓	-	-	-
Ramsay i sar. (2001)	0,17-1,34	J x L	♀ i ♂	np	np	-	↑	-	-	↑	↓	-	-	-
Wiegand i sar. (2002)	0,75	(JxL)x(DxH)	♂	np	↑	np	↓	-	↑	↑	-	↑ b*	-	np
Joo i sar. (2002)	1-5	L x VJ x D	♀	-	-	-	-	-	↑	↑	↓	-	↑	-
Szymczyk i sar. (2005)	0,1-0,6	L x VJ	♀ i ♂	↑	↑	-	↓	↓	↓	↑	↓	↑ L*	↑	np
Lauridsen i sar. (2005)	0,3	L x J x D	♂	↑	↑	-	np	np	np	↑	↓	-	np	np
Martín i sar. (2007)	0,6-1,2	VJ	♀	np	np	np	np	-	↑	↑	↓	np	-	np
Barnes i sar. (2012)	0,6	PIC 380	♂	np	↑	np	↓	-	-	↑	↓	np	-	-

<sup>1</sup> np – Nema promene; ↑ – Povećava se; ↓ – Smanjuje se. <sup>2</sup> VJ – Veliki jorkšir; J – Jorkšir; L – Landras; D – Durok; H – Hempšir. <sup>3</sup> PDP – Prosečan dnevni prirast; KH – Konverzija hrane; PH – Količina utošene hrane. <sup>4</sup> DM – Debljina potkožnog masnog tkiva; Mas. – Udeo masnog tkiva u trupu; Miš. – Udeo mišićnog tkiva u trupu. <sup>5</sup> IM – Udeo intramuskularne masti. <sup>6</sup> SFA – Zasićene masne kiseline. <sup>7</sup> UFA – Nezasicene masne kiseline. <sup>8</sup> SVV – Sposobnost vezivanja vode mesa

Za većinu fizioloških efekata koje se vezuju za CLA pretpostavlja se da su rezultat zajedničkog delovanja dva njena najvažnija izomera: cis-9, trans-11 i trans-10, cis-12 (**Pariza i sar., 2003; Park i Pariza, 2007; Park, 2009**). U literaturnim podacima se navodi da cis-9, trans-11 izomer poseduje anti-kancerogene i druge pozitivne zdravstvene efekte, dok je trans-10, cis-12 izomer odgovoran za redukciju masnog tkiva u trupu životinja (**de Deckere i sar., 1999; Pariza i sar., 2001**).

#### 4.2.1. UTICAJ CLA NA REZULTATE TOVA

Postoje različiti, a ponegde i kontradiktorni podaci o delovanju CLA na rast životinja. Ove razlike mogu biti posledica dodavanja CLA u različitim fazama tova, jer CLA deluje drugačije u prvim u odnosu na kasnije faze i završetak tova. Takođe, razna istraživanja su obuhvatila i različite vrste životinja. Jedno od pitanja, koje su istraživanja obuhvatila je i stabilnost CLA koja se koristila tokom ogleda. S tim u vezi, **Yang i sar. (2000)** navode da je CLA veoma nestabilna kao slobodna masna kiselina. Za sada još uvek nije utvrđeno koja forma CLA je najpodesnija za ishranu, kao i da li CLA gubi na funkciji ukoliko prethodno dođe do njene oksidacije.

U ogledima na glodarima, **Chin i sar. (1994)**, ispitiujući efekat dodatka CLA u ishrani pacova navode da se konverzija hrane (KH) značajno poboljšala kod ogledne grupe životinja, dok **Park i sar. (1997)** nisu utvrdili značajan uticaj CLA na promenu prosečnog dnevnog prirasta (PDP) miševa muškog pola, ali su utvrdili blago povećanje PDP-a miševa ženskog pola. Poboljšanje proizvodnih rezultata pod uticajem CLA navedeni autori objašnjavaju njenim uticajem na regulaciju metabolizma i distribuciju energije životinja. Kako se navodi u radu **Chin i sar. (1994)** usled smanjenje količine masnog tkiva u trupu životinja, kao posledica ishrane sa CLA, dolazi do smanjenja količine energije koja je potrebna za rast, usled čega se poboljšava efikasnost ishrane, tj. konverzije hrane. **West i sar. (1998)** su zabeležili da dolazi do značajnog smanjenja u unosu enrgije, porastu i telesnoj masi kada se u ishranu miševa doda CLA. Za razliku od njih, **Sugano i sar. (1997)** i **Azain i sar. (2000)** nisu utvrdili značajne razlike u potrošnji hrane, prirastu i masi unutrašnjih organa između pacova koji su hranjeni sa dodatkom linolne kiseline i onih hranjenih sa dodatkom CLA.

Literaturni podaci o uticaju ishrane svinja sa CLA na proizvodne rezultate tova znatno variraju. **Dugan i sar. (1997)**, u ogledu na 108 tovljenika (54 muških i 54 ženskih) prosečne mase na početku ogleda 61,5 kg i mase pred klanje 106 kg, utvrdili su smanjenje količine utrošene hrane kod svinja hranjenih sa 2% ulja CLA (za 5,2%  $p=0,07$ ) i poboljšanu KH (za 5,9  $p=0,06$ ), ali sličan PDP u poređenju sa svinjama iz kontrolne grupe, hranjenih sa 2% suncokretovog ulja, nezavisno od pola tovljenika. Do sličnog zaključka su dve godine kasnije došli **Ostrowska i sar. (1999)**, koji su ispitivali efekat zamene sojinog ulja sa različitim nivoima CLA u ishrani tovljenika ženskog pola. Dodatak CLA u ishranu nije značajno uticao na proizvodne parametre tovljenika i u ogledu **O'Quinn i sar. (1998)**, **Ramsay i sar. (2001)**, **Tischendorf i sar. (2002)**, **Martin i sar. (2008)**, **Corino i sar. (2008)** i **Barnes i sar. (2012)**. **Wiegand i sar. (2001)** nisu utvrdili promenu PDP-a tovljenika muškog pola hranjenih sa 0,75% CLA, ali navode da se odnos prosečnog dnevnog prirasta i utroška hrane značajno povećao od 330g/kg u kontrolnoj grupi na 350g/kg u oglednoj grupi svinja. **Dunshea i sar. (1998)** su utvrdili blago povećanje PDP-a, dok su **Cook i sar. (1998)**, ispitivajući uticaj dodatka 4,8 i 9,5 g/kg CLA u ishranu svinja tokom poslednjih 84 dana tova, utvrdili smanjenje PDP-a prvih 49 dana trajanja ogleda. **Thiel-Cooper i sar. (2001)** su utvrdili poboljšanje PDP-a i KH svinja koje su hranjene sa dodatkom CLA od 26,3 do 114 kg mase. Navedeni autori su ispitivali efekat zamene kukuruznog ulja sa 0,12, 0,25, 0,5 i 1,0% CLA u ishrani tovljenika muškog pola, a utvrdili su i pozitivnu korelaciju između nivoa CLA u hrani i povećanja PDP-a. **Szymczyk i sar. (2005)** navodi da dodatak 0,4% CLA u ishranu utiče na značajno povećanje PDP-a tovljenika oba pola. **Lauridsen i sar. (2005)** su utvrdili poboljšanje KH i PDP-a svinja kod kojih je suncokretovo ulje u hrani zamenjeno sa 0,3% CLA u završnoj fazi tova (od 40 do 100 kg mase) tovljenika ženskog pola. Zamena sojinog ulja sa CLA tokom poslednjih 6 nedelja tova tovljenika muškog pola u ogledu **Sun i sar. (2004)**, takođe je imala značajan uticaj na poboljšanje prirasta životinja i konverzije hrane, a autori su utvrdili i pozitivnu korelaciju između dužine ishrane sa CLA i poboljšanja PDP-a. Ova neslaganja između različitih istraživanja o efektima ishrane sa CLA mogu biti posledica različite faze tova u kojima je vršena supstitucija sa CLA, zatim zbog različitog sastava i udela CLA izomera korišćenih u ishrani, dužine ishrane, pola životinja, mase tovljenika na početku ogleda, genotipa i sl.



Što se tiče uticaja CLA na konverziju hrane, **Ostrowska i sar. (1999)**, **Thiel-Cooper i sar. (2001)** i **Wiegand i sar. (2002)** navode povećanje, a **Dugan i sar. (1997)** smanjenje konverzije hrane svinja hranjenih sa CLA. **Dunshea i sar. (1998)** i **Ramsay i sar. (2001)** navode da CLA nema uticaj na konverziju hrane i prirast kod svinja hranjenih sa dodatkom CLA.

#### 4.2.2. UTICAJ CLA NA SASTAV TRUPA

Jedan od efekata CLA kome je posvećeno najviše istraživanja, je uticaj na smanjenje količine masnog tkiva životinja. Nezavisno od činjenice da svaka vrsta životinja ima specifičan metabolizam lipida, koji se ogleda u različitoj dinamici sinteze masnih kiselina, sastavu lipida i lipoproteina, regulaciji metabolizma i taloženja masti, smanjenje količine masnog tkiva pod uticajem ishrane sa CLA utvrđeno je kod više životinjskih vrsta. U prvim ogledima na glodarima, utvrđeno je da CLA utiče na smanjenje količine masnog tkiva na više mesta u trupu miševa, kod životinja oba pola (**Chin et al., 1994; Park i sar., 1995**). Kako navode **Park i sar. (1997)**, ishrana miševa sa 0,5% mešavine izomera CLA ima značajan uticaj na promenu sastava trupa, gde se udeo masti u trupu miševa muškog i ženskog pola smanjio za 57 i 60%, što su autori povezali sa povećanjem lipolitičkih aktivnosti u potkožnom masnom tkivu. Kao posledica toga, udeo mišićnog tkiva se značajno povećao za 5% kod miševa muškog i 14% kod miševa ženskog pola. Ista grupa istraživača je kasnije utvrdila da je trans-10, cis-12 izomer CLA odgovoran za utvrđenu redukciju masnog tkiva (**Park i sar., 1999**). Smanjenje količine masnog tkiva utvrđeno je i kod pacova (**Yamasaki i sar., 1999; Azain i sar., 2000**), hrčaka (**de Deckere i sar., 1999**) i kokošaka (**Simon i sar., 2000; Szymczyk i sar., 2001**) hranjenih sa CLA.

Iz istraživanja koja su rađena na glodarima može se zaključiti da je uticaj ishrane sa CLA znatno veći kod miševa nego kod pacova, u pogledu smanjenja sadržaja masnog tkiva: kod pacova ishrana sa 0,5% CLA utiče na smanjenje količine masnog tkiva od 15 do 25%, dok je kod miševa to smanjenje 50-80% (**Yamasaki i sar., 1999**). **Park i sar. (2005)** navode da ishrana pacova sa dodatkom 1% CLA tokom 18 meseci nije uticala na promenu sastava trupa, dok **Kloss i sar. (2005)** navode da se trup pacova hranjenih sa

1,5% CLA nije razlikovao u odnosu na one hranjene sa kokosovim ili kukuruznim uljem. Efekat koji CLA ima na udeo masnog tkiva u trupu životinja zavisi od količine dodate CLA, starosti životinja, dužine ishrane i/ili genotipa, čime bi mogle da se objasne navedene razlike između istraživanja (**Park i sar., 2005**).

Poboljšanje prirasta i konverzije hrane, zajedno sa smanjenjem količine masnog tkiva u trupu, utvrđeno je u većini istraživanja o efektima ishrane svinja sa CLA. U prvom eksperimentu koji je rađen na svinjama, **Dugan i sar. (1997)** su utvrdili da ishrana sa CLA utiče na povećanje udela mišićnog i smanjenje sadržaja potkožnog masnog tkiva. U vezi sa tim, **Ostrowska i sar. (1999)** navode smanjenje odnosa masnog i mišićnog tkiva kod svinja koje su u završnoj fazi tova hranjenje sa različitim dozama CLA (do 5,5 g CLA/kg hrane). Navedeni autori su utvrdili i da je stepen smanjenja količine masnog tkiva u trupu svinja u pozitivnoj korelaciji sa udelom CLA u hrani korišćenju u tovu. U eksperimentu **Tishendorf i sar. (2002)** upotreba 1% CLA uticala je na povećanje udela mišićnog tkiva i na smanjenje količine potkožnog masnog tkiva, uglavnom kod muških grla.

Jedan od glavnih pokazatelja kvaliteta svinjskog trupa je debljina potkožnog masnog tkiva, a više istraživača je utvrdilo da pri ishrani svinja sa CLA dolazi do njenog smanjenja (**Dugan i sar., 1997; Park i sar., 1999; Eggert i sar., 1999; Wiegand i sar., 1999; Ostrowska i sar., 1999; Thiel-Cooper i sar., 2001**). Međutim, u nekim istraživanjima se navodi da CLA nije uticala na promenu debljine masnog tkiva (**Dunshea i sar., 2002; Gatlin i sar., 2002; Lauridsen i sar., 2005**). Pored toga što efekat CLA na metabolizam masti i smanjenje sadržaja masnog tkiva zavisi od njene koncentracije u hrani koja se koristi u tovu, on zavisi i od "mesnatosti" svinja korišćenih u ogledu. U vezi sa tim, **Dunshea i sar. (2005)** navode da ishrana sa CLA ima veći efekat kod svinja masnijih rasa nego kod mesnatih genotipova.

Još jedan efekat koji se javlja pri ishrani sa CLA je povećanje mase jetre (**West i sar., 1998; de Deckere i sar., 1999**), koja je često kombinovana sa smanjenjem količine potkožnog masnog tkiva. Nekoliko istraživača navodi da je razlog tome uticaj CLA na povećanje taloženja masti u jetri (**West i sar., 1998**).

U nekim istraživanjima je utvrđeno da CLA utiče na povećanje mase kostiju, kao posledica povećanja količine pepela, gustine kostiju, sadržaja mineralnih materija (kao što su Ca i Mg) i dužine kostiju. Međutim, ovaj efekat CLA još uvek nije u

potpunosti ispitan i mnoga istraživanja navode suprotne rezultate (**Park i sar., 1997, 1999; Li i Watkins, 1998; Li i sar., 1999; Thiel-Cooper i sar., 2001; Ostrowska i sar., 2003**). **Park i sar. (2008)** su utvrdili da ove razlike u podacima vezane za uticaj CLA na udeo kostiju, mogu poticati od interakcije CLA i kalcijuma prisutnog u hrani za životinje.

#### 4.2.3. UTICAJ CLA NA KVALITET MIŠIĆNOG I MASNOG TKIVA

Za CLA se smatra da pozitivno utiče na kvalitet svinjskog mesa. U nekoliko istraživanja se navode pozitivni efekti ishrane životinja sa CLA na parametre tehnološkog kvaliteta mesa. Sposobnost vezivanja vode mesa svinja hranjenih sa CLA je ili poboljšana (**O'Quinn i sar., 1998; Joo i sar., 2002; Szymczyk, 2005**) ili ostaje nepromenjena (**Thiel-Cooper i sar., 1999; Wiegand i sar., 1999**). Istraživanja su utvrdila da se debljina potkožnog masnog tkiva leđa smanji u proseku za oko 1,2 mm, ali se količina intramskularne masti poveća za oko 7%, kod svinja koje su hranjene sa CLA (**Dunshea i sar., 2005**). To povećanje sadržaja intramuskularne masti ili marmoriranosti mesa značilo bi da ishrana svinja sa CLA utiče na poboljšanje senzornog kvaliteta mesa. Međutim, većina autora nije utvrdila značajan uticaj CLA na senzorne ocene za mekoću, sočnost i aromu pečenog mesa (**Dugan i sar., 1999; Thiel i sar., 1998; Thiel-Cooper i sar., 2001; Wiegand i sar., 2002; Larsen i sar., 2009**).

Stav o uticaju CLA na boju mesa se razlikuje između istraživanja. **Wiegand i sar. (2001)** navode značajno povećanje  $L^*$  i  $a^*$  i smanjenje  $b^*$  boje mesa svinja hranjenih sa CLA. Sa druge strane, neki istraživači nisu utvrdili uticaj CLA na promenu boje mesa (**O'Quinn i sar., 1998; Dugan i sar., 1999; Martin i sar., 2007; Barnes i sar., 2012**).

Što se tiče pH vrednosti, **Wiegand i sar. (2001)** navode da su svinje hranjene sa dodatkom CLA imale nižu pH vrednost mesa, merenu 3 časa *post-mortem*, dok se pH vrednost 24 sati nakon klanja nije razlikovala u odnosu na kontrolu. I drugi istraživači navode da CLA nema uticaja na finalnu pH vrednost (**Thiel-Cooper i sar., 1999; Dugan i sar., 1999; Wiegand i sar., 2001; Eggert i sar., 2001**).

Ishrana svinja sa CLA utiče na značajnu promenu sastava masnih kiselina masnog i mišićnog tkiva, pri čemu dolazi i do inkorporacije CLA izomera u potkožno masno tkivo i u manjoj meri u intramuskularnu mast (**Eggert i sar., 2001; Ramsay i sar., 2001; Wiegand i sar., 2001; Joo i sar., 2002**). Količina izomera koja se tom prilikom apsorbira i inkorporira u tkiva zavisi od njihove koncentracije u hrani (**Ostrowska i sar., 2003**).

Efekat ishrane sa CLA na masno-kiselinski sastav masnog i mišićnog tkiva zavisi od vrste masti/ulja koja se koristi u ishrani i koju CLA zamenjuje, jer neke razlike u sastavu masnih kiselina potiču od razlika u samom sastavu masti/ulja korišćenog u ishrani kontrolne i ogledne grupe. U vezi sa tim, **Dunshea i sar. (2005)** navode da pri interpretaciji efekata ishrane sa CLA na sastav masti treba uzeti u obzir i sastav masnih kiselina hrane korišćene u tovu. Uprkos ovoj činjenici, postoje određene promene u masno-kiselinskom sastavu svinjskog mesa, koje se pripisuju delovanju CLA. Na primer, **Ostrowska i sar. (2003)** su utvrdili da se udeo palmitinske (16:0) i palmitoleinske (16:1) kiselina u intramuskularnom i potkožnom masnom tkivu povećava linearno sa povećanjem nivoa CLA u hrani. Neki istraživači navode značajno smanjenje udela oleinske (18:1), linolne (18:2), linolenske (18:3) i arahidonske (20:4) kiselina kod svinja hranjenih sa CLA (**Chin i sar., 1994; Ramsay i sar., 2001; Joo i sar., 2002; Sun i sar., 2004**). Kao rezultat navedenih promena u sastavu masnih kiselina, dolazi do povećanja udela SFA i smanjenja udela MUFA i PUFA (**Joo i sar., 2002; Wiegand i sar., 2002; Tishendorf i sar., 2002; Szymczyk, 2005; Lauridsen i sar., 2005**), zatim povećanja jednog broja svinjske masti (**Eggert i sar., 2001**) i samim tim povećanja čvrstine masnog tkiva i poboljšanje njenih tehnoloških karakteristika (**Eggert i sar., 2001; Thiel-Cooper i sar., 2001**). **Park i sar. (2000)** su ustanovili da je trans-10, cis-12 CLA izomer odgovoran za redukciju MUFA i povećanje SFA masti.

Ispitivajući uticaj CLA u ishrani svinja na kvalitet slabinskog dela *M. longissimus dorsi*-a, **Joo i sar. (2002)** navode da je koncentracija TBARS (reaktivnih supstanci tiobarbiturne kiselina) manja kod svinja hranjenih sa CLA nakon 7 dana skladištenja na 4°C. Navedeni autori navode da ta razlika u oksidativnoj stabilnosti masti može biti posledica povećanja udela ukupnih zasićenih masnih kiselina i smanjenje udela polinezasićenih masnih kiselina. **Ha i sar. (1990)** su utvrdili da CLA deluje kao antioksidant, većeg kapaciteta nego  $\alpha$ -tokoferol, a uporedili su je i sa  $\beta$ -

hidroksitoulenom (BHT). U vezi sa tim, **Ip i sar. (1991)** su utvrdili snižavanje peroksidaze masti u mlečnim žlezdama, ali ne i u jetri. Međutim, novija istraživanja stavljaju pod sumnju antioksidativni efekat CLA. Više autora je utvrdilo da CLA ne poseduje značajni antioksidativni efekat, a utvrđeno je i da konjugovane dvostruke veze u CLA utiču na to da ona bude podložnija auto-oksidaciji nego masne kiseline sa nekonjugovanim vezama, kao npr. linolna kiselina (**Yang i sar., 2000**).

#### 4.2.4. ZDRAVSTVENI EFEKTI CLA

Kao što je već navedeno, CLA se javlja u formi više izomera, a postoje dokazi da svaki od njih ima različite efekte na organizam ljudi i životinja. Od svih istraživanja vezanih za zdravstvene efekte CLA, najviše njih se bavilo ispitivanjem njenog uticaja na gojaznost, kardiovaskularne bolesti, dijabetes, imuni sistem, lipidni metabolizam i pojavu tumora (**Park, 2009**).

Tokom 12 nedelja ishrane ispitanika normalne telesne mase sa 1,8 g CLA po danu, došlo je do smanjenja udela telesne masti za 4%, a bez promena u telesnoj masi (**Thom i sar., 2001**). Kako navode **Blankson i sar. (2000)**, prilikom ishrane gojaznih ispitanika potrebno je koristiti bar 3,4 g CLA po danu, kako bi se uočile značajne razlike u smanjenju količine telesne masti u odnosu na kontrolnu grupu.

Sinteza i izolacija čistih izomera ranije je bila veoma komplikovana, tako da efekti CLA koji su utvrđeni u prvobitnim istraživanjima nisu mogli da se pripišu pojedinačnim izomerima, jer je uvek korišćena njihova mešavina. Međutim, ovo danas nije slučaj i istraživanjima je utvrđeno da je cis-9, trans-11 izomer odgovoran za antikancerogene efekte CLA (**Lavilloniere i sar., 2003**). Istraživanja su pokazala da CLA utiče na smanjenje pojave kancera, kao što je tumor kože, creva, dojki i jetre, kod više životinjskih vrsta (**Lee i sar., 2005; Kelley i sar., 2007**). Pretpostavlja se da CLA ne utiče samo na smanjenje pojave, rasta i razvoja tumora, već i na smanjenje metastaze kancera (**Park, 2009**). **Ip i sar. (1991)** su utvrdili da ishrana pacova sa 0,5, 1 i 1,5% CLA može da spreči pojavu kancera. Ovaj antikancerogeni efekat je zavisio od količine CLA koja je dodavana u hranu, ali ishranom sa više od 1% CLA nije se dalje uticalo na smanjenje učestalosti pojave oboljenja. Naredna istraživanja su ustanovila da se

antikancerogeni efekat postiže i sa 0,1% CLA u ishrani, što je čini izuzetno efektivnom i pri niskim koncentracijama. Ishrana pacova sa CLA tokom 8 i 20 nedelja utiče na usporavanje pojave tumora za dve do tri nedelje i značajno smanjuje njegovo nastajanje (**Ip i sar., 1997**). Jasno je da je konjugovana struktura CLA veoma važna u mehanizmu delovanja na pojavu kancera, jer je utvrđeno da dodatak linolne kiseline u ishranu povećava verovatnoću pojave tumora, kada se poredi sa ishranom u koju je dodavana CLA (**Cesano i sar., 1998**).

Ishrana životinja sa CLA utiče na povećanje udela zasićenih masnih kiselina, kao što su miristinska (14:0) i palmitinska (16:0), u masnom i mišićnom tkivu, a poznato je da konzumiranje proizvoda sa povećanim udelom SFA povećava rizik od pojave kardiovaskularnih bolesti ljudi. Ukoliko bi izomeri CLA imali anti-arterosklerozni efekat kod ljudi, kao što je prethodno utvrđeno kod zečeva (**Lee i sar., 1994**), negativni efekat usled povećanog sadržaja SFA bi mogao da se smanji. Kako navode **Pastoreli i sar. (2005)**, proizvodnja svinjskog mesa obogaćenog sa CLA može da nadomesti negativan efekat ishrane sa zasićenim masnim kiselinama, jer su istraživanja pokazala da dodatak  $\leq 1$  g CLA dnevno u ishranu može obezbediti zaštitu od pojave kancera. Arteroskleroza ili bolest krvnih sudova najčešće se javlja kod osoba sa povećanim sadržajem holesterola u krvi. Jedna od karakteristika ove bolesti je neefikasno uklanjanje lipoproteina niske gustine (LDL) iz krvotoka, koji se zatim nagomilava u krvi i izaziva arterosklerozu, stvarajući začepjenja krvnih sudova. Istraživanja su utvrdila da CLA snižava koncentraciju LDL-a i time utiče na smanjenje pojave arteroskleroze (**Chin i sar., 1994**). U poređenju sa linolnom kiselinom, dodatak CLA u ishranu životinja uticao je na smanjenje nivoa holesterola za 20%, a simptomi nastanka arteroskleroze su se smanjili za tri puta (**Haumann, 1996**). Istraživanje koje su izveli **Lee i sar. (1994)**, potvrđuju ovakav pozitivan efekat CLA. Utvrđeno je da CLA smanjuje ukupni holesterol, trigliceride, LDL-holesterol i povećava HDL-holesterol kod više životinjskih vrsta (**Park, 2009**).

U Nemačkoj, kako navode **Fritsche i Steinhart (1998)**, prosečan dnevni unos CLA pri normalnoj ishrani kod muškaraca iznosi 0,36 g, a kod žena 0,44 g, dok je u SAD-u taj unos 0,21 g kod muškaraca i 0,15 g kod žena (**Ritzenthaler i sar., 2001**). Međutim, ovo je samo petina od preporučenog dnevnog unosa od 0,1% u odnosu na ukupnu dnevnu količinu hrane. Ova doza od 0,1% CLA je preporučena radi smanjenja

rizika od pojave tumora, a utvrđena je na osnovu istraživanja na glodarima (**Ip i sar., 1994**). Prosečan udeo CLA u hrani animalnog porekla prikazan je u Tabeli 9.

Tabela 9. Sadržaj CLA (g/100g ukupnih masnih kiselina) u raznoj hrani (**Gnädig, 1996**)

Hrana	CLA
Maslac	0,63 - 2,02
Mleko	0,46 - 1,78
Jogurt	0,43 - 1,12
Sir	0,50 - 1,70
Govede meso	0,67 - 0,99
Svinjsko meso	0,15
Jagnjeće meso	1,62 - 2,02
Ćureće meso	0,96
Meso ribe	0,04 - 0,28
Biljna ulja	<0,01

Trenutna istraživanja zdravstvenih efekata proizvoda animalnog porekla usmerena su ka pronalaženju načina za poboljšanje sastava masnih kiselina mesa, kao jednom od najvažnijih zdravstvenih parametara u ishrani ljudi. Zajedno n-3 PUFA i CLA imaju mnogo pozitivnih uticaja na ljudsko zdravlje i mogu pružiti zaštitu protiv predviđenih zdravstvenih problema u budućnosti (**Cordain i sar., 2002**). Masne kiseline n-3 grupe, a posebno one koje imaju veoma duge lance, imaju pozitivno delovanje na srčana oboljenja i imaju anti-kancerogena svojstva. CLA deluje preventivno i može da uspori stvaranje tumora (**Ip i sar., 1994**), smanjuje nastanak arteroskleroze (**Lee i sar., 1994**) i pomaže u održavanju normalnog nivoa šećera u krvi, što se pokazalo kao prevencija od gojaznosti (**Houseknecht i sar., 1998**). Međutim, svi efekti ishrane svinja sa CLA još uvek nisu u potpunosti jasni i potrebna su dodatna istraživanja kako bi se u potpunosti utvrdili potencijalni pozitivni zdravstveni efekti konzumiranja svinjskog mesa obogaćenim sa CLA.

#### 4.3. MEHANIZAM DELOVANJA CLA

Postoji više mehanizama delovanja CLA, međutim, većina njih još uvek nije u potpunosti objašnjena. Iako se u ranijim istraživanjima pretpostavljalo da CLA poseduje antioksidativne efekte, utvrđeno je da je CLA ustvari prooksidativna. **Yang i sar. (2000)** su utvrdili da se CLA oksidiše brže nego linolna kiselina, što bi značilo da je konjugovana dvostruka veza podložnija oksidaciji nego nekonjugovana. Saznanje da je CLA više podložna oksidaciji, tj. da se može oksidisati pre svog iskorišćenja, navodi na zaključak da se njeni efekti mogu smanjiti, i to može biti jedan od razloga variranja u rezultatima njenih efekata između različitih eksperimenata.

Postoji više mehanizama dejstva CLA na smanjenje količine masnog tkiva u trupu životinja, kao što su: povećanje potrošnje energije, uticaj na metabolizam masti i povećanje stepena oksidacije masnih kiselina. Više istraživača je utvrdilo da CLA utiče na povećanje potrošnje energije, jer je u ogledima ustanovljena povećana potrošnja kiseonika životinja hranjenih sa CLA (**West i sar., 2000**).

Drugi mehanizam za redukciju količine masnog tkiva pod uticajem CLA, je uticaj na smanjenje veličine i/ili broja masnih ćelija u masnom tkivu (**Pastoreli i sar., 2005**). Ovo se može postići inhibicijom enzima lipoprotein lipaze u masnim ćelijama, inhibicijom aktivnosti enzima sterol-CoA desaturaze. Pošto je lipoprotein lipaza ključni enzim koji reguliše taloženje masti u organizmu, njegova inhibicija će uticati na smanjenje stvaranja masnog tkiva, što je i potvrđeno za dejstvo trans-10, cis-12 izomera CLA, ali ne i za cis-9, trans-11 izomer (**Park i sar., 1997**). Sterol-CoA desaturaza je enzim koji reguliše konverziju zasićenih u mononezasićene masne kiseline, koji su glavni sastojci potkožnog masnog tkiva, tako da se njegovom inhibicijom utiče na smanjenje količine masnog tkiva (**Park i sar., 2000; Lin i sar., 2004**). Kao posledica svega navedenog, dodatak CLA u ishranu svinja može uticati na smanjenje pristupačnosti masnih kiselina za sintezu triglicerida i na smanjivanje količine masnog tkiva, kao što je ustanovljeno od strane više autora (**Pastoreli i sar., 2005**).

Na osnovu istraživanja da CLA smanjuje sadržaj MUFA životinjske masti, **Evans i sar. (2000)** su utvrdili da je trans-10, cis-12 izomer CLA odgovoran za to smanjenje. Međutim, mehanizam delovanja CLA na smanjenje MUFA i povećanje SFA još uvek nije u potpunosti objašnjen. **Lee i sar. (1994)** pretpostavljaju da se efekat CLA



na zasićenost masnih kiselina ispoljava kroz inhibiciju aktivnosti enzima  $\Delta$ -9 sterol-CoA desaturaze. Ovu teoriju su potvrdili **Pariza i sar. (2000)**. Navedena promena MUFA u SFA je rezultat inhibicije aktivnosti desaturaze. Sterol-CoA desaturaza (SCD) katališe  $\Delta$ 9-desaturaciju SFA, a naročito 16:0 i 18:0 u 16:1n-7 i 18:1n-9. U istraživanjima na više životinjskih vrsta utvrđena je navedena inhibicija SCD, međutim, njen mehanizam – smanjenje ekspresije mRNA ili direktna inhibicija vezivanjem za aktivne centre enzima - je još uvek tema diskusije (**Choi i sar., 2001**).

## 5. CILJ OGLEDA

Istorijski gledano, ishrana svinja u završnoj fazi tova uglavnom je bila bazirana na zadovoljenju potreba za energijom i proteinima, kako bi se optimizirao rast i povećala mesnatost trupa, koja predstavlja glavni činilac ekonomičnosti proizvodnje. Međutim, pored zahteva za visokom mesnatošću svinjskog trupa, porast interesovanja potrošača za mesom dobrog senzornog i nutritivnog kvaliteta, koji se javljaju poslednjih godina, uz sve češće zahteve prerađivačke industrije za mesom visokog tehnološkog kvaliteta, inicirali su istraživanja u ovim oblastima.

Kao što je već navedeno, efekat ishrane svinja sa konjugovanom linolnom kiselinom na sastav trupa je dokumentovan, i u većini ogleda navodi se da CLA utiče na smanjenje količine masnog tkiva i kao posledica toga povećanja udela mišićnog tkiva. Međutim, neki autori navode i nepostojanje uticaja CLA na mesnatost trupa ili čak smanjenje mesnatosti. Dodatak CLA ishrani svinja utiče i na promenu sastava masti, uglavnom u pravcu povećanja udela zasićenih i smanjenja udela nezasićenih masnih kiselina. Njen uticaj na kvalitet mesa, a naročito na tehnološke i senzorne parametre kvaliteta, nije u potpunosti jasan i takođe se razlikuju stavovi istraživača. Ova variranja između publikovanih podataka su posledica toga što su različiti istraživači vršili ispitivanja na svinjama različite rase, pola i starosti, u različitim uslovima držanja, različitoj fazi i dužini trajanja tova, uz dodatak različitog udela CLA u hranu, a svaki od ovih faktora ili njihova kombinacija može da ima različiti efekat.

Različiti literaturni podaci o efektima ishrane svinja sa dodatkom CLA na proizvodne parametre (rezultate tova i sastav trupa), uz nedovoljno ispitane efekte koje ona poseduje na kvalitet mesa, bio je glavni razlog postavljanja ovog ogleda. U istraživanju su korišćeni tovljenici čiste rase švedski landras, koji su do početka ogleda imali iste uslove držanja i isti režim ishrane i sastav hrane, a pre početka ogleda podeljeni su u dve grupe u zavisnosti od pola. Osnovni cilj našeg ogleda bio je da se utvrdi da li dodatak 0,5% ulja CLA (koje je sadržalo 60% mešavine CLA izomera) završnoj fazi tova svinja, ima značajan uticaj na rezultate tova, sastav trupa i kvalitet mišićnog i masnog tkiva. Odgovori na ova pitanja imaju ne samo naučni, već i praktični značaj, jer se njima može utvrditi da li ovakva ishrana utiče na povećanje ekonomičnosti proizvodnje tovljenika i na dobijanje svinjskog mesa sa osobinama funkcionalne hrane.

## 6. MATERIJAL I METODE

Ogled je izveden na farmi i u eksperimentalnoj klanici Instituta za stočarstvo (Beograd, Srbija). Za ogled su korišćeni tovljenici muškog i ženskog pola čiste rase švedski landras. Smeštaj, nega i ishrana svih životinja bila je u skladu sa tehnologijom gajenja u ispitivanom zapatu. Hemijske i tehnološke analize mesa rađene su u laboratoriji Instituta za stočarstvo, analize masnih kiselina masnog i mišićnog tkiva, urađene su u SP laboratoriji AD (Bečej, Srbija).

### 6.1. POSTAVKA EKSPERIMENTA I SASTAV HRANE KORIŠĆENE U TOVU

U ogledu je korišćeno 56 tovljenika muškog i 56 tovljenika ženskog pola rase švedski landras, koji su do postizanja starosti 130 dana i prosečne telesne mase od 65 kg, dobijali hranu istog sastava (Tabela 10). Nakon toga, oba pola tovljenika su podeljena u dve grupe, na kontrolnu i oglednu (CLA) grupu, tako da je ukupno bilo četiri grupe sa po 28 tovljenika istog pola u svakoj od njih. Kao što je prikazano u Tabeli 11, tokom ogleda u ishrani tovljenika kontrolne i ogledne grupe korišćena je hrana istog sastava (u pogledu količine masti, proteina i kalorija), s tim što je u oglednoj grupi deo sojinog ulja (Tabela 12) zamenjen sa 0,5% ulja CLA. Ulje CLA korišćeno u ovom ogledu je dodato kao preparat Lutalin™ (BASF Corporation, Nemačka), koji kao aktivnu komponentu sadrži 60% CLA, koja se sastoji od smeše dva izomera (30% cis-9, trans-11 i 30% trans-10, cis-12) u odnosu 1:1. Ogled je trajao 175 dana, a ulje CLA je dodavano u ishranu tokom poslednjih 45 dana tova (od 130. do 175. dana), tako da je svako grlo iz ogledne grupe dobilo dnevno u proseku 15 g ulja CLA, tj. ukupno 675 g ulja CLA tokom celog ogleda.

Svinje su držane grupno, u boksevima, tako da su za svaku grupu formirana 4 boksa sa po 6 tovljenika i jedan boks sa 4 tovljenika. Ishrana je bila *ad libitum* i sa neograničenim pristupom vodi. Nakon završetka ogleda tovljenici su transportovani u klanicu Instituta za stočarstvo (Beograd, Srbija), gde su nakon odmora od 3 do 4 sata u depou, omamljeni električnom strujom i zaklani korišćenjem standardnih tehnika. Pola dana pre klanja svinje nisu dobijale hranu, ali su imale slobodan pristup vodi.

Tabela 10. Sastav hrane korišćene u ishrani tovljenika do početka ogleda

<b>g/100g hrane</b>	<b>Predstarter (do 9 kg)</b>	<b>Starter (od 9 do 15 kg)</b>	<b>Grover (od 15 do 25 kg)</b>	<b>Tov 1 (od 25 do 65 kg)</b>
<b>Kukuruz (suvi)</b>	53,80	59,82	64,46	-
<b>Kukuruz (silaža)</b>	-	-	-	65,63
<b>Stočno brašno</b>	-	3,00	5,00	10,00
<b>Šećer</b>	3,00	-	-	-
<b>Sojina sačma</b>	22,00	16,80	15,10	16,10
<b>Suncokretova sačma</b>	-	2,50	3,50	3,50
<b>Riblje brašno</b>	5,00	4,50	4,00	2,00
<b>Sojin griz</b>	10,00	10,00	5,00	-
<b>Prasilak</b>	3,00	-	-	-
<b>Ulje</b>	-	-	-	-
<b>Kreda</b>	1,10	1,20	1,30	1,20
<b>Monokalcijum fosfat</b>	0,80	0,80	0,70	0,60
<b>So</b>	0,10	0,18	0,20	0,37
<b>Sintetizovani lizin</b>	-	-	0,04	-
<b>Minazel plus</b>	0,20	0,20	0,20	0,10
<b>Premiks</b>	1,00	1,00	0,50	0,50
<b>Sastav premiksa (%)</b>				
Vitamin A	0,250	0,500	0,500	0,200
Vitamin D <sub>3</sub>	0,060	0,120	0,120	0,080
Vitamin E	2,000	4,000	4,000	2,400
Vitamin K <sub>3</sub>	0,080	0,160	0,160	0,040
Vitamin B <sub>1</sub>	0,040	0,080	0,080	0,040
Vitamin B <sub>2</sub>	0,100	0,200	0,200	0,063
Vitamin B <sub>6</sub>	0,060	0,120	0,120	0,030
Vitamin B <sub>12</sub> (1%)	0,060	0,120	0,120	0,030
Vitamin C	0,200	0,400	0,400	-
Niacin	0,450	0,900	0,900	0,300
Biotin	0,150	0,300	0,300	0,100
Kalpan	0,250	0,500	0,500	0,240
Folna kiselina	0,020	0,040	0,040	-
Holin hlorid (60%)	9,200	18,300	18,300	16,700
Gvožđe (30%)	6,300	12,700	12,700	6,700
Bakar (24%)	5,300	6,700	6,700	1,700
Mangan (48%)	1,100	2,100	2,100	1,700
Cink (72%)	34,700	4,400	4,400	3,500
Jod (10%)	0,100	0,200	0,200	0,180
Antioksidans (BHT)	1,000	2,000	2,000	2,000
Kobalt (5%)	0,150	0,300	0,300	0,200
Selen (1%)	0,100	0,200	0,200	0,200
Prohacid (kiselina)	5,000	10,000	10,000	-
Cen Mos (probiotik)	10,000	-	-	-
Rovabia (enzim)	5,000	-	-	-
Arome	5,000	10,000	10,000	-
Nosač (kukuruz)	13,330	25,660	25,660	63,597

Tabela 11. Sastav hrane korišćene u ishrani tovljenika tokom ogleđa (Tov 2)

g/100g hrane	Tov 2 – od 130. do 175. dana starosti	
	(od 65 kg)	
Kukuruz (suvi)	68,75	
Kukuruz (silaža)	-	
Stočno brašno	10,00	
Šećer	-	
Sojina saćma	14,80	
Suncokretova saćma	2,00	
Riblje brašno	-	
Sojin griz	-	
Prasilak	-	
Ulje	1,25	<b>Kontrolna grupa:</b> 1,25% sojinog ulja
Kreda	1,30	<b>Ogledna (CLA) grupa:</b> 0,75% sojinog ulja + 0,5% ulja CLA <sup>1</sup>
Monokalcijum fosfat	0,80	
So	0,45	
Sintetizovani lizin	0,05	
Minazel plus	0,10	
Premiks <sup>2</sup>	0,50	
<b>Hemijski sastav (%)</b>		
Protein	14,95	
Voda	12,36	
Pepeo	4,59	
Celuloza	5,32	
Mast	4,52	
BEM <sup>3</sup>	58,26	
Energetska vrednost (kJ/100g) <sup>4</sup>	1526,54	

<sup>1</sup> Lutalin <sup>TM</sup> (BASF Corporation, Nemačka);<sup>2</sup> Sastav premiksa je identičan onom korišćenom u Tovu 1 (Tabela 10);<sup>3</sup> Bezazotne ekstraktivne materije, BEM = 100 - (protein + voda + pepeo + celuloza + mast);<sup>4</sup> Energetska vrednost (kJ) = BEM \* 17,2 + protein \* 17,2 + celuloza \* 17,2 + mast \* 38,9.

Tabela 12. Sastav masnih kiselina (g/100 g ukupnih masnih kiselina) sojinog ulja korišćenog u ishrani tovljenika tokom oglada

Sistematsko ime	Uobičajeno ime	
Tetradekanska	Miristinska (14:0)	<0,01
Heksadekanska	Palmitinska (16:0)	10,83
Oktadenska	Stearinska (18:0)	4,48
Eikozanoinska	Arahidinska (20:0)	0,37
cis $\Delta^9$ - oktadekanska	Oleinska (18:1)	23,59
cis $\Delta^9$ , cis $\Delta^{12}$ - oktadekadienska	Linolna (18:2)	53,30
cis $\Delta^9$ , cis $\Delta^{12}$ , cis $\Delta^{15}$ - oktadekatrienska	$\alpha$ Linolenska (18:3)	7,42
	<b>Ukupno</b>	
SFA <sup>1</sup>		15,68
UFA <sup>2</sup>		84,31
MUFA <sup>3</sup>		23,59
PUFA <sup>4</sup>		60,72

<sup>1</sup> SFA-Zasićene masne kiseline; <sup>2</sup> UFA-Nezasićene masne kiseline; <sup>3</sup> MUFA-Mononezasićene masne kiseline;

<sup>4</sup> PUFA-Polinezasićene masne kiseline;

## 6.2. LINEARNE MERE I DISEKCIJA POLUTKI

Radi utvrđivanja telesne mase (kg), sve životinje su pojedinačno merene pre početka ishrane sa CLA (130. dan), zatim na nedelju dana (tj. 137, 144, 151, 158 i 165. dana) i na kraju oglada (175. dan), na vagi sa tačnošću od 0,5 kg. Izmerena je i ukupna količina hrane iskorišćena tokom ishrane sa CLA (PH), a iz dobijenih podataka izračunati su:

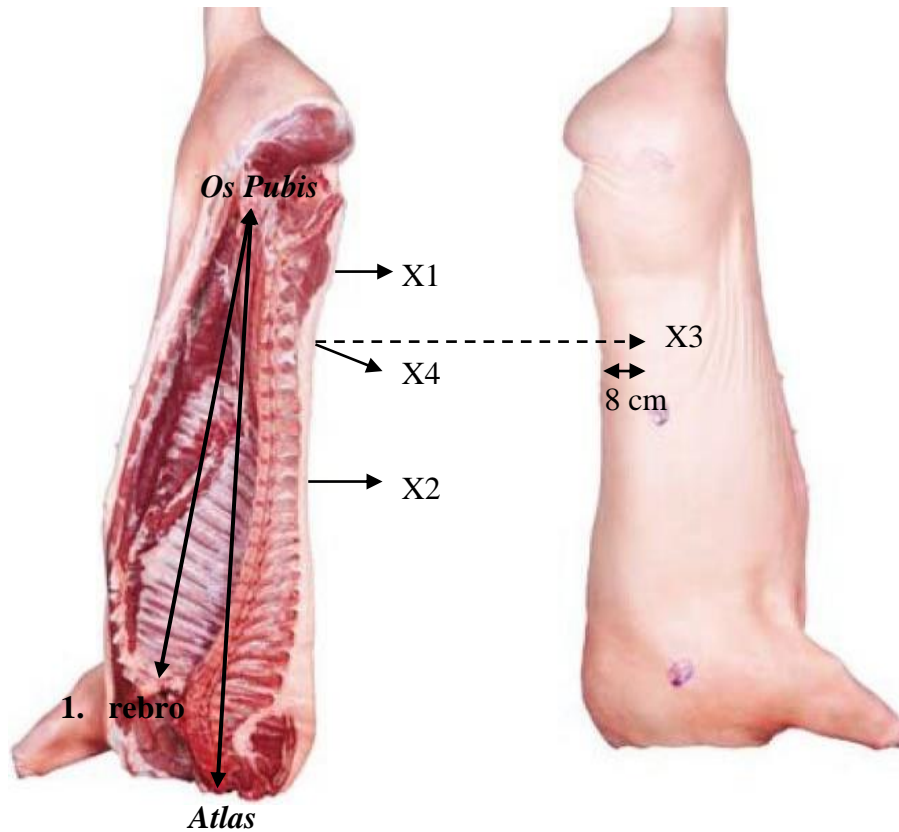
- Prosečan dnevni prirast (PDP) tokom ishrane sa CLA (kg) = razlika dva uzastopna merenja / broj dana između merenja;
- Ukupni prosečan dnevni prirast (UPDP) tokom ishrane sa CLA (kg) = razlika telesne mase na početku i na kraju ishrane sa CLA / broj dana ishrane sa CLA;
- Prosečna dnevna količina hrane (PDH) tokom ishrane sa CLA (kg) = PH / broj dana trajanja oglada;
- Konverzija hrane (KH) tokom ishrane sa CLA = PH / razlika telesne mase na početku i na kraju oglada.

Na kraju oglada, sve životinje su izmerene, kako bi se utvrdila masa pred klanje (MPK). Nakon omamljivanja električnom strujom, iskrvarenja, šurenja, evisceracije i polućenja trupova, polutke su hlađene na 4°C naredna 24 sata. Jedan sat posle klanja i evisceracije izmerena je masa toplog trupa (MTT) i masa iznutrica (jetra, srce, pluća, jezik, slezina, obresci i bubrezi). Nakon 24 sata hlađenja izmerena je masa hladnog trupa (MHT). Sva merenja su obavljena na vagama sa tačnošću od 0,5 i 0,001 kg. Na osnovu dobijenih podataka izračunati su:

- Randman toplog trupa (RTT), % =  $(MTT * 100) / MPK$ ;
- Randman hladnog trupa (RHT), % =  $(MHT * 100) / MPK$ ;
- Gubitak mase tokom hlađenja, % =  $(MTT - MHT) / MTT * 100$ .

Na svim toplim polutkama izmerena je dužina polutke (u cm, *Os pubis – Atlas* i *Os pubis – prvo rebro*) i debljina potkožnog masnog tkiva sa kožom (mm) merena na četiri mesta (Slika 3):

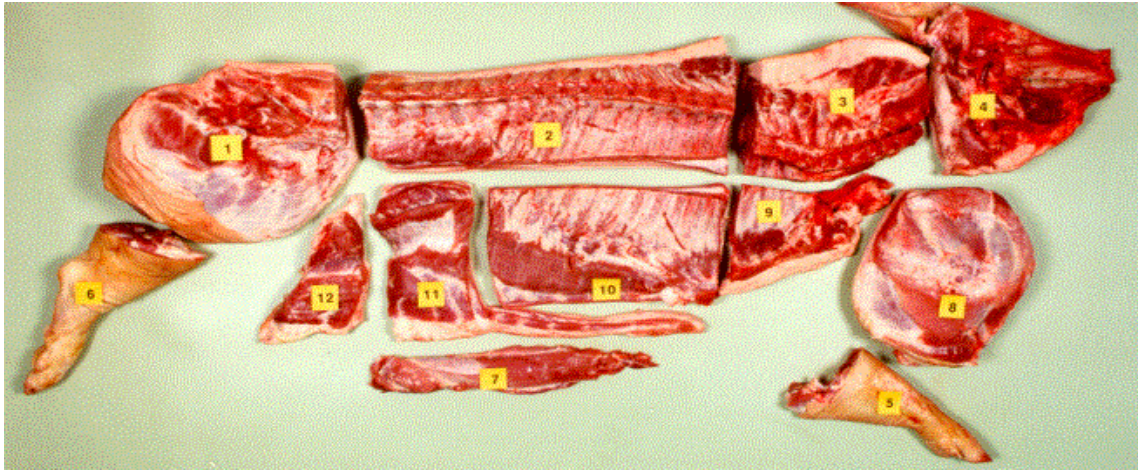
- X1 – na krstima iznad *M. gluteus medius*, gde je masno tkivo najtanje;
- X2 – na leđima u predelu između poslednjeg 3. i 4. rebra;
- X3 – na slabinama 8 cm lateralno od medijalne linije u predelu 3. i 4. slabinskog pršljena;
- X4 – na slabinama između 3. i 4. slabinskog pršljena.



Slika 3. Šema utvrđenih linearnih mera na polutkama

Nakon 24 sata hlađenja, leve polutke su rasečene na 11 anatomskih delova: but, leđno-slabinski deo (LSD), vrat, glava, podlaktica, potkolenica, file, plećka, grudi, trbušno-rebarni deo (TRD) i potrbušina, nakon čega je izračunat procentualni udeo svakog dela u polutki. Rasecanje polutki je obavljeno prema referentnoj metodi i u skladu sa odgovarajućim propisima EU (**Commission Regulation (EC) No 3127/94 i 1197/06**), a koja je detaljno opisana u radu **Walstra i Merkus-a (1996)**. Šema rasecanja levih polutki na osnovne delove prikazana je na Slici 4, s tim što delovi 11 i 12 nisu odvajani jedan od drugog i zajedno su činili potrbušinu, a prednje i zadnje noge su odvojene od podlaktice (5) i potkolenice (6).





Slika 4. Šema rasecanja polutke na 12 delova prema referentnoj metodi EU (Walstra i Merkus, 1996)

Postupak rasecanja polutke u delove bio je sledeći:

- But (1) se odvaja od leđno-slabinskog dela i potrbušine rezom pod pravim uglom u odnosu na longitudinalnu osu između poslednjeg i pretposlednjeg tj. između 5. i 6. lumbalnog pršljena;
- Podslabinski mišić-file (7) odvaja se poprečnim rezom neposredno pre kranijalne tačke *symphysis pubica*;
- Potkolenica s nogom (6) odvaja se od buta ravnim rezom u kolenom zglobu, s tim što je noga odvojena rezom u tarzalnom zglobu;
- Plečka (8) se odvaja od polutke zaobljenim rezom prateći prirodne mišićne veze, tako da hrskavica *scapula-e* ostaje na vratu;
- Podlaktica s nogom (5) odvaja se od plečke u lakatnom zglobu, s tim što je noga odvojena rezom u karpalnom zglobu;
- Vrat (3) i leđno-slabinski deo odvajaju se od grudnog i rebarnog dela longitudinalnim rezom prateći liniju kičme. Kranijalno ta linija počinje u tački koja se nalazi 2 cm ventralno od prvog torakalnog pršljena, a završava kaudalno 4 cm ventralno od hrskavice *processus transversus* zadnjeg lumbalnog pršljena leđno-slabinskog dela;
- Glava (4) se odvaja od vrata rezom između *Atlasa* i potiljačne kosti (*Os occipitalis*).

- Leđno-slabinski deo (2) odvaja se od vratnog dela između 4. i 5. torakalnog pršljena;
- Trbušno-rebarni deo (10) i grudi (9) odvajaju se jedan od drugog rezom između 4. i 5. rebra prateći liniju rebara;
- Potrbušina (11+12) se odvaja od rebarnog dela rezom koji počinje 4 cm kaudalno od zadnjeg rebra, ravno od dorzalnog prema ventralnom delu, a zatim kranijalno duž linije neposredno dorzalno od reda bradavica.

Svaki od navedenih delova je diseciran i na vagi sa tačnošću od 0,001 kg izmerena je masa mišićnog tkiva, potkožnog masnog tkiva (PMT), intermuskularnog masnog tkiva (IMT), kože i kostiju. Na osnovu ovh podataka utvrđen je procentualni sastav svakog dela polutke.

### 6.3. UZORKOVANJE MIŠIĆA I MASNOG TKIVA ZA ANALIZE

Radi utvrđivanja hemijskog, tehnološkog i senzornog kvaliteta mesa sa ohlađenih levih polutki uzeti su sledeći uzorci:

- *M. gluteus medius*, ceo mišić;
- *M. longissimus dorsi*, slabinski deo;
- *M. triceps brachii*, ceo mišić;
- Potkožno masno tkivo leđa;
- Potkožno masno tkivo potrbušine;
- Intermuskularno masno tkiva buta.

### 6.4. ANALIZE UZORAKA MIŠIĆA I MASNOG TKIVA

Mišićno i masno tkivo za analize je uzorkovano sa ohlađenih polutki (nakon 24 sata hlađenja na temperaturi od -1 do +4°C ). Analize tehnoloških karakteristika (pH vrednosti, sposobnosti vezivanja vode, mekoće i gubitka mase pri kuvanju) i boje mesa (CIE L\*a\*b\*) urađene su na svežim uzorcima mesa (odmah nakon uzorkovanja).

Preostali deo uzoraka je upakovan u vakuum kese i zamrznut na  $-18^{\circ}\text{C}$ . Hemijske analize mišićnog i masnog tkiva urađene su nakon odmrzavanja uzoraka, dok je senzorne analiza uzoraka mesa urađena nakon odmrzavanja i termičke obrade.

#### 6.4.1. ANALIZE TEHNOLOŠKOG KVALITETA I INSTRUMENTALNE BOJE UZORAKA

**Određivanje pH vrednosti mesa** (uzorci: *M. gluteus medius*, *M. longissimus dorsi* i *M. triceps brachii*) – Merenje je obavljeno u uzorku mišića 45 minuta i 24 sati *post mortem* pH-metrom sa kombinovanom ubodnom elektrodom Hanna HI 83141 (Hanna Instruments, USA). pH metar je prethodno kalibrisan korišćenjem standardnih rastvora pufera od pH 4,0 i 7,0.

**Određivanje sposobnosti vezivanja vode (SVV) mesa** (uzorci: *M. gluteus medius*, *M. longissimus dorsi* i *M. triceps brachii*) – Ispitivanja su obavljena korišćenjem dve metode: po **Grau i Hamm-u (1953)**, gde je vrednost SVV izražena u  $\text{cm}^2$  i metodom centrifugiranja (**Rede i Rahelić, 1969**), gde je vrednost SVV izražena u ml.

**Određivanje gubitka mase pri kuvanju mesa** (uzorci: *M. gluteus medius*, *M. longissimus dorsi* i *M. triceps brachii*) – Gubitak mase pri kuvanju mesa određen je na osnovu razlike mase komada mesa (veličine: 3 x 4 x 1,5 cm) pre i posle kuvanja u zatvorenom staklenom sudu (na  $100^{\circ}\text{C}$  tokom 10 min) u destilovanoj vodi (gde je odnos mesa i vode bio 1:2) i izražen je u procentima u odnosu na masu uzorka pre kuvanja (**Sl. list SFRJ, br. 2/85, 12/85 i 24/86**).

**Određivanje mekoće mesa** (uzorci: *M. gluteus medius*, *M. longissimus dorsi* i *M. triceps brachii*) – Mekoća mesa, izražena preko sile sečenja (kg), izmerena je nakon kuvanja (na  $100^{\circ}\text{C}$  tokom 10 min) i sečenja mesa u pravcu pružanja mišićnih vlakana (na komadiće veličine 1 x 1 cm) na konzistometru po **Volodkevich-u (1938)**. Veće očitane vrednosti označavale su veću silu sečenja, tj. tvrđe meso.

**Određivanje boje mesa** (uzorci: *M. longissimus dorsi*) – Instrumentalno merenje boje je urađeno na svežim uzorcima mesa (24 sati *post-mortem*). Uzorci mesa su presečeni i ostavljeni 30 min radi stabilizacije boje (uzorci su za to vreme bili u

kontakta sa vazduhom). Ispitivanje je obavljeno uređajem Chroma Meter CR-400 (Minolta, Japan), koji je bio prethodno kalibrisan u odnosu na standardnu belu površinu (iluminacija D65, ugao gledanja 20° i otvor sonde 8 mm). Vrednosti boje su predstavljene u CIE L\*a\*b\* sistemu (CIE, 1976), gde je mera L\* označavala svetloću mesa, a\* relativan udeo crvene i b\* relativan udeo žute boje. Na svakom uzorku mesa urađena su po tri očitavanja i njihova srednja vrednost je korišćena za statističku obradu podataka. Hue ugao (H° – “stvarna crvena”) izračunat je kao:  $\arctangent(b^*/a^*) * 180/3,142$ . Chroma vrednost (C\* – “intenzitet boje”) izračunata je kao  $(a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$ .

#### 6.4.2. HEMIJSKE ANALIZE UZORAKA

**Određivanje sadržaja masti** (uzorci: *M. gluteus medius*, *M. longissimus dorsi* i *M. triceps brachii*) – Ispitivanje je obavljeno metodom ekstrakcije po Soxhlet-u sa petrol-etrom kao rastvaračem (SRPS ISO 1444, 1998), na aparatu Soxtherm multistat (Gerhardt, Nemačka). Sadržaj masti je izražen u procentima mase.

**Određivanje sadržaja vode** (uzorci: *M. gluteus medius*, *M. longissimus dorsi* i *M. triceps brachii*) – Ispitivanje je obavljeno sušenjem uzorka do konstantne mase na  $102 \pm 2^\circ\text{C}$  (SRPS ISO 1442, 1998), a sadržaj vode je izražen u procentima mase.

**Određivanje sadržaja proteina** (uzorci: *M. gluteus medius*, *M. longissimus dorsi* i *M. triceps brachii*) – Ispitivanje je obavljeno metodom po Kjeldahl-u (SRPS ISO 937, 1992) na aparatu Kjeltec system 1026 (Foss Tecator, Danska), a sadržaj proteina je izražen u procentima mase.

**Određivanje sadržaja pepela** (uzorci: *M. gluteus medius*, *M. longissimus dorsi* i *M. triceps brachii*) – Ispitivanje je obavljeno žarenjem uzorka do konstantne mase na  $550 \pm 25^\circ\text{C}$  (SRPS ISO 936, 1999), a sadržaj pepela je izražen u procentima mase.

**Određivanje sadržaja ukupnih pigmenata** (uzorci: *M. longissimus dorsi*) - Ispitivanje je obavljeno metodom po Horsney-u (Bunning i Hamm, 1970), sadržaj ukupnih pigmenata (UP) je izražen u mg/kg (ppm).

**Određivanje jodnog broja masti** (uzorci: potkožno masno tkivo leđa, potkožno masno tkivo potbušine i intermuskularno masno tkivo buta) - Jodni broj (g joda/100g masti) je određen prema propisima standarda SRPS ISO 3961 (2001) u masti koja je

ekstrahovana iz uzoraka hladnom ekstrakcijom, korišćenjem smeše hloroforma i metanola u odnosu 2:1 (**Folch i sar., 1957**).

**Određivanje sastava masnih kiselina** (uzorci: potkožno masno tkivo leđa, potkožno masno tkivo potrbušine, intermuskularno masno tkivo buta i *M. gluteus medius*) – Mast korišćena za analize je ekstrahovana iz uzoraka prema metodi **Folch i sar. (1957)**. Metil estri masnih kiselina su dobijeni transesterifikacijom korišćenjem trimetilsumpor-hidroksida (**SRPS EN ISO 5509, 2007**). Gasni hromatograf (Shimadzu – Kyoto, Japan), koji je korišćen za analize, bio je opremljen sa split/splitless injektorom, HP-88 kolonom (dužine 100 m, prečnika 0,25 mm, debljine filma 0,20 µm) sa cijano-silikonskom stacionarnom fazom (“fused silica cyanopropyl”) i plameno jonizujućim detektorom (FID – Flame Ionization Detector, eng). Temperatura isparivača injektora bila je 250°C, a detektora 280°C. Azot je korišćen kao noseći gas, sa protokom od 1,33 ml/min. Sastav masnih kiselina prikazan je kao procentualni udeo pojedinačnih masnih kiselina u ukupnim masnim kiselinama (g/100 g ukupnih masnih kiselina). U Tabeli 13. date su skraćenice analiziranih masnih kiselina koje su prikazane u rezultatima oglada.

Tabela 13. Opis i skraćenice analiziranih masnih kiselina

Sistematsko ime	Uobičajeno ime	Skraćenica
<b>Zasićene masne kiseline (SFA<sup>1</sup>)</b>		
Tetradekanska	Miristinska	14:0
Pentadekanska	Pentadecilinska	15:0
Heksadekanska	Palmitinska	16:0
Heptadekanska	Margarinska	17:0
Oktadenska	Stearinska	18:0
Eikozanoinska	Arahidinska	20:0
<b>Mononezasićene masne kiseline (MUFA<sup>2</sup>)</b>		
cis $\Delta^9$ - heksadekanska	Palmitoleinska	16:1 (n-7)
cis $\Delta^9$ - oktadekanska	Oleinska	18:1 c (n-9)
trans $\Delta^9$ - oktadekanska	Elaidinska	18:1 t (n-9)
cis $\Delta^{11}$ - oktadecenoinska	Vakcenska	18:1 c (n-7)
cis $\Delta^{11}$ - eikozenoinska	Eikozenoinska	20:1 (n-9)
<b>Polinezasićene masne kiseline (PUFA<sup>3</sup>)</b>		
cis $\Delta^9$ , cis $\Delta^{12}$ - oktadekadienska	Linolna	18:2 (n-6)
cis $\Delta^9$ , cis $\Delta^{12}$ , cis $\Delta^{15}$ - oktadekatrienska	$\alpha$ Linolenska	18:3 (n-3)
cis $\Delta^{11}$ , cis $\Delta^{14}$ - eikozadienoinska	Eikozadienoinska	20:2 (n-6)
cis $\Delta^{11}$ , cis $\Delta^{14}$ , cis $\Delta^{17}$ - eikozatrienoinska	Eikozanotrienoinska	20:3 (n-3)
cis $\Delta^8$ , cis $\Delta^{11}$ , cis $\Delta^{14}$ - eikozatrienoinska	Dihomo- $\gamma$ -linolna	20:3 (n-6)
cis $\Delta^5$ , cis $\Delta^8$ , cis $\Delta^{11}$ , cis $\Delta^{14}$ - eikozatetraenoinska	Arahidonska	20:4 (n-6)
cis $\Delta^7$ , cis $\Delta^{10}$ , cis $\Delta^{13}$ , cis $\Delta^{16}$ - dokozatetraenoinska	Adreninska	22:4 (n-6)
cis $\Delta^9$ , trans $\Delta^{11}$ / trans $\Delta^{10}$ , cis $\Delta^{12}$ - oktadekadienska	Konjugovana linolna	CLA

<sup>1</sup> SFA – Saturated Fatty Acids, eng. <sup>2</sup> MUFA – Monounsaturated Fatty Acids, eng. <sup>3</sup> PUFA – Polyunsaturated Fatty Acids, eng.

#### 6.4.3. SENZORNA ANALIZA UZORAKA

Senzorna analiza mesa urađena je na uzorcima mišića (*M. gluteus medius*, *M. longissimus dorsi* i *M. triceps brachii*), nakon odmrzavanja i sečenja na veličinu 5 x 3 x 2 cm. Ocene marmoriranosti mesa urađene su nakon odmrzavanja na sirovim uzorcima mesa, a ocene ukusa, mirisa, mekoće i sočnosti mesa određene su nakon pečenja uzoraka na temperaturi od 190°C tokom 10 min. Posle toplotne obrade uzorci su

prezentovani ocenjivačima na identičan način, na belim obeleženim plastičnim tanjirima. U oceni je učestvovalo 7 ocenjivača. Za svaki ocenjivani parametar korišćena je kvantitativno-deskriptivna skala od 5 bodova:

- Za marmoriranost: 1 – veoma loše marmorirano; 2 – loše marmorirano; 3 – ni loše ni dobro marmorirano; 4 – dobro marmorirano; 5 – veoma dobro marmorirano.
- Za ukus i miris: 1 – veoma loš; 2 – loš; 3 – ni loš ni dobar; 4 – dobar; 5 – veoma dobar.
- Za mekoću: 1 – veoma tvrda; 2 – tvrda; 3 – ni tvrdo ni meko; 4 – meko; 5 – veoma meko.
- Za sočnost: 1 – veoma suvo; 2 – suvo; 3 – ni suvo ni sočno; 4 – sočno; 5 – veoma sočno.

#### 6.5. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Efekat korišćenja konjugovane linolne kiseline u ishrani tovljenika muškog i ženskog pola utvrđen je na jednofaktorijalnom ogledu. Dobijeni podaci su obrađeni korišćenjem programa Statistica 7 (StatSoft, SAD) uz pomoć “One-way ANOVA” procedure, a svi rezultati su prikazani kao srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija. Za utvrđene razlike između kontrolne i ogledne (CLA) grupe tovljenika, u svim Tabelama i Grafikonima prikazana je verovatnoća (p), s tim što su joj dodeljene sledeće oznake u zavisnosti od vrednosti:

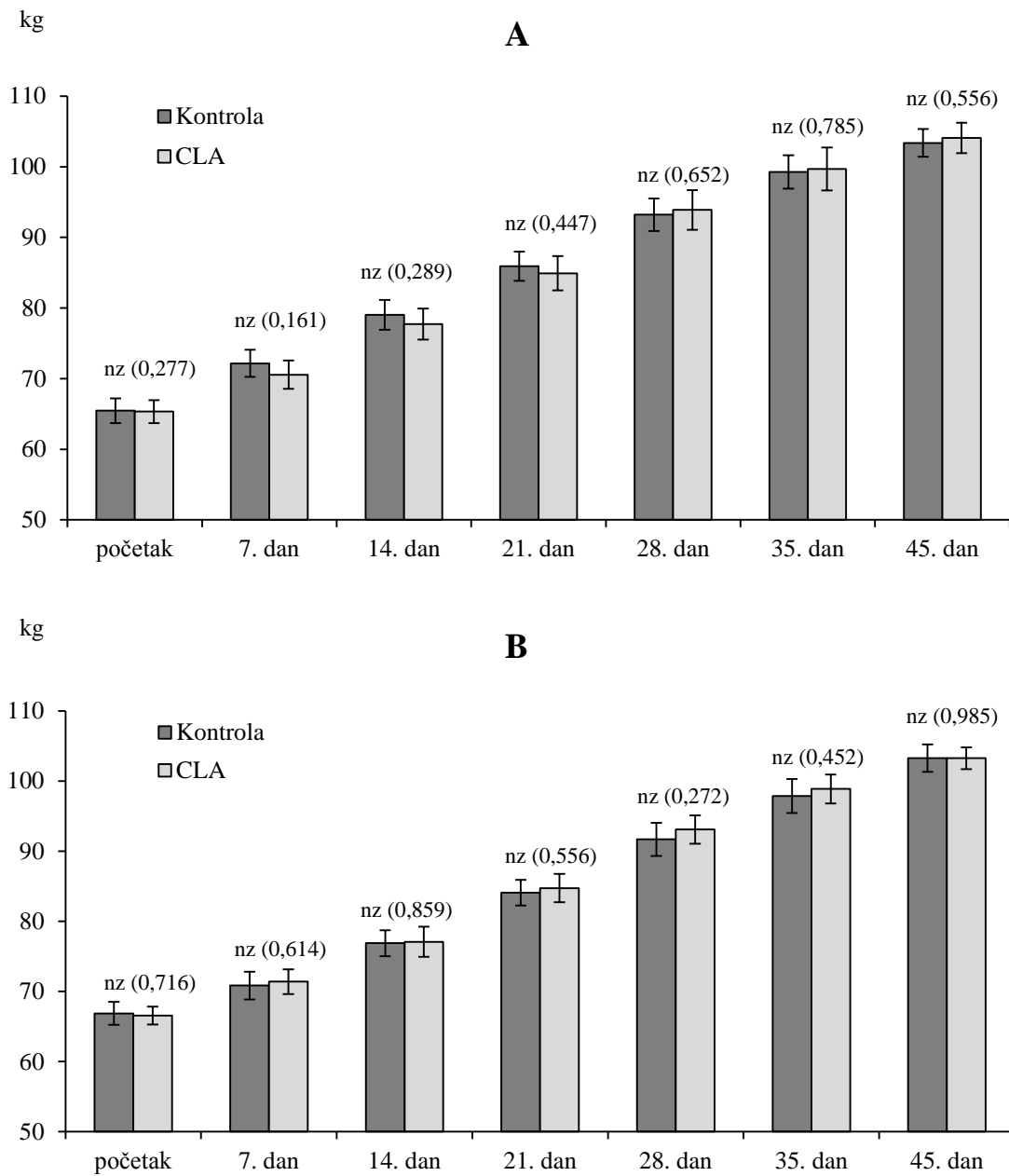
- nz, ukoliko je  $p > 0,050$ ;
- \*, ukoliko je  $p \leq 0,050$ ;
- \*\*, ukoliko je  $p \leq 0,010$ ;
- \*\*\*, ukoliko je  $p \leq 0,001$ .

## 7. REZULTATI I DISKUSIJA

### 7.1. EFEKAT CLA NA REZULTATE TOVA SVINJA

Dodatak CLA u ishranu tokom završne faze tova svinja nije imao statistički značajan uticaj na masu tovljenika tokom ogleđa, merenu u intervalu od nedelju dana, kod svinja oba pola (Grafikon 1). Telesna masa tovljenika obe grupe na početku ishrane sa CLA bila je oko 66 kg, a na kraju (posle 45 dana) bila je oko 103,5 kg, nakon čega su životinje zaklane. Prosečna masa tovljenika muškog pola u oglednoj grupi tokom prve tri nedelje trajanja ishrane sa CLA bila je nešto niža u poređenju sa svinjama iz kontrolne grupe, međutim te razlike nisu bile statistički značajne ( $p>0,1$ ). Prosečna masa tovljenika ženskog pola bila je približno ista u kontrolnoj i oglednoj grupi tokom celog ogleđa.



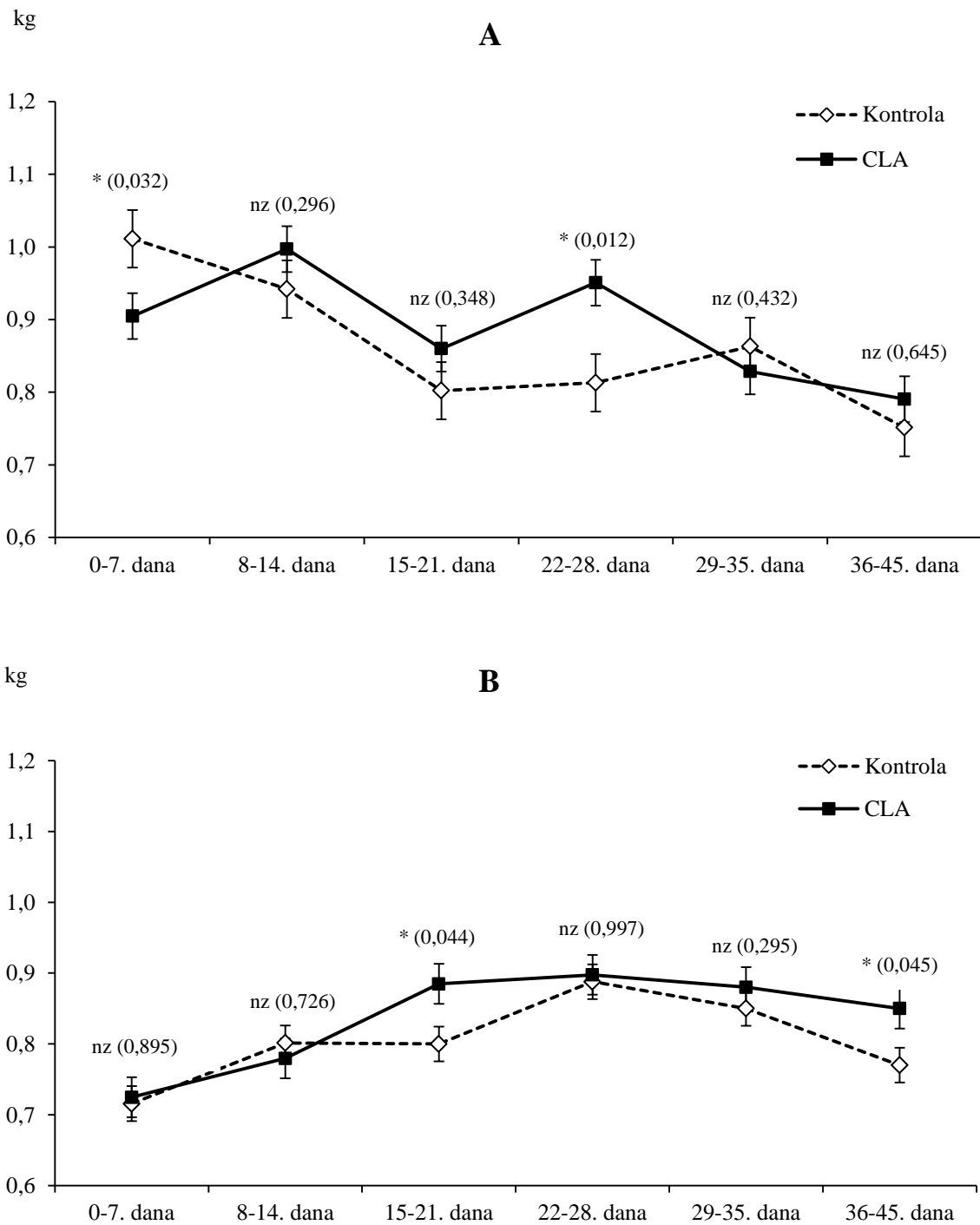


Grafikon 1. Prosečna masa tovljenika (kg) muškog (A) i ženskog (B) pola u kontrolnoj i oglednoj grupi na početku ishrane sa CLA, nakon prvih 5 nedelja i na kraju ogleda (45. dan). Svaka kolona pretstavlja srednju vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

Da dodatak CLA u ishranu nema uticaj na promenu mase životinja navodi se i u drugim istraživanjima, kao što su ona na pacovima (Azain i sar., 2000), miševima (Park i sar., 1997) i svinjama (Ostrowska i sar., 1999; Martin i sar., 2008; Corino i

sar., 2008; Barnes i sar., 2012). Sa druge strane, West i sar. (1998) su utvrdili da je ishrana miševa tokom 6 nedelja sa 0,5% CLA uticala na značajno smanjenje telesne mase, a kao jedan od razloga autori navode manju količinu hrane koju su potrošili miševi iz ogledne grupe. Smanjenje telesne mase miševa pod uticajem CLA zabeležili su i DeLany i sar. (1999), međutim, u njihovom ogledu nije utvrđena razlika u količini potrošene hrane između kontrolne i ogledne grupe životinja.

Prosečan dnevni prirast (PDP) tovljenika, izračunat za prvih 5 nedelja ishrane sa CLA i za poslednjih 10 dana ogleda, prikazan je u Grafikonu 2. Kod tovljenika muškog pola (Grafikon 2A), PDP svinja u kontrolnoj grupi tokom prvih 7 dana bio je značajno veći u poređenju sa oglednom grupom ( $p=0,032$ ), da bi se od 2. nedelje pa do kraja ogleda smanjio, pri čemu je najveća razlika u PDP-u između grupa (od 0,138 kg) utvrđena u 4. nedelji ishrane sa CLA ( $p=0,012$ ). Za razliku od muških, kod tovljenika ženskog pola (Grafikon 2B) na početku ishrane sa CLA nije utvrđena statistički značajna razlika između grupa u PDP-u ( $p=0,895$ ). Međutim, od 3. nedelje razlika u PDP-u između grupa svinja ženskog pola imala je sličan trend kao kod životinja muškog pola, a statistički značajna razlika u prirastu između kontrolne i ogledne grupe tovljenika utvrđena je u 3. nedelji i tokom poslednjih 10 dana ogleda.



Grafikon 2. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na prosečan dnevni prirast tovljenika (kg) muškog (**A**) i ženskog (**B**) pola tokom prvih 5 nedelja i poslednjih deset dana ishrane sa CLA. Svaka kolona pretstavlja srednju vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

Ukupan prosečan dnevni prirast (UPDP) tovljenika muškog pola izračunat za ceo period ishrane sa CLA (za poslednjih 45 dana tova) bio je nešto veći u ogleđnoj grupi svinja u poređenju sa kontrolom, ali ta razlika nije bila statistički značajna ( $p=0,099$ ), dok je kod tovljenika ženskog pola bio približno isti kod svinja obe grupe (Tabela 14). Količina hrane koje su svinje potrošile tokom ishrane sa CLA (PH) nije se značajno razlikovala između grupa, iako je bila za oko 1 kg, kod muških i za oko 2 kg, kod tovljenika ženskog pola, manja u ogleđnoj grupi u poređenju sa kontrolom. Prosečna dnevna količina hrane (PDH), utvrđena za vreme ishrane sa CLA, kao i odnos UPDP i PDH, nije se značajno razlikovao između analiziranih grupa kod tovljenika oba pola. Dodatak CLA u završnoj fazi tova imao je uticaj na značajno poboljšanje konverzije hrane kod svinja muškog pola ( $p=0,049$ ), dok kod tovljenika ženskog pola to poboljšanje nije utvrđeno (Tabela 14).

Tabela 14. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na rezultate tova tovljenika muškog i ženskog pola tokom ishrane sa CLA (poslednjih 45 dana tova)

	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
UPDP (kg) <sup>1</sup>	0,86 ± 0,07	0,90 ± 0,08	nz (0,099)	0,83 ± 0,08	0,82 ± 0,05	nz (0,723)
PH (kg) <sup>2</sup>	133,40 ± 0,89	132,25 ± 2,50	nz (0,644)	132,33 ± 1,15	130,45 ± 2,31	nz (0,342)
PDH (kg) <sup>3</sup>	2,97 ± 0,03	2,93 ± 0,02	nz (0,478)	2,93 ± 0,04	2,90 ± 0,02	nz (0,520)
UPDP / PDH	0,29 ± 0,02	0,31 ± 0,02	nz (0,231)	0,28 ± 0,03	0,28 ± 0,03	nz (0,899)
KH (kg*kg <sup>-1</sup> ) <sup>4</sup>	3,44 ± 0,10	3,27 ± 0,19	* (0,049)	3,55 ± 0,32	3,53 ± 0,38	nz (0,241)

<sup>1</sup> Ukupni prosečan dnevni prirast (kg) tokom ishrane sa CLA (poslednjih 45 dana tova);

<sup>2</sup> Prosečna količina hrane (kg) tokom ishrane sa CLA (poslednjih 45 dana tova);

<sup>3</sup> Prosečna dnevna količina hrane (kg) tokom ishrane sa CLA (poslednjih 45 dana tova);

<sup>4</sup> Konverzija hrane=količina hrane (kg) potrebna za 1 kg prirasta.

Manji PDP tovljenika muškog pola u ogleđnoj grupi na početku ishrane sa CLA (tokom prvih 7 dana – Grafikon 2A) u skladu je sa istraživanjem **Thiel-Cooper i sar. (2001)**, koji su utvrdili da je PDP svinja hranjenih sa dodatkom CLA bio manji tokom prve dve nedelje tova. Navedeni autori objašnjavaju da je svinjama u početku trebalo vremena da se naviknu na CLA u hrani, što je rezultiralo u smanjenju potrošnje hrane i samim tim PDP-a prvih dana ogleđa. **Thiel-Cooper i sar. (2001)** su utvrdili da se prosečan dnevni prirast (PDP) svinja povećava linearno sa povećanjem količine CLA koja je dodata u hranu (0, 0,12, 0,25, 0,5 i 1%), a najveće razlika u PDP-u u odnosu na

kontrolu (0% CLA) ustanovili su kod svinja hranjenih sa 1% CLA. **Dunshlea i sar. (1998)** i **Eggert i sar. (2001)** su takođe utvrdili povećanje PDP-a svinja pod uticajem CLA, dok su **Cook i sar. (1998)** utvrdili smanjenje PDP-a svinja hranjenih sa 0,6% CLA poslednjih 84 dana tova. Iz podataka publikovanih u naučnim časopisima, o rezultatima tova i karakteristikama trupa svinja, može se videti da se p-vrednost manja od 0,1 smatra dovoljnom za identifikaciju razlike između analiziranih tretmana (**Stahl i Berg, 2003; Carlson i sar., 2004**). U ovom ogledu, na osnovu utvrđene tendencije ( $p=0,099$ ) u porastu UPDP-a tovljenika muškog pola (Tabela 14) pod uticajem CLA, može se zaključiti da su potrebna dodatna istraživanja da bi se utvrdilo da li su te utvrđene razlike stvarne. Količina potrošene hrane tokom ishrane svinja sa CLA (PDH) nije se značajno razlikovala između kontrolne i ogledne grupe kod tovljenika oba pola, a kao posledica toga i blagog poboljšanja UPDP-a, u grupi tovljenika muškog pola utvrđeno je značajno poboljšanje konverzije hrane ( $p=0,049$ ) pod uticajem CLA. Iz podataka prikazanih u ovoj disertaciji može se zaključiti da je ishrana sa dodatkom CLA imala jači efekat na rezultate tova tovljenika muškog pola, budući da se UPDP i KH tovljenika ženskog pola nije značajno razlikovao između analiziranih grupa. Dodatak CLA u završnu fazu tova mogao bi da ima pozitivne efekte na ekonomičnost proizvodnje tovljenika muškog pola, koji bi se pre svega ogledali u poboljšanju konverzije hrane.

## 7.2. EFEKAT CLA NA KLANIČNE KARAKTERISTIKE, LINEARNE MERE I SASTAV TRUPA SVINJA

U Tabeli 15 prikazana je razlika u klaničnim karakteristikama i dužinama polutki između kontrolne i ogledne grupe tovljenika muškog i ženskog pola. Dodatak CLA u ishranu svinja nije imao značajan uticaj na promenu mase pred klanje, mase i randmana toplog i hladnog trupa, koji su bili približno isti kod obe grupe tovljenika, što je i očekivano, obzirom da nije ustanovljena razlika u masi tovljenika tokom ogleda (Grafikon 1). Gubitak mase nakon 24 sata hlađenja polutki na  $-1$  do  $+4^{\circ}\text{C}$  nije se značajno razlikovao između kontrolne i ogledne grupe i bio je oko 2,3% kod tovljenika muškog i 2,5% kod tovljenika ženskog pola. Navedeni rezultati se slažu sa

istraživanjem **Sun i sar. (2004)** i **Barnes i sar. (2012)**, koji takođe nisu ustanovili značajan efekat ishrane svinja sa CLA na navedene parametre.

Tovljenici u oglednoj grupi imali su nešto duže polutke u odnosu na kontrolu (Tabela 15), za obe ispitivane mere (*Os Pubis – I rebro* i *Os Pubis – Atlas*). Međutim, statistički značajan efekat ishrane svinja sa CLA utvrđen je samo u dužini polutke (*Os Pubis – Atlas*) tovljenika muškog pola, gde su životinje u oglednoj grupi u proseku imale za oko 2 cm duže polutke u odnosu na kontrolu ( $p=0,049$ ).

Tabela 15. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na klanične karakteristike i dužinu polutke kod tovljenika muškog i ženskog pola

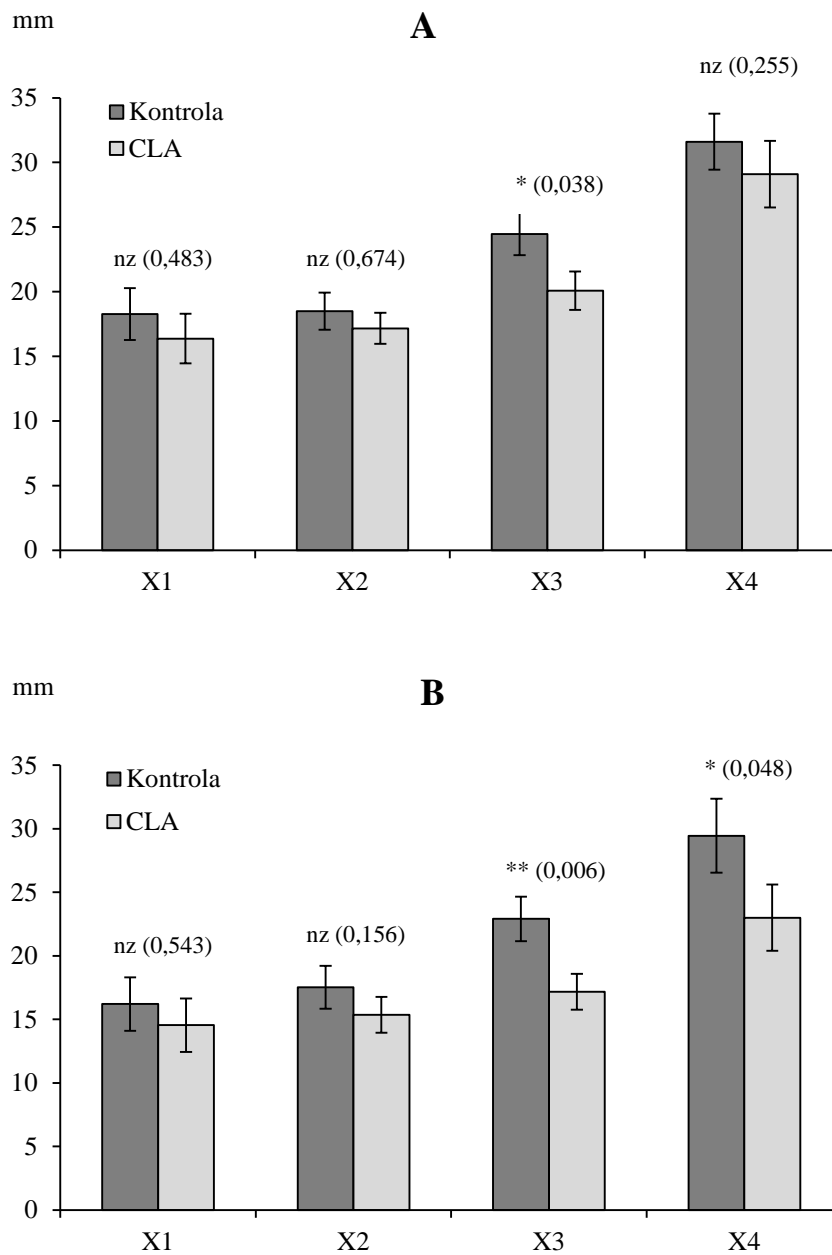
	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
Masa PK <sup>1</sup> (kg)	102,76 ± 3,89	103,50 ± 4,39	nz (0,502)	102,27 ± 4,64	102,62 ± 3,63	nz (0,766)
Masa TT <sup>2</sup> (kg)	81,22 ± 4,52	82,16 ± 4,16	nz (0,419)	81,16 ± 5,41	81,17 ± 4,04	nz (0,995)
Randman TT (%)	78,98 ± 1,75	79,37 ± 1,79	nz (0,411)	79,30 ± 2,15	79,07 ± 1,68	nz (0,675)
Masa HT <sup>3</sup> (kg)	79,37 ± 4,58	80,22 ± 3,95	nz (0,459)	79,11 ± 5,38	79,16 ± 3,90	nz (0,972)
Randman HT (%)	77,19 ± 1,83	77,50 ± 1,72	nz (0,518)	77,29 ± 2,35	77,11 ± 1,52	nz (0,744)
GM hlađenja (%) <sup>4</sup>	2,29 ± 0,52	2,36 ± 0,53	nz (0,634)	2,53 ± 0,72	2,47 ± 0,64	nz (0,755)
	<b>Dužina polutke (cm)</b>					
<i>OsPubis – I rebro</i>	81,93 ± 2,39	82,88 ± 1,97	nz (0,111)	82,50 ± 2,55	83,21 ± 2,34	nz (0,299)
<i>OsPubis – Atlas</i>	98,48 ± 3,12	100,14 ± 3,06	* (0,049)	99,88 ± 3,17	100,08 ± 3,23	nz (0,829)

<sup>1</sup> PK – Pred klanje; <sup>2</sup> TT – Toplog trupa; <sup>3</sup> HT – Hladnog trupa; <sup>4</sup> GM hlađenja – Gubitak mase tokom hlađenja.

Skoro u svim publikovanim radovima o efektima ishrane svinja sa CLA vršena su ispitivanja debljine potkožnog masnog tkiva, kao jednom od glavnih pokazatelja kvaliteta svinjskog trupa. Zamena dela sojinog ulja u u završnoj fazi tova sa 0,75% CLA kod tovljenika muškog pola, u ogledu **Wiegand i sar. (2002)**, uticala je na značajno smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva merene u predelu prvog, poslednjeg i 10. rebra. **Thiel-Cooper i sar. (2001)** su utvrdili značajno smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva u predelu 10. rebra pod uticajem CLA, međutim takve razlike nisu ustanovljene za debljinu PMT-a merenu u predelu prvog i poslednjeg rebra. **Cook i sar. (1998)** su ultrazvučnim merenjima utvrdili da se debljina potkožnog masnog tkiva merena u predelu 10. rebra smanjila za 26% kod svinja hranjenih sa dodatkom 0,95% CLA. Smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva svinja pod

uticajem ishrane sa CLA zabeleženo je i radu **Sun i sar. (2004)**, **Szymczyk (2005)** i **Barnes i sar. (2012)**. Rezultati navedenih istraživanja se slažu sa podacima prikazanim u našem ogledu, gde je utvrđeno da CLA ima značajan uticaj na smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva sa kožom kod oba pola tovljenika.

Kao što je prikazano u Grafikonu 3, kod oba pola, tovljenici u oglednoj grupi imali su tanje potkožno masno tkivo na sva četiri merna mesta, međutim na mestima X1 i X2, iako je postojala, ta razlika nije bila statistički značajna. U grupi tovljenika muškog pola statistički značajna razlika utvrđena je samo za debljinu masnog tkiva na slabinama 8 cm lateralno od medijalne linije u predelu 3. i 4. slabinskog pršljena (X3), gde je utvrđeno da su svinje hranjene sa CLA imale za oko 4,5 mm tanje potkožno masno tkivo sa kožom u odnosu na kontrolu ( $p=0,038$ ). Na istom mernom mestu, tovljenici ženskog pola hranjeni sa CLA imali su za oko 5,7 mm manju debljinu slanine ( $p=0,006$ ), a za razliku od muških, u grupi tovljenika ženskog pola utvrđen je i značajan uticaj CLA na smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva sa kožom merenu na slabinama između 3. i 4. slabinskog pršljena (X4), za oko 6,4 mm u poređenju sa kontrolom ( $p=0,048$ ). Veća debljina masnog tkiva na leđima tovljenika muškog, u odnosu na tovljenike ženskog pola, može biti jedan od razloga zašto nije utvrđen značajan efekat CLA na njeno smanjenje na mernom mestu X4. Tanje potkožno masno tkivo tovljenika hranjenih sa CLA očigledno nije imalo negativan uticaj na povećanje gubitka mase tokom 24 sata hlađenja polutki.



Grafikon 3. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na debljinu potkožnog masnog tkiva sa kožom (mm) tovljenika muškog (**A**) i ženskog (**B**) pola (X1 – na krstima iznad *M. gluteus medius*; X2 – na leđima u predelu između poslednjeg 3. i 4. rebra; X3 – na slabinama 8 cm lateralno od medijalne linije u predelu 3. i 4. slabinskog pršljena; X4 – na slabinama između 3. i 4. slabinskog pršljena). Svaka kolona pretstavlja srednju vrednost  $\pm$  standardna devijacija.



Za razliku od napred navedenih istraživanja u kojima je suplementacija sa CLA vršena u završnoj fazi tova svinja, **Ramsay i sar. (2001)** su ispitali uticaj zamene kukuruznog ulja sa 0,25, 0,5, 1,0 i 2,0% ulja CLA (koje je sadržalo 67% CLA izomera) u ranijoj fazi odgoja svinja (od 20 do 55 kg telesne mase). Autori su utvrdili da su tovljenici oba pola hranjeni sa 0,25 i 0,5% CLA ulja imali značajno deblje potkožno masno tkivo u poređenju sa kontrolom, međutim za ishranu sa višim koncentracijama CLA nije utvrđena značajna razlika u ovom parametru. Odgoj svinja u ranijim fazama, u poređenju sa završnom fazom tova, okarakterisan je nižom akumulacijom masnog tkiva i bržim povećanjem udela mišićnog tkiva u trupu životinja (**Boyd i sar., 1991**), čime se može objasniti odsustvo značajnog efekta CLA na smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva svinja u radu **Ramsay i sar. (2001)**. Na osnovu navedenog može da se zaključi da bi suplementacija sa CLA trebalo da se vrši u završnoj ("finišer") fazi tova svinja, kako bi se uticalo na smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva, jer ona predstavlja važno "oruđe" selekcijskog rada u svinjarstvu i od velikog je značaja pri utvrđivanju mesnatosti i klasiranja trupova.

Udeo osnovnih delova trupa nije se u velikoj meri razlikovao između kontrolne i ogledne grupe kod oba pola tovljenika (Tabela 16). Udeo najvrednijih delova trupa (but i LSD) bio je približno isti u kontrolnoj i oglednoj grupi, kod tovljenika oba pola. Ishrana sa CLA imala je statistički značajan efekat na smanjenje udela plećke u trupovima tovljenika ženskog pola ( $p=0,005$ ), dok kod tovljenika muškog pola nije utvrđena značajna razlika u njenom udelu između ispitivanih grupa. Utvrđeno je povećanja udela filea, u trupovima tovljenika oba pola, pod uticajem CLA ( $p=0,050$  kod muškog i  $p=0,004$  kod ženskog pola). Budući da je file najskuplji deo svinjskog trupa, ishrana svinja sa CLA bi mogla da bude jedan od načina za povećanje njegovog udela u trupu.

Tabela 16. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na udeo osnovnih delova i iznutrica u trupu tovljenika muškog i ženskog pola

%	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
<b>But</b>	23,45 ± 0,92	23,55 ± 0,95	nz (0,774)	23,42 ± 1,31	23,91 ± 1,15	nz (0,345)
<b>LSD</b> <sup>1</sup>	16,00 ± 1,48	15,89 ± 1,23	nz (0,827)	15,90 ± 0,91	15,83 ± 1,06	nz (0,849)
<b>Plečka</b>	11,90 ± 1,24	11,50 ± 0,79	nz (0,312)	12,41 ± 0,68	11,61 ± 0,57	** (0,005)
<b>TRD</b> <sup>2</sup>	11,56 ± 0,79	11,18 ± 0,61	nz (0,153)	11,39 ± 0,63	11,53 ± 0,72	nz (0,599)
<b>Glava</b>	7,75 ± 0,86	7,79 ± 0,67	nz (0,872)	7,77 ± 0,63	7,57 ± 0,70	nz (0,462)
<b>Vrat</b>	8,41 ± 0,53	8,20 ± 1,01	nz (0,479)	7,80 ± 0,56	8,14 ± 0,82	nz (0,258)
<b>Potkolenica</b>	4,09 ± 0,34	3,97 ± 0,35	nz (0,335)	3,95 ± 0,43	3,93 ± 0,27	nz (0,864)
<b>Podlaktica</b>	1,94 ± 0,13	2,02 ± 0,13	nz (0,099)	2,05 ± 0,20	2,09 ± 0,17	nz (0,532)
<b>Potrbušina</b>	6,09 ± 0,72	6,33 ± 0,50	nz (0,300)	6,08 ± 0,67	6,09 ± 0,54	nz (0,964)
<b>Grudi</b>	6,22 ± 1,13	6,41 ± 0,99	nz (0,632)	6,44 ± 1,24	6,32 ± 1,14	nz (0,809)
<b>Noge</b>	1,79 ± 0,21	1,83 ± 0,14	nz (0,509)	1,86 ± 0,20	1,87 ± 0,16	nz (0,912)
<b>File</b>	1,05 ± 0,11	1,13 ± 0,10	* (0,050)	1,07 ± 0,09	1,18 ± 0,08	** (0,004)
<b>Salo</b>	2,33 ± 0,60	2,28 ± 0,44	nz (0,807)	1,94 ± 0,63	1,60 ± 0,32	nz (0,103)
	<b>Iznutrice</b>					
Jetra	1,68 0,20	1,65 0,13	nz (0,567)	1,64 0,20	1,69 0,17	nz (0,387)
Srce	0,31 0,03	0,32 0,02	nz (0,353)	0,31 0,02	0,32 0,03	nz (0,121)
Pluća	0,73 0,13	0,75 0,14	nz (0,781)	0,70 0,11	0,73 0,11	nz (0,322)
Jezik	0,31 0,03	0,32 0,04	nz (0,434)	0,32 0,04	0,32 0,03	nz (0,695)
Slezina	0,24 0,06	0,18 0,04	** (0,003)	0,24 0,06	0,21 0,06	nz (0,083)
Obresci	0,24 0,04	0,25 0,05	nz (0,442)	0,21 0,05	0,23 0,05	nz (0,136)
Bubrezi	0,28 0,04	0,33 0,04	nz (0,071)	0,33 0,05	0,36 0,06	nz (0,141)

<sup>1</sup> LSD – Ledno-slabinski deo; <sup>2</sup> TRD – Trbušno-rebarni deo.

Značajno povećanje mase jetre i slezine utvrđeno je kod miševa koji su hranjeni sa CLA (West i sar., 1998; DeLany i sar., 1999). U istraživanju na svinjama, Ramsay i sar. (2001) nisu ustanovili značajan uticaj CLA na promenu udela jetre, srca i bubrega u trupovima životinja, a do sličnih rezultata su došli i Sun i sar. (2004). Za razliku od njih, Tischendorf i sar. (2002) su utvrdili manju masu slezine kod svinja hranjenih sa CLA u poređenju svinjama iz kontrolne grupe, međutim ta razlika nije bila statistički značajna. Slično istraživanju Tischendorf i sar. (2002) i u ovom ogledu, udeo iznutrice nije se značajno razlikovao između grupa tovljenika, izuzev udela slezine, za koju je utvrđeno da je bio manji kod svinja u oglednoj grupi u poređenju sa kontrolom, kod oba

pola tovljenika (Tabela 16). Kod tovljenika muškog pola ta razlika između grupa bila je statistički značajna ( $p=0,003$ ), dok je kod tovljenika ženskog pola utvrđen samo trend u smanjenju udela slezine pod uticajem CLA ( $p=0,083$ ). Ova promena udela slezine bi mogla da se dovede u vezu sa istraživanjem **Kelley i sar. (2006)**, koji su utvrdili da ishrana miševa sa CLA dovodi do značajne promene masno-kiselinskog sastava slezine, a od kojih u velikoj meri zavisi i efikasnost njenog funkcionisanja u organizmu.

Uticaj CLA na sastav buta, leđno-slabinskog dela i plećke tovljenika prikazan je u Tabeli 17. Udeo mišićnog tkiva buta nije se značajno razlikovao između kontrolne i ogledne grupe, kod oba pola tovljenika. U grupi tovljenika ženskog pola utvrđeno je značajno povećanje udela intermuskularnog masnog tkiva (IMT) buta pod uticajem CLA ( $p=0,002$ ), dok kod tovljenika muškog pola i pored manjeg udela IMT-a u oglednoj grupi životinja, nije utvrđena statistički značajna razlika u odnosu na kontrolnu grupu ( $p=0,191$ ). Ishrana sa CLA imala je efekat na povećanje udela mišićnog tkiva LSD-a, kod oba pola tovljenika. Međutim, statistički značajna razlika između grupa utvrđena je samo kod tovljenika ženskog pola, gde su životinje u oglednoj grupi imale za oko 4% više mišićnog tkiva LSD-a u odnosu na kontrolu ( $p=0,026$ ). Iako su tovljenici muškog pola u oglednoj grupi imali za oko 2% veći udeo mišićnog tkiva u LSD-u u odnosu na kontrolu, to povećanje nije bilo statistički značajno ( $p=0,067$ ), što može da se dovede u vezu sa slabijim efektom koji je CLA imala na smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva leđa tovljenika muškog u odnosu na tovljenike ženskog pola (Grafikon 3). Kod oba pola, tovljenici u oglednoj grupi imali su značajno veći udeo mišićnog tkiva i manji udeo potkožnog masnog tkiva (PMT) leđno-slabinskog dela trupa. Međutim, ishrana svinja sa CLA nije imala efekat na promenu udela IMT-a LSD-a, kod oba pola tovljenika. Disekcijom plećke utvrđeno je da su svinje u oglednoj grupi imale niži udeo PMT-a i veći udeo IMT-a u poređenju sa kontrolom, ali su samo kod tovljenika muškog pola te razlike bile statistički značajne. Ishrana svinja sa CLA nije imala značajan efekat na promenu udela kože i kostiju u butu, LSD-u i plećki, kod tovljenika oba pola.

Tabela 17. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na sastav buta, leđno-slabinskog dela (LSD) i plečke tovljenika muškog i ženskog pola

%	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
<b>But</b>						
Mišićno tkivo	65,42 ± 3,22	66,41 ± 3,17	nz (0,247)	68,22 ± 3,02	68,44 ± 3,99	nz (0,824)
PMT <sup>1</sup>	16,15 ± 3,28	14,91 ± 2,84	nz (0,132)	14,04 ± 2,80	12,85 ± 3,40	nz (0,175)
IMT <sup>2</sup>	5,85 ± 1,04	6,27 ± 1,36	nz (0,191)	4,71 ± 0,93	5,77 ± 1,03	** (0,002)
Koža	4,47 ± 0,87	4,15 ± 0,97	nz (0,195)	4,69 ± 0,67	4,58 ± 0,97	nz (0,627)
Kosti	7,77 ± 0,71	7,89 ± 0,84	nz (0,596)	8,02 ± 1,03	8,07 ± 0,85	nz (0,843)
<b>LSD</b>						
Mišićno tkivo	50,72 ± 2,45	53,01 ± 3,89	nz (0,067)	53,33 ± 5,42	57,70 ± 3,44	* (0,026)
PMT	22,63 ± 4,09	19,46 ± 3,72	* (0,038)	20,69 ± 4,96	14,99 ± 3,60	** (0,004)
IMT	5,75 ± 1,54	6,45 ± 1,93	nz (0,285)	4,44 ± 1,84	5,25 ± 2,00	nz (0,318)
Koža	3,98 ± 0,65	4,12 ± 0,82	nz (0,599)	4,71 ± 0,80	4,59 ± 0,70	nz (0,683)
Kosti	15,90 ± 1,72	16,60 ± 1,84	nz (0,298)	16,52 ± 1,27	17,11 ± 1,52	nz (0,322)
<b>Plečka</b>						
Mišićno tkivo	56,38 ± 4,07	57,08 ± 3,76	nz (0,636)	59,82 ± 4,66	62,15 ± 4,92	nz (0,249)
PMT	20,51 ± 3,89	17,29 ± 4,28	* (0,043)	15,85 ± 5,25	13,11 ± 4,41	nz (0,179)
IMT	6,46 ± 1,70	8,08 ± 1,64	* (0,014)	6,67 ± 1,29	7,34 ± 2,03	nz (0,355)
Koža	5,63 ± 1,09	5,92 ± 0,55	nz (0,281)	6,16 ± 0,94	5,46 ± 0,90	nz (0,077)
Kosti	10,95 ± 1,02	11,31 ± 0,93	nz (0,336)	11,10 ± 1,71	11,60 ± 1,46	nz (0,451)

<sup>1</sup> PMT – Potkožno masno tkivo; <sup>2</sup> IMT – Intermuskularno masno tkivo.

Dodatak CLA u završnu fazu tova svinja imao je značajan uticaj na sastav vrata, grudi i trbušno-rebarnog dela, međutim taj uticaj nije bio isti kod tovljenika muškog i kod tovljenika ženskog pola (Tabela 18). Kod tovljenika muškog pola utvrđeno je da dodatak CLA imao značajan uticaj na smanjenje udela PMT-a ( $p=0,019$ ) i na povećanje udela IMT-a vrata ( $p=0,004$ ), a utvrđen je i trend ( $p<0,1$ ) u povećanju udela mišićnog tkiva vrata i smanjenja udela IMT-a grudi. Za razliku od njih, kod tovljenika ženskog pola utvrđeno je značajno povećanje udela IMT-a u vratu ( $p<0,001$ ) i povećanje udela mišićnog tkiva u grudima ( $p=0,017$ ) i TRD-u ( $p=0,020$ ), dok se udeo PMT-a grudi i TRD-a značajno smanjio pod uticajem CLA. Ishrana sa CLA, za koju je utvrđeno da utiče na značajno povećanje udela mišićnog tkiva (za 5%) i smanjenje udela PMT-a (za 5%) TRD-a tovljenika ženskog pola, mogla bi da bude način za poboljšanje

karakteristika TRD-a trupa i proizvoda koji se dobijaju njegovom preradom (dimljena slanina, panceta).

Tabela 18. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na sastav vrata, grudi i trbušno-rebarnog dela (TRD) tovljenika muškog i ženskog pola

%	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
<b>Vrat</b>						
Mišićno tkivo	63,14 ± 3,61	65,39 ± 3,38	nz (0,096)	66,78 ± 3,34	67,10 ± 2,56	nz (0,792)
PMT <sup>1</sup>	14,55 ± 3,29	11,85 ± 2,48	* (0,019)	12,84 ± 3,20	10,71 ± 2,73	nz (0,092)
IMT <sup>2</sup>	5,27 ± 0,89	6,59 ± 1,32	** (0,009)	4,44 ± 0,99	5,89 ± 0,73	** (0,007)
Koža	2,35 ± 0,54	2,40 ± 0,19	nz (0,749)	2,63 ± 0,27	2,46 ± 0,15	nz (0,114)
Kosti	14,49 ± 1,90	13,55 ± 1,69	nz (0,172)	12,74 ± 1,52	13,40 ± 1,23	nz (0,252)
<b>Grudi</b>						
Mišićno tkivo	49,40 ± 2,86	49,44 ± 3,03	nz (0,971)	49,96 ± 4,09	53,31 ± 2,05	* (0,017)
PMT	18,07 ± 4,14	16,68 ± 3,98	nz (0,367)	17,90 ± 2,19	15,18 ± 3,19	* (0,026)
IMT	12,49 ± 3,35	13,73 ± 2,97	nz (0,300)	12,59 ± 2,75	12,89 ± 1,89	nz (0,751)
Koža	4,37 ± 0,77	4,34 ± 0,65	nz (0,905)	4,41 ± 0,95	4,12 ± 0,39	nz (0,327)
Kosti	15,57 ± 2,43	15,65 ± 1,55	nz (0,917)	14,82 ± 1,72	15,03 ± 1,25	nz (0,737)
<b>TRD</b>						
Mišićno tkivo	45,33 ± 4,95	46,77 ± 5,45	nz (0,463)	50,77 ± 5,71	55,93 ± 4,40	* (0,020)
PMT	25,42 ± 3,47	24,75 ± 4,38	nz (0,654)	22,63 ± 4,90	17,31 ± 4,22	* (0,009)
IMT	16,63 ± 2,81	14,83 ± 2,70	nz (0,090)	12,36 ± 3,00	12,19 ± 2,11	nz (0,868)
Koža	6,19 ± 1,31	6,80 ± 1,26	nz (0,215)	7,44 ± 1,38	7,61 ± 0,88	nz (0,721)
Kosti	6,11 ± 0,80	6,53 ± 0,90	nz (0,196)	6,38 ± 1,00	6,58 ± 0,94	nz (0,611)

<sup>1</sup> PMT – Potkožno masno tkivo; <sup>2</sup> IMT – Intermuskularno masno tkivo.

Dodatak CLA u ishranu svinja uticao je na značajno smanjenje udela PMT-a u potrbušini i podlaktici kod tovljenika oba pola, a kod tovljenika ženskog pola utvrđeno je i značajno smanjenje udela PMT-a u potkolenici (Tabela 19). U grupi tovljenika ženskog pola ishrana sa CLA imala je značajan uticaj i na povećanje udela mišićnog tkiva u potrbušini za oko 3% (p=0,012), dok u grupi tovljenika muškog pola i pored većeg udela mišićnog tkiva u potrbušini ogledne grupe svinja, ova razlika nije bila statistički značajna. Udeo intermuskularnog masnog tkiva potrbušine povećao se pod uticajem CLA, ali je značajna razlika između grupa utvrđena samo kod tovljenika muškog pola (p=0,041). Udeo kože i kostiju analiziranih delova nije se značajno

razlikovao između kontrolne i ogledne grupe, kod tovljenika oba pola. Nije utvrđena statistički značajna razlika u sastavu glave između kontrolne i ogledne grupe, kod tovljenika oba pola (Tabela 19).

Tabela 19. Efekat dodatka CLA na sastav potrbušine, potkolenice, podlaktice i glave tovljenika muškog i ženskog pola

%	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
<b>Potrbušina</b>						
Mišićno tkivo	38,60 ± 2,08	39,22 ± 2,29	nz (0,448)	37,98 ± 1,43	40,79 ± 2,69	* (0,012)
PMT <sup>1</sup>	42,48 ± 2,42	39,09 ± 3,05	** (0,003)	41,64 ± 1,80	39,70 ± 2,34	* (0,036)
IMT <sup>2</sup>	6,44 ± 1,95	8,27 ± 2,61	* (0,041)	6,36 ± 1,83	7,08 ± 1,74	nz (0,333)
Koža	12,54 ± 1,48	12,89 ± 0,98	nz (0,456)	13,14 ± 0,89	12,85 ± 1,14	nz (0,504)
<b>Potkolenica</b>						
Mišićno tkivo	44,87 ± 3,36	46,30 ± 2,51	nz (0,208)	47,46 ± 3,84	48,68 ± 1,90	nz (0,324)
PMT	11,74 ± 2,74	10,54 ± 2,90	nz (0,260)	10,16 ± 1,10	8,66 ± 1,85	* (0,031)
IMT	5,39 ± 0,95	5,94 ± 1,06	nz (0,665)	4,94 ± 0,99	5,24 ± 1,35	nz (0,314)
Koža	11,40 ± 1,05	10,73 ± 1,09	nz (0,105)	11,61 ± 1,98	10,93 ± 0,83	nz (0,269)
Kosti	26,47 ± 2,15	26,07 ± 1,75	nz (0,590)	25,44 ± 2,26	26,67 ± 0,89	nz (0,113)
<b>Podlaktica</b>						
Mišićno tkivo	38,38 ± 2,32	39,51 ± 2,09	nz (0,181)	38,77 ± 2,62	41,28 ± 2,13	nz (0,117)
PMT	9,75 ± 1,16	7,64 ± 1,02	* (0,033)	9,25 ± 1,87	8,17 ± 1,57	* (0,047)
IMT	3,35 ± 0,90	3,19 ± 0,91	nz (0,219)	2,70 ± 0,76	2,58 ± 0,59	nz (0,448)
Koža	14,36 ± 1,12	13,78 ± 1,10	nz (0,173)	13,53 ± 1,85	14,21 ± 1,30	nz (0,305)
Kosti	34,49 ± 1,60	35,38 ± 1,69	nz (0,157)	35,38 ± 1,60	34,53 ± 1,81	nz (0,240)
<b>Glava</b>						
Mišićno tkivo	20,86 ± 1,89	21,16 ± 2,01	nz (0,157)	22,14 ± 2,18	23,63 ± 2,31	nz (0,121)
Masno	10,87 ± 3,81	9,62 ± 3,91	nz (0,306)	9,55 ± 3,27	9,35 ± 3,00	nz (0,721)
Koža	14,10 ± 1,91	14,48 ± 1,20	nz (0,530)	14,88 ± 2,49	14,62 ± 0,86	nz (0,728)
Kosti	49,60 ± 3,16	48,54 ± 1,31	nz (0,254)	47,32 ± 2,89	48,57 ± 1,54	nz (0,192)
Uši	6,16 ± 1,06	6,22 ± 1,05	nz (0,892)	6,35 ± 1,19	6,35 ± 0,80	nz (0,986)

<sup>1</sup> PMT – Potkožno masno tkivo; <sup>2</sup> IMT – Intermuskularno masno tkivo.

Kako se navodi u većini istraživanja, ishrana svinja sa CLA u završnoj fazi tova utiče na smanjenje količine masnog tkiva i, kao posledica toga, na povećanje udela mišićnog tkiva u trupu životinja (Dugan i sar., 1997; Dunshea i sar., 1998; Thiel i

sar., 1998; Ostrowska i sar., 1999; Tishendorf i sar., 2002; Wiegand i sar., 2002). **Dugan i sar. (1997)** su utvrdili da su svinje hranjene sa CLA imale manje PMT-a (za -6,8%  $p=0,01$ ) i veći udeo mišićnog tkiva (za +2,3%  $p=0,03$ ) u poređenju sa svinjama u kontrolnoj grupi. **Dunshea i sar. (1998)** i **Ostrowska i sar. (1999)** navode smanjenje PMT-a svinja za 25 do 30% pod uticajem CLA. Ispitujući efekat različitih udela CLA u hrani u tovu svinja (od 61 do 108 kg mase), **Szymczyk (2005)** navodi da se sa 0,4% CLA u hrani postiže najbolji rezultati u smanjenju količine potkožnog masnog tkiva u trupu tovljenika i da dalje povećanje njene koncentracije dovodi do pogoršanja proizvodnih rezultata. **Swan i sar. (2001)** su ustanovili povećanje udela mišićnog tkiva slabinskog dela tovljenika muškog pola, pod uticajem ishrane sa dodatkom od 0,75% CLA ( $p<0,05$ ). Isti autori navode i da CLA nije uticala na sastav buta svinja. Sa druge strane, dodatak CLA u ogledu **Ramsay i sar. (2001)**, **Gatlin i sar. (2002)**, **Lauridsen i sar. (2005)**, **White i sar. (2009)** i **Barnes i sar. (2012)** nije značajno uticao na promenu udela mišićnog tkiva u trupu svinja, u vezi sa čim **Ramsay i sar. (2001)** navode da bi ishrana svinja sa CLA trebala da se vrši u završnoj fazi tova ("finišer" fazi), gde životinje talože više masnog tkiva, da bi CLA imala maksimalni uticaj na sastav trupa.

U Tabeli 20 prikazan je sastav trupa tovljenika oba pola u kontrolnoj i oglednoj grupi. Ishrana svinja sa CLA u završnoj fazi tova imala je značajan uticaj na povećanje udela mišićnog tkiva u trupu tovljenika ženskog pola ( $p=0,017$ ) za oko 3%, dok kod tovljenika muškog pola, i pored povećanja, nije utvrđena značajna razlika u udelu mišićnog tkiva između kontrolne i ogledne grupe ( $p=0,233$ ). Efekat CLA na povećanje udela mišićnog tkiva bio je značajniji kod tovljenika ženskog pola, što je i očekivano, jer je za razliku od muških, kod njih utvrđeno povećanje udela mišićnog tkiva u LSD-u, grudima, TRD-u i potrbušini (Tabele 17-19). Svinje oba pola su u oglednoj grupi imale značajno manji udeo PMT-a u trupu, za oko 2% kod tovljenika muškog ( $p=0,033$ ) i 4% kod tovljenika ženskog pola ( $p=0,005$ ), u odnosu na kontrolu. Udeo IMT-a, kože i kostiju u trupu svinja nije se značajno razlikovao između grupa, jedino je u grupi tovljenika ženskog pola utvrđen trend u povećanju udela kostiju u trupu pod uticajem CLA ( $p=0,061$ ). Veći udeo mišićnog tkiva i manji udeo PMT-a tovljenika ženskog pola hranjenih sa CLA uticao je i na odnos mišićnog i masnog tkiva, koji je bio viši u poređenju sa kontrolom ( $p=0,052$ ). U grupi tovljenika muškog pola, CLA nije imala statistički značajan uticaj na navedeni parametar.

Tabela 20. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na sastav trupa tovljenika muškog i ženskog pola

%	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
<b>Mišićno tkivo</b>	51,04 ± 2,79	52,29 ± 2,74	nz (0,233)	53,45 ± 3,32	56,56 ± 2,55	* (0,017)
<b>PMT</b> <sup>1</sup>	20,76 ± 2,81	18,53 ± 2,53	* (0,033)	18,48 ± 3,14	14,89 ± 2,54	** (0,005)
<b>IMT</b> <sup>2</sup>	6,80 ± 0,97	7,37 ± 1,00	nz (0,130)	5,85 ± 0,92	6,41 ± 0,99	nz (0,171)
<b>Koža</b>	5,85 ± 0,59	6,15 ± 0,45	nz (0,140)	6,55 ± 0,53	6,39 ± 0,42	nz (0,426)
<b>Kosti</b>	12,77 ± 0,49	13,08 ± 0,62	nz (0,145)	12,84 ± 0,59	13,33 ± 0,61	nz (0,061)
<b>Ukupno masno tkivo</b> <sup>3</sup>	27,56 ± 3,28	25,84 ± 3,33	nz (0,172)	24,31 ± 3,78	21,27 ± 3,34	* (0,048)
<b>Mišićno/masno tkivo</b>	1,89 ± 0,37	2,07 ± 0,36	nz (0,209)	2,28 ± 0,57	2,73 ± 0,52	nz (0,052)

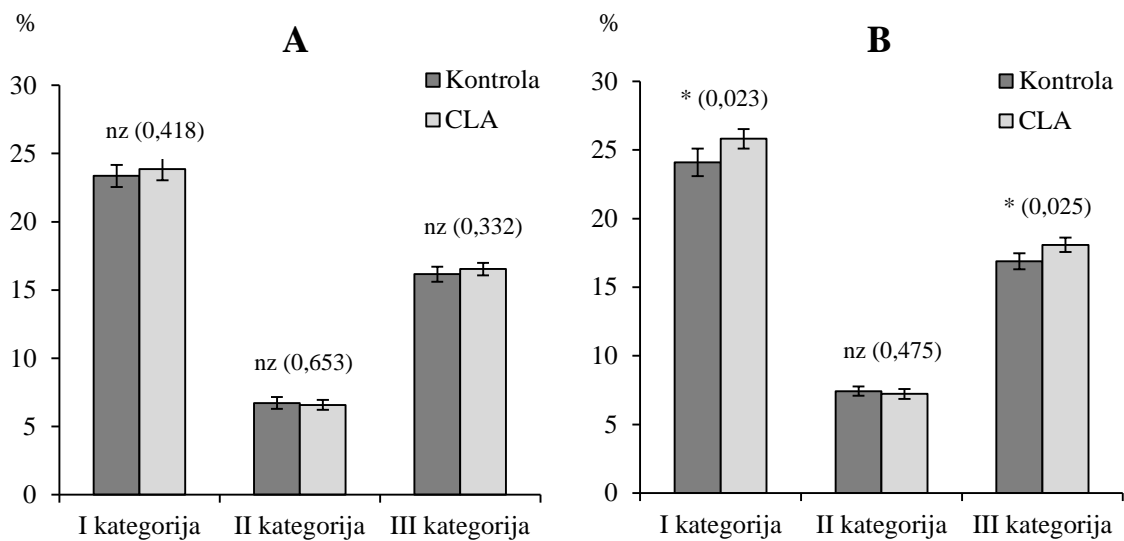
<sup>1</sup> PMT – Potkožno masno tkivo; <sup>2</sup> IMT – Intermuskularno masno tkivo; <sup>3</sup> Ukupno masno tkivo=PMT + IMT.

**Azain (2003) i Barnes i sar. (2012)** navode da mnogi faktori utiču na efikasnost CLA da utiče na smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva i povećanja procenta mišićnog tkiva svinja, a najvažniji su: prisustvo životinjskih masti u hrani (koje utiču na smanjenje efekta CLA), debljina potkožnog masnog tkiva svinja (svinje sa debljinom PMT-a > 23 mm reaguju bolje na CLA) i pol (svinje muškog pola imaju više potkožnog masnog tkiva, pa zato reaguju bolje na CLA, u poređenju sa svinjama ženskog pola). U vezi sa tim, **Tischendorf i sar. (2002)** navode da je ishrana svinja sa CLA uticala na značajno povećanje udela mišićnog tkiva i smanjenje debljine PMT-a tovljenika muškog pola, dok kod tovljenika ženskog pola CLA nije imala značajan efekat na navedene parametre. Kao što je i očekivano, u ovom ogledu, tovljenici ženskog pola u kontrolnoj grupi imali su veći udeo mišićnog tkiva u poređenju sa muškim (Tabela 19). Međutim, iz podataka prikazanim u Tabelama 17-20, može se videti da je ishrana sa CLA tokom poslednjih 45 dana tova, imala veći uticaj na promenu sastava trupa tovljenika ženskog pola, što se kosi sa napred navedinim istraživanjima. Kod tovljenika ženskog pola utvrđeno je značajno povećanje udela mišićnog tkiva i smanjenje udela PMT-a u LSD-u, grudima, TRD-u, potrbušini i podlaktici, u odnosu na životinje muškog pola. S tim u vezi, u trupu tovljenika ženskog pola utvrđeno je i značajno povećanje udela mišićnog tkiva za oko 3% (p=0,017) i smanjenje PMT-a za oko 4% (p=0,005) (Tabela 20). Što se tiče sastava trupa tovljenika muškog pola, utvrđene su samo tendencije u povećanju procenta mišićnog tkiva kod LSD-a (p=0,067) i vrata



( $p=0,096$ ), ali je utvrđeno statistički značajno smanjenje procenta PMT-a u LSD-u, plečki, vratu, potrbušini i podlaktici.

U Grafikonu 4 prikazan je udeo mišićnog tkiva I (buta i LSD-a), II (plećka) i III (grudi, TRD-a, vrata, potkolenice i podlaktice) kategorije. Dodatak CLA u ishranu tovljenika ženskog pola imao je značajan efekat na povećanje udela mišićnog tkiva delova I i III kategorije u trupu životinja, dok kod tovljenika muškog pola nije utvrđena statistički značajna razlika između grupa u udelu mišićnog tkiva I, II i III kategorije.



Grafikon 4. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na udeo mišićnog tkiva I (but+LSD), II (plećka) i III (grudi+TRD+vrat+potkolenica+podlaktica) kategorije u trupu tovljenika muškog (A) i ženskog (B) pola. Svaka kolona pretstavlja srednju vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

Evidentno je da je ishrana svinja sa CLA u završnoj fazi tova imala veći uticaj na poboljšanje mesnatosti i sastava trupa tovljenika ženskog u odnosu na tovljenike muškog pola. Ishrana tovljenika ženskog pola sa CLA bi mogla da bude jedan od načina za povećanje isplativosti proizvodnje, koja bi se prvenstveno ogledala u povećanju udela mišićnog tkiva u trupu i u najvrednijim delovima trupa.

### 7.3. EFEKAT CLA NA HEMIJSKI I TEHNOLOŠKI KVALITET MESA SVINJA

Prema **Hofmann-u (1994)** meso se može razvrstati u BMV (bledo-mekovodnjikavo) ukoliko je pH merena 45 min nakon klanja  $<5,8$ , zatim meso sumnjivo na BMV za  $pH_{45}$  od 5,8 do 6,0 i u "normalno" meso za  $pH_{45} > 6,0$ . U ovom ogledu vrednosti  $pH_{45}$  mesa nisu se razlikovale između kontrolne i ogledne grupe svinje, kod tovljenika oba pola, a bile su veće od 6,0 kod sva tri analizirana mišića. Sa druge strane, finalna pH vrednost analiziranih mišića, tj. pH 24 sati nakon klanja, bila je značajno niža kod svinja u oglednoj grupi, kod tovljenika oba pola (Tabela 21).  $pH_{24}$  utiče na više parametara kvaliteta mesa, kao što je SVV, gde se pri nižim pH vrednostima narušava proteinska struktura mišića, SVV se smanjuje, a količina otpuštenog mesnog soka se povećava. Kako navodi **Lawrie (1998)** kod svinjskog mesa normalnog kvaliteta pH 24 sati nakon klanja varira između 5,5 i 6,0. U ovom ogledu, svinje hranjene sa dodatkom CLA imale su nešto niže vrednosti  $pH_{24}$  između 5,4 i 5,5 (Tabela 21). Međutim, nisu utvrđene promene u kvalitetu mesa koje su povezane sa nižim pH vrednostima, kao što je pojava BMV mesa kod koga je vrednost SVV oko 8% ili više (**Joo i sar., 1995**), jer se u ovom ogledu SVV mišića svinja ogledne grupe kretala između 1,9 i 2,6% (Tabela 21). U istraživanju **Corino i sar. (2008)** dodatak CLA je uticao na značajno smanjenje  $pH_{24}$  vrednosti mesa ( $p < 0,05$ ), što se slaže sa rezultatima koje navode **Migdal i sar. (2004)**. Sa druge strane, **Dugan i sar. (1999)**, **Eggert i sar. (2001)**, **Tischendorf i sar. (2002)** i **Lauridsen i sar. (2005)** nisu utvrdili značajan uticaj CLA na promenu  $pH_{24}$  vrednosti mesa. **Wiegand i sar. (2001)** nisu utvrdili značajan uticaj ishrane sa 0,75% CLA u završnoj fazi tova tovljenika muškog pola na finalnu pH vrednost mesa, ali navode da je pH mesa merena 3 sata *post-mortem* bila značajno niža kod svinja ogledne grupe. Ova razlika u pH vrednosti mesa neposredno posle klanja, navedeni autori povezuju sa razgradnjom veće količine glikogena u mišiću, koji se usled poboljšanja konverzije hrane pod uticajem CLA, više taloži u mišićima životinja iz ogledne grupe u poređenju sa kontrolom, što bi mogao da bude i razlog za utvrđeno smanjenje  $pH_{24}$  vrednosti kod svinja hranjenih sa CLA u ovom ogledu.

Vrednosti gubitka mase pri kuvanju (%) analiziranih mišića nisu se statistički značajno razlikovale između grupa kod tovljenika oba pola, a trend ( $p=0,088$ ) u

povećanju gubitka mase pri kuvanju pod uticajem CLA, utvrđen je samo u grupi tovljenika ženskog pola za *M. longissimus dorsi* (Tabela 21).

Tabela 21. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na tehnološki kvalitet mesa tovljenika muškog i ženskog pola

	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
<i>M. gluteus medius</i>						
pH (45min)	6,30 ± 0,16	6,23 ± 0,19	nz (0,158)	6,34 ± 0,18	6,26 ± 0,20	nz (0,140)
pH (24h)	5,61 ± 0,07	5,45 ± 0,05	*** (<0,001)	5,65 ± 0,08	5,46 ± 0,04	*** (<0,001)
SVV <sup>1</sup> (cm <sup>2</sup> )	12,21 ± 1,31	11,88 ± 1,15	nz (0,590)	11,50 ± 0,96	11,95 ± 1,08	nz (0,358)
SVV (ml)	9,18 ± 0,82	9,05 ± 0,66	nz (0,734)	8,52 ± 0,47	9,03 ± 0,65	nz (0,069)
GM <sup>2</sup> kuvanja (%)	27,39 ± 1,82	26,75 ± 2,06	nz (0,514)	26,33 ± 1,90	26,93 ± 1,62	nz (0,469)
Mekoća (kg)	7,74 ± 1,82	6,47 ± 1,37	nz (0,123)	7,04 ± 1,25	7,93 ± 0,59	nz (0,057)
<i>M. longissimus dorsi</i>						
pH (45min)	6,10 ± 0,12	6,07 ± 0,20	nz (0,500)	6,14 ± 0,15	6,10 ± 0,19	nz (0,415)
pH (24h)	5,51 ± 0,05	5,44 ± 0,03	*** (<0,001)	5,53 ± 0,04	5,44 ± 0,03	*** (<0,001)
SVV (cm <sup>2</sup> )	12,86 ± 1,24	13,19 ± 0,96	nz (0,527)	12,89 ± 1,54	13,34 ± 0,90	nz (0,488)
SVV (ml)	9,24 ± 0,74	9,30 ± 0,72	nz (0,870)	9,36 ± 0,89	9,56 ± 0,75	nz (0,465)
GM kuvanja (%)	28,23 ± 1,71	29,22 ± 1,25	nz (0,174)	27,91 ± 2,66	29,79 ± 1,25	nz (0,088)
Mekoća (kg)	6,40 ± 1,68	6,29 ± 1,65	nz (0,267)	6,21 ± 0,87	7,14 ± 1,10	* (0,039)
<i>M. triceps brachii</i>						
pH (45min)	6,22 ± 0,18	6,20 ± 0,20	nz (0,677)	6,29 ± 0,12	6,23 ± 0,18	nz (0,250)
pH (24h)	5,63 ± 0,02	5,55 ± 0,04	** (0,003)	5,62 ± 0,15	5,46 ± 0,13	*** (<0,001)
SVV (cm <sup>2</sup> )	12,44 ± 1,71	12,75 ± 0,52	nz (0,221)	13,58 ± 1,39	14,09 ± 1,06	* (0,031)
SVV (ml)	8,95 ± 0,76	9,29 ± 0,69	nz (0,242)	9,55 ± 0,94	9,68 ± 1,11	nz (0,462)
GM kuvanja (%)	28,41 ± 2,35	29,75 ± 1,83	nz (0,300)	31,59 ± 3,32	30,46 ± 2,13	nz (0,625)
Mekoća (kg)	6,23 ± 1,84	5,94 ± 1,79	nz (0,190)	7,36 ± 1,05	6,16 ± 0,49	* (0,019)

<sup>1</sup> SVV-Sposobnost vezivanja vode; <sup>2</sup> GM – Gubitak mase.

Iako nije utvrđena promena pH24 vrednosti mesa pod uticajem ishrane sa CLA, u ogledu **Szmczyk (2005)** utvrđeno je da CLA utiče na poboljšanje SVV mesa. U vezi sa tim, **Hayek i sar. (1999)** navode da inkorporacija CLA izomera u fosfolipidne frakcije masti i efekat koji ima na sastav masnih kiselina (prvenstveno smanjenje udela PUFA), može da utiče na smanjenje propustljivosti ćelijskih membrana, pa time i na smanjenje količine otpuštene tečnosti i poboljšanje SVV mesa. U ovom ogledu, nije

utvrđen značajan uticaj CLA na promenu SVV *M. gluteus medius*-a i *M. longissimus dorsi*-a, kod oba pola tovljenika (Tabela 21), što se slaže sa istraživanjem **Lauridsen i sar. (2005)**. Jedino je kod tovljenika ženskog pola utvrđeno da su svinje ogledne grupe imale značajno veće vrednosti SVV (cm<sup>2</sup>) *M. triceps brachii*-a u poređenju sa kontrolom (p=0,031). U ogledu **Wiegand i sar. (2002)** dodatak 0,75% CLA u ishranu tovljenika muškog pola nije uticao na promenu SVV mesa, međutim, nakon 28 dana skladištenja utvrđeno je da je SVV mesa svinja u oglednoj grupi bila bolja u poređenju sa kontrolom. Navedeni rezultati se slažu sa istraživanjem **Joo i sar. (2002)** koji nisu utvrdili promene u pH24 vrednostima i SVV mesa tovljenika ženskog pola hranjenih sa 1, 2,5 i 5% CLA poslednje 4 nedelje tova, ali je utvrđeno poboljšanje SVV mesa svinja hranjenih sa CLA nakon 7 dana skladištenja na +4°C.

Niže pH vrednosti mogu uticati i na smanjenje mekoće mesa, kao posledica smanjenja SVV (**van Laack i sar., 2001**). U ovom ogledu, CLA je uticala na smanjenje mekoće, tj. povećanje vrednosti sile sečenja, *M. longissimus dorsi*-a i *M. triceps brachii*-a kod tovljenika ženskog pola, dok kod tovljenika muškog pola ovakve razlike nisu utvrđene (Tabela 21). Međutim, zbog visokih vrednosti standardne devijacije mekoće *M. gluteus medius*-a, utvrđen je samo trend (p<0,1) u smanjenju mekoće tovljenika ženskog pola, što bi značilo da su potrebna dodatna istraživanja kako bi se u potpunosti utvrdilo da li ishrana sa CLA ima uticaj na ovaj parametar kvaliteta mesa. Međutim, ogledom na zečevima **Corino i sar. (2003)** navode da CLA može da ima pozitivan efekat na mekoću mesa, tako što utiče na smanjenje količine intramuskularnog kolagena i njegove stabilnosti. **Dugan i sar. (1999)** nisu utvrdili statističke značajan uticaj zamene suncokretovog ulja u završnoj fazi tova svinja sa 2% CLA na promenu vrednosti sile sečenja *M. longissimus thoracis* kod tovljenika oba pola.

Dodatak CLA u završnu fazu tova svinja imao je sličan uticaj na hemijski sastav analiziranih mišića i kod tovljenika muškog i kod tovljenika ženskog pola, koji se prvenstveno ogledao u povećanju udela intramuskularne masti (Tabela 22). Kod oba pola tovljenika, ishrana svinja sa CLA uticala je na značajno povećanje udela masti mišića buta (za oko 0,4%) i plečke (za oko 0,5%), dok je kod leđnog mišića utvrđen samo trend u povećanju udela intramuskularne masti (p<0,1). Svinje iz ogledne grupe su kod oba pola tovljenika imale i značajno manji udeo vode u *M. gluteus medius*-u u poređenju sa svinjama iz kontrolne grupe, međutim takve razlike između grupa nisu

utvrđene za druga dva analizirana mišića. Udeo pepela i proteina u analiziranim mišićima nije se značajno promenio pod uticajem CLA, kod tovljenika oba pola. Iz podataka prikazanih u Tabeli 22, može se videti da CLA nije imala statistički značajan uticaj samo na hemijski sastav *M. longissimus dorsi*-a, međutim veći sadržaj intramuskularne masti za oko 0,4% kod oba pola tovljenika, u ogleđnoj grupi u odnosu na kontrolu, iako nije bio statistički značajan, trebalo bi uzeti u razmatranje u budućim istraživanjima.

Tabela 22. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na hemijski sastav mesa tovljenika muškog i ženskog pola

%	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
<i>M. gluteus medius</i>						
Voda	74,23 ± 0,66	73,73 ± 0,74	** (0,010)	74,55 ± 0,76	74,03 ± 0,77	* (0,021)
Mast	1,87 ± 0,50	2,21 ± 0,64	* (0,040)	1,39 ± 0,40	1,72 ± 0,57	* (0,030)
Pepeo	1,20 ± 0,06	1,20 ± 0,04	nz (0,690)	1,20 ± 0,04	1,19 ± 0,07	nz (0,564)
Protein	22,67 ± 0,47	22,91 ± 0,60	nz (0,122)	22,75 ± 0,61	23,09 ± 0,71	nz (0,092)
<i>M. longissimus dorsi</i>						
Voda	72,79 ± 1,52	72,69 ± 1,12	nz (0,837)	73,56 ± 1,11	73,41 ± 1,58	nz (0,796)
Mast	1,58 ± 0,26	1,95 ± 0,44	nz (0,063)	1,17 ± 0,27	1,58 ± 0,57	nz (0,087)
Pepeo	1,19 ± 0,05	1,16 ± 0,07	nz (0,290)	1,21 ± 0,03	1,21 ± 0,05	nz (0,916)
Protein	23,56 ± 0,24	23,83 ± 0,54	nz (0,207)	23,81 ± 0,55	23,60 ± 0,50	nz (0,396)
<i>M. triceps brachii</i>						
Voda	75,32 ± 1,06	74,37 ± 0,97	nz (0,287)	75,52 ± 0,25	75,38 ± 0,36	nz (0,541)
Mast	1,73 ± 0,26	2,24 ± 0,31	** (0,010)	1,58 ± 0,62	2,04 ± 0,51	* (0,043)
Pepeo	1,19 ± 0,02	1,20 ± 0,04	nz (0,489)	1,18 ± 0,08	1,18 ± 0,06	nz (0,910)
Protein	21,61 ± 0,76	22,02 ± 0,96	nz (0,437)	22,32 ± 0,81	22,39 ± 0,33	nz (0,782)

Veći sadržaj intramuskularne masti svinja hranjenih sa CLA u skladu je sa istraživanjem **Joo i sar. (2002)**. Povećanje udela intramuskularne masti svinja pod uticajem ishrane sa CLA zabeleženo je i u drugim istraživanjima (**Dugan i sar., 1999; Wiegand i sar., 2001; Sun i sar., 2004; Martin i sar., 2007**). Sa druge strane, **Lauridsen i sar. (2005)** nisu utvrdili promene u količini intramuskularne masti *M. longissimus dorsi* tovljenika muškog pola usled dodatka 0,5% CLA u završnoj fazi tova, a neki autori navode čak i smanjenje količine intramuskularnog masnog tkiva svinja pod

uticajem CLA (**Thiel-Cooper i sar., 2001; Intarapichet i sar., 2008**), što može biti posledica različite vrste ulja korišćene u ishrani kontrolne grupe svinja. U ogledu **Wiegand i sar. (2001)** utvrđen je značajan uticaj ( $p < 0,04$ ) CLA na udeo vode *M. longissimus dorsi*, koji je bio za 0,6% manji kod svinja ogledne grupe, što se slaže sa podacima prikazanim u ovom ogledu. Udeo intramuskularne masti je u pozitivnoj korelaciji sa kvalitetom sušenih proizvoda od mesa, kao što je pršut, jer veći udeo intramuskularne masti ima pozitivan uticaj na mekoću i intezitet arome (**Gandemer, 2002**). Povećani sadržaj masti u mesu svinja hranjenih sa CLA, koji je utvrđen u ovom ogledu, mogao bi da utiče na poboljšanje kvaliteta proizvoda dobijenih od mesa ovih svinja.

Nije utvrđen značajan uticaj CLA na sadržaj ukupnih pigmenata *M. longissimus dorsi*-a kod tovljenika oba pola (Tabela 23). CLA je uticala na značajno povećanje  $L^*$  vrednosti *M. longissimus dorsi*-a tovljenika ženskog pola ( $p = 0,042$ ), dok kod životinja muškog pola veća  $L^*$  vrednost mesa svinja u oglednoj grupi nije se statistički značajno razlikovala u poređenju sa kontrolom ( $p = 0,069$ ). Udeo crvene ( $a^*$ ) i žute ( $b^*$ ) boje *M. longissimus dorsi*-a nije se menjao pod uticajem ishrane sa CLA (Tabela 23). Ishrana svinja sa CLA nije uticala ni na promenu Hue i Chroma vrednosti *M. longissimus dorsi*-a, kod tovljenika oba pola.

Tabela 23. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na sadržaj ukupnih pigmenata i CIE  $L^*a^*b^*$  vrednosti *M. longissimus dorsi*-a tovljenika muškog i ženskog pola

	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
UP (mg/kg) <sup>1</sup>	24,77 ± 4,69	24,99 ± 3,59	nz (0,920)	27,03 ± 5,97	29,78 ± 2,97	nz (0,219)
$L^*$	50,20 ± 1,92	53,00 ± 2,83	nz (0,069)	51,39 ± 1,83	54,43 ± 5,12	* (0,042)
$a^*$	9,81 ± 2,50	10,42 ± 1,67	nz (0,690)	9,49 ± 1,93	9,94 ± 2,05	nz (0,331)
$b^*$	6,58 ± 0,97	6,54 ± 1,85	nz (0,964)	6,81 ± 0,78	6,93 ± 1,11	nz (0,897)
$H^0$ <sup>2</sup>	34,47 ± 2,03	31,75 ± 3,93	nz (0,091)	36,89 ± 3,90	35,10 ± 2,64	nz (0,330)
$C^*$ <sup>3</sup>	12,72 ± 1,89	13,34 ± 1,21	nz (0,244)	11,35 ± 1,69	12,13 ± 2,27	nz (0,402)

<sup>1</sup> UP - Ukupni pigmenti; <sup>2</sup>  $H^0$  (Hue) =  $[\arctangent(b^*/a^*) \times 180/3,142]$ ; <sup>3</sup>  $C^*$  (Chroma) =  $[(a^{*2} + b^{*2})^{0,5}]$ .

**Karlsson i sar. (1993)** navode da boja mesa zavisi od pH, jer je pri nižim pH vrednostima proteinska struktura mišića više "otvorena" i rasipa svetlost, što daje mesu bleđi izgled, a u vezi sa tim **Wiegand i sar. (2001)** su utvrdili negativnu korelaciju

između pH vrednosti i svetloće mesa ( $L^*$  vrednosti). **Dugan i sar. (1999)** navode da ishrana svinja sa CLA nije uticala na promenu svetloće mesa, ali je uticala na blago povećanje hroma vrednosti ( $H^0$ -zasićenost boje) slabinskog dela *M. longissimus dorsi*-a. **Thiel i sar. (1998)** su ustanovili povećanje u  $a^*$  vrednosti sa povećanjem udela CLA od 0 do 1% u hrani, a autori navode i da dodatak CLA može pozitivno da utiče na očuvanje boje mesa. **Wiegand i sar. (2001)** nisu utvrdili razlike u udelu crvene boje mesa ( $a^*$ ), ali su ustanovili značajno povećanje  $b^*$  i  $L^*$  vrednosti mesa pod uticajem ishrane sa CLA. **Intarapichet i sar. (2008)** navode da je ledni mišić imao značajno svetliju boju (veće  $L^*$  vrednosti), dok su **Corino i sar. (2008)** utvrdili povećanje udela žute boje ( $b^*$ ) svinja hranjenih sa CLA. **Szymczyk (2005)** navodi da su svinje hranjene sa 0,6% CLA imale veću  $L^*$  vrednost *M. longissimus dorsi* u poređenju sa kontrolom i sa svinjama hranjenim sa dodatkom 0,1, 0,2, i 0,4% CLA. U ovom ogledu, nije utvrđen značajan uticaj CLA na  $a^*$  i  $b^*$  vrednosti *M. longissimus dorsi*, kod tovljenika oba pola, ali je  $L^*$  vrednost mišića svinja ogledne grupe bila značajno viša u poređenju sa kontrolom (Tabela 23), što je verovatno posledica niže pH vrednosti nakon 24 sata hlađenja, koja je utvrđena kod tovljenika oba pola. Sa druge strane, **Eggert i sar. (2001)**, **Joo i sar. (2002)**, **Martin i sar. (2007)** i **Barnes i sar. (2012)** nisu utvrdili promene  $L^*$  vrednosti mesa usled ishrane svinja sa CLA.

#### 7.4. EFEKAT CLA NA SASTAV MASNIH KISELINA MIŠIĆNOG I MASNOG TKIVA SVINJA

Ishrana svinja sa CLA u završnoj fazi tova uticala je na značajnu promenu sastava masnih kiselina masti ekstrahovane iz potkožnog masnog tkiva leđa, potkožnog masnog tkiva potrbušine, intermuskularnog masnog tkiva buta i intramuskularne masti *M. Gluteus medius*-a (Tabele 24-27).

Uticaj CLA na masno-kiselinski sastav masti ekstrahovane iz potkožnog masnog tkiva na leđima, kod tovljenika muškog i ženskog pola, prikazan je u Tabeli 24. Kod oba pola tovljenika, svinje iz ogledne grupe imale su značajno veći udeo ukupnih SFA, koji se ogledao u većem udelu miristinske (14:0), palmitinske (16:0), margarinske (17:0) i stearinske (18:0) kiseline. Kod tovljenika oba pola CLA je uticala i na značajno

smanjenje udela oleinske (18:1c) kiseline, što je uticalo i na značajno manji udeo ukupnih MUFA, iako se udeo elaidinske (18:1t) kiseline povećao. Udeo polinezasićenih masnih kiselina, kao što su eikozadienoinske (20:2), arahidonske (20:4) i konjugovane linolne kiseline (CLA), bio je značajno manji u ogleđnoj grupi, kod tovljenika oba pola, međutim to smanjenje nije uticalo na promenu ukupnih PUFA. Smanjenje udela pojedinačnih nezasićenih masnih kiselina uticalo je da udeo ukupnih nezasićenih masnih kiselina (UFA – Unsaturated Fatty Acids, eng) bude statistički značajno manji u ogleđnoj u odnosu na kontrolnu grupu, kod oba pola tovljenika. Za razliku od tovljenika ženskog pola, kod tovljenika muškog pola utvrđen je značajan efekat CLA na smanjenje udela palmitoleinske (16:1) i eikozenoinske kiseline (20:1). Udeo ukupnih n-6 i n-3 masnih kiselina, kao i njihov odnos (n-6 / n-3), nije se značajno razlikovao između ispitivanih grupa, kod tovljenika oba pola.



Tabela 24. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na sastav masnih kiselina potkožnog masnog tkiva leđa tovljenika muškog i ženskog pola

%	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
<b>14:0</b>	1,14 ± 0,07	1,43 ± 0,10	*** (<0,001)	1,03 ± 0,12	1,24 ± 0,11	** (0,008)
<b>15:0</b>	0,08 ± 0,01	0,10 ± 0,02	nz (0,143)	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01	nz (0,566)
<b>16:0</b>	24,11 ± 1,18	27,07 ± 1,74	*** (<0,001)	23,40 ± 1,51	25,01 ± 1,19	*** (<0,001)
<b>17:0</b>	0,49 ± 0,05	0,63 ± 0,09	** (0,010)	0,51 ± 0,06	0,56 ± 0,06	* (0,039)
<b>18:0</b>	14,22 ± 1,34	16,11 ± 0,89	*** (<0,001)	15,98 ± 1,20	16,88 ± 1,22	*** (<0,001)
<b>20:0</b>	0,20 ± 0,04	0,19 ± 0,02	nz (0,696)	0,19 ± 0,03	0,18 ± 0,02	nz (0,711)
<b>16:1 (n-7)</b>	1,51 ± 0,13	1,71 ± 0,20	* (0,034)	1,48 ± 0,23	1,55 ± 0,18	nz (0,112)
<b>18:1 c (n-9)</b>	40,62 ± 1,85	34,15 ± 2,48	*** (<0,001)	40,12 ± 1,82	36,50 ± 2,10	*** (<0,001)
<b>18:1 t (n-9)</b>	0,39 ± 0,04	0,57 ± 0,01	*** (<0,001)	0,36 ± 0,03	0,53 ± 0,02	*** (<0,001)
<b>20:1 (n-9)</b>	0,64 ± 0,13	0,57 ± 0,07	* (0,011)	0,58 ± 0,13	0,56 ± 0,14	nz (0,262)
<b>18:2 (n-6)</b>	14,18 ± 2,73	14,28 ± 1,44	nz (0,952)	14,01 ± 2,50	13,84 ± 2,17	nz (0,400)
<b>18:3 (n-3)</b>	0,52 ± 0,11	0,54 ± 0,07	nz (0,255)	0,50 ± 0,10	0,48 ± 0,11	nz (0,199)
<b>20:2 (n-6)</b>	0,88 ± 0,10	0,81 ± 0,06	* (0,029)	0,82 ± 0,08	0,69 ± 0,05	* (0,021)
<b>20:3 (n-6)</b>	0,68 ± 0,07	0,66 ± 0,12	nz (0,326)	0,58 ± 0,10	0,61 ± 0,09	nz (0,107)
<b>20:3 (n-3)</b>	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,02	nz (0,832)	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01	nz (0,691)
<b>20:4 (n-6)</b>	0,19 ± 0,04	0,16 ± 0,02	* (0,041)	0,22 ± 0,05	0,15 ± 0,03	* (0,014)
<b>CLA<sup>1</sup></b>	0,08 ± 0,01	0,95 ± 0,09	*** (<0,001)	0,10 ± 0,01	1,13 ± 0,17	*** (<0,001)
	<b>Ukupno</b>					
SFA <sup>2</sup>	40,25 ± 4,24	45,53 ± 2,28	*** (<0,001)	41,18 ± 2,97	43,93 ± 1,76	*** (<0,001)
UFA <sup>3</sup>	59,74 ± 4,35	54,46 ± 2,28	*** (<0,001)	58,83 ± 2,66	56,08 ± 2,09	** (0,006)
MUFA <sup>4</sup>	43,16 ± 1,88	37,01 ± 1,01	*** (<0,001)	42,55 ± 2,04	39,14 ± 1,15	*** (<0,001)
PUFA <sup>5</sup>	16,59 ± 3,03	17,46 ± 2,84	nz (0,144)	16,28 ± 1,71	16,94 ± 2,54	nz (0,129)
n-6	15,93 ± 2,90	15,90 ± 1,63	nz (0,956)	15,62 ± 2,40	15,30 ± 2,36	nz (0,614)
n-3	0,58 ± 0,12	0,60 ± 0,07	nz (0,263)	0,55 ± 0,14	0,52 ± 0,10	nz (0,288)
n-6 / n-3	27,45 ± 3,25	26,52 ± 3,00	nz (0,652)	28,41 ± 4,37	29,40 ± 4,01	nz (0,377)

<sup>1</sup> CLA-Suma dva izomera; <sup>2</sup> SFA-Zasićene masne kiseline; <sup>3</sup> UFA-Nezasićene masne kiseline; <sup>4</sup> MUFA-Mononezasićene masne kiseline; <sup>5</sup> PUFA-Polinezasićene masne kiseline.

Slično kao kod PMT-a leđa, kod PMT-a potrbušine ishrana svinja sa dodatkom CLA uticala je na značajno povećanje udela ukupnih SFA i smanjenja udela ukupnih UFA i MUFA, kod tovljenika oba pola (Tabela 25). Kod oba pola tovljenika u oglednoj grupi, utvrđen je značajno veći udeo miristinske (14:0), palmitinske (16:0), stearinske (18:0), elaidinske (18:1t) i konjugovane linolne kiseline (CLA), a značajno manji udeo

oleinske (18:1c) i eikozadienoinske kiseline (20:2). Za razliku od ženskog pola, kod tovljenika muškog pola ishrana sa CLA je uticala i na značajno ( $p=0,003$ ) smanjenje udela eikozanotrienoiinske kiseline (20:3). Za razliku od PMT-a leđa, u grupi tovljenika muškog pola utvrđeno je da se udeo ukupnih n-6 masnih kiselina značajno smanjio ( $p=0,035$ ) pod uticajem CLA, što međutim nije uticalo na promenu odnosa n-6 i n-3 masnih kiselina ( $p=0,380$ ). Udeo ukupnih PUFA nije se značajno razlikovao između ispitivanih grupa, kod tovljenika oba pola.

Tabela 25. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na sastav masnih kiselina potkožnog masnog tkiva potrbušine tovljenika muškog i ženskog pola

%	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
<b>14:0</b>	0,94 ± 0,10	1,37 ± 0,09	*** (<0,001)	0,80 ± 0,06	1,18 ± 0,05	*** (<0,001)
<b>15:0</b>	0,09 ± 0,02	0,11 ± 0,01	nz (0,281)	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01	nz (0,571)
<b>16:0</b>	24,03 ± 2,07	27,51 ± 1,63	*** (<0,001)	23,01 ± 1,39	25,44 ± 1,54	*** (<0,001)
<b>17:0</b>	0,58 ± 0,14	0,61 ± 0,19	nz (0,353)	0,54 ± 0,11	0,52 ± 0,15	nz (0,226)
<b>18:0</b>	15,40 ± 0,98	17,08 ± 1,26	*** (<0,001)	16,63 ± 1,40	18,31 ± 1,08	*** (<0,001)
<b>20:0</b>	0,26 ± 0,07	0,24 ± 0,09	nz (0,424)	0,22 ± 0,04	0,23 ± 0,07	nz (0,618)
<b>16:1</b> (n-7)	1,26 ± 0,12	1,25 ± 0,15	nz (0,415)	1,23 ± 0,23	1,21 ± 0,17	nz (0,812)
<b>18:1 c</b> (n-9)	39,90 ± 0,84	34,25 ± 2,36	*** (<0,001)	39,13 ± 2,27	34,19 ± 2,00	*** (<0,001)
<b>18:1 t</b> (n-9)	0,38 ± 0,02	0,54 ± 0,03	*** (<0,001)	0,44 ± 0,03	0,60 ± 0,03	*** (<0,001)
<b>20:1</b> (n-9)	0,67 ± 0,06	0,72 ± 0,05	nz (0,178)	0,66 ± 0,07	0,68 ± 0,03	nz (0,334)
<b>18:2</b> (n-6)	13,88 ± 0,93	13,08 ± 2,16	nz (0,211)	14,73 ± 1,24	14,25 ± 2,19	nz (0,703)
<b>18:3</b> (n-3)	0,48 ± 0,06	0,47 ± 0,04	nz (0,959)	0,47 ± 0,05	0,46 ± 0,06	nz (0,788)
<b>20:2</b> (n-6)	1,05 ± 0,11	0,79 ± 0,07	* (0,011)	1,09 ± 0,08	0,89 ± 0,03	* (0,029)
<b>20:3</b> (n-6)	0,84 ± 0,08	0,71 ± 0,04	** (0,003)	0,65 ± 0,04	0,59 ± 0,06	nz (0,063)
<b>20:3</b> (n-3)	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01	nz (0,667)	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	nz (0,914)
<b>20:4</b> (n-6)	0,14 ± 0,02	0,16 ± 0,02	nz (0,367)	0,18 ± 0,03	0,21 ± 0,04	nz (0,201)
<b>CLA</b> <sup>1</sup>	0,05 ± 0,01	1,06 ± 0,20	*** (<0,001)	0,09 ± 0,02	1,12 ± 0,19	*** (<0,001)
	<b>Ukupno</b>					
SFA <sup>2</sup>	41,30 ± 1,45	46,92 ± 2,11	*** (<0,001)	41,27 ± 2,51	45,74 ± 2,44	*** (<0,001)
UFA <sup>3</sup>	58,71 ± 2,43	53,08 ± 3,03	*** (<0,001)	58,74 ± 2,59	54,26 ± 3,19	*** (<0,001)
MUFA <sup>4</sup>	42,21 ± 2,07	36,75 ± 2,77	*** (<0,001)	41,45 ± 1,98	36,68 ± 1,73	*** (<0,001)
PUFA <sup>5</sup>	16,50 ± 2,64	16,32 ± 2,19	nz (0,559)	17,27 ± 1,33	17,58 ± 1,08	nz (0,446)
n-6	15,90 ± 2,00	14,75 ± 1,99	* (0,035)	16,64 ± 2,12	15,95 ± 1,60	nz (0,087)
n-3	0,54 ± 0,10	0,52 ± 0,08	nz (0,701)	0,53 ± 0,07	0,52 ± 0,10	nz (0,772)
n-6 / n-3	29,45 ± 1,79	28,35 ± 2,20	nz (0,380)	31,42 ± 2,45	30,66 ± 3,05	nz (0,223)

<sup>1</sup> CLA-Suma dva izomera; <sup>2</sup> SFA-Zasićene masne kiseline; <sup>3</sup> UFA-Nezasićene masne kiseline; <sup>4</sup> MUFA-Mononezasićene masne kiseline; <sup>5</sup> PUFA-Polinezasićene masne kiseline.

Većina istraživanja o promeni masno-kiselinskog sastava masnog tkiva pod uticajem ishrane svinja sa dodatkom CLA odnosi se na analizu masti ekstrahovane iz potkožnog masnog tkiva. U ovom ogledu utvrđeno je da dodatak CLA ishrani svinja utiče na značajnu promenu sastava zasićenih masnih kiselina PMT-a leđnog dela i potrbušine koja se ogleda u povećanju sadržaja miristinske (14:0), palmitinske (16:0) i

stearinske (18:0) kiseline i kao posledica tih promena u povećanju sadržaja ukupno zasićenih masnih kiselina (Tabela 24 i 25), što se slaže i sa drugim istraživanjima (**Ramsay i sar., 2001; Wiegand i sar., 2002; Tishendorf i sar., 2002; Sun i sar., 2004; Lauridsen i sar., 2005; Szymczyk, 2005; Martin i sar., 2007**). Udeo oleinske kiseline (18:1), kao primarne mononezasićene masne kiseline životinjske masti (**Tume i D'Souza, 1999**), bio je značajno niži u PMT-u ogleadne grupe životinja, kod tovljenika oba pola. Kod tovljenika muškog pola, ogleadna grupa svinja u poređenju sa kontrolom imala je značajno veći udeo palmitoleinske kiseline (16:1) u PMT-u leđa, što je suprotno rezultatima koje navode **Tishendorf i sar. (2002)** i **Martin i sar. (2007)**, da se sadržaj 16:1 masti iz PMT-a smanjuje pod uticajem CLA. Razlog tome je najverovatnije posledica upotrebe različite vrste ulja u ishrani kontrolne grupe svinja (ulje uljane repice ili palmينو ulje u poređenju sa uljem soje korišćenim u ovom ogledu). Od polinezasićenih masnih kiselina, značajno manji udeo eikozadienoinske (20:2), eikozanotrienoinske (20:3) i arahidonske kiseline (20:4) PMT-a ogleadne grupe svinja u ovom ogledu, ustanovljen je i u drugim istraživanjima (**Tishendorf i sar., 2002; Sun i sar., 2004; Martin i sar., 2007**). Za razliku od napred navedenih istraživanja, **Thiel-Cooper i sar. (2001)** navode da je dodatak 0,5 i 1% CLA u ishranu svinja uticao na značajno smanjenje udela palmitinske (16:0) i povećanje udela oleinske (18:1) i linolne kiseline (18:2) PMT-a leđa.

Uticaj CLA na sastav masnih kiselina *M. gluteus medius*-a tovljenika prikazan je u Tabeli 26. Ishrana sa CLA uticala je na značajno povećanje udela ukupnih SFA i smanjenje udela ukupnih MUFA, što je uticalo i na značajno smanjenje udela ukupnih UFA, a u grupi tovljenika muškog pola utvrđen je i značajno manji udeo ukupnih PUFA ( $p=0,043$ ). Ogleadna grupa oba pola tovljenika je imala značajno veći udeo miristinske (14:0), palmitinske (16:0), stearinske (18:0), vakcenske (18:1c n-7) i konjugovane linolne kiseline (CLA) u poređenju sa kontrolom. Udeo oleinske (18:1c), linolne (18:2) i arahidonske kiseline (20:4) bio je značajno manji kod tovljenika oba pola hranjenih sa CLA u poređenju sa kontrolom, a za razliku od tovljenika ženskog, kod tovljenika muškog pola CLA je uticala i na značajno povećanje udela palmitoleinske (16:1) i smanjenje udela eikozadienoinske kiseline (20:2). Za razliku od tovljenika muškog, kod tovljenika ženskog pola utvrđen je značajan efekat CLA na povećanje udela elaidinske (18:1t) i smanjenje udela adreninske kiseline (22:4). Udeo ukupnih n-6 masnih kiselina

bio je značajno manji u oglednoj grupi, kod tovljenika oba pola, dok se udeo ukupnih n-3 masnih kiselina nije značajno razlikovao između analiziranih grupa. Manji udeo n-6 masnih kiselina uticao je i na statistički značajno smanjenje odnosa n-6 i n-3 masnih kiselina.

Tabela 26. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na sastav masnih kiselina *M. gluteus medius*-a tovljenika muškog i ženskog pola

%	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
<b>14:0</b>	1,26 ± 0,08	1,41 ± 0,12	*** (<0,001)	1,20 ± 0,11	1,34 ± 0,09	** (0,009)
<b>15:0</b>	0,14 ± 0,03	0,15 ± 0,04	nz (0,246)	0,13 ± 0,04	0,13 ± 0,02	nz (0,488)
<b>16:0</b>	24,65 ± 1,12	26,23 ± 1,27	*** (<0,001)	23,63 ± 1,25	25,67 ± 1,84	*** (<0,001)
<b>17:0</b>	0,35 ± 0,07	0,39 ± 0,09	nz (0,195)	0,34 ± 0,12	0,36 ± 0,14	nz (0,384)
<b>18:0</b>	13,84 ± 0,91	15,34 ± 0,74	*** (<0,001)	15,03 ± 1,16	16,37 ± 1,02	** (0,003)
<b>16:1 (n-7)</b>	2,37 ± 0,15	3,38 ± 0,39	** (0,003)	2,51 ± 0,17	2,79 ± 0,28	nz (0,066)
<b>18:1 c (n-9)</b>	44,45 ± 1,27	42,17 ± 0,43	*** (<0,001)	43,41 ± 2,02	40,19 ± 1,27	** (0,003)
<b>18:1 t (n-9)</b>	0,27 ± 0,08	0,30 ± 0,08	nz (0,133)	0,25 ± 0,03	0,28 ± 0,05	* (0,038)
<b>18:1 c (n-7)</b>	3,73 ± 0,26	4,10 ± 0,17	* (0,022)	3,24 ± 0,32	3,59 ± 0,44	* (0,040)
<b>20:1 (n-9)</b>	0,86 ± 0,07	0,86 ± 0,08	nz (0,970)	0,83 ± 0,14	0,82 ± 0,08	nz (0,873)
<b>18:2 (n-6)</b>	6,69 ± 0,64	5,19 ± 0,64	*** (0,006)	7,71 ± 0,49	6,75 ± 1,21	*** (0,009)
<b>18:3 (n-3)</b>	0,26 ± 0,07	0,25 ± 0,13	nz (0,915)	0,36 ± 0,09	0,35 ± 0,16	nz (0,951)
<b>20:2 (n-6)</b>	0,37 ± 0,03	0,30 ± 0,02	* (0,018)	0,39 ± 0,01	0,34 ± 0,03	nz (0,064)
<b>20:3 (n-3)</b>	0,18 ± 0,09	0,17 ± 0,06	nz (0,831)	0,16 ± 0,04	0,14 ± 0,07	nz (0,606)
<b>20:4 (n-6)</b>	0,43 ± 0,12	0,34 ± 0,16	** (0,005)	0,69 ± 0,11	0,43 ± 0,08	*** (<0,001)
<b>22:4 (n-6)</b>	0,18 ± 0,05	0,16 ± 0,09	nz (0,645)	0,22 ± 0,04	0,15 ± 0,02	* (0,047)
<b>CLA<sup>1</sup></b>	nd <sup>6</sup>	0,27 ± 0,02	*** (<0,001)	nd	0,29 ± 0,03	*** (<0,001)
<b>Ukupno</b>						
SFA <sup>2</sup>	40,24 ± 2,84	42,51 ± 3,75	*** (<0,001)	40,33 ± 2,95	43,88 ± 2,86	*** (<0,001)
UFA <sup>3</sup>	59,77 ± 1,84	57,48 ± 2,75	*** (0,002)	59,68 ± 3,95	56,11 ± 2,55	*** (<0,001)
MUFA <sup>4</sup>	51,67 ± 2,42	50,81 ± 2,01	* (0,029)	50,15 ± 4,65	47,67 ± 2,62	*** (<0,001)
PUFA <sup>5</sup>	8,11 ± 0,88	6,68 ± 1,13	* (0,043)	9,52 ± 1,70	8,45 ± 1,57	nz (0,092)
n-6	7,67 ± 1,08	6,00 ± 1,12	* (0,020)	9,00 ± 0,69	7,67 ± 1,57	* (0,032)
n-3	0,44 ± 0,12	0,42 ± 0,21	nz (0,852)	0,52 ± 0,11	0,50 ± 0,15	nz (0,782)
n-6 / n-3	17,45 ± 2,51	14,29 ± 1,34	** (0,008)	17,32 ± 1,91	15,65 ± 2,24	* (0,015)

<sup>1</sup> CLA-Suma dva izomera; <sup>2</sup> SFA-Zasićene masne kiseline; <sup>3</sup> UFA-Nezasićene masne kiseline; <sup>4</sup> MUFA-Mononezasićene masne kiseline; <sup>5</sup> PUFA-Polinezasićene masne kiseline; <sup>6</sup> nd-nije detektovano.

Utvrđen veći udeo miristinske (14:0), palmitinske (16:0), palmitoleinske (16:1), stearinske (18:0) i manji udeo linolne (18:2), eikozadienoiniske (20:2) i arahidonske kiseline (20:4) intramuskularne masti *M. gluteus medius*-a, ogleđne grupe tovljenika slaže se sa istraživanjem **Tishendorf i sar. (2002)**, **Joo i sar. (2002)**, **Szymczyk (2005)** i **Martin i sar. (2007)**. Međutim, kako navode **Gatlin i sar. (2002)** sastav masnih kiselina hrane ima veći uticaj na sastav potkožnog masnog tkiva nego intramuskularne masti, što bi značilo da je masno kiselinski sastav intramuskularne masti relativno stabilniji i u manjoj meri zavisi od sastava hrane korišćene u tovu. Više istraživanja je utvrdilo da CLA ima veći uticaj na promenu sastava masnih kiselina potkožnog masnog tkiva u poređenju sa intramuskularnom masti (**Eggert i sar., 2001**; **Ramsay i sar., 2001**; **Wiegand i sar., 2002**). **Ramsay i sar. (2001)** navode da to može biti posledica same metaboličke funkcije potkožnog masnog tkiva da akumulira masne kiseline, za razliku od skeletnih mišića. U vezi sa tim, **Szymczyk (2005)** i **Barnes i sar. (2012)** navode da je ishrana sa CLA uticala na značajno povećanje udela ukupnih SFA i smanjenje udela ukupnih MUFA i PUFA u potkožnom masnom tkivu leđa i potrbušine, dok kod intramuskularne masti nije utvrđena promena u udelu ukupnih PUFA. **Tishendorf i sar. (2002)** su utvrdili značajno povećanje udela PUFA PMT-a pod uticajem CLA, dok za intramuskularnu mast nisu utvrdili promene u udelu PUFA. **Intarapichet i sar. (2008)** navode da su svinje hranjene sa 0,5 ili 1% CLA poslednjih 6 nedelja tova imale značajno manji odnos n-6 i n-3 masnih kiselina intramuskularne masti *M. longissimus dorsi*-a u poređenju sa kontrolnom grupom, što se slaže sa podacima prikazanim u ovom ogleđu.

Dodatak CLA u završnoj fazi tova tovljenika muškog i ženskog pola uticao je na značajnu promenu sastava masnih kiselina intermuskularnog masnog tkiva buta (Tabela 27). Ta promena se ogleđala u značajnom povećanju udela ukupnih zasićenih masnih kiselina (SFA) i smanjenju udela ukupno nezasićenih (UFA) i mononezasićenih masnih kiselina (MUFA), dok je udeo ukupnih PUFA bio približno isti između analiziranih grupa. Od zasićenih masnih kiselina, kod tovljenika oba pola utvrđeno je značajno povećanje udela miristinske (14:0), palmitinske (16:0) i stearinske kiseline (18:0) pod uticajem CLA. Od mononezasićenih masnih kiselina, tovljenici oba pola hranjeni sa CLA imali su značajno manji udeo oleinske (18:1c) i eikozenoiniske kiseline (20:1) i značajno veći udeo elaidinske (18:1t) i konjugovane linolne kiseline (CLA), u

poređenju sa kontrolom. Ishrana svinja sa CLA imala je veći uticaj na sastav masti intermuskularnog masnog tkiva buta tovljenika ženskog pola, jer je za razliku od tovljenika muškog pola, kod njih utvrđen i značajan efekat CLA na smanjenje udela eikozadienoinske (20:2), eikozanotrienoinske (20:3) i arahidonske kiseline (20:4). Sume svih n-6 i n-3 masnih kiselina nisu se značajno razlikovale između kontrolne i ogleadne grupe kod tovljenika oba pola, ali je utvrđeno da je njihov odnos (n-6/n-3) u grupi tovljenika ženskog pola bio značajno manji kod svinja hranjenih sa CLA ( $p=0,010$ ).

Tabela 27. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na sastav masnih kiselina intermuskularnog masnog tkiva buta tovljenika muškog i ženskog pola

%	Tovljenici muškog pola			Tovljenici ženskog pola		
	Kontrola	CLA	p	Kontrola	CLA	p
14:0	0,80 ± 0,09	0,98 ± 0,15	*** (<0,001)	0,77 ± 0,07	0,95 ± 0,09	*** (<0,001)
15:0	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,01	nz (0,725)	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,01	nz (0,609)
16:0	21,36 ± 1,04	22,66 ± 1,39	*** (<0,001)	21,07 ± 1,03	22,31 ± 0,82	** (0,002)
17:0	0,58 ± 0,24	0,59 ± 0,16	nz (0,834)	0,53 ± 0,17	0,61 ± 0,14	nz (0,094)
18:0	16,22 ± 1,08	17,77 ± 1,35	*** (<0,001)	16,00 ± 1,26	16,88 ± 1,16	** (0,002)
20:0	0,28 ± 0,04	0,26 ± 0,04	nz (0,247)	0,29 ± 0,06	0,26 ± 0,05	nz (0,125)
16:1 (n-7)	1,35 ± 0,16	1,40 ± 0,27	nz (0,462)	1,33 ± 0,20	1,38 ± 0,18	nz (0,351)
18:1 c (n-9)	42,08 ± 1,99	38,69 ± 1,89	*** (<0,001)	41,73 ± 2,51	39,24 ± 1,10	*** (<0,001)
18:1 t (n-9)	0,26 ± 0,06	0,34 ± 0,07	*** (<0,001)	0,27 ± 0,06	0,34 ± 0,07	*** (<0,001)
20:1 (n-9)	0,90 ± 0,09	0,75 ± 0,09	*** (<0,001)	0,89 ± 0,08	0,78 ± 0,06	*** (<0,001)
18:2 (n-6)	14,38 ± 1,94	14,48 ± 1,99	nz (0,358)	15,19 ± 2,72	15,11 ± 1,86	nz (0,756)
18:3 (n-3)	0,63 ± 0,14	0,64 ± 0,10	nz (0,750)	0,61 ± 0,19	0,68 ± 0,08	nz (0,103)
20:2 (n-6)	0,65 ± 0,07	0,61 ± 0,08	nz (0,056)	0,71 ± 0,12	0,63 ± 0,08	* (0,012)
20:3 (n-6)	0,10 ± 0,02	0,11 ± 0,02	nz (0,380)	0,13 ± 0,03	0,11 ± 0,02	** (0,005)
20:3 (n-3)	0,12 ± 0,03	0,12 ± 0,02	nz (0,964)	0,13 ± 0,03	0,12 ± 0,02	nz (0,257)
20:4 (n-6)	0,23 ± 0,05	0,22 ± 0,04	nz (0,551)	0,27 ± 0,06	0,23 ± 0,03	** (0,008)
CLA <sup>1</sup>	nd <sup>6</sup>	0,33 ± 0,10	*** (<0,001)	0,03 ± 0,01	0,32 ± 0,03	*** (<0,001)
<b>Ukupno</b>						
SFA <sup>2</sup>	39,28 ± 1,83	42,31 ± 2,30	*** (<0,001)	38,70 ± 1,81	41,06 ± 1,78	*** (<0,001)
UFA <sup>3</sup>	60,71 ± 1,82	57,70 ± 2,30	*** (<0,001)	61,31 ± 1,79	58,95 ± 1,77	*** (<0,001)
MUFA <sup>4</sup>	44,60 ± 2,06	41,19 ± 1,97	*** (<0,001)	44,23 ± 2,55	41,74 ± 1,16	*** (<0,001)
PUFA <sup>5</sup>	16,11 ± 2,15	16,52 ± 2,12	nz (0,478)	17,07 ± 3,03	17,21 ± 1,99	nz (0,788)
n-6	15,35 ± 2,00	15,42 ± 2,04	nz (0,452)	16,29 ± 2,86	16,07 ± 1,96	nz (0,913)
n-3	0,75 ± 0,16	0,75 ± 0,13	nz (0,948)	0,74 ± 0,21	0,80 ± 0,10	nz (0,223)
n-6 / n-3	20,46 ± 2,82	20,59 ± 4,36	nz (0,518)	22,03 ± 3,85	20,15 ± 1,49	** (0,010)

<sup>1</sup> CLA-Suma dva izomera; <sup>2</sup> SFA-Zasićene masne kiseline; <sup>3</sup> UFA-Nezasićene masne kiseline; <sup>4</sup> MUFA-Mononezasićene masne kiseline; <sup>5</sup> PUFA-Polinezasićene masne kiseline; <sup>6</sup> nd-nije detektovano.

Postoji više faktora koji utiču na sastav masnih kiselina mišićnog i masnog tkiva svinja, kao što su: rasa, pol, starost, sistem držanja i ishrane, godišnje doba, telesna masa i sl. Međutim, masno kiselinski sastav svinjskog mesa u velikoj meri reflektuje masno kiselinski sastav hrane korišćene u tovu (**De Smet i sar., 2004**), jer kako navode **Wood i Enser (1997)** monogastrične životinje, kao što su svinje, masne kiseline iz



hrane apsorbuju u nepromenjenom obliku i kao takve ih inkorporiraju u svoja tkiva, zbog čega je moguće uticati na njihov masno-kiselinski sastav putem ishrane. Ranija istraživanja (**Larick i sar., 1992**) su utvrdila da je promena masno-kiselinskog sastava moguća modifikacijom sastava masnih kiselina masti/ulja koje se koriste u ishrani svinja. Uopšteno, ukoliko se udeo nezasićenih masnih kiselina u hrani povećava, povećava se i udeo tih kiselina u masnom tkivu svinja i kao posledica toga, dešava se smanjenje udela zasićenih masnih kiselina. Na osnovu napred navedenog, logično je pretpostaviti da ishrana sa CLA utiče na povećanje koncentracije CLA izomera u tkivima životinje, što je i potvrđeno u više istraživanja (**Chin i sar., 1994; Park i sar., 1997; Sugano i sar., 1997; Thiel-Cooper i sar., 2001; Ramsay i sar., 2001; Joo i sar., 2002; Wiegand i sar., 2002; Pastorelli i sar., 2005; Martin i sar., 2007; Intarapichet i sar., 2008; Barnes i sar., 2012**), kao i u ovoj disertaciji, kod sva četiri analizirana masna tkiva (Tabele 24-27). U vezi sa tim, **Cook i sar. (1998)** i **Joo i sar. (2002)** su utvrdili da je količina CLA koju životinja apsorbuje i inkorporira u svoja tkiva u pozitivnoj korelaciji sa njenom koncentracijom u hrani. **Tishendorf i sar. (2002)** su u svom ogledu utvrdili veći udeo CLA u PMT-u tovljenika ženskog pola (6,1%) u poređenju sa tovljenicima muškog pola (5,0%) i manji udeo CLA u intramuskularnoj masti u poređenju sa PMT-om, što se slaže sa podacima prikazanim u ovom ogledu, gde je najveći udeo CLA utvrđen u PMT-u leđa tovljenika ženskog pola hranjenih sa CLA (1,13%).

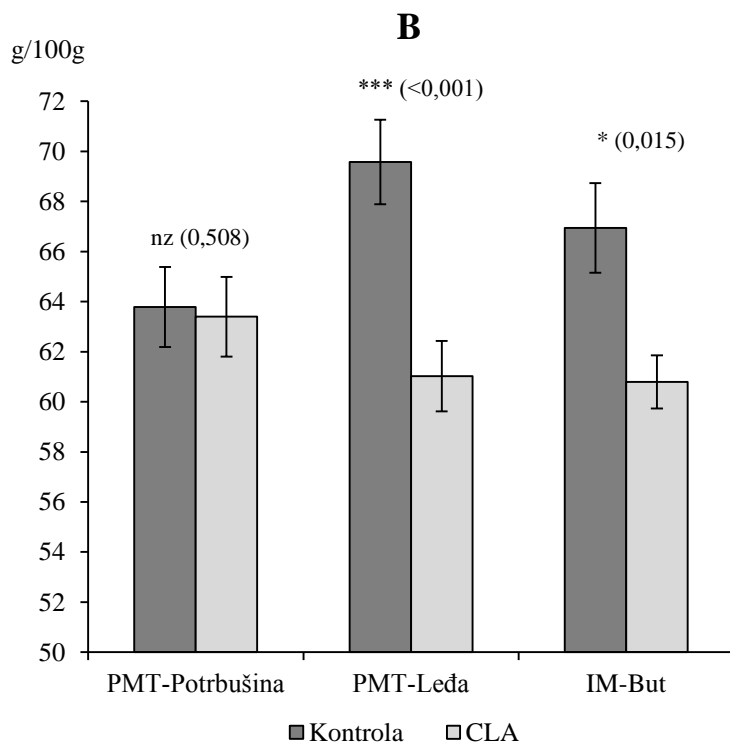
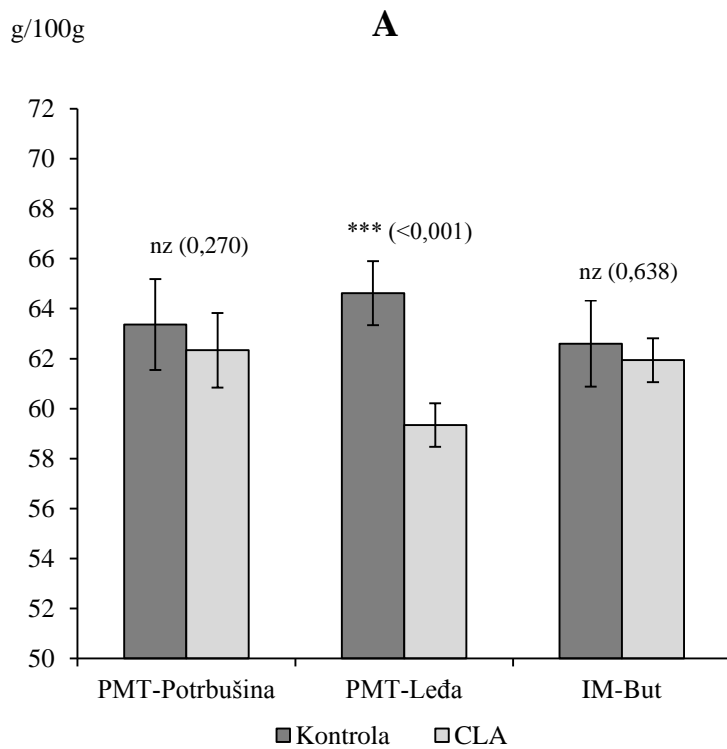
Pored promene masno-kiselinskog sastava hrane korišćene u tovu, na sastav masnih kiselina može da se utiče i dodatkom metaboličkih modifikatora, kao što je CLA, koji utiču na promenu lipogeneze masnih kiselina u tkivima životinja (**Dunshen i sar., 1992; Eggert i sar., 2001; Ramsay i sar., 2001**). Istraživanja su utvrdila da CLA poseduje inhibitorski efekat na aktivnost  $\Delta^9$ -CoA desaturaze, ključnog enzima u metabolizmu masnih kiselina. Jedna od njegovih aktivnosti je da katališe prelazak stearinske (18:0) u oleinsku (18:1) kiselinu (**Enoch i sar., 1976**). Iz podataka prikazanih u ovom ogledu može se zaključiti da je dodatak CLA u ishranu svinja imao uticaj na inhibiciju navedenog enzima, budući da je utvrđen značajno veći udeo stearinske (18:0) i značajno manji udeo oleinske kiseline (18:1) svinja u oglednoj grupi u poređenju sa kontrolom (Tabele 24-27). Ova inhibicija aktivnosti desaturaze utiče na smanjenje odnosa ukupno nezasićenih (UFA) i zasićenih (SFA) masnih kiselina, što je i potvrđeno

u ovom istraživanju. Kod oba pola, tovljenici u oglednoj grupi imali su značajno veći udeo ukupnih SFA i značajno manji udeo UFA i MUFA, kod sva četiri analizirana masna tkiva. Glavni razlozi za to su značajno veći udeo miristinske (14:0), palmitinske (16:0) i stearinske kiseline (18:0) i značajno manji udeo oleinske (18:1c) i eikozadienoinske kiseline (20:2) svinja u oglednoj grupi u poređenju sa kontrolom.

Kako navodi **Szyczyk (2005)**, smanjenje sadržaja arahidonske kiseline (20:4) pod uticajem CLA, koje je utvrđeno i u ovom ogledu, od velike je važnosti za zdravstvene efekte koje poseduje CLA. Jedan od mehanizama anti-kancerogenog efekta CLA je modifikacija metabolizma arahidonske kiseline, blokiranjem sinteze 5-hidroksieikozatetraonične kiseline (**Martinasso i sar., 2010**). **Szyczyk i sar. (2000)** i **Ramsay i sar. (2001)** navode smanjenje arahidonske kiseline (20:4) u masti PMT-a leđa, dok su **Wiegand i sar. (2002)** utvrdili smanjenje njenog udela u intarmuskularnoj masti *M. longissimus dorsi*-a, ali bez promena u masti PMT-a leđnog dela. **Joo i sar. (2002)** su utvrdili manji udeo arahidonske kiseline (20:4) u intramuskularnoj masti leđnog mišića svinja pod uticajem CLA. U ovom ogledu, ishrana sa CLA nije uticala na smanjenje udela arahidonske kiseline (20:4) samo u masti ekstrahovanoj iz PMT-a potrbušine, što se ne slaže sa rezultatima koje navode **Larsen i sar. (2009)**, koji su utvrdili značajan efekat CLA na smanjenje sadržaja arahidonske kiseline (20:4) za oko 0,2% ( $p < 0,05$ ) masti ekstrahovane iz potkožnog masnog tkiva potrbušine.

Jodni broj reflektuje udeo nezasićenih masnih kiselina u masti i može da predstavlja indikator čvrstine masnog tkiva (**Eggert i sar., 2001**). Jod se vezuje za nezasićene dvostruke veze masnih kiselina; što bi značilo da se više joda vezuje kod masti koja ima veći udeo nezasićenih masnih kiselina. Efekat ishrane tovljenika muškog i ženskog pola sa CLA na jodni broj masti potkožnog masnog tkiva potrbušine i leđa i intermuskularnog masnog tkiva buta prikazan je u Grafikonu 5. Analizom sastava masnih kiselina, utvrđeno je da je ishrana tovljenika sa CLA uticala na značajno povećanje udela zasićenih i na značajno smanjenje udela nezasićenih masnih kiselina, na osnovu čega bi trebalo i jodni broj ispitivanih masti da bude značajno niži u oglednoj u poređenju sa kontrolnom grupom tovljenika. Međutim, i pored smanjenja, dodatak CLA nije uticao na značajnu promenu jodnog broja PMT-a potrbušine kod tovljenika oba pola, a statistički značajno smanjenje jodnog broja utvrđeno je u masti PMT-a leđa, koji je kod oba pola tovljenika bio značajno niži kod svinja u oglednoj grupi. Jodni broj

masti ekstrahirane iz IMT-a buta razlikovao se samo kod tovljenika ženskog pola, gde je utvrđeno da je kod svinja iz ogledne grupe bio značajno manji u odnosu na kontrolu ( $p=0,015$ ). Podaci prikazani u Grafikonu 5 se slažu sa rezultatima istraživanja **Eggert i sar. (2001)**, koji su utvrdili da dodatak CLA u ishranu svinja utiče na smanjenje jednog broja intramuskularne masti leđnog mišića i masti ekstrahirane iz PMT-a potrbušine. **Averette-Gatlin i sar. (2002)** su ustanovili da tovljenici ženskog pola imaju viši jodni broj nego muški u PMT-u leđa, što se slaže sa podacima prikazanim u ovom ogledu.



Grafikon 5. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na jedni broj masti potkožnog masnog tkiva potrbušine i leđa i intermuskularnog masnog tkiva buta tovljenika muškog (A) i ženskog (B) pola. Svaka kolona pretstavlja srednju vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

Iako karakteristike pri preradi mesa nisu ispitivane u ovom ogledu, važno je da se obrazlože efekti promene masno-kiselinskog sastava mišićnog i masnog tkiva pod uticajem CLA, jer on utiče i na kvalitet dobijenih proizvoda nakon prerade (**Carr i sar., 2005**). Povećan udeo ukupnih UFA, a naročito PUFA svinjske masti, iako ima pozitivan uticaj na zdravlje ljudi, može da izazove probleme tokom prerade mesa usled promena u teksturi i većoj podložnosti ka oksidaciji. **Wenk i sar. (1990)** su utvrdili da povećani udeo PUFA i MUFA može da utiče da masno tkivo postane meko, razmazivo i uljasto, jer sastav masnih kiselina ima veliki uticaj na mekoću masnog tkiva zbog razlike u tački topljenja, koja se snižava kada se udeo PUFA povećava. Pošto meko masno tkivo sadrži visok udeo linolne kiseline (18:2), za koju je utvrđeno da ima najveći uticaj na čvrstinu masnog tkiva u poređenju sa ostalim masnim kiselinama, i mali udeo SFA, veoma je podložno oksidaciji i užegne brže u poređenju sa čvršćim masnim tkivom (**Wood i sar., 2003**).

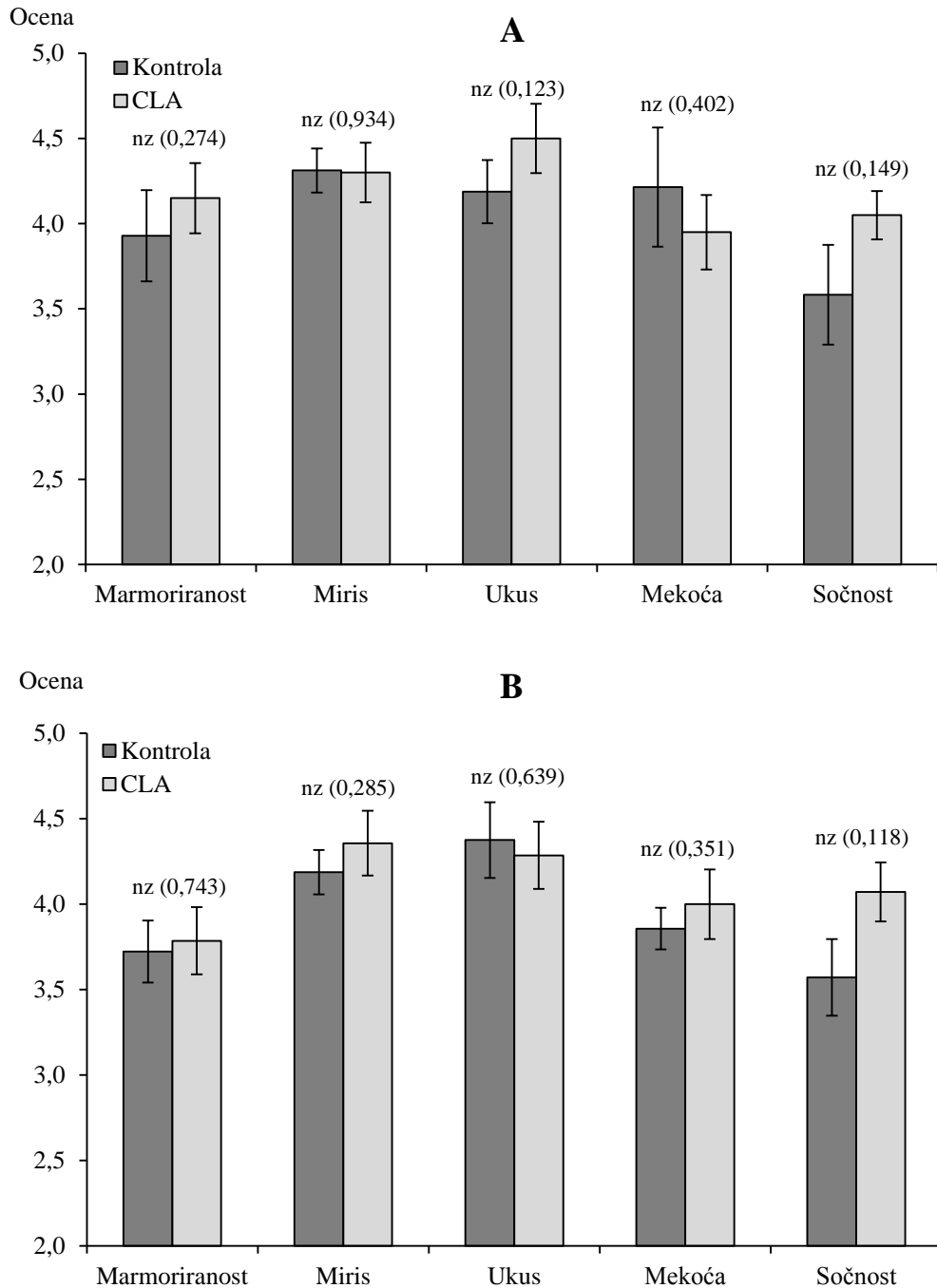
Kvalitet potkožnog masnog tkiva utiče na nekoliko parametara kvaliteta fermentisanih kobasica, jer je njegov udeo u nadevu ovih kobasica relativno visok (oko 30%). Konzistencija PMT-a smatra se najvažnijim parametrom kvaliteta pri proizvodnji suvih fermentisanih kobasica (**Whittington i sar., 1986; Gandemer, 2002**), jer previše meko masno tkivo uzrokuje mnoge mane u finalnom proizvodu, kao što su: otežano sečenje, loša tekstura i raspadanje nadeva usled nedovoljne povezanosti mišićne i masne faze. Pored toga, naresci takvih kobasica su previše mazivi, a tečnija mast prekriva komadiće mesa u nadevu i usporava sušenje kobasice. Još jedan od važnijih parametara kvaliteta čvrstog masnog tkiva je i njegova boja, jer je potkožno masno tkivo koje ima meku konzistenciju žute boje i providno, dok je čvrsto masno tkivo bele do blede ružičaste boje, koja je poželjnija u finalnom proizvodu (**Davenel i sar., 1999; Gandemer, 2002**).

Smanjenjem sadržaja UFA i povećanjem sadržaja SFA, ishrana svinja sa CLA bi mogla biti jedan od načina da se postigne poboljšanje održivosti proizvoda i tehnoloških karakteristika masnog tkiva u preradi i proizvodnji fermentisanih kobasica. Pored toga, pozitivni zdravstveni efekti koje ishrana sa CLA poseduje i značajno povećanje njenog udela u tkivima svinja, moglo bi da doprinese dobijanju svinjskog mesa i proizvoda od mesa sa osobinama “funktionalne hrane”.

## 7.5. EFEKAT CLA NA SENZORNI KVALITET MESA SVINJA

Rezultati senzorne ocene mesa tovljenika muškog i ženskog pola u kontrolnoj i oglednoj grupi prikazani su u Grafikonima 6 (za *M. gluteus medius*), 7 (za *M. longissimus dorsi*) i 8. (za *M. triceps brachii*). Dodatak CLA u ishranu, kod oba pola tovljenika, nije imao statistički značajan uticaj na promenu senzornih ocena za miris, ukus, mekoću i sočnost pečenog mesa. Senzorne ocene marmoriranosti analiziranih mišića, koje su određivane na svežem mesu, bile su nešto više kod tovljenika hranjenih sa CLA, međutim, zbog visokih vrednosti standardnih devijacija, nisu utvrđene statistički značajne razlike između grupa u ovom parametru. U poređenju sa tovljenicima ženskog pola, tovljenici muškog pola imali su veće senzorne ocene marmoriranosti mesa, što je posledica većeg udela intramuskularne masti, koja je utvrđena za sva tri analizirana mišića (Tabela 22).

Uzorci *M. gluteus medius*-a su nakon pečenja imali veće senzorne ocene za sočnost u oglednoj grupi, kod tovljenika oba pola (Grafikon 6), međutim te razlike, iako za pola ocene više u odnosu na kontrolu, nisu bile statistički značajne ( $p=0,149$  kod tovljenika muškog i  $p=0,118$  kod tovljenika ženskog pola). Značajno veći udeo intramuskularne masti *M. gluteus medius*-a kod tovljenika hranjenih sa CLA (Tabela 22), koji je u pozitivnoj korelaciji sa poboljšanjem senzornih karakteristika mesa, najverovatnije je odgovoran za više senzorne ocene za sočnost i marmoriranost mesa ogledne grupe tovljenika.

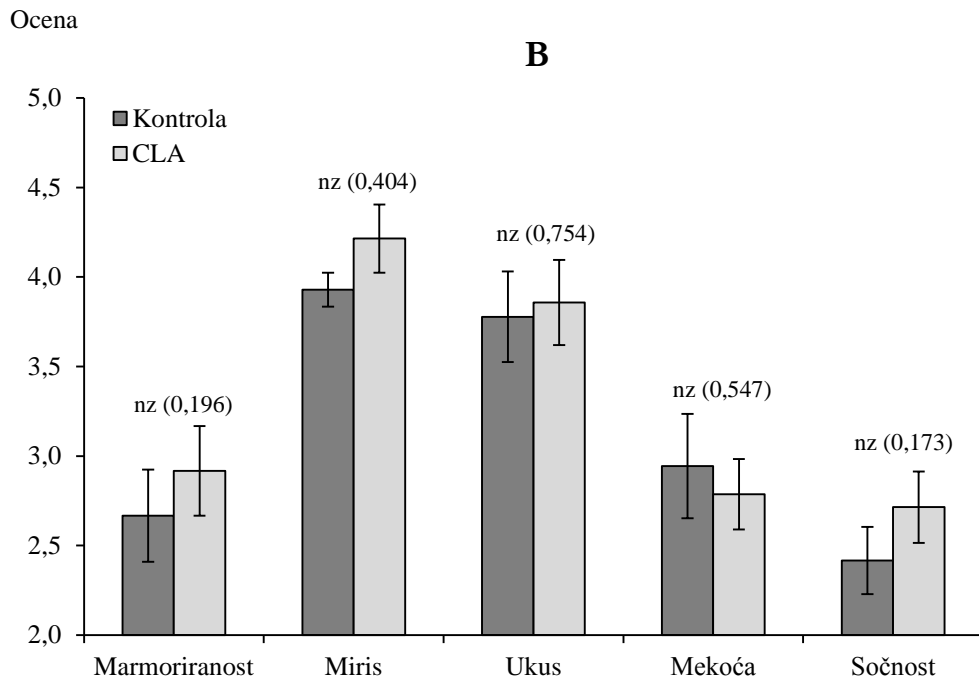
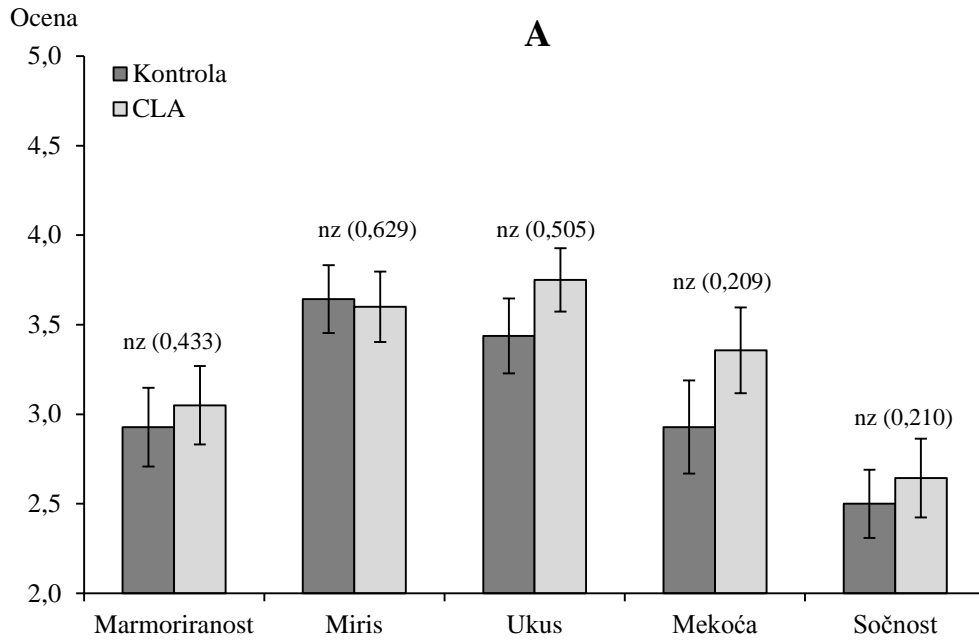


Grafikon 6. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na senzorne ocene *M. gluteus medius*-a tovljenika muškog (A) i ženskog (B) pola. Svaka kolona pretstavlja srednju vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

Kao što je i očekivano, zbog manjeg sadržaja intramuskularne masti *M. longissimus dorsi*-a, njegove senzorne ocene marmoriranosti, mekoće i sočnosti bile su

znatno niže u odnosu na druga dva analizirana mišića (*M. gluteus medius* i *M. triceps brachii*). Pored toga, manja razlika između kontrolne i ogledne grupe tovljenika u senzornim ocenama marmoriranosti i sočnosti *M. longissimus dorsi*-a, u poređenju sa *M. gluteus medius*-om, najverovatnije je posledica odsustva efekta CLA na promenu hemijskog sastava i sadržaja intramuskularne masti leđnog mišića (Tabela 22). Ukus i miris *M. longissimus dorsi*-a bili su približno isti između analiziranih grupa, kod tovljenika oba pola.

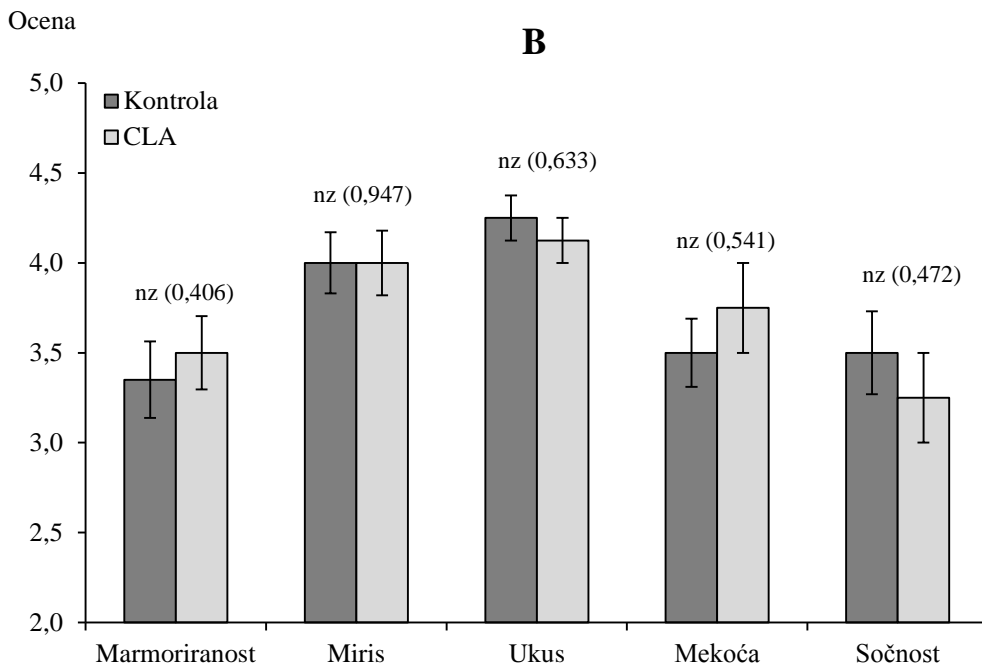
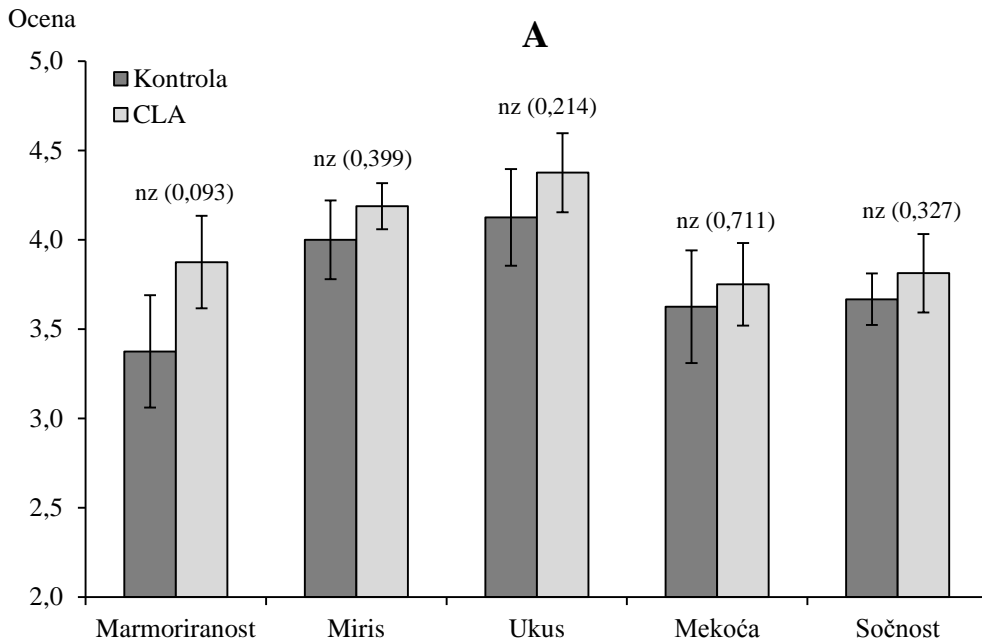




Grafikon 7. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na senzorne ocene *M. longissimus dorsi*-a tovljenika muškog (A) i ženskog (B) pola. Svaka kolona predstavlja srednju vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

Senzorne ocene *M. triceps brachii*-a bile su približno iste između kontrolne i ogledne grupe, kod tovljenika oba pola. Zbog značajnog efekta CLA na povećanje udela

intramuskularne masti *M. triceps brachii*-a, kod oba pola tovljenika (Tabela 22), senzorna ocena marmoriranosti bila je za pola ocene viša u oglednoj grupi tovljenika u poređenju sa kontrolom, međutim ta razlika nije bila statistički značajna ( $p > 0,050$ ).



Grafikon 8. Efekat dodatka CLA u ishranu svinja na senzorne ocene *M. triceps brachii*-a tovljenika muškog (A) i ženskog (B) pola. Svaka kolona pretstavlja srednju vrednost  $\pm$  standardna devijacija.

Ishrana svinja sa CLA utiče na povećanje količine intramuskularne masti i kao posledica toga na poboljšanje marmoriranosti mesa (**Dugan i sar., 1999; Thiel-Cooper i sar., 2001; Wiegand i sar., 2001**), što je veoma važno za odgajivače svinja, jer je intramuskularna mast u pozitivnoj korelaciji sa kvalitetom mesa i utiče na poboljšanje mekoće i sočnosti mesa (**Barnes i sar., 2012**). U ogledu **Dugan i sar. (1999)**, ocene za marmoriranost mesa tovljenika ženskog pola hranjenih sa dodatkom 2% CLA bile su 18,8% veće u poređenju sa svinjama iz kontrolne grupe, koje su hranjene sa dodatkom 2% suncokretovog ulja, dok je kod tovljenika muškog pola ta razlika bila 3,7%. **Dunshesha i sar. (2005)** su utvrdili povećanje marmoriranosti *M. longissimus dorsi*-a od 11% kod svinja hranjenih sa CLA, što se slaže sa istraživanjem **Barnes i sar. (2012)**. **Fernandez i sar. (1999)**, ispitivajući senzorni kvalitet svinjskog mesa sa različitim udelom intramuskularne masti, utvrdili su da je meso sa 1,5 do 2,5% masti bilo poželjnijeg senzornog kvaliteta od mesa koje je imalo manje od 1,5% masti. Iako je udeo intramuskularne masti, kod sva tri analizirana mišića, bio značajno veći u ogledu grupi životinja, nije utvrđena statsitički značajna razlika u senzornim ocenama za miris, ukus, mekoću i sočnost pečenog mesa između kontrolne i oglede grupe kod tovljenika oba pola, što se slaže sa istraživanjem **Cook i sar. (1998)** i **Weber i sar. (2006)**.

Na senzorni kvalitet mesa, pored uticaja sadržaja intramuskularne masti, veliki uticaj ima i sastav masnih kiselina i tačka topljenja masti. Različite masne kiseline imaju različite tačke topljenja, a tačka topljenja masti raste sa povećanjem udela SFA, čime se utiče i na povećanje L\* vrednosti (**Suzuki i sar., 2006**). Iz tog razloga, varijacije u sastavu masnih kiselina imaju značajan efekat na mekoću potkožnog i intermuskularnog masnog tkiva, kao i intramuskularne masti, tj. mesa (**Wood i sar., 2004**). Masno-kiselinski sastav mišića svinja je u korelaciji sa senzornim kvalitetom mesa (**Cameron i Enser, 1991; Wood i sar., 2004**). Koncentracija SFA i MUFA u mesu je u pozitivnoj korelaciji, dok je količina PUFA u negativnoj korelaciji sa senzornim kvalitetom, kao što je mekoća mesa (**Cameron i Enser, 1991**). Konkretno, palmitinska kiselina (16:0) je u pozitivnoj, dok su linolna (18:2) i arahidonska kiselina (20:4) u negativnoj korelaciji sa sočnošću mesa (**Cannata i sar., 2010**). Međutim, i pored promena u masno-kiselinskom sastavu masti kod svinja hranjenih sa CLA, u ovom ogledu nisu utvrđene značajne razlike u senzornim ocenama mesa između kontrolne i oglede grupe kod tovljenika oba pola (Grafikoni 6-8).

Istraživanja su utvrdila da ishrana svinja sa dodatkom različitih masti i ulja, kao što je suncokretovo ulje, goveđi loj, sojino ulje i ulje repice, utiče na promenu masno-kiselinskog sastava, ali ne i na promenu arome mesa (**Larick i sar., 1992**). Povećan sadržaj linolne kiseline (18:2) intramuskularne masti, koji je bio viši u kontrolnoj grupi svinja u ovom ogledu, trebalo bi da utiče na percepciju “oksidovane” arome pri senzornoj analizi, zbog povećanja podložnosti masti ka oksidaciji (**Shackelford i sar., 1990**). Međutim, u ovoj disertaciji nije utvrđena razlika u senzornim ocenama arome mesa između kontrolne i ogleadne grupe tovljenika, što se slaže sa drugim istraživanjima (**Dugan i sar., 1999; Wiegand i sar., 2001; Larsen i sar., 2009**). Kako navode **Larick i sar. (1992)**, svinjsko meso sadrži visok udeo nezasićenih masnih kiselina u poređenju sa ostalim vrstama crvenog mesa, tako da se ta “oksidovana” aroma smatra prihvatljivom od strane potrošača.

## 8. ZAKLJUČAK

Ova istraživanja imala su cilj da utvrde efekte dodatka CLA u ishranu svinja na: rezultate tova, klanične karakteristike, linearne mere i sastav trupa, hemijski i tehnološki kvalitet mesa, sastav masnih kiselina masti mišićnog i masnog tkiva i senzorni kvalitet mesa.

Na osnovu dobijenih podataka o rezultatima tova, može se zaključiti da je ishrana svinja sa CLA imala različiti uticaj na tovljenike muškog i na tovljenike ženskog pola:

- Dodatak CLA u ishranu tokom završne faze tova svinja nije imao statistički značajan uticaj na masu tovljenika tokom ogleda, merenu u intervalima od nedelju dana, kod svinja oba pola.
- Prosečan dnevni prirast (PDP) tovljenika muškog pola u kontrolnoj grupi je tokom prvih 7 dana ishrane sa CLA bio značajno veći u poređenju sa oglednom grupom ( $p=0,032$ ), da bi se od 2. nedelje pa do kraja ogleda smanjio, pri čemu je najveća razlika u PDP-u između grupa (od 0,138 kg) utvrđena u 4. nedelji ( $p=0,012$ ). Za razliku od tovljenika muškog, kod tovljenika ženskog pola tokom prvih 7 dana ishrane sa CLA nije utvrđena statistički značajna razlika između grupa u PDP-u ( $p=0,895$ ). Od 3. nedelje PDP tovljenika ženskog pola imao je sličan trend kao kod muških životinja, a statistički značajna razlika u prirastu između kontrolne i ogledne grupe utvrđena je u 3. nedelji i tokom poslednjih 10 dana ogleda.
- Ukupan prosečni dnevni prirast (UPDP) tokom ishrane sa CLA tovljenika muškog pola bio je nešto veći u oglednoj grupi u poređenju sa kontrolom, ali ta razlika nije bila statistički značajna ( $p=0,099$ ), dok je kod tovljenika ženskog pola bio približno isti kod obe grupe. Količina hrane koje su svinje potrošile tokom ishrane sa CLA nije se značajno razlikovala između grupa, iako je bila za oko 1 kg, kod tovljenika muškog pola i za oko 2 kg, kod tovljenika ženskog pola, manja u oglednoj grupi u poređenju sa kontrolom. Dodatak CLA u završnoj fazi tova imao je uticaj na značajno poboljšanje konverzije hrane kod tovljenika muškog pola ( $p=0,049$ ), dok kod tovljenika ženskog pola to poboljšanje nije utvrđeno.

Ishrana svinja sa CLA nije imala veliki uticaj na klanične karakteristike i linearne mere trupa, međutim, sastav trupa svinja je bio značajno promenjen pod uticajem CLA kod tovljenika oba pola:

- Dodatak CLA u ishranu svinja nije imao značajan uticaj na masu i randman toplog i hladnog trupa, kao i na gubitak mase tokom hlađenja polutki, koji su bili približni kod obe grupe tovljenika. Od parametara utvrđenih na liniji klanja, statistički značajna razlika između grupa utvrđena je samo u dužini polutki (*Os Pubis – Atlas*) tovljenika muškog pola, gde su životinje u oglednoj grupi imale za oko 2 cm duže polutke u odnosu na kontrolu ( $p=0,049$ ).
- Utvrđeno je da ishrana svinja sa CLA ima značajan uticaj na smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva sa kožom kod oba pola tovljenika. U grupi tovljenika muškog pola, statistički značajna razlika utvrđena je za debljinu masnog tkiva merenu na slabinama 8 cm lateralno od medijalne linije u predelu 3. i 4. slabinskog pršljena (X3). Utvrđeno je da su svinje hranjene sa CLA imale za oko 4,5 mm tanje potkožno masno tkivo sa kožom u odnosu na kontrolu ( $p=0,038$ ). Na istom mernom mestu, tovljenici ženskog pola hranjeni sa CLA imali su za oko 5,7 mm manju debljinu slanine ( $p=0,006$ ). Za razliku od tovljenika muškog, u grupi tovljenika ženskog pola utvrđen je i značajan uticaj CLA na smanjenje debljine potkožnog masnog tkiva sa kožom merenu na slabinama između 3. i 4. slabinskog pršljena (X4), za oko 6,4 mm u poređenju sa kontrolom ( $p=0,048$ ).
- Ishrana svinja sa CLA imala je statistički značajan efekat samo na smanjenje udela plečke u trupovima tovljenika ženskog pola ( $p=0,005$ ) i na povećanja udela filea u trupovima tovljenika oba pola ( $p=0,050$  kod tovljenika muškog i  $p=0,004$  kod tovljenika ženskog pola). Udeo buta, LSD-a, TRD-a, vrata, glave, podlaktice, potkolenice, grudi i potrbušine bio je približno isti između grupa tovljenika.
- Udeo iznutrica nije se značajno razlikovao između grupa tovljenika, izuzev udela slezine, za koju je utvrđeno da je bio značajno manji kod svinja u oglednoj grupi u poređenju sa kontrolom, kod oba pola tovljenika. Kod tovljenika muškog pola ta razlika između grupa bila je statistički značajna ( $p=0,003$ ), dok je kod tovljenika ženskog pola utvrđen samo trend u smanjenju udela slezine u trupu pod uticajem CLA ( $p=0,083$ ).

- Ishrana svinja sa CLA imala je veći uticaj na promenu sastava trupa tovljenika ženskog u odnosu na tovljenike muškog pola. Kod tovljenika ženskog pola utvrđeno je značajno povećanje udela mišićnog tkiva i smanjenje udela PMT-a u LSD-u, grudima, TRD-u, potrbušini i podlaktici. Što se tiče sastava trupa tovljenika muškog pola, utvrđene su samo tendencije u povećanju procenta mišićnog tkiva u LSD-u ( $p=0,067$ ) i vratu ( $p=0,096$ ), ali je utvrđeno statistički značajno smanjenje procenta PMT-a u LSD-u, plećki, vratu, potrbušini i podlaktici. U trupu tovljenika ženskog pola utvrđeno je i značajno povećanje udela mišićnog tkiva za oko 3% ( $p=0,017$ ) pod uticajem CLA, dok kod tovljenika muškog pola nije utvrđena značajna razlika u mesnatosti trupa između kontrolne i ogledne grupe ( $p=0,233$ ). Udeo PMT-a u trupu tovljenika ženskog pola značajno se smanjio pod uticajem CLA, za oko 4% ( $p=0,005$ ), dok je kod tovljenika muškog pola to smanjenje iznosilo oko 2% ( $p=0,033$ ).
- Dodatak CLA u ishranu tovljenika ženskog pola imao je značajan efekat na povećanje udela mišićnog tkiva delova I i III kategorije u trupu životinja, dok kod tovljenika muškog pola nije utvrđena statistički značajna razlika između grupa u udelu mišićnog tkiva I, II i III kategorije.

Većina tehnoloških i hemijskih karakteristike mesa su se razlikovale između kontrolne i ogledne grupe kod oba pola tovljenika:

- Kod tovljenika oba pola, finalna pH vrednost analiziranih mišića, tj. pH 24 sata nakon klanja, bila je značajno niža kod svinja u oglednoj grupi.
- Vrednosti gubitka mase pri kuvanju (%) analiziranih mišića nisu se statistički značajno razlikovale između grupa kod tovljenika oba pola, a trend ( $p=0,088$ ) u njegovom povećanju pod uticajem CLA, utvrđen je samo u grupi tovljenika ženskog pola za *M. longissimus dorsi*.
- Nije utvrđen značajan uticaj CLA na promenu SVV *M. gluteus medius*-a i *M. longissimus dorsi*-a, kod oba pola tovljenika. Jedino je kod tovljenika ženskog pola utvrđeno da su svinje ogledne grupe imale značajno veće vrednosti SVV ( $\text{cm}^2$ ) *M. triceps brachii*-a u poređenju sa kontrolom ( $p=0,031$ ).

- CLA je uticala na smanjenje mekoće, tj. povećanje vrednosti sile sečenja, *M. longissimus dorsi*-a i *M. triceps brachii*-a kod tovljenika ženskog pola, dok kod tovljenika muškog pola ovakve razlike nisu utvrđene.
- Kod oba pola tovljenika, ishrana svinja sa CLA uticala je na značajno povećanje udela intramuskularne masti mišića buta i plečke, dok je kod lednog mišića utvrđen samo trend u povećanju udela intramuskularne masti ( $p < 0,1$ ). Svinje iz ogledne grupe imale su i značajno manji udeo vode u *M. gluteus medius*-u u poređenju sa svinjama iz kontrolne grupe, međutim takve razlike između grupa nisu utvrđene za druga dva analizirana mišića. Udeo pepela i proteina u analiziranim mišićama nije se značajno promenio pod uticajem CLA, kod tovljenika oba pola.
- CLA je uticala na značajno povećanje  $L^*$  vrednosti *M. longissimus dorsi*-a tovljenika ženskog pola ( $p=0,042$ ), dok kod životinja muškog pola veća  $L^*$  vrednost mesa u oglednoj grupi nije se statistički značajno razlikovala u poređenju sa kontrolom ( $p=0,069$ ). Udeo crvene ( $a^*$ ) i žute ( $b^*$ ) boje *M. longissimus dorsi*-a nije se menjao pod uticajem ishrane sa CLA.

Kod tovljenika oba pola dodatak CLA u završnoj fazi tova imao je značajan uticaj na sastav masnih kiselina u: potkožnom masnom tkivu regija leđa i potrbušine, intermuskularnom masnom tkivu buta i intramuskularne masti *M. gluteus medius*-a. Kod oba pola tovljenika, utvrđeno je da su životinje iz ogledne grupe imale značajno veći udeo CLA kod svih analiziranih uzoraka. Pored toga, utvrđeno je da su grla iz ogledne grupe imala i značajno veći udeo SFA i značajno manji udeo UFA i MUFA:

- Utvrđeno je da dodatak CLA utiče na značajnu promenu sastava zasićenih masnih kiselina PMT-a lednog dela, koja se ogleda u povećanju sadržaja miristinske (14:0), palmitinske (16:0) i stearinske (18:0) kiseline i kao posledica tih promena na povećanje sadržaja ukupnih zasićenih masnih kiselina. CLA je uticala na značajno smanjenje udela oleinske kiseline (18:1c), kao i udela MUFA kod oba pola tovljenika. Utvrđen je značajno manji udeo eikozanodienske (20:2) i arahidonske (20:4) kiseline kod tovljenika oba pola u oglednoj u poređenju sa kontrolnom grupom, međutim sadržaj ukupnih PUFA nije se značajno razlikovao između ispitivanih grupa.



- Slično kao kod PMT-a leđa, CLA je uticala na značajno povećanje udela SFA i smanjenja udela UFA i MUFA PMT-a potrbušine, kod tovljenika oba pola. Međutim, za razliku od PMT-a leđa, u grupi tovljenika muškog pola utvrđeno je da se udeo n-6 masnih kiselina značajno smanjio ( $p=0,035$ ), što međutim nije uticalo i na značajno povećanje odnosa n-6/n-3 masnih kiselina ( $p=0,380$ ).
- Ishrana svinja sa CLA uticala je na značajno povećanje udela miristinske (14:0), palmitinske (16:0), stearinske (18:0), vakcenske (18:1c n-7) i konjugovane linolne kiseline (CLA) u intramuskularnoj masti *M. Gluteus medius*-a. Pored toga, udeo oleinske (18:1c), linolne (18:2) i arahidonske kiseline (20:4) bio je značajno manji kod tovljenika oba pola hranjenih sa CLA u poređenju sa kontrolom. Kod tovljenika muškog pola CLA je uticala i na značajno povećanje udela palmitoleinske (16:1) i smanjenje udela eikozadienoinske kiseline (20:2). Za razliku od njih, kod tovljenika ženskog pola utvrđen je značajan efekat CLA na povećanje udela elaidinske (18:1t) i smanjenje udela adreninske kiseline (22:4). Udeo ukupnih n-6 masnih kiselina bio je značajno manji u ogleđnoj grupi, kod tovljenika oba pola, dok se udeo ukupnih n-3 masnih kiselina nije značajno razlikovao između analiziranih grupa. Manji udeo n-6 masnih kiselina uticao je i na statistički značajno smanjenje odnosa n-6 i n-3 masnih kiselina, kod tovljenika oba pola.
- Dodatak CLA imao je sličan uticaj i na sastav masnih kiselina intermuskularnog masnog tkiva buta. Ta promena se ogledala u značajnom povećanju udela miristinske (14:0), palmitinske (16:0) i stearinske kiseline (18:0). Towljenici oba pola imali su značajno manji udeo oleinske (18:1c) i eikozenoinske kiseline (20:1) i značajno veći udeo elaidinske (18:1t) i konjugovane linolne kiseline (CLA), u poređenju sa kontrolom. Ishrana svinja sa CLA imala je veći uticaj na sastav masti intermuskularnog masnog tkiva buta tovljenika ženskog pola, kod kojih je utvrđen manji udeo eikozadienoinske (20:2), eikozanotrienoinske (20:3) i arahidonske kiseline (20:4). Sume svih n-6 i n-3 masnih kiselina nisu se značajno razlikovale između kontrolne i ogleđne grupe kod tovljenika oba pola, ali je utvrđeno da je njihov odnos (n-6/n-3) u grupi tovljenika ženskog pola bio značajno manji kod svinja hranjenih sa CLA ( $p=0,010$ ).
- Dodatak CLA nije rezultirao značajnom promenom jednog broja PMT-a potrbušine kod tovljenika oba pola, a statistički značajna razlika između grupa utvrđena je u

jodnom broju PMT-a leđa, koji je kod oba pola tovljenika bio značajno niži kod svinja ogledne grupe. Jodni broj masti ekstrahirane iz IMT-a buta razlikovao se samo kod tovljenika ženskog pola, gde je utvrđeno da su svinje iz ogledne grupe imale značajno manji jodni broj u odnosu na kontrolu ( $p=0,015$ ).

Dodatak CLA u završnu fazu tova svinja nije imao značajan uticaj na senzorni kvalitet uzoraka mesa (*M. gluteus medius*, *M. longissimus dorsi* i *M. triceps brachii*) nakon pečenja:

- Dodatak CLA u ishranu tovljenika oba pola nije značajno uticao na promenu senzornih ocena za miris, ukus, mekoću i sočnost pečenog mesa. Senzorne ocene marmoriranosti analiziranih mišića, koje su određivane na svežem mesu, bile su nešto više kod tovljenika hranjenih sa CLA, međutim, nisu utvrđene statistički značajne razlike između grupa.

Ishrana svinja sa CLA u završnoj fazi tova utiče na smanjenje debljine i udela potkožnog masnog tkiva i na povećanje mesnatosti trupa, bez negativnih uticaja na kvalitet dobijenog mesa. Povećanje sadržaja zasićenih masnih kiselina u masnom tkivu poboljšava tehnološke karakteristike i oksidativnu stabilnost masnog tkiva. Dodatno, zbog inkorporacije CLA izomera u tkiva životinja i njenih zdravstvenih koristi, ovakva vrsta ishrane može biti i metod za dobijanje svinjskog mesa sa osobinama “funkcionalne hrane”.

## 9. LITERATURA

1. Ackman R.G. (1998): Laboratory preparation of conjugated linoleic acid. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 75, 1227.
2. Allen C.E., Foegeding E.A. (1981): Some lipid characteristics and interactions in muscle foods-a review. *Food Technology*, 35, 253-257.
3. Andersen H.J. (1999): What is pork quality? Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition. Zurich, Switzerland, 25. August., 15-26.
4. Apple J.K., Maxwell C.V., Kutz B.R., Rakes L.K., Sawyer J.T., Johnson Z.B. (2008): Interactive effect of ractopamine and dietary fat source on pork quality characteristics of fresh pork chops during simulated retail display. *Journal of Animal Science*, 86, 2711-2722.
5. Averette-Gatlin L., See M.T., Larick D.K., Lin X., Odle J. (2002): Conjugated linoleic acid in combination with supplemental dietary fat alters pork fat quality. *Journal of Nutrition*, 32, 3105-3112.
6. Azain M.J. (2003): Conjugated linoleic acid and its effects on animal products and health in single stomached animals. *Proceedings of the nutrition society*, 62, 319-328.
7. Azain M.J., Hausman D.B., Sisk M.B., Flatt W.P., Jewell D.E. (2000): Dietary conjugated linoleic acid reduces rat adipose tissue cell size rather than cell number. *J. Nutr.*, 130, 1548-1554.
8. Banni S. (2002): Conjugated linoleic acid metabolism. *Curr. Opin. Lipidol.*, 13, 261-266.
9. Barnes K.M., Winslow N.R., Shelton A.G., Hlusko K.C., Azain M.J. (2012): Effect of dietary conjugated linoleic acid on marbling and intramuscular adipocytes in pork. *Journal of Animal Science*, 90, 1142-1149.
10. Bejerholm C., Aaslyng M.D. (2004): The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork-depending on the raw meat quality. *Food Quality and Preference*, 15, 19-30.
11. Bejerholm C., Barton-Gade P.A. (1986): Effect of intramuscular fat level on eating quality of pig meat. In 32<sup>nd</sup> European meeting of meat research workers, Ghent, Belgium, 389-391.

12. Bennett J. (1997): Eating quality assurance for pig meat. Final Report 1266. The pig research and development corporation, Canberra, ACT, Australia.
13. Blankson H., Stakkestad J.A., Fagertun H., Thom E., Wadstein J., Gudmundsen O. (2000): Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. *The Journal of Nutrition*, 130, 2943-2948.
14. Booth R.G., Kon S.K., Dann W.J., Moor T.A. (1935): A study of seasonal variation in butter fat. II. A seasonal spectroscopic variation in the fatty acid fraction. *Biochem. J.*, 29, 133-137.
15. Boyd R.D., Bauman D.E., Fox D.G., Scanes C.G. (1991): Impact of metabolism modifiers on protein accretion and on protein and energy requirements of domestic animals *J. Anim. Sci.*, 69, 56-75.
16. Bunning K., Hamm R. (1970). Über die Haminbestimmung in fleisch mittels der methode von Horsney. *Fleischwirtschaft*, 50, 1541-1545.
17. Cameron N.D., Enser M.B. (1991): Fatty acid composition of lipids in longissimus dorsi muscle of Duroc and British Landrace pigs and its relationship with eating quality. *Meat Sci.*, 29, 295-307.
18. Cannata S., Engle T.E., Moeller S.J., Zerby H.N. Radunz A.E., Green M.D., Bass P.D., Belk K.E. (2010): Effect of visual marbling on sensory properties and quality traits of pork loin. *Meat Sci.*, 85, 428-434.
19. Carlson M.S., Boren C.A., Wu C., Huntington C.E., Bollinger D.V., Veum T.L. (2004): Evaluation of various inclusion rates of organic zinc as polysaccharide or proteinate complex on the growth performance, plasma and excretion in nursery pigs. *Jornal of animal science*, 82, 1359-1366.
20. Carr S.N., Rincker P.J., Killefer J., Baker D.H., Ellis M., McKeith F.K. (2005): Effects of different cereal grains and ractopamine hydrochloride on performance, carcass characteristics and fat quality in late-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 83, 223-230.
21. Cesano A., Visonneau S., Scimeca J.A., Kritchevsky D., Santoli D. (1998): Opposite effects of linoleic and conjugated linoleic acid on human prostatic cancer in SCID mice. *Anticancer Res.*, 18, 1429-1434.
22. Chambers E.N., Bowers J.R. (1993): Consumer perception of sensory quality in muscle foods. *Food Technology*, 47, 11, 116-120.

23. Chin S.F., Liu W., Storkson J.M., Ha Y.L., Pariza M.W. (1992): Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J. Food Compos. Anal.*, 5, 185-197.
24. Chin S.F., Storkson J.M., Albright K.J., Cook M.E., Pariza M.W. (1994): Conjugated linoleic acid is a growth factor for rats as shown by enhanced weight gain and improved feed efficiency. *J. Nutr.*, 124, 2344-2349.
25. Choi Y., Park Y., Pariza M.W., Ntambi J.M. (2001): Regulation of stearyl-CoA desaturase activity by the trans-10,cis-12 isomer of conjugated linoleic acid in HepG2 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 284, 689-693.
26. Christie W.W., Dobson G., Gunstone F.D. (1997): Isomers in commercial samples of conjugated linoleic acid. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 74,1231.
27. CIE (1976): Commission Internationale de l'Eclairage. *Colorimetry*, 2<sup>nd</sup> ed., Vienna.
28. Collier R.J. (2002): Metabolic Modifiers: Advances in Economic Production of Safe Food. *Scientific Advances in Animal Nutrition: Promise for the New Century, Proceedings of a Symposium*, 26-31.
29. Cook M.E. (1999): Conjugated linoleic acid. *Proceedings from Reciprocal Meat Conference*, 52, 43-46.
30. Cook M.E., Jerome D.L., Crenshaw T.D., Buege D.R., Pariza M.W., Albright K.J. (1998): Feeding conjugated linoleic acid improves feed efficiency and reduces carcass fat in pigs. *FASEB Journal*, 12, 836.
31. Cordain L., Watkins B.A., Florant G.L., Kelher M., Roger S.L., Li Y. (2002): Fatty acid analysis of wild ruminant tissues: evolutionary implications for reducing diet-related chronic disease. *European Journal of Clinical Nutrition*, 3, 56.
32. Corino C., Magni S., Pastorelli G., Rossi R., Mourot J. (2003): Effect of conjugated linoleic acid on meat quality, lipid metabolism, and sensory characteristics of dry-cured hams from heavy pigs. *J. Anim. Sci.*, 81, 2219-2229.
33. Corino C., Musella M., Pastorelli G., Rossi R., Paolone K., Costanza L. (2008): Influences of dietary conjugated linoleic acid (CLA) and total lysine content of

- growth, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. *Meat Science*, 79, 307-316.
34. D'Souza D.N., Pethick D.W., Dunshea F.R., Mullan B.P. (2003): Nutritional manipulation increases intramuscular fat levels in the longissimus muscle of female finisher pigs. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54, 745-749.
  35. Davenel A., Riaublanc A., Marchal P., Gandemer G. (1999): Quality of pig adipose tissue: relationship between solid fat content and lipid composition. *Meat Science*, 51, 73-79.
  36. de Deckere E.A., van Amelsvoort J.M., McNeill G.P., Jones P. (1999): Effects of conjugated linoleic acid (CLA) isomers on lipid levels and peroxisome proliferation in the hamster. *British Journal of Nutrition*, 82, 309-317.
  37. De Smet S., Raes K., Demeyer D. (2004): Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: A review. *Anim. Res.*, 53, 81-98.
  38. DeLany J.P., Blohm F., Truett A.A., Scimeca J.A., West D.B. (1999): Conjugated linoleic acid rapidly reduce body fat content in mice without affecting energy intake. *Amer. J. Physiol.*, 276, 1172-1179.
  39. Dević B., Stamenković T. (2004): Sadržaj intramuskularne masti u mišićima svinja. *Tehnologija mesa*, 45, 125-128.
  40. Dikeman M. (2007): Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. *Meat Sci.*, 77, 121-135.
  41. Dikeman M.E. (2003): Metabolic modifiers and genetics: Effects on carcass traits and meat quality. *Brazilian Journal of Food Technology (Special issue)*, 6, 1-38.
  42. Ding S-T., Lapillonne A., Heird W.C., Mersmann H.J. (2003): Dietary fat has minimal effects on fatty acid metabolism transcript concentrations in pigs. *Journal of Animal Science*, 81, 423-431.
  43. Dugan M.E.R., Aalhus J.L., Jeremiah L.E., Kramer J.K.G., Schaefer A.L. (1999): The effects of feeding conjugated linoleic acid on subsequent pork quality. *Can. J. Anim. Sci.*, 79, 45-51.
  44. Dugan M.E.R., Aalhus J.L., Schaefer A.L., Kramer J.K.G. (1997): The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, 77, 723-725.

45. Dunshea F.R., D'Souza D.N., Pethick D.W., Harper G.S., Warner R.D. (2005): Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science*, 71, 8-38.
46. Dunshea F.R., Ostrowska E., Luxford B., Smits R.J., Campbell R.G., D'Souza D.N. (2002): Dietary conjugated linoleic acid can decrease backfat in pigs housed under commercial conditions. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 15, 1011-1017.
47. Dunshea F.R., Ostrowska E., Muralitharan M., Cross R., Bauman D.E., Pariza M.W., Skarie C. (1998): Dietary conjugated linoleic acid decreases backfat in growing gilts. *Journal of Animal Science*, 76, 131 (Abstr.).
48. Džoljić D.A., Stamenković T. (1976): Sastav mesa i njegov značaj u ishrani ljudi. *Tehnologija mesa*, 17, 34-37.
49. Eggert J.M., Belury M.A., Kempa-Steczko A., Mills S.E., Schinckel A.P. (2001): Effects of conjugated linoleic acid on the belly firmness and fatty acid composition of genetically lean pigs. *Journal of Animal Science*, 79, 2866-2872.
50. Eggert J.M., Carroll A.L., Richert B.T., Gerrard D.E., Forrest J.C., Bowker B.C., Wynveen E.J., Hammelman J.E., Schinckel A.P. (1999): Effects of conjugated linoleic acid (CLA) on the growth, carcass composition and pork quality of two genotypes of lean gilts. *J. Anim. Sci.*, 77, 178 (Abstr.).
51. Ellis M., Webb A.J., Avery P.J., Brown I. (1996): The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. *Anim. Sci.*, 62, 521-530.
52. Enoch H.C., Catala A., Strittmater (1976): Mechanism of rat liver microsomal stearyl-CoA desaturase. Studies of the substrate specificity, enzyme-substrate interactions, and the function of lipid. *Journal of Biological Chemistry*, 251, 5095-5103.
53. Evans M., Geigerman C., Cook J., Curtis L., Kuebler B., McIntosh M. (2000): Conjugated linoleic acid suppresses triglyceride accumulation and induces apoptosis in 3T3-L1 preadipocytes. *Lipids*, 35, 899-910.
54. Fernandez E., Chatenoud L., La Vecchia C., Negri E., Franceschi S. (1999): Fish consumption and cancer risk. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70, 85-90.

55. Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G.H. (1957): A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-507.
56. Fortin A., Robertson W.M., Tong A.K.W. (2005): The eating quality of Canadian pork and its relationship with intramuscular fat. *Meat Science*, 69, 297-305.
57. Fritsche J., Steinhart H. (1998): Analysis, occurrence and physiological properties of trans fatty acids (TFA) with particular emphasis on conjugated linoleic acid isomers (CLA) – a review. *Fetts Lipid*, 100, 190-210.
58. Gandemer G. (2002): Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products. *Meat Science*, 62, 309-321.
59. Gatlin L.A., See M.T., Larick D.K., Lin X., Odle J. (2002): Conjugated linoleic acid combination with supplemental dietary fat alters pork fat quality. *J. Nutr.*, 132, 3105-3112.
60. Gebre B.A., Gebretsadik Z.T., Anal A.K. (2012): Effect of metabolic modifiers on meat quantity and quality. *African Journal of Food Science*, 6, 294-301.
61. Gnädig S. (1996): Konjugierte Linolsäureisomere in Lebensmitteln, humanem Fettgewebe und humanem Blutplasma. Diplomarbeit, Fachbereich Chemie, Inst. für Biochemie und Lebensmittelchemie, Abt. Lebensmittelchemie, Universität Hamburg, Hamburg.
62. Grau R., Hamm R., Baumann A. (1953): Über das wasserbindungsvermögen des toten Säugetiermuskels. I. Mitteilung. Der Einfluß des pH Wertes auf die Wasserbindung von zerkleinertem Rindermuskel. *Biochem. Z.*, 325, 1-11.
63. Griinari J.M., Bauman D.E. (1999): Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. Editor: Yurawecz M.P., Mossoba M.M., Kramer J.K.G., Pariza M.W., Nelson G.J. (1999): *Advances in conjugated linoleic acid research (Vol. 1)*, Champaign, IL, AOCS Press, 180–200.
64. Griinari J.M., Corl B.A., Lacy S.H., Chouinard P.Y., Nurmela K.V.V., Bauman D.E. (2000): Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by  $\Delta^9$ -desaturase. *J. Nutr.*, 130, 2285-2291.
65. Ha Y.L., Grimm N.K., Pariza M.W. (1987): Anticarcinogens from fried ground beef: Heat-altered derivatives of linoleic acid. *Carcinogenesis*, 8, 1881-1887.



66. Ha Y.L., Storkson J.M., Pariza M.W. (1990): Inhibition of benzo(a)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res.*, 50, 1097-1101.
67. Harper G.S., Barendsel W.J., Hygate L., Oddy V.H., Pethick D., Tume R.K. (2001): Biological determinants of intramuscular fat deposition in beef cattle, Current mechanistic knowledge and sources of variation. Final report to Meat and Livestock Australia (FLOT208). CRC, Armidale, New South Wales, Australia.
68. Haumann B.F. (1996): Conjugated linoleic acid. *International News on Fats, Oils and Related Materials*, 7, 152-159.
69. Hayek M.G., Han S.N., Wu D., Watkins B.A., Meydani M., Dorsey J.L., Smith D.E., Meydani S.N. (1999): Dietary conjugated linoleic acid influences the immune response of young and old C57BL/6NCrIBR mice. *Journal of Nutrition*, 129, 32-38.
70. Heymann H., Hedrick H.B., Karrasch M.A., Eggeman M.K., Ellersieck M.R. (1990): Sensory and chemical characteristics of fresh pork roasts cooked to different endpoint temperatures. *Journal of Food Science*, 55, 613-617.
71. Hofmann K. (1994): What is quality? Definition, measurement and evaluation of meat quality. *Meat Focus International*, 3, 73-82.
72. Honikel K.O. (1999): Biohemijske i fizičko-hemijske karakteristike kvaliteta mesa. *Tehnologija mesa*, 40, 3-5, 105-123.
73. Houseknecht K.L., Vanden Heuvel J.P., Moya-Camarena S.Y., Portocarrero C.P., Peck L.W., Nickel K.P., Belury M.A. (1998): Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 244, 678-682.
74. Intarapichet K.O., Maikhunthod B., Thungmanee N. (2008): Physicochemical characteristics of pork fed palm oil and conjugated linoleic acid supplements. *Meat Science* 80, 788-794.
75. Ip C., Chin S.F., Scimeca J.A., Pariza M.W. (1991): Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res*, 51, 6118-6124.
76. Ip C., Scimeca J.A., Thompson H. (1995): Effect of timing and duration of dietary conjugated linoleic acid on mammary cancer prevention. *Nutr. Cancer*, 24, 241-247.

77. Ip C., Singh M., Thompson H.J., Scimeca J.A. (1994): Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. *Cancer Res.*, 54, 1212-1215.
78. Ip C., Thompson H., Banni S., Zhu Z., Loftus T., Darcy K. (1997): Morphological and biochemical status of the mammary gland as influenced by conjugated linoleic acid: implication for a reduction in mammary cancer risk. *Cancer Res*, 57, 5067-5072.
79. Joo S.T., Kauffman R.G., Kim B.C., Kim C.J. (1995): The relationship between color and water-holding capacity in post-rigor porcine longissimus muscle. *J. Muscle Foods*, 6, 211-226.
80. Joo S.T., Lee J.I., Ha Y.L., Park G.B. (2002): Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, and water-holding capacity of pork loin. *Journal of animal science*, 80, 108-112.
81. Jovanović S., Popović Lj., Dokmanović M., Đorđević V., Mirilović M., Todorović E., Baltić M. (2009): Uperedna analiza proizvodnje svinjskog mesa i mesnatosti trupova svinja sa farmi i iz otkupa u Srbiji. *Tehnologija mesa*, 50, 287-295.
82. Karlsson A., Enfalt A.-C., Essen-Gustavsson B., Lundstrom K., Rydhmer L., Stern S. (1993): Muscle histochemical and biochemical properties in relation to meat quality during selection for increased lean tissue growth rate in pigs. *Journal of Animal Science*, 71, 930-938.
83. Karolyi D. (2004): Dijetalne masti i meso. *Meso*, 2, 14-17.
84. Karolyi D. (2007): Masti u mesu svinja, *Meso*, 6, 335-340.
85. Katsumata M., Kaji Y., Saitoh M. (1996): Growth and carcass fatness responses of finishing pigs to dietary fat supplementation at high ambient temperature. *Animal Science*, 62, 591-598.
86. Kellens M.J., Goderis H.L., Tobback P.P. (1986): Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by a mixed culture of rumen microorganisms. *Biotechnology and Bioengineering*, 28, 1268.
87. Kelley D.S., Bartolini G.L., Newman J.W., Vemuri M., Mackey B.E. (2006): Fatty acid composition of liver, adipose tissue, spleen, and heart of mice fed diets containing t10, c12-, and c9, t11-conjugated linoleic acid. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 74, 331-338.

88. Kelley N.S., Hubbard N.E., Erickson K.L. (2007): Conjugated linoleic acid isomers and cancer. *The Journal of Nutrition*, 137, 2599-2607.
89. Kinsella J.E. (1972): Stearoyl-CoA as a precursor of oleic acid and glycerolipids in mammary microsomes from lactating bovine: possible regulatory step in milk triglyceride synthesis. *Lipids*, 7, 349-355.
90. Kloss R., Linscheid J., Johnson A., Lawson B., Edwards K., Linder T., Stocker K., Petite J., Kern M. (2005): Effects of conjugated linoleic acid supplementation on blood lipids and adiposity of rats fed diets rich in saturated versus unsaturated fat. *Pharmacol. Res.*, 51, 503-507.
91. Kralik G., Kušec G., Kralik D., Mergeta V. (2007): Svinjogojstvo: biološki i zootehnički principi. Sveučilište Josipa Jurija Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet; Sveučilište u Mostaru, Agronomski fakultet.
92. Kyriazakis I., Whittemore C.T. (2006): Whittemore's science and practice of pig production. Third edition. Blackwell Publishing, 38.
93. Laaksonen D.E., Nyysönen K., Niskanen L., Rissanen, Salonen J.T. (2005): Prediction of cardiovascular mortality in middle-aged men by dietary and serum linoleic and polyunsaturated fatty acids. *Archives of Internal Medicine*, 165, 193-199.
94. Larick D.K., Turner B.E., Schoenherr W.D., Coffey M.T., Pilkington D.H. (1992): Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *J. Anim. Sci.*, 70, 1397-1403.
95. Larsen S.T., Wiegand B.R., Parrish F.C.Jr., Swan J.E., Sparks J.C. (2009): Dietary conjugated linoleic acid changes belly and bacon quality from pigs fed varied lipid sources. *J. Anim. Sci.*, 87, 285-295.
96. Lauridsen C., Mu H., Henckel P. (2005): Influence of dietary conjugated linoleic acid (CLA) and age at slaughtering on performance, slaughter and meat quality, lipoproteins, and tissue deposition of CLA in barrows. *Meat Science*, 69, 393-399.
97. Lavillonniere F., Chajes V., Martin J.C., Sebedio J.L., Lhuillery C., Bougnous P. (2003): Dietary purified cis-9, trans-11 conjugated linoleic acid isomer has anticarcinogenic properties in chemically induced mammary tumours in rats. *Nutrition and Cancer*, 45, 2, 190-194.

98. Lawrie R.A. (1998): The structure and growth of muscle. Meat science, Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited, 31–57.
99. Lee K.N., Kritchevsky D., Pariza M.W. (1994): Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis*, 108, 19-25.
100. Lee K.W., Lee H.J., Cho H.Y., Kim Y.J. (2005): Role of the conjugated linoleic acid in the prevention of cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45, 135-144.
101. Li Y., Seifert M.F., Ney D.M., Grahn M., Grant A.L., Allen K.G., Watkins B.A. (1999): Dietary conjugated linoleic acids alter serum IGF-I and IGF binding protein concentrations and reduce bone formation in rats fed (n-6) or (n-3) fatty acids. *Journal of Bone and Mineral Research: The Official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 14, 1153-1162.
102. Li Y., Watkins B.A. (1998): Conjugated linoleic acids alter bone fatty acid composition and reduce ex vivo prostaglandin E2 biosynthesis in rats fed n-6 or n-3 fatty acids. *Lipids*, 33, 417-425.
103. Lin X., Looor J.J., Herbein J.H. (2004): Trans 10,cis 12-18:2 is a more potent inhibitor of de novo fatty acid synthesis and desaturation than cis 9,trans 11-18:2 in the mammary gland of lactating mice. *The Journal of Nutrition*, 134, 1362-1368.
104. Makević M., Đorđević N., Grubić G., Jokić Ž. (2004): *Ishrana domaćih životinja*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 1-496.
105. Marković R., Petrujkić B., Šefer D. (2010): *Bezbednost hrane za životinje*. Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, 256.
106. Martin D., Antequera T., Gonzales E., Lopez-Bote C., Ruiz J. (2007): Changes in the fatty acid profile of the subcutaneous fat of swine throughout fattening as affected by dietary conjugated linoleic acid and monounsaturated fatty acids. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 10820-10826.
107. Martin D., Muriel E., Gonzalez E., Viguera J., Ruiz J. (2008): Effect of dietary conjugated linoleic acid and monounsaturated fatty acids on productive, carcass and meat quality traits of pigs. *Livestock Science*, 117, 155-164.

108. Martinasso G., Saracino S., Maggiora M., Oraldi M., Canuto R.A., Muzio G. (2010): Conjugated linoleic acid prevents cell growth and cytokine production induced by TPA in human keratinocytes NCTC 2544. *Cancer Letters*, 287, 62-66.
109. Metz S.H.M., Dekker R.A. (1981): The contribution of fat mobilisation to the regulation of fat deposition in growing Large White and Pietrain pigs. *Animal Production*, 33, 149-157.
110. Migdal W., Pasciak P., Wojtysiak D., Barowicz T., Pieszk M. (2004): The effect of dietary CLA supplementation on meat and eating quality, and the histochemical profile of the *M. Longissimus dorsi* from stress susceptible fatteners slaughtered at heavier weights. *Meat Science*, 66, 863-870.
111. Niculita P., Popa M., Ghidurus M., Turtoi M. (2007): Effect of vitamin E in swine diet on animal growth performance and meat quality parameters. *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 57, 125-130.
112. Ognjanović A., Karan-Đurđić S., Radovanović R., Perić V. (1985): Tehnologija pratećih proizvoda industrije mesa. Beograd, 36-49.
113. Oluški V. (1973). Prerada mesa. Jugoslovenski institut za tehnologiju mesa, Beograd, 1-710.
114. O'Quinn P.R., Smith J.W., Nelssen J.L., Tokach M.D., Goodband R.D., Owen K.Q. (1998): Effects of source and level of added chromium on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 76, 60.
115. Ostrowska E., Cross R., Muralitharan M., Bauman D., Dunshea F. (2003): Dietary conjugated linoleic acid differentially alters fatty acid composition and increases conjugated linoleic acid content in porcine adipose tissue. *Br. J. Nutr.*, 90, 915-928.
116. Ostrowska E., Muralitharan M., Cross R.F., Bauman D.E., Dunshea F.R. (1999): Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. *Journal of Nutrition*, 129, 2037-2042.
117. Pariza M.W., Ashoor S.H., Chu F.S., Lund D.B. (1979): Effects of temperature and time on mutagen formation in pan-fried hamburger. *Cancer Letters*, 7, 63-69.

118. Pariza M.W., Hargraves W.A. (1985): A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7,12-dimethylbenz[a]anthracene. *Carcinogenesis*, 6, 591-593.
119. Pariza M.W., Park Y., Cook M.E. (2000): Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: Evidence and speculation. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 223, 8-13.
120. Pariza M.W., Park Y., Cook M.E. (2001): The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. *Progress in Lipid Research*, 40, 283-298.
121. Pariza M.W., Park Y., Xu X., Ntambi J., Kang K. (2003): Speculation on the mechanisms of action of conjugated linoleic acid. Editor: Sebedio J., Christie W.W., Adlof R. (2003): *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research (Vol. 2)*, Champaign, IL, AOCS Press, 251-258.
122. Park Y. (2009): Conjugated linoleic acid (CLA): Good or bad trans fat? *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 4-12.
123. Park Y., Albright K.J., Liu W., Cook M.E., Pariza M.W. (1995): Dietary conjugated linoleic acid (CLA) reduces body fat content and isomers of CLA are incorporated into phospholipid fraction. *IFT Book of Abstract*, 183.
124. Park Y., Albright K.J., Liu W., Storkson J.M., Lin M.E., Cook M.E., Pariza M.W. (1999): Changes in body composition in mice during feeding and withdrawal of conjugated linoleic acid. *Lipids*, 34, 243-248.
125. Park Y., Albright K.J., Pariza M.W. (2005): Effects of conjugated linoleic acid on long term feeding in Fischer 344 rats. *Food and Chemical Toxicology*, 43, 1273-1279.
126. Park Y., Albright K.L., Liu W., Storkson J.M., Cook M.E., Pariza M.W. (1997): Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. *Lipids*, 32, 853-858.
127. Park Y., Pariza M.W. (2007): Mechanisms of body fat modulation by conjugated linoleic acid (CLA). *Food Research International*, 40, 311-323.
128. Park Y., Pariza M.W., Park Y. (2008): Co-supplementation of dietary calcium and conjugated linoleic Acid (CLA) improves bone mass in mice. *Journal of Food Science*, 73, 556-560.
129. Park Y., Storkson J.M., Ntambi J.M., Cook M.E., Sih C.J., Pariza M.W. (2000): Inhibition of hepatic stearyl-CoA desaturase activity by trans-10,cis-12

- conjugated linoleic acid and its derivatives. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1486, 285-292.
130. Pastorelli G., Moretti V.M., Macchioni P., Lo Fiego D.P., Santoro P., Panseri S., Rossi R., Corino C. (2005): Influence of dietary conjugated linoleic acid on the fatty acid composition and volatile compounds profile of heavy pig loin muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2227-2234.
131. Radovanović R. (1992): Ocena kvaliteta trupova na liniji klanja - Savremeni zahtevi, mogućnosti perspektive. *Tehnologija mesa*, 33, 5, 169-178.
132. Radovanović R., Popov-Raljić J. (2000): Senzorna analiza prehrambenih proizvoda. Udžbenik, Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu - Tehnološki fakultet, 149-164.
133. Ramsay T.G., Evock-Clover C.M., Steele N.C., Azain M.J. (2001): Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. *J. Anim. Sci.*, 79, 2152-2161.
134. Reaney M.J.T., Liu Y., Westcott N.D. (1999): Commercial production of conjugated linoleic acid. *Advances in conjugated linoleic acid research*, 1, 39-54.
135. Rede R., Rahelić S. (1969): Priručnik za laboratorijske vežbe. *Tehnologija mesa*, Novi Sad.
136. Rede R.R., Petrović Lj.S. (1997): *Tehnologija mesa i nauka o mesu*. Tehnološki fakultet Novi Sad, 69-394.
137. Rincker P.J., Killefer J., Ellis M., Brewer M.S., McKeith F.K. (2008): Intramuscular fat content has little influence on the eating quality of fresh pork loin chops as determined by both trained and consumer sensory panels. *Journal of Animal Science*, 86, 730-737.
138. Ritzenthaler K.L., McGuire M.K., Falen R., Shultz T.D., Dasgupta N., McGuire M.A. (2001): Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology. *Journal of Nutrition*, 131, 1548-1554.
139. Rose G. (1990): *Dietary fat and human health*. Editor: Wood J.D., Fishr A.V. (1990): *Reducing fat in meat animals*. Elsevier Applied Science, Essex, 48-65.

140. Schinckel A.P., Wagner J.R., Forrest J.C., Einstein M.E. (2001): Evaluation of alternative measures of pork carcass composition. *Journal of animal science*, 79, 1093-1119.
141. Senčić Đ., Antunović Z., Kanisek J., Šperanda M. (2005): Fattening meatness and economic efficiency of fattening pigs. *Acta Veterinaria*, 55, 4, 327-334.
142. Shackelford S.D., Miller M.F., Haydon K.D., Lovegren N.V., Lyon C.E., Reagan J.O. (1990): Acceptability of bacon as influenced by the feeding of elevated levels of monounsaturated fats to growing-finishing swine. *J. Food Sci.*, 55, 621-624.
143. Shields R.G. Jr., Mahan D.C., Graham P.L. (1983): Changes in Swine Body Composition from Birth to 145 kg. *Journal of animal science*, 57, 43-54.
144. Simon O., Manner K., Schafer K., Sagredos A., Eder K. (2000): Effects of conjugated linoleic acids on protein to fat proportions, fatty acids, and plasma lipids in broilers. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102, 402-410.
145. Simpson B.K., Leo M.L., Toldrá N.F., Benjakul S., Paliyath G., Hui Y.H. (2012): *Food Biochemistry and Food Processing*. Second Edition, John Wiley and Sons, Inc., 1-896.
146. Smith W.L. (2007): Nutritionally essential fatty acids and biologically indispensable cyclooxygenases. *Trends in Biochemical Sciences*, 33, 1, 27-37.
147. SRPS EN ISO 5509 (2007): Animal and vegetable fats and oils - Preparation of methyl esters of fatty acids.
148. SRPS ISO 1442 (1998): Određivanje sadržaja vode.
149. SRPS ISO 1444 (1998): Određivanje sadržaja slobodne masti.
150. SRPS ISO 3961 (2001): Određivanje jednog broja.
151. SRPS ISO 936 (1999): Određivanje sadržaja pepela.
152. SRPS ISO 937 (1992): Određivanje sadržaja belančevina.
153. Stahl C.A., Berg E.P. (2003): Growth parameters and meat quality of finishing hogs supplemented with creatine monohydrate and a high glycemic carbohydrate for the last 30 days of production. *Meat Science*, 64, 169-174.
154. Strydom P., Frylinck L., Montgomery J., Smith M. (2009): The comparison of three  $\beta$ -agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. *Meat Sci.*, 81, 557-564.



155. Sugano M., Tsujita A., Yamasaki M., Yamada K., Ikeda I., Kritchevsky D. (1997): Lymphatic recovery, tissue distribution, and metabolic effects of conjugated linoleic acid in rats. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 8, 38-43.
156. Sun D., Zhu X., Qiao S., Fan S., Li D. (2004): Effects of conjugated linoleic acid levels and feeding intervals on performance, carcass traits and fatty acid composition of finishing barrows. *Archives of Animal Nutrition*, 58, 277-286.
157. Suzuki K., Ishida M., Kadowaki H., Shibata T., Uchida H., Nishida A. (2006): Genetic correlations among fatty acid compositions in different sites of fat tissues, meat production, and meat quality traits in Duroc pigs. *Journal of animal science*, 84, 2026-2034.
158. Swan J.E., Parrish F.C., Wiegand B.R., Larsen S.T., Baas T.J., Berg E.P. (2001): Total body electrical conductivity (TOBEC) measurement of compositional differences in hams, loins, and bellies from conjugated linoleic acid (CLA)-fed stress genotype pigs. *J. Anim. Sci.*, 79, 1475-1482.
159. Szczesniak S.A. (2002): Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*, 13, 215-225.
160. Szymczyk B. (2005): Effects of conjugated linoleic acid (CLA) on pig performance, carcass quality, chemical composition of meat and serum lipid profile. *Ann. Anim. Sci.*, 5, 1, 135-144.
161. Szymczyk B., Pisulewski P.M., Szczurek W., Hanczakowski P. (2000): The effects of feeding conjugated linoleic acid (CLA) on rat growth performance, serum lipoproteins and subsequent lipid composition of selected rat tissues. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 80, 1553-1558.
162. Szymczyk B., Pisulewski P.M., Szczurek W., Hanczakowski P. (2001): Effects of conjugated linoleic acid on growth performance, feed conversion efficiency, and subsequent carcass quality in broiler chickens. *Br. J. Nutr.*, 85, 465-473.
163. Teodorović M., Radović I. (2004): *Svinjarstvo*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
164. Thiel R., Sparks J., Wiegand B., Parrish F.C.J., Ewan R.C. (1998): Conjugated linoleic acid improves performance and body composition in swine. *Journal of Animal Science*, 76, 61.

165. Thiel-Cooper R.L., Parrish Jr.F.C., Sparks J.C., Wiegand B.R., Ewan R.C. (2001): Conjugated linoleic acid changes swine performance and carcass composition. *Journal of Animal Science*, 79, 1821-1828.
166. Thiel-Cooper R.L., Wiegand B.R., Parrish F.C.Jr., Love J.A. (1999): Effects of CLA supplementation on quality and sensory characteristics of pork. *J. Anim. Sci.*, 77, 47 (Abstr.).
167. Thom E., Wadstein J., Gudmundsen O. (2001): Conjugated linoleic acid reduces body fat in healthy exercising humans. *The Journal of International Medical Research*, 29, 392-396.
168. Tischendorf F., Schone F., Kirchheim U., Jahreis G. (2002): Influence of a conjugated linoleic acid mixture on growth, organ weights, carcass traits and meat quality in growing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 86, 117-128.
169. Toldrá F. (2002): *Dry-Cured Meat Products*. Food and Nutrition Press, Trumbull, CT, 1-238.
170. Tomović, V., Petrović Lj., Džinić N. (2009): Mramoriranost mesa polutki svinja različite mesnatosti. *Međunarodno 55. Savetovanje industrije mesa "Meso i proizvodi od mesa-bezbednost, kvalitet i nove tehnologije, 15-17. juni Tara-Hotel "Omorika", Srbija, Zbornik kratkih sadržaja*, 126-127.
171. Tume R., D'Souza D. (1999): A review of the impact of carcasses fat properties on pork quality. *Food science Australia and Agriculture Western Australia. Final Report for the Pig Research and Development Corporation. FSA 4/1377*. Canberra, ACT, Australia.
172. Uremović M., Uremović Z. (1997): *Svinjogojstvo*. Agronomski fakultet sveučilišta u Zagrebu, 1-494.
173. Van Laack R.L.J.M.V., Stevens, S.G., Stalder K.J. (2001): The influence of ultimate pH and intramuscular fat content on pork tenderness and tenderization. *J. Anim. Sci.*, 79, 392-397.
174. Volodkevich N.N. (1938): Apparatus for measurement of chewing resistance or tenderness of foodstuffs. *Food Res.*, 3, 221-225.

175. Wagner J.R., Schinckel A.P., Chen W., Forrest J.C., Coe B.L. (1999): Analysis of body composition changes of swine during growth and development. *Journal of animal science*, 77, 1442-1466.
176. Walstra P., Merkus G.S.M. (1996): Procedure for assessment of the lean meat percentage as cosequence of the new EU reference dissection method in pig carcass classification. Research Institute for Animal Science and Health, Report ID-DLO 96.014, 1-22, Research Branch, Zeist, The Netherlands.
177. Watkins B., Feng S., Strom A., De Vitt A., Yu L., Li Y. (2003): Conjugated linoleic acids alter the fatty acid composition and physical properties of egg yolk and albumen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 6870-6876.
178. Weber T.E., Richert B.T., Belury M.A., Gu Y., Enright K., Schinckel A.P. (2006): Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. *J. Anim. Sci.*, 84, 720-732.
179. Wenk C., Häuser A., Vogg-Perret D., Prabucki A.L. (1990): Einfluss mehrfach ungesättigter Fettsäuren im Futter auf die Qualität von Schweinefleisch. *Fat Science Technology*, 92, 52-556.
180. West D.B., Blohm F.Y., Truett A.A., DeLany J.P. (2000): Conjugated linoleic acid persistently increases total energy expenditure in AKR/J mice without increasing uncoupling protein gene expression. *The Journal of Nutrition*, 130, 2471-2477.
181. West D.B., DeLany J.P., Camet P.M., Blohm F., Truett A.A., Scimeca J. (1998): Effects of conjugated linoleic acid on body fat and energy metabolism in the mouse. *Am. J. Physiol.*, 275, 667-672.
182. White H.M., Richert B.T., Radcliffe J.S., Schinckel A.P., Burgess J.R., Koser S.L., Donkin S.S., Latour M.A. (2009): Feeding conjugated linoleic acid partially recovers carcass quality in pigs fed dried corn distillers grains with solubles. *J.Anim.Sci.*, 87, 157-166.
183. Whittington F.M., Prescott N.J., Wood J.D., Enser M. (1986): The effect of dietary linoleic acid on the firmness of backfat in pigs of 85 kg live weight. *J. Sci. Food Agric.*, 37, 753-761.

184. Wiegand B.R., Parrish F.C.Jr., Sparks J.C. (1999): Effects of CLA supplementation on pork quality characteristics in crossbred growing-finishing barrows. *J. Anim. Sci.*, 77, 47 (Abstr.).
185. Wiegand B.R., Parrish F.C.Jr., Swan J.E., Larsen S.T., Baas T.J. (2001): Conjugated linoleic acid improves feed efficiency, decreases subcutaneous fat, and improves certain aspects of meat quality in stress-genotype pigs. *Journal of Animal Science*, 79, 2187-2195.
186. Wiegand B.R., Sparks J.C., Parrish F.C.Jr., Zimmerman D.R. (2002): Duration of feeding conjugated linoleic acid influences growth performance, carcass traits, and meat quality of finishing barrows. *Journal of Animal Science*, 80, 637-643.
187. Williams C.M. (2000): Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech.*, 49, 165-180.
188. Wood J., Enser M., Fisher A., Nute G., Sheard P., Richardson R., Hughes S., Whittington F. (2008): Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci.*, 78, 343-358.
189. Wood J.D., Enser M. (1997): Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition*, 78, 49-60.
190. Wood J.D., Nute G.R., Fursey G.A.J., Cuthbertson A. (1995): The effect of cooking conditions on the eating quality of pork. *Meat Science*, 40, 127-135.
191. Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M. (2004): Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci.*, 66, 21-32.
192. Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M. (2003): Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66, 21-32.
193. Yamasaki M., Mansho K., Mishima H., Kasai M., Sugano M., Tachibana H., Yamada K. (1999): Dietary effect of conjugated linoleic acid on lipid levels in white adipose tissue of Sprague-Dawley rats. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 63, 1104-1106.
194. Yang C.S., Chung J.Y., Yang G.Y., Chhabra S.K., Lee M.J. (2000): Tea and tea polyphenols in cancer prevention. *Journal of Nutrition*, 130, 472-478.

195. Živković D., Perunuvoć M. (2012): Poznavanje mesa. Praktikum, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 1-74.
196. \*\* (1985): Pravilnik o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa, Sl. list SFRJ, br. 2/85, 12/85 i 24/86.
197. \*\* (2006): Commission regulation (EC) No 1197/2006 of 7 August 2006 amending regulation (EEC) No 2967/85 laying down detailed rules for the application of the Community scale for grading pig carcasses. Official Journal of the European Union, 49, L 217/6-7.

## 10. BIOGRAFIJA AUTORA

Nikola Z. Stanišić, rođen je 29. jula 1982. godine u Beogradu, Republika Srbija. Zemunsku gimnaziju, prirodno-matematički smer, završio je 2001. godine u Beogradu. Poljoprivredni fakultet na Univerzitetu u Beogradu, Odsek za prehrambenu tehnologiju animalnih proizvoda, upisao je školske 2001/2002. i završio je 2007. godine sa prosečnom ocenom 8,27 i diplomskim radom sa ocenom 10. Doktorske studije na studijskom programu Prehrambena tehnologija, Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu, upisao je školske 2007/08. godine.

U Institut za stočarstvo u Zemunu zaposlen je od 2007. godine, gde je bio uključen u rad eksperimentalne klanice, hemijske i mikrobiološke laboratorije Instituta. U zvanje istraživač-pripravnik u Odeljenju za poznavanje i tehnologiju mesa Instituta za stočarstvo u Zemunu, izabran je 2007. godine. U zvanje istraživač-saradnik u Institutu za stočarstvo u Zemunu izabran je u aprilu 2011. godine.

Objavio je 48 naučna rada kao prvi autor i koautor, u vodećim domaćim i međunarodnim časopisima. Učestvovao je na više naučnih skupova u zemlji i inostranstvu. Učestvovao je u realizaciji više projekata finansiranim od strane Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije.

## **Prilog 1.**

### **Izjava o autorstvu**

Potpisani: Nikola Z. Stanišić

Broj indeksa: 07/8

#### **Izjavljujem**

da je doktorska disertacija pod naslovom: „Efekti korišćenja konjugovane linolne kiseline u ishrani svinja na rezultate tova, sastav trupa i kvalitet mišićnog i masnog tkiva“

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena doktorska disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

#### **Potpis doktoranda**

*Nikola Z. Stanišić*

U Beogradu, 01.04.2013. godine.

**Prilog 2.**

**Izjava o istovetnosti štampane i elektronske  
verzije doktorske disertacije**

Ime i prezime autora: Nikola Stanišić

Broj indeksa: 07/8

Studijski program: doktorske akademske studije

Naslov doktorske disertacije „Efekti korišćenja konjugovane linolne kiseline u ishrani svinja na rezultate tova, sastav trupa i kvalitet mišićnog i masnog tkiva“

Mentor: dr Dušan Živković, vanredni profesor

Potpisani: Nikola Z. Stanišić

Izjavljujem da je štampana verzija moje doktorske disertacije istovetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

**Potpis doktoranda**



U Beogradu, 01.04.2013. godine.



### Prilog 3.

## Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom: „Efekti korišćenja konjugovane linolne kiseline u ishrani svinja na rezultate tova, sastav trupa i kvalitet mišićnog i masnog tkiva“ koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo

2. Autorstvo - nekomercijalno

3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima

5. Autorstvo – bez prerade

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na kraju).

**Potpis doktoranda**

*Čestimir Hukara*

U Beogradu, 01.04.2013. godine.