

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Barbara PIRŠ

**VPLIV ENERGIJSKE VREDNOSTI KRME NA KEMIJSKO IN  
MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO KOPUNJEGA MESA**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**THE INFLUENCE OF ENERGY LEVEL IN CAPON DIET ON THE  
CHEMICAL AND FATTY ACID COMPOSITION OF MEAT**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2010

S tem diplomskim delom končujem študij kmetijstva – zootehniko. Opravljeno je bilo na Katedri za govedorejo, konjerejo, rejo drobnice, perutninarstvo, akvakulturo, etologijo in sonaravno kmetijstvo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kemijske analize so bile opravljene v laboratoriju na Katedri za prehrano Oddelka za zootehniko.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Antonijo Holcman in za somentorico asist. dr. Alenko Levart.

Recenzent: doc. dr. Silvester ŽGUR

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Ivan ŠTUHEC  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: prof. dr. Antonija HOLCMAN  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: asis. dr. Alenka LEVART  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Silvester ŽGUR  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Barbara PIRŠ

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 636.5:637.5(043.2)=163.6
KG	perutnina/kopuni/prehrana živali/krma/energijska vrednost/kemijska sestava/maščobne kisline
KK	AGRIS L51/6100
AV	PIRŠ, Barbara
SA	HOLCMAN, Antonija (mentorica)/LEVART, Alenka (somentorica)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2010
IN	VPLIV ENERGIJSKE VREDNOSTI KRME NA KEMIJSKO IN MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO KOPUNJEGA MESA
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 46 str., 19 pregl., 2 sl., 3 pril., 28 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	<p>Proučili smo vpliv energijske vrednosti krme na kemijsko in maščobnokislinsko sestavo kopunjega mesa. Analizirali smo 20 vzorcev prsne in 20 vzorcev bedrne mišičnine kopunov preluks-G. Ena skupina je prejela energijsko revnejšo krmo (<math>\approx 9,40</math> MJ ME/kg), druga skupina pa energijsko bogatejšo krmo (<math>\approx 12,90</math> MJ ME/kg). Koncentracija energije v krmnem obroku ni vplivala na vsebnost suhe snovi, surovih beljakovin in celokupnih maščob v kopunjem mesu. Statistično značilne razlike (<math>&lt;0,0001</math>) so v kemijski sestavi prsne in bedrne mišičnine. Prsa vsebujejo značilno več surovih beljakovin, bedra pa značilno več celokupnih maščob. Med mišičnino kopunov krmljenih z energijsko revnejšo in energijsko bogatejšo krmo smo ugotovili statistično značilne razlike v maščobnokislinski sestavi. Mišičnina kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo, vsebuje značilno manj nasičenih maščobnih kislin, značilno več linolne kisline, večkrat nenasičenih maščobnih kislin in n-6 večkrat nenasičenih maščobnih kislin ter ima širše razmerje med n-6 in n-3 večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami kot mišičnina kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo. Prsna mišičnina vsebuje značilno več palmitinske kisline, stearinske kisline, arahidonske kisline, eikozapentaenojske kisline in dokozaheksaenojske kisline kot bedrna mišičnina</p>

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn  
DC UDC 636.5:637.5(043.2)=163.6  
CX poultry/capons/animal nutrition/feed/energy level/chemical composition/fatty acids  
CC AGRIS L51/6100  
AU PIRŠ, Barbara  
AA HOLCMAN, Antonija (supervisor)/LEVART, Alenka (co- supervisor)  
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3  
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Animal Science  
PY 2010  
TI THE INFLUENCE OF ENERGY LEVEL IN CAPON DIET ON THE CHEMICAL AND FATTY ACID COMPOSITION OF MEAT  
DT Graduation Thesis (University studies)  
NO IX, 46 p., 19 tab., 2 fig., 3 ann., 28 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB We studied the influence of energy level in capon diet on the chemical and fatty acid composition of meat. We analyzed 20 breast meat samples and 20 leg meat samples of capon Prelux-G. One group was fed with low energy feed ( $\approx 9.40$  MJ ME/kg), the other with high energy feed ( $\approx 12.90$  MJ ME/kg). Concentration of energy in a diet did not affect the content of dry matter, crude protein and crude fat in capon meat. However, statistically significant differences ( $<0.0001$ ) in chemical composition between breast and leg meat were observed. Breast meat contained significantly more crude protein, whereas leg meat contained significantly more crude fat. The muscle of capons, fed with high energy feed, contained significantly less saturated fatty acids, but significantly more linoleic acid, polyunsaturated fatty acids, n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids and also had a wider ratio between n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids, compared to capons, which were fed with low energy feed. Breast meat contained significantly more palmitic acid, stearic acid, arachidic acid, eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid than leg meat

## KAZALO VSEBINE

	Ključna informacijska dokumentacija (KDI)	str. III
	Key words documentation (KWD)	IV
	Kazalo vsebine	V
	Kazalo preglednic	VI
	Kazalo slik in prilog	VIII
	Okrajšave in simboli	IX
<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PREGLED OBJAV</b>	<b>2</b>
2.1	KOPUN	2
2.1.1	<b>Zgodovina kopunov in kopunjenja</b>	<b>2</b>
2.1.2	<b>Kopunjenje</b>	<b>2</b>
2.1.3	<b>Opis kopuna</b>	<b>3</b>
2.2	PREHRANA KOPUNOV	3
2.3	KAKOVOST KOPUNJEGA MESA	5
2.3.1	<b>Kemijska sestava kopunjega mesa</b>	<b>6</b>
2.3.2	<b>Maščobnokislinska sestava kopunjega mesa</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL IN METODE</b>	<b>15</b>
3.1	MATERIAL	15
3.1.1	<b>Opis poizkusa in pridobitev vzorcev</b>	<b>15</b>
3.1.2	<b>Priprava vzorcev</b>	<b>16</b>
3.2	METODE DELA	17
3.2.1	<b>Opravljenе analize</b>	<b>17</b>
3.2.2	<b>Suha snov</b>	<b>17</b>
3.2.3	<b>Surove beljakovine</b>	<b>17</b>
3.2.4	<b>Celokupne maščobe</b>	<b>18</b>
3.2.5	<b>Maščobnokislinska sestava</b>	<b>19</b>
3.3	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	20
<b>4</b>	<b>REZULTATI IN RAZPRAVA</b>	<b>22</b>
4.1	OSNOVNI STATISTIČNI PARAMETRI	22
4.2	VIRI VARIABILNOSTI	29
4.3	POMEN MAŠČOBNOKISLINSKE SESTAVE KOPUNJEGA MESA ZA PREHRANO	34
<b>5</b>	<b>SKLEPI</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>POVZETEK</b>	<b>42</b>
<b>7</b>	<b>VIRI</b>	<b>44</b>
	<b>ZAHVALA</b>	
	<b>PRILOGE</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Program krmljenja za kopune (North in Bell, 1990: 739)	4
Preglednica 2: Kemijska sestava bedrne in prsne mišičnine petelinov, kopunov in delnih kopunov (Sirri in sod., 2009: 1469, 1470)	7
Preglednica 3: Kemijska sestava prsi in beder pri različni vsebnosti beljakovin v krmi (Layfield in sod., 1972: 1515)	8
Preglednica 4: Kemijska sestava prsi in beder pri različni koncentraciji energije v krmi (Layfield in sod., 1972: 1516)	9
Preglednica 5: Maščobnokislinska sestava (g/100 g MK) bedrne in prsne mišičnine pri kopunih in delnih kopunih (Sirri in sod., 2009: 1471)	13
Preglednica 6: Sestava krmnih mešanic (Učakar, 2009: 18)	15
Preglednica 7: Sestava krmnih mešanic po deklaraciji (Učakar, 2009: 18)	16
Preglednica 8: Kromatografski pogoji, uporabljeni za določitev MK v mesu	20
Preglednica 9: Povprečne vrednosti in standardni odkloni za kemijsko sestavo mišičnine prsi in beder pri kopunih (g/100 g mišičnine)	23
Preglednica 10: Kemijska sestava prsi in beder kopunov po različnih avtorjih (g/100 g mišičnine)	24
Preglednica 11: Povprečne vrednosti in standardni odkloni za maščobnokislinsko sestavo (g MK/100 g MK) bedrne in prsne mišičnine pri kopunih	26
Preglednica 12: Povprečne vrednosti in standardni odkloni skupin MK in razmerje med n-6 in n-3 MK (g MK/100 g MK) v bedrni in prsni mišičnini kopunov	27
Preglednica 13: Maščobnokislinska sestava prsne in bedrne mišičnine kopunov po različnih avtorjih, v masnih deležih (g MK/100 g MK)	28
Preglednica 14: Ocene srednjih vrednosti (LSM ± SEE) ter razlike v kemijski sestavi mišičnine med poskusnima skupinama in med prsno in bedrno mišičnino kopunov (g/100 g mišičnine)	30
Preglednica 15: Ocene srednjih vrednosti in razlike v maščobnokislinski sestavi mišičnine kopunov med poskusnima skupinama in med prsi ter bedri (g MK/100 g MK)	31

Preglednica 16: Ocene srednjih vrednosti in razlik v skupinah MK (g MK/100 g MK) in razmerje med n-3 in n-6 VNMK med različno krmo in med prsi ter bedri	33
Preglednica 17: Viri variabilnosti za maščobnokislinsko sestavo za vpliv skupine (krme), vpliv kosa (prsi in bedri) in interakcijo med krmo × kosom (model 2)	34
Preglednica 18: Povprečna vsebnost maščobnih kislin v prsni in bedrni mišičnini kopunov (podatki so podani v mg maščobnih kislin na 100 g živila)	36
Preglednica 19: Dnevne potrebe po linolni in $\alpha$ -linolenski kislini ter pokritje potreb odraslega človeka s 100 g bedrne in prsne mišičnine kopunov krmljenih z energijsko bogato ali revno krmo	37

### KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Vsebnost večkrat nenasičenih in nasičenih maščobnih kislin v bedrni in prsni mišičnini pri kopunih, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo ali pa z energijsko bogatejšo krmo	38
Slika 2: Vsebnost n-6 in n-3 maščobnih kislin v bedrni in prsni mišičnini pri kopunih, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo ali pa z energijsko bogatejšo krmo	39

### KAZALO PRILOG

Priloga A: Osnovna statistika za vsebnost celokupnih maščob v mišičnini kopunov (g/100g)
Priloga B: Osnovna statistika za vsebnost surovih beljakovin v mišičnini kopunov (g/100g)
Priloga C: Osnovna statistika za vsebnost suhe snovi v mišičnini kopunov (g/100g)



## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

C12:0	lavrinska kislina (lauric acid)
C14:0	miristinska kislina (myristic acid)
C14:1 n-5	miristooleinska kislina (myristoleic acid)
C15:0	pentadekanojska kislina (pentadecanoic acid)
C16:0	palmitinska kislina (palmitic acid)
C16:1 n-7	palmitooleinska kislina (palmitoleic)
C17:0	margarinska kislina (margaric acid)
C17:0 aiso	14-metilheksadekanojska kislina
C17:1 n-7	cis-10-heptadecenojska kislina
C18:0	stearinska kislina (stearic acid)
C18:1	oleinska kislina (oleic)
$\Sigma$ C18:1	vsota izomer oktadecenojske kisline
C18:2 n-6	linolna kislina (linoleic acid)
C18:3 n-6	gama linolenska kislina (gamma linolenic acid)
C18:3 n-3	linolenska kislina (alpha linolenic acid)
CLA	konjugirana linolna kislina (conjugated linoleic)
C18:4 n-3	stearidonska kislina (stearidonic acid)
C19:1 n-9	cis-10-nonadecenojska kislina
C20:0	arahidinska kislina (arachidic acid)
C20:1 n-12 + n-15	cis-8-eikozenojska kislina + cis-5-eikozenojska kislina
C20:1 n-9	gadoleinska kislina (gadoleic acid)
C20:2 n-6	cis-11,14-eikozadienojska kislina
C20:3 n-6	cis-8,11,14-eikozatrienojska kislina
C20:4 n-6	arahidonska kislina (arachidonic acid)
C20:3 n-3	cis-11,14,17-eikozatrienojska kislina
C20:5 n-3	eikozapentaenojska kislina-EPK (eicosapentaenoic acid-EPA)
C22:0	behenska kislina (behenic acid)
C22:1 n-9	eruka kislina (erucic acid)
C22:4 n-6	adrenska kislina (cis-7,10,13,16-dokozatetraenojska kislina)
C22:5 n-3	dokozapentaenojska kislina
C22:6 n-3	dokozahexaenojska kislina-DHK (docosahexaenoic acid-DHA)
MK	maščobna kislina (fatty acid-FA)
NMK	nasičene maščobne kisline (saturated fatty acids-SFA)
ENMK	enkrat nenasičene maščobne kisline (monounsaturated fatty acids-MUFA)
VNMK	večkrat nenasičene maščobne kisline (polyunsaturated fatty acids-PUFA)
n-3 VNMK	družina omega-3 večkrat nenasičenih maščobnih kislin
n-6 VNMK	družina omega-6 večkrat nenasičenih maščobnih kislin

## 1 UVOD

Reja kopunov je bila v preteklosti najbolj razvita na Štajerskem, kjer so redili štajerske kopune. Trgovina s kopuni se je zelo razvila v 17. in 18. stoletju; takrat so v Gradcu odprli poseben trg, kjer so prodajali štajerske kopune. V zapiskih iz tega obdobja je kopun omenjen kot višek okusnega na kraljevih mizah (Holcman, 1984). Reja kopunov je začela izginjati med prvo in drugo svetovno vojno zaradi drage reje, izpodrinili so jih hitro rastni pitovni piščanci (Holcman, 2002).

Namen kopunjenja je izboljšanje kakovosti klavnega trupa in mesa (Sirri in sod., 2009). Kopunjenje ima precejšen vpliv na nalaganje maščob, kopuni imajo namreč večji odstotek maščob kot petelini (Tor in sod., 2002). Maščobe so najbolj variabilna sestavina mesa, na katero vplivajo številni dejavniki: spol, starost, način vzreje (Žlender, 1997). Mišična maščoba je prisotna v sami mišici in je v manjši koncentraciji za oko nevidna. Prispeva k marmoriranosti mesa in je eden najpomembnejših dejavnikov kakovosti mesa, saj ima bistveni vpliv na senzorične lastnosti mesa, kot so mehkoča, sočnost, aroma in posredno barva mesa (Furman in Kovač, 2007). Kopunje meso je nežno, sočno in okusno ter zaradi teh lastnosti slovi kot specialiteta na trgu mesa in mesnih izdelkov (Holcman, 1984). Zaradi nekdanjega slovesa kopunov se v Sloveniji občasno pojavlja zanimanje za oživljanje te reje (Holcman, 2008).

Na sestavo in kakovost mesa pomembno vpliva prehrana živali oz. sestava krmnih obrokov. Področje prehrane kopunov je zelo slabo proučeno. Z različnimi poskusi iščejo najbolj ustrezen krmni obrok za kopune, da bi dosegli dobre proizvodne lastnosti kopunov in čim boljšo kakovost kopunjega mesa. V kemijski sestavi kopunjega mesa pričakujemo predvsem razlike v vsebnosti maščob med skupino kopunov, ki bodo krmljeni z energijsko bogatejšim obrokom in skupino, ki bo krmljena z energijsko revnejšim obrokom.

V diplomski nalogi smo preučevali vpliv energijsko bogatejše krme in energijsko revnejše krme na kemijsko in maščobnokislinsko sestavo kopunjega mesa.

## **2 PREGLED OBJAV**

### **2.1 KOPUN**

Kopun je kastriran samec nekaterih vrst perutnine. Postopek odstranitve testisov se imenuje kopunjenje (Nesheim in sod., 1979).

#### **2.1.1 Zgodovina kopunov in kopunjenja**

Kopunjenje se je zelo razširilo proti koncu srednjega veka. Tudi pri nas so tedaj opravljali to operativno odstranitev testisov pri mladih petelinčkih. Reja kopunov je bila najbolj razvita na Štajerskem, kjer so redili štajerske kopune (Holcman, 1984). Štajerski kopuni so torej kastrirani petelini naše avtohtone pasme kokoši, imenovane štajerska kokoš (Holcman, 2008). Kakovostno meso le teh je bilo cenjeno tudi zunaj meja naše dežele, zlasti na Dunaju (Holcman, 1984). Že leta 1352 so bili štajerski kopuni na jedilnem listu samostana "Pri nebeških vrtnaricah" na Dunaju za neko posebno slovesnost. Še posebej živahno se je trgovina s kopuni s Štajerske razvila v 17. in 18. stoletju (Holcman, 2002). Takrat so v Gradcu odprli poseben trg, kjer so prodajali štajerske kopune. V zapiskih iz tega obdobja je kopun omenjen kot višek okusnega na kraljevih mizah (Holcman, 1984). Za proslavo Napoleonovega rojstva, godu in kronanja leta 1809 je zahteval francoski maršal Mcdonald od graške mestne občine: 150 kopunov, 50 kokoši, 30 golobov, 40 piščancev in 3000 jajc. Štajerski kopuni so bili torej cenjeni daleč naokoli (Holcman, 2002). Izginjati so začeli med prvo in drugo svetovno vojno, zlasti zaradi drage reje. Izpodrinili so jih hitro rastni pitovni piščanci (Holcman, 2008).

#### **2.1.2 Kopunjenje**

Kopunimo lahko samce različnih vrst perutnine. Poleg kopunjenja petelinčkov poznamo še primere kopunjenja puranov in fazanov (Jacqueline in Mather, 2000). Namen kopunjenja je izboljšanje kakovosti klavnega trupa in mesa (Sirri in sod., 2009). Kopunjenje petelinčkov je v primerjavi s kastracijo pri drugih domačih živalih težje, ker je petelinčku treba odpreti trebušno votlino. Za kopunjenje je potrebno posebno orodje, primerni pa so samo hitro rastoči, zdravi petelinčki. Da je delo pri operaciji lažje, vsaj 24 do 36 ur pred kopunjenjem živali ne dobijo krme in so za nekaj ur tudi brez vode. Tako je med operacijo

črevesje prazno, s tem pa je zmanjšana nevarnost, da bi z operativnim orodjem prebodli črevesje ali drugače ranili organe v trebušni votlini. Prvi postopki kopunjenja so bili težko izvedljivi in hkrati tudi nevarni za žival. Kasneje so to operacijo izpopolnili v taki meri, da je bilo kopunjenje dokaj rutinsko delo. Perutninar, ki se je dobro izuril v tem delu, je lahko operiral tudi 200 petelinčkov na uro (Holcman, 1984). Pomembna je tudi starost petelinčkov ob kopunjenju. Za vsako pasmo je treba proučiti najprimernejšo starost petelinčkov. Najprimernejša starost petelinčkov za kopunjenje je starost, pri kateri je najlažje izvesti popolno odstranitev testisov. V primeru nepopolne odstranitve testisov dobimo delne kopune (Holcman, 2008). Delnim kopunom se del neodstranjenega testisa obnovi in začne producirati moški spolni hormon. Ker pa tega ni dovolj, ne delujejo kot pravi petelini in ne dosežejo kakovosti mesa kopunov (Jacqueline in Mather, 2000).

### 2.1.3 Opis kopuna

Kopuni nimajo moških spolnih hormonov, zato izgubijo spolni nagon in spremenijo obnašanje. Postanejo bolj mirni in s tem manj aktivni. Energijo, ki jo petelini porabijo za borbe in varovanje svojega teritorija, kopuni usmerijo v bolj učinkovito izkoriščanje krme, za rast, nalaganje maščob in izboljšano kakovost mesa. Greben in podbradek se pri kopunu ne razvijeta, zato je glava kopuna manjša. Perje na sedlu, vratu in repu zraste nenavadno dolgo (Jacqueline in Mather, 2000). Glas se mu ne razvije. Noge ima kratke. Kostni so tanjše, mesa pa je mnogo več kot pri nekopunjenem petelinu (Holcman, 1984).

## 2.2 PREHRANA KOPUNOV

Krma predstavlja večino stroškov pri vzreji perutnine. Perutnina različne starosti ima različne prehranske potrebe (Basic Management of Small Flocks, 2009). Prehranske potrebe pri perutnini morajo biti optimalno pokrite, da bi z njimi dosegli optimalno prirejo in s tem zmanjšali vplive na okolje. V perutninski prireji težijo k manjši vsebnosti beljakovin v krmi in k iskanju boljšega ravnotežja aminokislin, manjšemu vnosu fosforja na enoto prirasta, boljši prebavljivosti krme ter izboljšanemu ravnotežju mineralov (Reineharts, 1996).

Kopune prodajo pri 17 do 20 tednih starosti pri telesni masi 4,5 kg. Ponavadi jih krmijo z začetno krmno mešanico za pitovne piščance do štirih ali petih tednov starosti. Nato jih

krmijo z mešanico z veliko vsebnostjo vlaknine do 12. oziroma 13. tedna starosti. Tehtali naj bi okoli 3,6 kg. Po tej starosti živali pričnejo krmiti z energijsko bogatejšo krmno mešanico. Zadnjih šest tednov krmni mešanici dodajajo sestavine, ki vsebujejo ksantofil, ki povzroči nastanek rumenega pigmenta v koži in maščobi (North in Bell, 1990). V preglednici 1 je prikazan program krmljenja kopunov različne starosti.

Preglednica 1: Program krmljenja za kopune (North in Bell, 1990: 739)

Starost (tedni)	MJ ME/kg	Vsebnost vlaknine (%)	Vsebnost beljakovin (%)
0-4	13,35	3,5	23
5-13	11,05	7,0	18
14-zakola	11,97	4,6	17

Omejeno krmljenje pri kopunih je ključ do uspešne prireje kakovostnih trupov. Da dosežemo to, moramo omejiti vnos krme kopunom med 8. in 14. tednom starosti. Dnevni vnos krme je potrebno zmanjšati od 10 do 15 % glede na količino krme, ki so jo zaužili, ko so bili krmljeni po volji. Obrok pri omejenem krmljenju tako vsebuje 11,05 MJ ME/kg, kar je razvidno iz preglednice 1. V testu so kopuni, ki so bili krmljeni po volji, dosegli 66,7 % ekstra klasificiranih trupov ob zakolu, medtem ko so tisti, ki so bili krmljeni omejeno, dosegli 80,6 % ekstra klasificiranih trupov (North in Bell, 1990).

Oprea in sod. (2009) so preučevali pitovne in klavne lasnosti petelinov in kopunov pri različnih vsebnostih surovih beljakovin in metabolne energije v krmi. V poizkus je bilo vključenih 40 petelinčkov in 40 kopunov ross 308. Razdeljeni so bili v štiri skupine (L1.1, L1.2, L1.3 in L1.4). Poizkus je bil razdeljen na dve fazi. Prva faza rasti je bila med 54. in 110. dnevom starosti petelinčkov in kopunov. Druga faza med 111. in 130. dnevom starosti. Na koncu pitanja so naključno izbrali 5 kopunov in 5 petelinov iz vsake skupine. Po zakolu je sledila disekcija trupa. Ugotovili so, da je zauživanje krme večje v skupini L1.1 in L1.2 pri kopunih in petelinih, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo. V skupini L1.3 in L1.4, ki sta bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo, pa je bilo zauživanje krme manjše. Kopuni in petelini imajo dobro nadomestno rast, vendar kopuni šele po 70 dneh starosti, ko si opomorejo od operacijskega stresa zaradi kastracije. Široko energijsko beljakovinsko razmerje z visoko koncentracijo energije (13,18 MJ ME/kg) doseže najboljši

dnevni prirast 86,4 g/dan. Skupina L1.1, ki je bila krmljena z ozkim energijsko beljakovinskim razmerjem, vendar z nizko koncentracijo energije (10,86 MJ ME/kg), pa kaže počasen nadomestni učinek, najverjetneje zaradi velike vsebnosti vlaknine, ki zmanjšuje prebavljivost. Kopuni in petelini iz skupine L1.4 kažejo dober odziv na visoke koncentracije energije (12,89 MJ ME/kg). Energijsko beljakovinsko razmerje ne vpliva močno pri tej starosti na maso anatomskih delov telesa, vendar so prsa in bedra statistično značilno težja v skupini L1.4, ki je krmljena s krmo z veliko koncentracijo energije.

Tudi Učakar (2009) je prišel do enake ugotovitve, da so kopuni, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo, v poskusnem obdobju porabili več krme kot kopuni, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo. Prav tako je ugotovil, da so kopuni, ki so prejeli energijsko bogatejšo krmo, dosegli boljšo klavnost kot kopuni, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo.

### 2.3 KAKOVOST KOPUNJEGA MESA

Po Pravilniku o kakovosti perutninskega mesa (2001) je kopunje meso meso petelinčkov, ki so kirurško kastrirani pred spolno zrelostjo in jih po kastraciji redijo najmanj 77 dni v tradicionalni prosti reji in jih zakoljejo pri starosti najmanj 150 dni.

Med značilne lastnosti kakovosti mesa sodijo prehranska vrednost ter senzorična in tehnološka kakovost. Na kakovost mesa vpliva tudi vsebnost in sestava beljakovin, prisotnost esencialnih amino kislin, vitaminov in mineralov. Prehranska vrednost zajema energijsko vrednost, h kateri bistveni delež prispevata vsebnost maščob in maščobnokislinska sestava. Veliko pozornost posvečamo predvsem vsebnosti maščob in njeni sestavi, saj se v današnjem času poleg količine zaužitih maščob poudarja pomembnost esencialnih in n-3 maščobnih kislin v prehrani človeka. Maščobo v trupu živali delimo na podkožno (subkutano), medmišično (intermuskularno), mišično (intramuskularno), maščobo telesnih votlin in maščobo okoli notranjih organov (ledvica, črevesje). Podkožno, intermuskularno, maščobo telesnih votlin in organov lahko mehansko odstranimo pred uživanjem mesa, medtem ko intramuskularne maščobe ni možno odstraniti. Slednja je prisotna v sami mišici in je v manjši koncentraciji za oko nevidna. Prispeva k marmoriranosti mesa in je eden najpomembnejših dejavnikov kakovosti mesa,

saj ima bistveni vpliv na senzorične lastnosti mesa, kot so mehkooba, sočnost, aroma in posredno barva mesa (Furman in Kovač, 2007).

Maščobe so najbolj variabilna sestavina mesa (od 0,5 do 30 % in več), na katero vplivajo številni dejavniki: vrsta živali in pasma, anatomska lokacija, spol, starost, način vzreje in stopnja prehranjenosti ter način obdelave in predelave mesa. Pri piščančjem in purjem mesu je velika razlika med bolj pustim belim (npr. prsa) in bolj zamaščenim temnim mesom (bedra); prav tako so bolj mastni kosi piščančjega mesa s kožo kakor brez nje (Žlender, 1997).

Tor in sod. (2002) so primerjali sestavo trupa po delih in tkivih med petelini in kopuni. Ugotovili so, da kastracija vpliva na sestavo telesnih delov. Prsa ( $P<0,001$ ) in stegna ( $P<0,01$ ) so težja pri kopunih, krača ( $P<0,05$ ) pa je težja pri petelinih. Sestava trupa po tkivih se razlikuje med petelini in kopuni. Kopuni so imeli večja deleža podkožne in medmišične maščobe ( $P<0,001$ ), petelini pa večje deleže kože ( $P<0,001$ ), mišičnine ( $P<0,001$ ), kosti ( $P<0,001$ ) in kit ( $P<0,05$ ). Ta raziskava je potrdila, da je glavni učinek kastracije na zaloge maščob. Kopuni imajo pri enaki starosti več trebušne maščobe in tudi več medmišične in podkožne maščobe ob zakolu, kot petelini. Povečana zamaščenost pri kopunih je večja v prsah in stegnih.

Sirri in sod. (2009) so potrdili, da kastracija vpliva na barvo, teksturo in sestavo mesa. Bistveno spremeni videz, teksturo in sestavo prsi in beder. Kopuni imajo bolj blede in bolj rumeno meso z manjšo vsebnostjo hema. Kopuni imajo tudi drugačno kemijsko in maščobnokislinsko sestavo mesa.

### **2.3.1 Kemijska sestava kopunjega mesa**

Sirri in sod. (2009) so preučevali vpliv delne in popolne kastracije petelinov na kakovost mesa. Poizkus je bil zasnovan na primerjavi kakovosti prsi in beder pri kopunih, delnih kopunih in petelinih. V poizkus je bila vključena jata 1400 petelinčkov hubbard. Reja je potekala v hlevih z možnostjo izhoda na prosto do 180. dneva starosti. Krmljeni so bili po volji s koruzno-sojino mešanico, ki je povprečno vsebovala 13,11 MJ ME/kg. Na koncu vzreje je bilo v jati 1250 kopunov, 120 delnih kopunov in 30 petelinov. Pred zakolom so bile živali 10 ur brez krme. Iz vsake skupine je bilo po ohladitvi trupov naključno izbranih

12 trupov. Vsebnost vlage, beljakovin, skupnih maščob, pepela, vsebnost holesterola in maščobnokislinska sestava so bile ugotovljene v prsni mišici (*m. pectoralis minor*) in bedrni mišici (*m. biceps femoris*). Ugotovili so, da prsna mišičnina kopunov vsebuje večjo vsebnost holesterola in pepela v primerjavi s petelini in delnimi kopuni. V bedrni mišičnini kopunov je v primerjavi s petelini večja vsebnost maščob, suhe snovi, pepela in holesterola ( $P < 0,01$ ). Poleg tega se vsebnost holesterola v bedrni mišičnini postopno zmanjšuje od kopunov do delnih kopunov in petelinov (preglednica 2).

Preglednica 2: Kemijska sestava bedrne in prsne mišičnine petelinov, kopunov in delnih kopunov (Sirri in sod. 2009: 1469, 1470)

Kemijska sestava	Kos	Kopun (n = 12)	Delni kopun (n = 12)	Petelin (n = 12)	P-vrednost
Suha snov (%)	prsna	26,51	26,13	26,20	0,372
	bedra	25,81	25,24	24,40	0,006
Beljakovine (%)	prsna	24,63	24,82	25,04	0,371
	bedra	21,44	21,93	21,91	0,406
Maščobe (%)	prsna	1,61	1,16	1,08	<0,001
	bedra	2,69	2,22	1,78	0,001
Pepel (%)	prsna	1,99	1,36	1,46	<0,001
	bedra	1,30	1,17	1,08	<0,001
Holesterol (mg/100g)	prsna	44,28	40,07	41,13	0,021
	bedra	83,70	71,14	60,05	<0,001

Layfield in sod. (1972) so proučevali vpliv prehrane na sestavo trupa in pitovne lasnosti pri kopunih. V prvem poizkusu je krma vsebovala različen delež beljakovin, 14, 16, 18 in 20 odstotkov. Različen delež beljakovin so v krmi zagotovili z zmanjševanjem vsebnosti koruze in povečevanjem vsebnosti sojinih tropin (48,5 % beljakovin) ter sojinega olja. Ostale sestavine obrokov po skupinah so bile dodane v enakih količinah, metabolna energija je bila v povprečju 14,31 MJ/kg. V poizkus je bilo vključenih 240 kopunov arbor acres, ki so bili naključno nameščeni v osem ograd, po dve ogradi za vsak delež beljakovin v krmi. Krmljeni so bili po volji (*ad libitum*). Vsebnost beljakovin v krmi ni značilno vplivala na prirast, izkoriščanje krme in kakovost trupa kopunov. Pri 6 – 10 tednih starih kopunih, krmljenih s krmo, ki je vsebovala 14 % beljakovin, so opazili zadržano rast. To



kaže na to, da naj bi bila krma, ki vsebuje 16 % beljakovin, krmljena v obdobju od 6. – 10. tedna starosti, po tem obdobju pa bi delež beljakovin lahko zmanjšali na 14 % brez zmanjšanja končne telesne mase. Preučevali so vsebnost vode, beljakovin in maščob v prsih ter bedrih. Pri krmljenju s krmo, ki je vsebovala 16 % ali več beljakovin, niso zaznali statistično značilnih razlik med proučevanimi skupinami (preglednica 3).

Preglednica 3: Kemijska sestava prsi in beder pri različni vsebnosti beljakovin v krmi (Layfield in sod., 1972: 1515)

Vsebnost beljakovin (%) v krmi	Voda		Beljakovine		Maščobe	
	Prsa (%)	Bedra (%)	Prsa (%)	Bedra (%)	Prsa (%)	Bedra (%)
14	71,87	74,05	25,67	22,88	0,97	1,61
16	72,26	75,07	24,90	21,73	1,12	1,68
18	72,32	74,63	24,58	22,03	1,20	1,84
20	72,68	74,99	24,42	22,01	0,95	1,56

V drugem poizkusu je bilo 530 kopunov mesnega tipa naključno porazdeljenih v 16 ograd. Krmljeni so bili po volji. Vsi štirje krmni obroki so vsebovali 16 % beljakovin. Spreminjali pa so vsebnost energije, ki je variirala tako, da so prilagajali štiri glavne sestavine krme in z dodajanjem sojinega olja. Rezultati spreminjanja koncentracije energije v krmi za kopune so naslednji: ko se energija v krmi poveča, se poveča tudi prirast, končna telesna masa in izboljša se izkoriščanje krme. Vpliv povečanja koncentracije energije v krmi na prirast in končno telesno maso je statistično značilen ( $P < 0,05$ ), prav tako na izboljšano izkoriščanje krme ( $P < 0,01$ ). S povečevanjem koncentracije energije v krmi, se je vsebnost vode v bedrih statistično značilno zmanjšala ( $P < 0,05$ ). Avtorji sklepajo, da se s povečano koncentracijo energije v krmnem obroku poveča zamaščenost, zmanjša pa se vsebnost vode v telesu. Najprimernejše razmerje med energijo in beljakovinami v krmnem obroku je najmanj 60:1 (preglednica 4).

Preglednica 4: Kemijska sestava prsi in beder pri različni koncentraciji energije v krmi (Layfield in sod., 1972: 1516)

C : P	Voda		Beljakovine		Maščobe	
	Prsa (%)	Bedra (%)	Prsa (%)	Bedra (%)	Prsa (%)	Bedra (%)
50 : 1	73,14	74,94	25,18	21,41	0,72	2,26
56 : 1	73,29	75,07	25,25	21,70	0,72	1,89
61 : 1	73,52	74,87	24,90	21,44	0,55	2,48
67 : 1	72,77	73,65	25,00	21,66	1,10	3,07

C-koncentracija energije v krmi, P-delež beljakovin v krmi (16%)

Holcman in sod. (2004) so preučevali kemijsko sestavo bedrne in prsne mišičnine kopunov jerebičaste štajerske kokoši in preluks-G pri starosti 33 tednov. Ugotovili so, da vsebuje mišičnina prsi in beder kopunov več skupnih maščob kot mišičnina delnih kopunov. Mišičnina kopunov jerebičaste štajerske kokoši vsebuje več maščob od mišičnine preluks-G. Pri obeh genotipih kopunov in delnih kopunov je v bedrni mišičnini približno trikrat večja vsebnost skupnih maščob kot v prsni mišičnini. Podatki o kemijski sestavi bedrne in prsne mišičnine pri kopunih preluks-G so podani v preglednici 10.

Kalan (2003) je preučevala kemijsko sestavo mesa kopunov in delnih kopunov preluks-G in jerebičaste štajerske kokoši. V poizkus je bilo vključenih 24 živali. Petelinčke preluks-G so kopunili pri osmih tednih starosti in petelinčke štajerske kokoši pri devetih tednih starosti. Od 11. tedna starosti naprej so bile živali vzrejene po standardni tehnologiji talne reje na nastilu. V 11. tednu so kopune preselili k trem rejcem in uporabili tehnologijo talne reje z izpustom. Pri 33. tednu starosti so živali zaklali (8 kopunov, 7 delnih kopunov preluks-G; 5 kopunov, 4 delne kopune jerebičaste štajerske kokoši). Za kemijsko analizo so odvzeli mišice levih beder in levih delov prsi brez kože. V mišičnini prsi in beder so določali suho snov, surove beljakovine, celokupne maščobe in surovi pepel. Ugotovili so, da kopuni preluks-G in jerebičaste štajerske kokoši vsebujejo v mišičnini prsi značilno manj surovih beljakovin, več celokupnih maščob ter manj surovega pepela od mišičnine delnih kopunov obeh genotipov. V mišičnini beder kopunov je bilo značilno več suhe snovi in celokupnih maščob od mišičnine beder delnih kopunov. Mišičnina beder kopunov preluks-G vsebuje značilno več celokupnih maščob kot mišičnina beder delnih kopunov preluks-G. Kopuni jerebičaste štajerske kokoši vsebujejo v prsni mišičnini manj surovih beljakovin, več celokupnih maščob ter manj surovega pepela od prsne mišičnine delnih

kopunov preluks-G. V kemijski sestavi mišičnine beder ni statističnih razlik med kopuni in delnimi kopuni jerebičaste štajerske kokoši. Mišičnina kopunov in delnih kopunov jerebičaste štajerske kokoši vsebuje značilno več suhe snovi in celokupnih maščob od mišičnine kopunov in delnih kopunov preluks-G (preglednica 10).

### 2.3.2 Maščobnokislinska sestava kopunjega mesa

Maščobne kisline (MK) so molekule, ki vsebujejo polarno karboksilno skupino (-COOH), vezano na alifatsko verigo. Večina MK, ki jih najdemo v naravi, vsebuje med 12 in 24 ogljikovih atomov, med katerimi so tiste s 16 in 18 ogljikovimi atomi najpogostejše. MK delimo na nasičene in nenasičene. Nasičene MK (NMK) imajo ogljikove atome povezane z enojnimi vezmi. Enkrat nenasičene MK (ENMK) vsebujejo eno dvojno vez, večkrat nenasičene MK (VNMK) pa vsebujejo dve ali več dvojnih vezi (Boyer, 2005a).

MK zelo pogosto poimenujemo s tradicionalnimi (trivialnimi) imeni na podlagi botaničnih ali zooloških virov, iz katerih so bile izolirane. Ta imena nimajo nobene povezave s kemijsko strukturo. Imena izražajo vir maščobne kisline ali nekatere njene lastnosti; npr.: oleinska kislina iz latinske besede oleum, kar pomeni olje. Sistematska nomenklatura opiše kemijsko ime, identificira spojino in nedvoumno opiše njeno strukturo. NMK in nenasičene MK poimenujemo glede na število C-atomov v osnovni verigi. Ime tvorimo tako, da imenu osnovnega ogljikovodika dodamo končnico -ojska. Število dvojnih vezi označimo z dodajanjem predpon di-, tri-, tetra-..., njihov položaj pa s številko C-atoma (šteto od karboksilnega C-atoma), kjer se dvojna vez začne. Zelo pogosto uporabljan je tudi t. i. strukturni sistem, s katerim identificiramo MK samo s številom C-atomov in številom dvojnih vezi. Npr.: linolensko kislino, cis-9, 12, 15-oktadekatrienojsko kislino v tem sistemu označimo C18:3 n-3 (Koman Rajšp in Stibilj, 1998).

V celicah in tkivih redko najdemo MK v prosti obliki, večinoma so povezane v maščobe (triacilglicerole). Osnovna molekula triacilglicerolov je glicerol, spojina s tremi hidroksilnimi skupinami. Vsaka hidroksilna skupina veže MK z estrsko vezjo. Triacilglicerole, izolirane iz živalskega tkiva imenujemo maščobe in so pri sobni temperaturi trdni, ker vsebujejo pretežno nasičene MK. Zmesi triacilglicerolov iz rastlinskih semen imenujemo olja in vsebujejo pretežno nenasičene MK. Osnovna biološka

vloga MK je, da so metabolično gorivo v celicah (Boyer, 2005a). Uskladiščene so v obliki triacilglicerolov in so posebej primerne molekule za dolgoročno energijsko zalogo, saj dajejo več energije na enoto mase kot ogljikovi hidrati (Boyer, 2005b).

Esencialne maščobne kisline so večkrat nenasičene maščobne kisline, ki so nujno potrebne za normalno delovanje človeškega organizma in jih telo ne more proizvesti samo, zato jih moramo prejeti s hrano. Poznamo dve skupini večkrat nenasičenih maščobnih kislin in sicer n-3 maščobne kisline in n-6 maščobne kisline. Med prvimi je esencialna linolenska (C18:3 n-3), med drugimi pa linolna kislina (C18:2 n-6). Oznaka n-3 se nanaša na položaj dvojne vezi, ki je oddaljena tri ogljikove atome od zadnjega ogljikovega atoma v verigi (Boyer., 2005a). Potrebno je poudariti, da dolgoverižne večkrat nenasičene MK (daljše od C18), kot so arahidonska (ARA), eikozapentaenojska (EPA) in dokozaheksaenojska (DHA), nastajajo iz prekurzorjev in so zato pogojno esencialne. ARA (C20:4 n-6) nastaja iz linolne, EPA (C20:5 n-3) in DHA (C22:6 n-3) pa iz  $\alpha$ -linolenske (Salobir J in Salobir K., 2003). Preko ARA nastajajo eikozanoidi. To so skupina molekul, za katero je značilna hormonom podobna aktivnost in zelo majhne koncentracije v celicah. Delujejo na celico, v kateri se sintetizirajo. Njihovi biološki učinki so: vplivajo na reproduktivne funkcije; uravnavajo strjevanje krvi in krvni tlak; ob poškodbah in boleznih povzročajo vnetje, povišano temperaturo in bolečino; uravnavajo temperaturo ter ciklus budnosti in spanja pri ljudeh in živalih (Boyer, 2005a). Za oskrbo človeka z esencialnimi maščobami priporočajo, da naj bo razmerje med n-6 in n-3 MK med 5:1 do 10:1. V naših običajnih prehranskih razmerah uživamo hrano z manj ugodnim razmerjem MK, ki je pogosto veliko širše kot 10:1 (Salobir J. in Salobir K., 2003).

NMK so močan dejavnik tveganja za nastanek bolezni srca in ožilja (lavrinska C12:0, miristinska C14:0 in palmitinska C16:0 so aterogene (zvišujejo raven holesterola v krvi), stearinska C18:0 pa je trombogena (pospešuje strjevanje krvi)). ENMK, v glavnem gre za oleinsko (C18:1) in palmitoleinsko (C16:1) kislino, znižujejo raven holesterola in niso podvržene peroksidaciji (Salobir J. in Salobir K., 2003).

Čeprav so maščobe za življenje in zdravje pomembna in nepogrešljiva hranila, se o maščobah, vsaj v javnosti, največ govori in razmišlja kot o zdravju škodljivih sestavinah hrane (Salobir J. in Salobir K., 2003). Pri maščobah je pomembna njihova kakovost, ki je

določena z maščobnokislinsko sestavo. Maščobnokislinska sestava je odvisna od vrste živali, močno pa tudi od vrste maščob oz maščobnih kislin, ki jih žival dobiva s krmo (Salobir, 1997). Maščobe neustrezne sestave in zaužite v preveliki količini v vsakdanji prehrani, so pomemben prehranski dejavnik tveganja za razvoj bolezni srca in ožilja ter drugih bolezni zahodne civilizacije. Pri neprežvekovalcih je s kakovostjo maščob v krmi mogoče maščobnokislinsko sestavo živalskih maščob zelo spremeniti. Meso s spremenjeno maščobnokislinsko sestavo lahko ugodno vpliva na zdravje porabnikov (Salobir J. in Salobir K., 2003).

Sirri in sod. (2009) so proučevali vpliv delne in popolne kastracije petelinov na kakovost mesa. Preizkus je bil zasnovan na primerjavi kakovosti prsne in bedrne mišičnine pri kopunih, delnih kopunih in petelinih. V poizkus je bila vključena jata 1400 petelinčkov hubbard. Preučevali so maščobnokislinsko sestavo prsne in bedrne mišičnine. Kastracija je značilno ( $P < 0,01$ ) vplivala na vsebnost NMK v prsni mišičnini kopunov in delnih kopunov v primerjavi s petelini. Vsebnost ENMK in VNMK in tudi n-6 in n-3 VNMK ni spremenjena zaradi kastracije. Zanimive so spremembe v vsebnosti posameznik MK. Vsebnost linolne kisline se značilno zmanjšuje od kopunov do delnih kopunov in do petelinov. Vsebnost arahidonske kisline pa se značilno povečuje. Prsna mišičnina kopunov vsebuje več linolenske kisline in manj dokozapentaenojske kisline v primerjavi s petelini. Kastracija pa ni vplivala na razmerja med NMK, ENMK, VNMK, vsoto n-6 in n-3 VNMK v bedrni mišičnini. V bedrni mišičnini pri kopunih so zaznali statistično značilno večji vsebnosti linolne, linolenske kisline in manjše vsebnosti arahidonske, eikozapentaenojske, dokozapentaenojske in dokozaheksaenojske kisline kot pri petelinih ( $P < 0,01$ ). Pri delnih kopunih so vrednosti posameznih MK med vrednostmi kopunov in petelinov. Čeprav ni bilo velikih razlik v maščobnokislinski sestavi je bila pri kopunih opažena večja vsebnost linolne in linolenske kisline (preglednica 5).

Preglednica 5: Maščobnokislinska sestava (g/100 g MK) bedrne in prsne mišičnine pri kopunih in delnih kopunih (Sirri in sod., 2009: 1471)

MK	Prsa				Bedra			
	Kopun	Delni kopun	Petelin	P-vrednost	Kopun	Delni kopun	Petelin	P-vrednost
C18:2 n-6	25,51	23,43	21,65	0,003	31,68	28,82	25,95	<0,001
C18:3 n-3	1,49	1,23	0,73	<0,001	2,17	1,60	0,84	<0,001
C20:4 n-6	4,23	5,39	7,82	0,007	2,19	4,27	8,27	<0,001
C20:5 n-3	PMZ	PMZ	PMZ	/	0,03	0,07	0,24	<0,001
C22:5 n-3	0,69	0,95	1,27	<0,001	0,28	0,57	0,99	<0,001
C22:6 n-3	0,94	0,99	1,10	0,202	0,44	0,66	0,88	<0,001
NMK	26,54	25,55	24,36	<0,001	28,18	28,02	27,54	0,228
ENMK	40,35	41,87	42,46	0,056	34,50	35,43	34,73	0,421
VNMK	32,95	32,37	32,91	0,672	37,25	36,38	37,58	0,194
n-3 *	3,13	3,18	3,18	0,862	2,92	2,90	2,96	0,896
n-6 *	29,83	29,20	29,73	0,672	34,32	33,48	34,62	0,167
n-6: n-3 *	9,60	9,22	9,49	0,686	11,79	11,69	11,76	0,976

PMZ-pod mejo zaznavnosti, \*-VNMK

Tor in sod. (2005) so primerjali vsebnost maščobnih kislin v perutih, prsah, stegnih, kračah in tkivih (koža, podkožna in medmišična maščoba, mišica) med petelini in kopuni. Vzorci so bili vzeti od 28 kopunov in 20 petelinov penedesenca negra. Redili so jih v prosti reji. Zaklali so jih pri starosti 28 tednov. Proučevali so vpliv kastracije na maščobnokislinsko sestavo telesnih delov in tkiv. Kastracija je značilno vplivala ( $P<0,01$ ) na kemijsko vsebnost maščob v vseh delih (iz 16,31 % na 37,98 % v prsah; iz 21,09 % na 49,57 % v stegnu, 14,33 % na 24,82 % v krači) in vodila do sprememb v razmerju med nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami iz 1,31 do 1,76 v stegnu ( $P<0,01$ ) in iz 1,48 do 2,07 v krači ( $P<0,01$ ).

Gašparac (2004) je preučeval MK sestavo mišičnine prsi in beder kopunov in delnih kopunov preluks-G in jerebičaste štajerske kokoši. V poizkus je bilo vključenih 77 živali (39 jerebičaste štajerske kokoši, 38 preluks-G). Živali so kopunili pri osmih oziroma devetih tednih starosti. Od 11. tedna starosti so živali redili po tehnologiji talne reje z izpustom. Bile so razporejene pri treh rejcih, kjer so jih pitali do 33. tedna starosti. Prvih 14 dni so piščance krmili s krmno mešanico brostarter z energijsko vrednostjo 12,98 MJ presnovne energije/kg in 23,44 % surovih beljakovin. Od 14. dneva do 10. tedna starosti so bili krmljeni s pšenično moko, to je popolno krmilo za vzrejo piščancev. Po preselitvi kopunov k rejcem so dobivali od 11. tedna do 13. oz. 14. tedna starosti bio krmilo za pitanje piščancev z 20 % surovih beljakovin in 12,55 % MJ presnovne energije/kg krme. Krmni obrok od 14. tedna starosti dalje je bil sestavljen iz 40 % popolnega krmila in 60 % koruze. Zadnji mesec pitanja pa je bil delež koruze povečan na 80 %. Vsi kopuni so dobivali poleg krmne mešanice še razna žita in krmo, ki so jo našli na pašniku. Zaklali so 24 živali (5 kopunov, 4 delne kopune jerebičaste štajerske kokoši; 8 kopunov, 7 delnih kopunov preluks-G) in jim odvzeli vzorce mišičnine za analizo. Ugotovili so, da je bil pri obeh genotipih kopunov in delnih kopunov, tako v prsni kot v bedrni mišičnini, največji masni delež oleinske kisline od skupnih MK. Nato sta sledili v približno enakem deležu palmitinska in linolna kislina. Med skupinami MK je bil največji masni delež ENMK, nato NMK in VNMK. Mišičnina beder in prsi kopunov obeh genotipov je vsebovala več ENMK ter manj VNMK, predvsem manj linolne kisline, kot mišičnina beder in prsi delnih kopunov obeh genotipov. V prsih kopunov obeh genotipov je manj NMK (miristinske, palmitinske), ENMK (palmitooleinske) in več VNMK (arahidonske, eikozapentaenojske, dokozaapentaenojske in dokozaheksaenojske kisline) kot v bedrih kopunov obeh genotipov.

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 MATERIAL

##### 3.1.1 Opis poizkusa in pridobitev vzorcev

Tristo dan starih piščancev prelux-G so individualno označili in jih vselili v hlev s talno rejo na nastilu na obratu Krumperk Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete. Petelinčke so kopunili pri starosti šestih tednov. Po kopunjenju so bili preseljeni v hlev v Grobljah. Oblikovali so štiri skupine po 60 kopunov. Prva in tretja skupina sta dobivali energijsko revnejšo krmo ( $\approx 9,40$  MJ ME/kg), drugi dve skupini pa energijsko bogatejšo krmo ( $\approx 12,90$  MJ ME/kg). V kemijskem laboratoriju Oddelka za zootehniko so krmni mešanici analizirali z Weendsko analizo (preglednica 6).

Preglednica 6: Sestava krmnih mešanic (Učakar, 2009: 18)

---

Krma	Energijsko revnejša	Energijsko bogatejša
Suha snov (g/kg)	891,09	890,95
Surove beljakovine (g/kg)	173,90	175,27
Surove maščobe (g/kg)	48,81	77,71
Surova vlaknina (g/kg)	74,52	41,57
Surovi pepel (g/kg)	58,91	57,05
Brezdušični izvleček (g/kg)	534,96	539,35
Škrob (g/kg)	342,30	421,01
Skupni sladkor (g/kg)	35,41	38,20
Metabolna energija MJ/kg	9,40	12,90

---

V preglednici 7 je prikazana sestava krmnih mešanic (energijsko revnejše in energijsko bogatejše), ki je bila navedena na deklaraciji proizvajalca. Krmni mešanici so pripravili v mešalnici Perutnine Ptuj.



Preglednica 7: Sestava krmnih mešanic po deklaraciji (Učakar, 2009: 18)

---

	Energijsko revnejša	Energijsko bogatejša
Krmilna moka (%)	30	-
Koruza (%)	27	52
Lucerna(%)	12	4
Sojine tropine (%)	12	28
Ječmen (%)	8	5
Gluten (%)	4	-
Olje (%)*	2,3	5
Kalcijev karbonat (%)	1,5	1,2
Monokalcijev fosfat (%)	1	1,8
Natrijev bikarbonat (%)	0,9	-
Natrijev klorid (%)	0,6	1,3
Premiks (%)	0,5	0,5
Organske kisline (%)	0,3	0,3
Holin (%)	0,13	0,19
Aliment (%)	-	0,23
Lizin (%)	-	0,11

\* na deklaraciji ni bilo razvidno, za katero vrsto olja gre

Zadnje štiri tedne sta bili skupini tri in štiri krmljeni še z grobo mleto koruzo. Kopuni so bili zaklani pri 154. dnevu starosti. Po posamezni skupini so od desetih ohlajenih trupov kopunov odvzeli mišičnino enega bedra in mišičnino prsi. Vzorci so bili zamrznjeni pri -20 °C.

Kemijske analize so bile opravljene na vzorcih kopunov iz prve in druge skupine. Prva skupina je dobivala energijsko revnejšo krmo, druga skupina pa energijsko bogatejšo krmo. Iz vsake skupine je bilo vzetih 10 kopunov. Vsakemu kopunu so odvzeli mišičnino bedra in mišičnino prsi. Analizirali smo 40 vzorcev (20 prsi, 20 beder), vse vzorce smo analizirali v paralelkah.

### 3.1.2 Priprava vzorcev

Zamrznjen vakumsko zapakiran vzorec v kosu smo vzeli iz zamrzovalnika, ga razrezali na čim manjše kose in ga polili s tekočim dušikom. Nato smo s keramičnim batom zdrobili

pomrznjene kose vzorca in jih stresli v homogenizator. Uporabili smo homogenizator Grindomix (GM200 pri hitrosti 6000 rpm in času mletja 10 s). Po homogenizaciji smo vzorec shranili v PVC vrečki in v zamrzovalniku na -20 °C.

## 3.2 METODE DELA

### 3.2.1 Opravljene analize

V kemijskem laboratoriju smo opravili kemijske analize prsne in bedrne mišičnine. Kemijske analize so bile opravljene na prvi in drugi skupini. Prva skupina je prejela energijsko revnejšo krmo, druga skupina pa energijsko bogatejšo krmo. Energijsko bogatejša krma je po Weendski analizi vsebovala večje vsebnosti surovih maščob in škroba. Glede na sestavo je vsebovala večjo količino koruze, sojinih tropin in olja. Koncentracijo energije v energijsko bogatejši krmi so povečali na račun večje vsebnosti maščob in škroba.

### 3.2.2 Suha snov

Pripravili smo steklene tehtiče, vanje smo nasuli kremenčev pesek in vsakemu dodali stekleno palčko. Tako pripravljene tehtiče smo sušili eno uro pri 120 °C. Po končanem sušenju smo jih ohladili v eksikatorju. Ohlajene tehtiče smo stehtali, vanje prenesli 3-5 g vzorca in jih ponovno stehtali. Tehtiče z vzorcem smo nato sušili čez noč pri 50 °C. Naslednji dan smo jih sušili še 3 ure pri 105 °C. Iz peči smo jih dali v eksikator. Ohlajene smo stehtali.

### 3.2.3 Surove beljakovine

Surove beljakovine smo določili s Kjeldahlovo metodo. Prvi korak je razklop vzorca. Vzorec smo zatehtali v Kjeldahlove epruvete. Masa zatehtanega vzorca je bila odvisna od tega ali smo imeli vzorec prsi ali beder. Pri vzorcu prsi smo zatehtali od 0,6 do 0,7 g vzorca, pri vzorcu beder pa od 0,7 – 0,8 g vzorca. K vzorcu v epruveto smo dodali še žlico mešanice bakrovega sulfata ( $\text{CuSO}_4$ ) in kalijevega sulfata ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) ter 10 ml 95 % žveplove (VI) kisline. Zmes smo dobro premešali. Epruvete smo namestili v blok za

segrevanje. Razklop je bil končan, ko se je raztopina zbistrila. Raztopino smo po razklopu ohladili in razredčili z vodo. Pri razklopu se organsko vezan dušik pretvori v amonijak. Drugi korak je destilacija amonijaka. Amonijak smo iz kisle raztopine po razklopu oddestilirali z uporabo destilacijske enote z destilacijo z vodno paro. Razklopljen vzorec v epruveti najprej naalkalimo z dodatkom 40 % vodne raztopine natrijevega hidroksida (NaOH). V alkalnem mediju se je najprej izločila svetlomodra oborina  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , ki je v vročem prešla v črno CuO. Po tem, ko smo raztopino naalkalili, smo pričeli z destilacijo. Destilacija je potekala 3 min. Destilat smo lovili v Erlenmajerjevo steklenico, v katero smo dodali še 60 ml 2 % vodne raztopine borove kisline ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). Pri reakciji med borovo kislino in amonjakom nastane amonijev boratni kompleks.

Tretji korak pri določevanju beljakovin je določitev množine predestiliranega amonjaka s titracijo s standardno raztopino žveplove (VI) kisline ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Titrali smo s standardno raztopino ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), dokler raztopina ni dosegla določene (4,65) vrednosti pH. Zapisali smo si volumne porabljene pri titracijah porabljene kisline. Hkrati smo pripravljali tudi slepe probe, tako da smo v epruvete dodali vse reagente brez vzorca in naredili celotni analitski postopek.

#### **3.2.4 Celokupne maščobe**

Prvi korak pri določanju celokupnih maščob je hidroliza. To je proces, pri katerem pride do razpada celic in s tem maščobe znotraj celic postanejo dostopne pri kasnejši ekstrakciji z organskim topilom. Vzorcju smo določili celokupne maščobe tako, da smo v stekleno kapsulo vstavili sox cap-ov filter ter vanjo zatehtali 1,5 – 2 g vzorca. Kapsulo smo potopili v stekleno posodo, v kateri je bila raztopina HCl s koncentracijo 4 mol/l, vse skupaj smo segrevali do zavretja, nato smo gretje malo zmanjšali. Hidroliza je potekala 60 minut. Po končani hidrolizi smo vzorce 7 – 9 krat izpirali z vodovodno vodo in preverili pH raztopine. Ta mora biti med 6,5 – 7. Kapsule z vzorci smo osušili, namestili vato na spodnji in zgornji konec. Tako pripravljene vzorce smo dali sušiti v sušilnik na 50 °C čez noč. Po sušenju smo hidrolizirane vzorce ekstrahirali s petroletrom. V prazne, suhe ekstrakcijske bučke smo dodali vrele kroglice in vse skupaj stehali. Hidrolizirane posušene vzorce in stehane bučke smo vstavili v aparat za ekstrakcijo in v vsako bučko nalili 100 ml petroletra. Po ekstrakciji smo dali bučke sušiti v sušilnik za dve uri na 98 °C.

Po sušenju smo dali bučke v eksikator. Ko so se te ohladile, smo jih stekali in izračunali vsebnost maščob.

### 3.2.5 Maščobnokislinska sestava

Maščobnokislinsko sestavo vzorca določimo tako, da metilne estre maščobnih kislin po estrenju z metanolom in ekstrahiranju nastalih metilnih estrov v heksan ločimo s pomočjo plinske kromatografije. Estrenje maščobnih kislin smo izvedli po postopku, ki sta ga razvila Park in Goins. V epruvete z zamaškom smo zatehtali 0,5 g vzorca, dodali 300  $\mu$ l metilen klorida ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) in 3 ml sveže pripravljene 0,5 M NaOH v metanolu. Epruveto smo nato prepihali z dušikom. Epruvete smo zaprli, jih dobro premešali in segrevali 10 min pri 90 °C v termičnem bloku. Po segrevanju smo epruvete ohladili v mrzli kopeli in vanje dodali 3 ml 12 %  $\text{BF}_3$  v metanolu. Epruvete smo prepihali z dušikom, jih zaprli in ponovno segrevali v termičnem bloku 10 min pri 90 °C. Vzorce smo nato vzeli iz grelnega bloka in jih hitro ohladili na sobno temperaturo. V epruvete smo odpipetirali 3 ml deionizirane vode in 1,5 ml heksana. Epruvete smo nato dobro zaprli in jih stresali eno minuto, da so se metilni estri maščobnih kislin ekstrahirali v nepolarno topilo, heksan. Vzorce smo nato deset minut centrifugirali pri 2000 obratih na minuto. Metilne estre, raztopljene v heksanu, smo s pomočjo Pasteurjeve pipete prenesli v manjše stekleničke, jih prepihali z dušikom in dobro zaprli. Vzorci so bili tako pripravljene za plinsko kromatografijo.

Ločba metilnih estrov maščobnih kislin s plinsko kromatografijo

Masne deleže metilnih estrov maščobnih kislin smo določili s pomočjo plinskega kromatografa Agilent 6890 in kapilarne kolone Omegawax 320. Sistem je opremljen z avtomatskim injektorjem, podajalnikom vzorcev in FID detektorjem. Kromatografski pogoji, uporabljeni za določitev MK v mesu so podani v preglednici 8.

Preglednica 8: Kromatografski pogoji, uporabljeni za določitev MK v mesu

Začetna temperatura	185 °C
Hitrost dviganja temperature	1 °C/min
Končna temperatura	215 °C
Temperatura injektorja	250 °C
Temperatura detektorja	250 °C
Helij (nosilni plin)	2,0 ml/min
Dušik (make-up plin)	25 ml/min
Vodik (gorilni plin)	40 ml/min
Sintetični zrak	450 ml/min
Čas analize	45 min
Volumen injiciranja vzorca	1 µl
Način injiciranja	split
Split razmerje	20:1

Posamezne metilne estre maščobnih kislin identificiramo na osnovi primerjave retencijskih časov v vzorcu z retencijskimi časi kromatografskih vrhov v standardnih mešanica metilnih estrov. Če uporabimo enake kromatografske pogoje pri analizi standardnih raztopin in vzorcev, se pri enakem retencijskem času eluirajo identični estri.

Rezultate analize (maščobnokislinske sestave) smo podali kot masne deleže, to je v gramih posamezne maščobne kisline v 100 g vsote maščobnih kislin.

Za izračun vsebnosti MK v 100 g vzorca smo potrebovali vsebnost celokupnih maščob, delež MK in konverzijski faktor (TFA). Konverzijski faktor (TFA) za perutninsko meso znaša 0,945 (Fatty Acids, 1998, cit po Gašparac, 2004). Vsebnost MK (mg MK / 100 g vzorca) smo izračunali po naslednji enačbi:

$$\text{MK}_i \text{ (mg MK / 100 g vzorca)} = \text{delež celokupnih maščob (\%)} * 0,945 * \text{delež MK}_i * 10$$

### 3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Dobljene podatke o kemijski in maščobnokislinski sestavi smo vnesli v računalnik in sicer v program Excel v okolju Windows ter pripravili preglednice za statistično obdelavo. Podatke smo statistično obdelali s paketom SAS/STAT (2000). Osnovne statistične

parametre smo izračunali s proceduro MEANS. Za analizo podatkov smo uporabili metodo MIXED, v kateri smo upoštevali obe paralelki.

Uporabili smo statistična modela:

- za kemijsko sestavo

$$y_{ijk} = \mu + S_i + K_j + e_{ijk} \quad \text{model (1)}$$

$y_{ijk}$	opazovana lastnost
$\mu$	srednja vrednost
$S_i$	vpliv energijske vrednosti krme (i=1,2); 1=energijsko revnejša krma 2= energijsko bogatejša krma
$K_j$	vpliv kosa (j=1,2); 1=prsa 2=bedra
$e_{ijk}$	ostanek

-za maščobnokislinsko sestavo

$$y_{ijk} = \mu + S_i + K_j + SK_{ij} + e_{ijk} \quad \text{model (2)}$$

$y_{ijk}$	opazovana lastnost
$\mu$	srednja vrednost
$S_i$	vpliv energijske vrednosti krme (i=1,2); 1=energijsko revnejša krma 2= energijsko bogatejša krma
$K_j$	vpliv kosa (j=1,2); 1=prsa 2=bedra
$SK_{ij}$	interakcija med vplivom energijske vrednosti krme in vplivom kosa
$e_{ijk}$	ostanek

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Določili smo kemijsko in maščobnokislinsko sestavo mišičnine prsi in beder pri kopunih. Analizirali smo 40 vzorcev (20 prsi, 20 beder po 10 vzorcev iz vsake skupine), vse vzorce smo analizirali v paralelkah. Prva skupina kopunov je bila krmljena z energijsko revnejšo krmo, druga skupina z energijsko bogatejšo krmo.

### 4.1 OSNOVNI STATISTIČNI PARAMETRI

V preglednici 9 so predstavljene povprečne vrednosti s standardnimi odkloni za kemijsko sestavo mišičnine prsi in beder pri kopunih. V mišičnini prsi kopunov, ki so bili krmljeni z revnejšo krmo, je v povprečju 26,29 g/100 g suhe snovi, 23,32 g/100g surovih beljakovin in 1,49 g/100g celokupnih maščob. Pri kopunih, ki pa so bili krmljeni z bogatejšo krmo, je v mišičnini prsi v povprečju več suhe snovi (26,63 g/100g), več surovih beljakovin (23,82 g/100g) ter manj celokupnih maščob (1,20 g/100g).

V mišičnini beder kopunov, ki so bili krmljeni z revnejšo krmo, je v povprečju 26,94 g/100g suhe snovi, 20,21 g/100g surovih beljakovin in 4,31 g/100g celokupnih maščob. Pri kopunih, ki pa so bili krmljeni z bogatejšo krmo, je v mišičnini beder v povprečju manj suhe snovi (26,89 g/100g), manj surovih beljakovin (20 g/100g) in manj celokupnih maščob (3,72 g/100g).

Preglednica 9: Povprečne vrednosti in standardni odkloni za kemijsko sestavo mišičnine prsi in beder pri kopunih (g/100 g mišičnine)

	Prsa ( $\bar{x} \pm SD$ )	Bedra ( $\bar{x} \pm SD$ )
<b>Energijsko revnejša krma</b>		
Število vzorcev	10	10
Suha snov (g/100g)	26,29 ± 1,36	26,94 ± 0,79
Surove beljakovine (g/100g)	23,32 ± 0,91	20,21 ± 0,91
Celokupne maščobe (g/100g)	1,49 ± 0,52	4,31 ± 1,44
<b>Energijsko bogatejša krma</b>		
Število vzorcev	10	10
Suha snov (g/100g)	26,63 ± 1,13	26,89 ± 0,89
Surove beljakovine (g/100g)	23,82 ± 0,94	20,00 ± 0,75
Celokupne maščobe (g/100g)	1,20 ± 0,38	3,72 ± 0,99

$\bar{x}$  - povprečje; SD – standardni odklon

Če primerjamo povprečne vrednosti kemijske sestave prsi in beder, opazimo, da vsebujejo prsa več beljakovin in manj maščob ne glede na krmo, s katero so bile krmljene živali v poskusu. V svojih raziskavah so do enakih ugotovitev prišli tudi Holcman in sod. (2004). Ugotovili so, da vsebuje prsna mišičnina kopunov večji delež surovih beljakovin. Pomembnejše razlike v kemijski sestavi bedrne mišičnine pa so v večji vsebnosti maščob v primerjavi z prsno mišičnino.

V preglednici 10 so zbrani podatki za kemijsko sestavo prsi in beder kopunov, ki jih navajajo različni avtorji.



Preglednica 10: Kemijska sestava prsi in beder kopunov po različnih avtorjih (g/100 g mišičnine)

avtor	Kos	Suha snov	Beljakovine	Maščobe	Pepel
Golob in sod., 2006	prsa	26,2	23,5	1,7	1,26
	bedra	26,6	21,3	4,7	1,11
Sirri in sod., 2009	prsa	26,51	24,63	1,61	1,99
	bedra	25,81	21,44	2,69	1,3
Layfield in sod., 1972	prsa	26,48	24,9	0,55	/
	bedra	25,13	21,44	2,48	/
Holcman in sod., 2004 (preluks-G)	prsa	26,74	24,22	2,04	1,11
	bedra	27,8	21,19	6,46	1,04
Kalan, 2003 (preluks-G)	prsa	26,81	24,21	2,06	1,1
	bedra	27,8	21,19	6,48	1,04
Kalan, 2003 (oba genotipa)	prsa	27,25	23,87	2,40	1,1
	bedra	28,67	21,22	7,04	1,05
Naši rezultati:					
Energijsko revnejša krma (preluks-G)	prsa	26,29	23,32	1,49	/
	bedra	26,94	20,21	4,31	/
Energijsko bogatejša krma (preluks-G)	prsa	26,63	23,82	1,20	/
	bedra	26,89	20,0	3,72	/

Najbolj variabilne so maščobe. Iz naših rezultatov je razvidno, da je minimalna vsebnost maščob v prsni mišičnini kopuna 0,6 g/100 g, maksimalna pa 2,4 g/100 g. V bedrni mišičnini kopuna je minimalna vsebnost 1,7 g/100 g maksimalna pa 6,6 g/100 g (priloga A). Iz teh rezultatov se vidi velika razlika med bolj pustim mesom (prsa) in bolj zamaščenim (bedra) piščančjim mesom, ki jo navaja Žlender (1997). Pri naših rezultatih je koeficient variacije pri maščobah največji, kar pomeni večji razpon podatkov kot pri suhi snovi (priloga C) in beljakovinah (priloga B). Na variabilnost maščob pa lahko vplivata tudi starost kopunov ob zakolu in krma. V našem poizkusu so bili kopuni zaklani pri 154 dneh starosti, pri poizkusu Layfield in sod. (1972) so bili stari le 126 dni, pri Kalanovi (2003) in Gašparacu (2004) pa kar 231dni. Kopuni iz poizkusa Gašparaca (2004) imajo

največji delež maščob (glej rezultati Kalan (2003) oba genotipa), tako v bedrih kot v prsih, kar pomeni najbolj zamaščene živali. Naši rezultati so primerljivi z rezultati iz literature.

Prevladujoča NMK v mišičnini kopunov je bila palmitinska kislina (C16:0), katere povprečna vrednost je 19,70 g/100g MK. Sledi ji stearinska kislina (C18:0), s povprečno vrednostjo 7,91 g/100g MK (preglednica 11).

Med ENMK so prevladovale izomere oktadecenojske kisline, katerih povprečna vrednost je 25,30 g/100g MK. Sledi jim palmitooleinska (C16:1 n-7) s povprečno vrednostjo 2,02 g/100g MK (preglednica 11).

Med VNMK prevladuje linolna kislina (C18:2 n-6), s povprečno vsebnostjo 32,02 g/100g MK. Sledita ji arahidonska (C20:4 n-6), s povprečno 3,64 g/100g MK in linolenska (C18:3 n-3) kislina, katere povprečna vsebnost je bila 2,51 g/100g MK. Vsebnost eikozapentaenojske (EPK) in dokozaheksaenojske (DHK) kisline je majhna. EPK je v povprečju 0,06 g/100g MK, DHK pa je 0,59 g/100g MK (preglednica 11).

Od vseh MK je bil največji masni delež linolne kisline sledita ji masna deleža izomer oktadecenojske kisline ter palmitinske kisline (preglednica 11).

Preglednica 11: Povprečne vrednosti in standardni odkloni za maščobnokislinsko sestavo (g MK/100 g MK) bedrne in prsne mišičnine pri kopunih

Maščobne kisline	Energijsko revnejša krma		Energijsko bogatejša krma	
	Prsa	Bedra	Prsa	Bedra
C12:0	0,03 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,00
C14:0	0,54 ± 0,05	0,67 ± 0,06	0,45 ± 0,06	0,53 ± 0,04
C14:1 n-5	0,07 ± 0,01	0,11 ± 0,02	0,06 ± 0,02	0,07 ± 0,02
C15:0	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,10 ± 0,01
C16:0	20,91 ± 0,47	20,74 ± 0,69	18,87 ± 0,80	18,29 ± 0,83
C16:1 n-7	1,82 ± 0,18	2,91 ± 0,42	1,34 ± 0,62	2,01 ± 0,63
C17:0 aiso	0,21 ± 0,02	0,29 ± 0,04	0,22 ± 0,03	0,29 ± 0,02
C17:0	0,21 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,20 ± 0,02	0,22 ± 0,02
C17:1 n-7	0,09 ± 0,01	0,13 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,12 ± 0,01
C18:0	8,72 ± 0,42	7,61 ± 0,59	8,07 ± 0,56	7,24 ± 0,37
∑C18:1*	23,76 ± 1,09	26,40 ± 0,91	24,36 ± 1,51	26,70 ± 0,82
C18:2 n-6	28,87 ± 1,37	32,12 ± 0,74	31,42 ± 2,39	35,65 ± 1,86
C18:3 n-6	0,16 ± 0,03	0,19 ± 0,02	0,17 ± 0,03	0,20 ± 0,03
C19:1 n-9	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,02
C18:3 n-3	2,21 ± 0,19	2,79 ± 0,14	2,26 ± 0,27	2,76 ± 0,12
CLA	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,00
C18:4 n-3	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01
C20:0	0,08 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,02	0,11 ± 0,01
C20:1 n-12 + n-15	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,02 ± 0,02	0,04 ± 0,01
C20:1 n-9	0,24 ± 0,01	0,27 ± 0,02	0,21 ± 0,02	0,24 ± 0,01
C20:2 n-6	0,39 ± 0,03	0,32 ± 0,04	0,38 ± 0,06	0,32 ± 0,04
C20:3 n-6	0,39 ± 0,07	0,20 ± 0,04	0,39 ± 0,11	0,25 ± 0,06
C20:4 n-6	4,96 ± 1,05	2,17 ± 0,64	5,14 ± 1,55	2,28 ± 0,52
C20:3 n-3	0,05 ± 0,00	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,01
C20:5 n-3	0,08 ± 0,02	0,05 ± 0,02	0,07 ± 0,02	0,05 ± 0,02
C22:0	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01
C22:1 n-9	0,03 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,01
C22:4 n-6	0,80 ± 0,17	0,40 ± 0,12	0,75 ± 0,23	0,42 ± 0,11
C22:5 n-3	1,00 ± 0,27	0,41 ± 0,13	0,92 ± 0,28	0,39 ± 0,07
C22:6 n-3	0,76 ± 0,21	0,32 ± 0,12	0,90 ± 0,31	0,36 ± 0,10

\*∑C18:1 = vsota izomer oktadecenojske kisline

V preglednici 12 so predstavljene povprečne vrednosti s standardnimi odkloni za skupine MK in razmerja med n-6 in n-3 VNMK (g MK/100 g MK) v bedrni in prsni mišičnini kopunov. Vzorci mišičnine kopunov so v povprečju vsebovali 31 % NMK, 28 % ENMK in 41 % VNMK. V mišičnini kopunov so prevladovale VNMK. Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je bilo v povprečju 9,5 : 1.

Preglednica 12: Povprečne vrednosti in standardni odkloni skupin MK in razmerje med n-6 in n-3 MK (g MK/100 g MK) v bedrni in prsni mišičnini kopunov

Skupine MK	Energijsko revnejša krma		Energijsko bogatejša krma	
	Prsa	Bedra	Prsa	Bedra
NMK	34,17 ± 0,94	30,93 ± 1,01	31,38 ± 1,29	27,98 ± 0,71
ENMK	26,08 ± 1,24	29,95 ± 1,16	26,13 ± 2,10	29,22 ± 1,27
VNMK	39,76 ± 0,79	39,12 ± 1,01	42,50 ± 1,73	42,80 ± 1,73
n-3 VNMK	4,14 ± 0,32	3,66 ± 0,25	4,23 ± 0,37	3,64 ± 0,17
n-6 VNMK	35,58 ± 0,72	35,42 ± 0,86	38,24 ± 1,60	39,12 ± 1,68
n-6:n-3 VNMK	8,64 ± 0,65	9,72 ± 0,56	9,11 ± 0,80	10,75 ± 0,58

Gašparac (2004) je ugotovil, da so v mišičnini kopunov prevladovale ENMK s 44 %, sledila je vsebnost NMK s 30 % in VNMK s 26 %. Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je bilo v povprečju širše (12,1 : 1). Kopuni so bili krmljeni po volji s krmno mešanico, žiti in krmo, ki so jo našli na pašniku ter bili zaklani pri starosti 231 dni.

Sirri in sod. (2009) so ugotovil, da so v mišičnini kopunov prevladovale ENMK s 38 %, sledila je vsebnost VNMK s 35 % in NMK s 27 %. Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je bilo v povprečju (10,6 : 1). Kopuni so bili krmljeni po volji s koruzno-sojino krmno mešanico in bili zaklani pri starosti 180 dni.

Rezultati naše raziskave so v primerjavi z rezultati Sirri in sod. (2009) ter Gašparaca (2004) pokazali, da ima meso kopunov manjšo vsebnost ENMK, večjo vsebnost VNMK, n-3 in n-6 VNMK ter manjše razmerje med n-6 in n-3 VNMK tako v prsni kot v bedrni mišičnini.

V preglednici 13 je po različnih avtorjih predstavljena maščobnokislinska sestava prsne in bedrne mišičnine kopunov, v masnih deležih (g MK/100 g MK). V naši raziskavi smo v

prsni mišičnini določili večji odstotek linolenske kisline (C18:3 n-3), NMK, VNMK in več n-3 VNMK ter manjši odstotek ENMK, n-6 VNMK, kot navajajo avtorji iz literature. Naši rezultati za MK sestavo bedrne mišičnine kažejo na večji odstotek linolenske kisline (C18:3 n-3), dokozapentaenojske kisline (C22:5 n-3), VNMK, n-3 VNMK in več n-6 VNMK ter manjši odstotek miristinske kisline (C14:0), palmitinske kisline (C16:0) in manj ENMK kot v dostopnih literaturnih podatkih.

Preglednica 13: Maščobnokislinska sestava prsne in bedrne mišičnine kopunov po različnih avtorjih, v masnih deležih (g MK/100 g MK)

MK	Prsa				Bedra			
	Naši rezultati:		Sirri in sod., 2009	Gašparac, 2004	Naši rezultati:		Sirri in sod., 2009	Gašparac, 2004
	Energijsko revnejša krma	Energijsko bogatejša krma			Energijsko revnejša krma	Energijsko bogatejša krma		
C14:0	<b>0,54</b>	<b>0,45</b>	/	0,48	<b>0,67</b>	<b>0,53</b>	/	0,70
C16:0	<b>20,91</b>	<b>18,87</b>	/	20,14	<b>20,74</b>	<b>18,29</b>	/	22,13
C16:1 n-7	<b>1,82</b>	<b>1,34</b>	/	3,49	<b>2,91</b>	<b>2,01</b>	/	5,09
C18:0	<b>8,72</b>	<b>8,07</b>	/	8,56	<b>7,61</b>	<b>7,24</b>	/	7,28
ΣC18:1	<b>23,76</b>	<b>24,36</b>	/	38,29	<b>26,40</b>	<b>26,70</b>	/	38,80
C18:2 n-6	<b>28,87</b>	<b>31,42</b>	25,51	17,68	<b>32,12</b>	<b>35,65</b>	31,68	19,40
C18:3 n-3	<b>2,21</b>	<b>2,26</b>	1,49	1,04	<b>2,79</b>	<b>2,76</b>	2,17	1,18
C20:4 n-6	<b>4,96</b>	<b>5,14</b>	4,23	5,16	<b>2,171</b>	<b>2,28</b>	2,19	2,10
C20:5 n-3	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	PMZ	0,08	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>	0,03	0,05
C22:5 n-3	<b>1,00</b>	<b>0,92</b>	0,69	0,94	<b>0,41</b>	<b>0,39</b>	0,28	0,31
C22:6 n-3	<b>0,76</b>	<b>0,90</b>	0,94	1,06	<b>0,32</b>	<b>0,36</b>	0,44	0,33
NMK	<b>34,17</b>	<b>31,38</b>	26,54	29,18	<b>30,93</b>	<b>27,98</b>	28,18	30,10
ENMK	<b>26,08</b>	<b>26,13</b>	40,35	41,78	<b>29,95</b>	<b>29,22</b>	34,50	43,89
VNMK	<b>39,76</b>	<b>42,50</b>	32,95	26,62	<b>39,12</b>	<b>42,80</b>	37,25	23,72
n-3 VNMK	<b>4,14</b>	<b>4,23</b>	3,13	2,19	<b>3,66</b>	<b>3,64</b>	2,92	1,57
n-6 VNMK	<b>35,58</b>	<b>38,24</b>	29,83	22,85	<b>35,42</b>	<b>39,12</b>	34,32	21,50
n-6:n-3 VNMK	<b>8,64</b>	<b>9,11</b>	9,53	10,43	<b>9,72</b>	<b>10,75</b>	11,75	13,69

PMZ-pod mejo zaznavnosti

## 4.2 VIRI VARIABILNOSTI

V preglednici 14 so prikazane ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocen in razlike v kemijski sestavi mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo in energijsko bogatejšo krmo. V isti preglednici so prikazane tudi razlike v kemijski sestavi prsne in bedrne mišičnine kopunov. Vpliv energijske vrednosti krme ni značilno vplival na kemijsko sestavo mišičnine kopunov. Layfield in sod. (1972) so proučevali vpliv prehrane na pitovne lasnosti in sestavo trupa pri kopunih. V prvem poizkusu je krma vsebovala štiri različne nivoje beljakovin, metabolna energija je bila v povprečju 14,31 MJ/kg. Preučevali so vsebnost vode, beljakovin in maščob v prsni ter bedri in prav tako med proučevanimi skupinami niso zaznali statistično značilnih razlik. V drugem poizkusu so vsi štiri obroki vsebovali 16 % beljakovin, spreminjali pa so vsebnost energije v krmi. S povečevanjem koncentracije energije se je vsebnost vode v bedrni mišičnini statistično značilno zmanjšala ( $P < 0,05$ ). Na osnovi rezultatov so povzeli, da se s povečanim vnosom energije poveča zamaščenost, zmanjša pa se vsebnost vode v telesu. Statistična analiza ni pokazala značilnega vpliva različne krme na odstotek beljakovin v prsni in bedrni mišičnini.

Razliki med mišičnino prsi in beder sta statistično značilni ( $< 0,0001$ ) pri vsebnosti surovih beljakovin in celokupnih maščob. Prsa vsebujejo značilno več surovih beljakovin. Bedra vsebujejo značilno več celokupnih maščob. Bedra vsebujejo približno trikrat več celokupnih maščob kot prsa. Tudi Holcman in sod. (2004) so prišli do enake ugotovitve, da bedra vsebujejo približno trikrat več celokupnih maščob kot prsa.

Med mišičnino kopunov, krmljenih z energijsko revnejšo in energijsko bogatejšo krmo, smo ugotovili statistično značilno razliko v maščobnokislinski sestavi. V mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo je statistično značilno več miristinske kisline, pentadekanojske kisline, palmitinske kisline, stearinske kisline. Več je tudi miristooleinske kisline, palmitooleinske kisline, cis-10-heptadecenojske kisline, cis-10-nonadecenojske kisline, konjugirane linolne kisline in gadoleinske kisline kot v mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo (preglednica 15).

Statistično značilno večji masni delež linolne kisline je v mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo (preglednica 15).

Preglednica 14: Ocene srednjih vrednosti (LSM ± SEE) ter razlike v kemijski sestavi mišičnine med poskusnima skupinama in med prsno in bedrno mišičnino kopunov (g/100 g mišičnine)

	Suha snov	Surove beljakovine	Celokupne maščobe
Energijsko revnejša krma	26,61 ± 0,20	21,76 ± 0,16	2,90 ± 0,19
Energijsko bogatejša krma	26,76 ± 0,20	21,96 ± 0,16	2,46 ± 0,19
razlika	-0,15 ± 0,28	-0,20 ± 0,23	0,44 ± 0,26
p-vrednost	0,6009	0,3977	0,1136
prsa	26,46 ± 0,18	23,57 ± 0,15	1,35 ± 0,16
bedra	26,92 ± 0,18	20,15 ± 0,15	4,02 ± 0,16
razlika	-0,46 ± 0,22	3,42 ± 0,19	-2,67 ± 0,19
p-vrednost	0,055	<b>&lt;0,0001</b>	<b>&lt;0,0001</b>

Maščobnokislinska sestava mišičnine prsi in beder se značilno razlikuje v vseh proučevanih MK, razen pri MK (C19:1 n-9) in eruka kislini (C22:1 n-9) ni značilnih razlik (preglednica 15).

Mišičnina prsi vsebuje statistično značilno več palmitinske kisline, stearinske kisline, arahidonske kisline eikozapentaenojske kisline, dokozaheksaenojske kisline in dokozahexaenojske kisline kot mišičnina beder in statistično značilno manj palmitooleinske kisline, izomer oktadecenojske kisline, linolne in linolenske kisline, kot mišičnina beder (preglednica 15).

Do enakih ugotovitev, kot mi, je prišel tudi Gašparac (2004). Prav tako je določil večjo vsebnost EPK, DHK in arahidonske kisline v prsni mišičnini v primerjavi z bedrno mišičnino.

Tudi Sirri in sod. (2009) so prišli do enake ugotovitve, da mišičnina bedr vsebuje več linolne kisline, linolenske kisline in arahidonske kisline ter manj dokozaheksaenojske in dokozahexaenojske kisline kot mišičnina prsi.

Preglednica 15: Ocene srednjih vrednosti in razlike v maščobnokislinski sestavi mišičnine kopunov med poskusnima skupinama in med prsi ter bedri (g MK/100 g MK)

MK	Energ. revnejša krma	Energ. bogatejša krma	P-vrednost	Prsa	Bedra	P-vrednost
C12:0	0,033 ± 0,001	0,033 ± 0,001	0,6670	0,030 ± 0,001	0,036 ± 0,001	<b>&lt;0,0001</b>
C14:0	0,606 ± 0,014	0,492 ± 0,014	<b>&lt;0,0001</b>	0,498 ± 0,011	0,600 ± 0,011	<b>&lt;0,0001</b>
C14:1 n-5	0,091 ± 0,006	0,062 ± 0,006	<b>0,0032</b>	0,065 ± 0,004	0,088 ± 0,004	<b>&lt;0,0001</b>
C15:0	0,124 ± 0,002	0,091 ± 0,002	<b>&lt;0,0001</b>	0,101 ± 0,002	0,114 ± 0,002	<b>&lt;0,0001</b>
C16:0	20,829 ± 0,210	18,581 ± 0,210	<b>&lt;0,0001</b>	19,892 ± 0,153	19,517 ± 0,153	<b>0,0001</b>
C16:1 n-7	2,366 ± 0,153	1,672 ± 0,153	<b>0,0049</b>	1,580 ± 0,111	2,458 ± 0,111	<b>&lt;0,0001</b>
C17:0 aiso	0,248 ± 0,009	0,256 ± 0,008	0,4540	0,214 ± 0,006	0,290 ± 0,006	<b>&lt;0,0001</b>
C17:0	0,219 ± 0,004	0,208 ± 0,004	0,0917	0,204 ± 0,003	0,223 ± 0,003	<b>&lt;0,0001</b>
C17:1 n-7	0,111 ± 0,003	0,099 ± 0,003	<b>0,0218</b>	0,085 ± 0,003	0,124 ± 0,003	<b>&lt;0,0001</b>
C18:0	8,162 ± 0,123	7,652 ± 0,123	<b>0,0090</b>	8,391 ± 0,096	7,423 ± 0,096	<b>&lt;0,0001</b>
ΣC18:1	25,079 ± 0,292	25,528 ± 0,292	0,2917	24,058 ± 0,223	26,549 ± 0,223	<b>&lt;0,0001</b>
C18:2 n-6	30,496 ± 0,471	33,534 ± 0,471	<b>0,0002</b>	30,144 ± 0,352	33,886 ± 0,352	<b>&lt;0,0001</b>
C18:3 n-6	0,177 ± 0,008	0,184 ± 0,008	0,5946	0,166 ± 0,006	0,195 ± 0,006	<b>&lt;0,0001</b>
C19:1 n-9	0,032 ± 0,002	0,015 ± 0,002	<b>&lt;0,0001</b>	0,025 ± 0,002	0,023 ± 0,002	0,4552
C18:3 n-3	2,499 ± 0,045	2,513 ± 0,045	0,8291	2,234 ± 0,036	2,778 ± 0,036	<b>&lt;0,0001</b>
CLA	0,037 ± 0,001	0,033 ± 0,001	<b>0,0193</b>	0,031 ± 0,001	0,039 ± 0,001	<b>&lt;0,0001</b>
C18:4 n-3	0,042 ± 0,003	0,040 ± 0,003	0,5293	0,035 ± 0,002	0,047 ± 0,002	<b>&lt;0,0001</b>



se nadaljuje

nadaljevanje

MK	Energ. revnejša krma	Energ. bogatejša krma	P-vrednost	Prsa	Bedra	P-vrednost
C20:0	0,088 ± 0,004	0,099 ± 0,004	0,0536	0,086± 0,003	0,101 ± 0,003	< <b>0,0001</b>
C20:1 n-12 + n-15	0,042 ± 0,003	0,032 ± 0,003	<b>0,0169</b>	0,028 ± 0,002	0,046 ± 0,002	< <b>0,0001</b>
C20:1 n-9	0,255 ± 0,004	0,224 ± 0,004	< <b>0,0001</b>	0,224 ± 0,003	0,255 ± 0,003	< <b>0,0001</b>
C20:2 n-6	0,357 ± 0,011	0,345 ± 0,011	0,4520	0,385 ± 0,008	0,318 ± 0,008	< <b>0,0001</b>
C20:3 n-6	0,296 ± 0,018	0,315 ± 0,018	0,4870	0,390 ± 0,014	0,221 ± 0,014	< <b>0,0001</b>
C20:4 n-6	3,566 ± 0,237	3,713 ± 0,237	0,6676	5,053 ± 0,191	2,226 ± 0,191	< <b>0,0001</b>
C20:3 n-3	0,045 ± 0,001	0,039 ± 0,001	<b>0,0047</b>	0,045 ± 0,001	0,038 ± 0,001	< <b>0,0001</b>
C20:5 n-3	0,068 ± 0,005	0,057 ± 0,005	0,1642	0,075 ± 0,004	0,051 ± 0,004	< <b>0,0001</b>
C22:0	0,020 ± 0,001	0,025 ± 0,001	<b>0,0087</b>	0,021 ± 0,001	0,024 ± 0,001	<b>0,0076</b>
C22:1 n-9	0,039 ± 0,004	0,043 ± 0,004	0,3990	0,038 ± 0,003	0,044 ± 0,003	0,0798
C22:4 n-6	0,600 ± 0,040	0,582 ± 0,040	0,7601	0,772 ± 0,032	0,411 ± 0,032	< <b>0,0001</b>
C22:5 n-3	0,704 ± 0,048	0,654 ± 0,048	0,4738	0,962 ± 0,039	0,396 ± 0,039	< <b>0,0001</b>
C22:6 n-3	0,542± 0,047	0,633 ± 0,047	0,1848	0,833 ± 0,038	0,342 ± 0,038	< <b>0,0001</b>

\*Energ. - energijsko

V preglednici 16 so predstavljene ocene srednjih vrednosti s standardnimi napakami in razlike v skupinah maščobnih kislin med različnima krmama in med prsi ter bedri. Kopuni, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo, vsebujejo statistično značilno več NMK, manj VNMK, ter n-6 VNMK in imajo ožje razmerje med n-6 in n-3 VNMK kot kopuni, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo. Na vsebnost ENMK in n-3 VNMK pa koncentracija energije v krmi ni imela statistično značilnega vpliva.

Prsi vsebujejo značilno več NMK in n-3 VNMK ter značilno manj ENMK, n-6 VNMK ter imajo ožje razmerje med n-6 in n-3 VNMK, kot bedra.

Preglednica 16: Ocene srednjih vrednosti in razlik v skupinah MK (g MK/100 g MK) in razmerje med n-3 in n-6 VNMK med različno krmo in med prsi ter bedri

Skupine MK	Energ. revnejša krma	Energ. bogatejša krma	P-vrednost	Prsa	Bedra	P-vrednost
NMK	32,548 ± 0,261	29,677 ± 0,261	<0,0001	32,771 ± 0,200	29,455 ± 0,200	<0,0001
ENMK	28,014 ± 0,414	27,676 ± 0,414	0,5699	26,102 ± 0,310	29,588 ± 0,310	<0,0001
VNMK	39,437 ± 0,426	42,647 ± 0,426	<0,0001	41,127 ± 0,307	40,958 ± 0,307	0,1431
n-3 VNMK	3,900 ± 0,071	3,935 ± 0,071	0,7297	4,185 ± 0,055	3,650 ± 0,055	<0,0001
n-6 VNMK	35,499 ± 0,403	38,679 ± 0,403	<0,0001	36,911 ± 0,289	37,268 ± 0,289	0,0009
n-6:n-3 VNMK	9,176 ± 0,165	9,930 ± 0,165	0,0045	8,870 ± 0,128	10,235 ± 0,123	<0,0001

V našem poizkusu sta na proučevano maščobnokislinsko sestavo kopunjega mesa vplivala dva različna dejavnika. Vpliv krme (energijsko revnejša ali energijsko bogatejša) in vpliv kosa (prsa ali bedra). Zato smo v statistični model 2 vključili interakcijo med dejavnikoma, ki nam pove, koliko je vpliv enega dejavnika odvisen od drugega. V preglednici 17 so prikazane maščobne kisline, kjer je bila interakcija med krmo in kosom statistično značilna. Statistično značilnih interakcij je bilo 13 in to pri naslednjih MK: (miristinska,

miristooleinska, pentadekanojska, palmitinska, palmitooleinska, linolna, arahidonska, cis-10 heptadecenojska, EPK, VNMK, n-6, n-6/n-3)

Preglednica 17: Viri variabilnosti za maščobnokislinsko sestavo za vpliv skupine (krme), vpliv kosa (prsi in bedro) in interakcijo med krmo × kosom (model 2)

	MK	S	K	SK
C14:0		<0,0001	<0,0001	<b>0,0027</b>
C14:1 n-5		0,0032	<0,0001	<b>&lt;0,0001</b>
C15:0		<0,0001	<0,0001	<b>0,0015</b>
C16:0		<0,0001	0,0001	<b>0,0158</b>
C16:1 n-7		0,0049	<0,0001	<b>0,0001</b>
C17:1 n-7		0,0218	<0,0001	<b>0,0465</b>
C18:2 n-6		0,0002	<0,0001	<b>0,0444</b>
C20:0		0,0536	<0,0001	<b>0,0065</b>
C20:1 n-12 + 15		0,0169	<0,0001	<b>0,0286</b>
C20:5 n-3		0,1642	<0,0001	<b>0,0194</b>
VNMK		<0,0001	0,1431	<b>0,0005</b>
n-6 VNMK		<0,0001	0,0009	<b>&lt;0,0001</b>
n-6/n-3 VNMK		0,0045	<0,0001	<b>0,0155</b>

S – vpliv skupine-(krme); K – vpliv kosa; SK – interakcija med krmo × kosom;

#### 4.3 POMEN MAŠČOBNOKISLINSKE SESTAVE KOPUNJEGA MESA ZA PREHRANO

Maščobnokislinska sestava je odvisna od vrste živali, močno pa tudi od vrste maščob oz maščobnih kislin, ki jih žival dobiva s krmo (Salobir, 1997). Maščobe neustrezne sestave in zaužite v prevelikem deležu v vsakdanji prehrani, so pomemben prehranski dejavnik tveganja za razvoj bolezni srca in ožilja ter drugih bolezni zahodne civilizacije (Salobir J. in Salobir K., 2003). Esencialne maščobne kisline so VNMK, ki so nujno potrebne za normalno delovanje človeškega organizma in jih telo ne more proizvesti samo, zato jih moramo prejeti s hrano. Poznamo dve skupini VNMK, in sicer n-3 VNMK in n-6 VNMK. Esencialni MK sta linolenska (C18:3 n-3), ki spada v skupino n-3 VNMK in linolna kislina (C18:2 n-6), ki spada v skupino n-6 VNMK. Pogojno esencialne VNMK (daljše od C18), pa so arahidonska, eikozapentaenojska in dokozaheksaenojska, saj nastajajo iz prekurzorjev (Boyer, 2005a).

Svetovna zdravstvena organizacija WHO (1990) priporoča za normalno delovanje organizma, da zaužijemo 1 – 2 % dnevno potrebne energije v obliki linolne kisline. Povečan vnos te kisline je priporočen v nosečnosti (4,5 % dnevne energije) in med dojenjem (5 – 7 % dnevne energije). Pri zdravih odraslih osebah so določene potrebe po linolni kislini v višini 6,5 g / dan, po  $\alpha$  –linolenski pa 1,3 g / dan. Navedene referenčne vrednosti za vnose linolne in  $\alpha$  –linolenske kisline so v razmerju 5 : 1 (German Nutrition Society, 2002, cit. po Gašparac, 2004).

Za oskrbo človeka z esencialnimi maščobami priporočajo, da naj bo razmerje med n-6 in n-3 VNMK med 5:1 do 10:1. V naših običajnih prehranskih razmerah uživamo hrano z manj ugodnim razmerjem, ki je pogosto veliko širše kot 10:1 (Salobir J. in Salobir K., 2003).

Za oceno prehranske primernosti maščob se uporablja razmerje med VNMK in NMK. Če je razmerje manjše od 0,5, je neugodno, ker se pri taki kakovosti maščob poveča pogostost kardiovaskularnih obolenj (Salobir, 1997).

V preglednici 18 je prikazana vsebnost maščobnih kislin v mesu kopunov, izražene v mg MK in skupin MK v 100 g mišičnine. V preglednici prikazujemo tudi rezultate raziskave Gašparaca (2004). Če primerjamo dobljene rezultate povprečnih vsebnosti MK obeh raziskav opazimo, da je v 100 g prsne ali bedrne mišičnine kopunov iz poizkusa, ki ga navaja Gašparac (2004) večja vsebnost miristinske, palmitinske in stearinske kisline, ter posledično tudi večja vsebnost NMK, kot v našem primeru. Večja je tudi vsebnost izomer oktadecenojske kisline in ENMK. Večje so tudi povprečne vsebnosti eikozapentaenojske, dokozaheksaenojske in dokozaheksaenojske kisline, vendar je kljub večji vsebnosti n-3 VNMK, širše razmerje med n-6 in n-3 VNMK, kot v našem poskusu (preglednica 18). Glede na te rezultate lahko sklepamo, da je bil krmni obrok primernejši, saj ima mišičnina kopunov iz našega poskusa ugodnejšo maščobnokislinsko sestavo.

Preglednica 18: Povprečna vsebnost maščobnih kislin v prsni in bedrni mišičnini kopunov (podatki so podani v mg maščobnih kislin na 100 g živila)

MK	Naši rezultati				Rezultati Gašparac 2004	
	Energijsko revna krma		Energijsko bogata krma		Prsa	Bedra
	Prsa	Bedra	Prsa	Bedra		
C14:0	8	27	5	19	11	45
C16:0	294	845	214	643	447	1442
C16:1 n-7	26	119	15	71	77	332
C18:0	123	310	92	255	189	474
ΣC18:1	335	1075	276	939	849	2528
C18:2 n-6	407	1308	356	1253	392	1264
C18:3 n-3	31	114	26	97	23	78
C20:4 n-6	70	88	58	80	65	137
C20:5 n-3	1	2	1	2	2	4
C22:5 n-3	14	17	10	14	21	21
C22:6 n-3	11	13	10	13	23	22
NMK	481	1260	356	984	647	1962
ENMK	367	1220	296	1027	937	2861
VNMK	560	1593	482	1505	590	1546
n-3 VNMK	58	149	48	128	49	102
n-6 VNMK	501	1443	434	1375	506	1401
n-6:n-3 VNMK	8,6	9,7	9,0	10,7	10,3	13,7

Želeli smo ugotoviti kakšen delež priporočenega dnevnega vnosa esencialnih MK lahko pokrijemo s 100 g mišičnine kopunov (preglednica 19).

Z zaužitjem 100 g bedrne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo pokrijemo 20 % priporočenega dnevnega vnosa linolne kisline in 6 % potrebnega vnosa  $\alpha$  - linolenske kisline. S 100 g prsne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo pokrijemo 6 % linolne kisline in 2 %  $\alpha$  - linolenske kisline. Pokritje dnevnih potreb po esencialnih MK pri človeku je večje pri zauživanju mesa kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo.

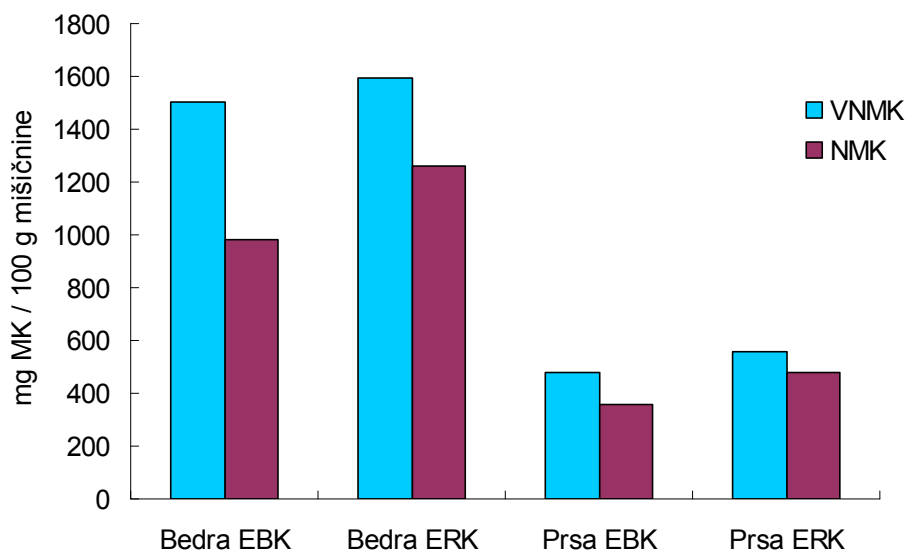
Gašparac (2004) navaja, da lahko z zaužitjem 100 g bedrne mišičnine kopunov pokrijemo 19 % priporočenega dnevnega vnosa linolne kisline in 6 % potrebnega vnosa  $\alpha$  - linolenske kisline. S 100 g prsne mišičnine kopunov pa pokrijemo 6 % linolne kisline in 2 %  $\alpha$  - linolenske kisline.

Preglednica 19: Dnevne potrebe po linolni in  $\alpha$ -linolenski kislini ter pokritje potreb odraslega človeka s 100 g bedrne in prsne mišičnine kopunov krmljenih z energijsko bogato ali revno krmo

Parameter primerjave	Dnevne potrebe* g/dan	Energijsko revnejša krma				Energijsko bogatejša krma			
		Prsa		Bedra		Prsa		Bedra	
		mg/100 g	A, %	mg/100 g	A, %	mg/100 g	A, %	mg/100 g	A, %
linolna	6,5	407	6	1308	20	356	5	1253	19
$\alpha$ -linolenska	1,3	31	2	114	6	26	2	97	7

\*German Nutrition Society, 2002, cit po Gašparac, 2004; A – pokritje dnevnih potreb

Iz slike 1, kjer je predstavljena vsebnost VNMK in NMK, je razvidno ugodno razmerje med VNMK in NMK tako pri kopunih, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo kot pri kopunih, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo. Ugotovili smo, da je najugodnejše razmerje med VNMK in NMK v prsni mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo, kjer je razmerje 0,9. Najširše pa je razmerje 0,7 v bedrni mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo.

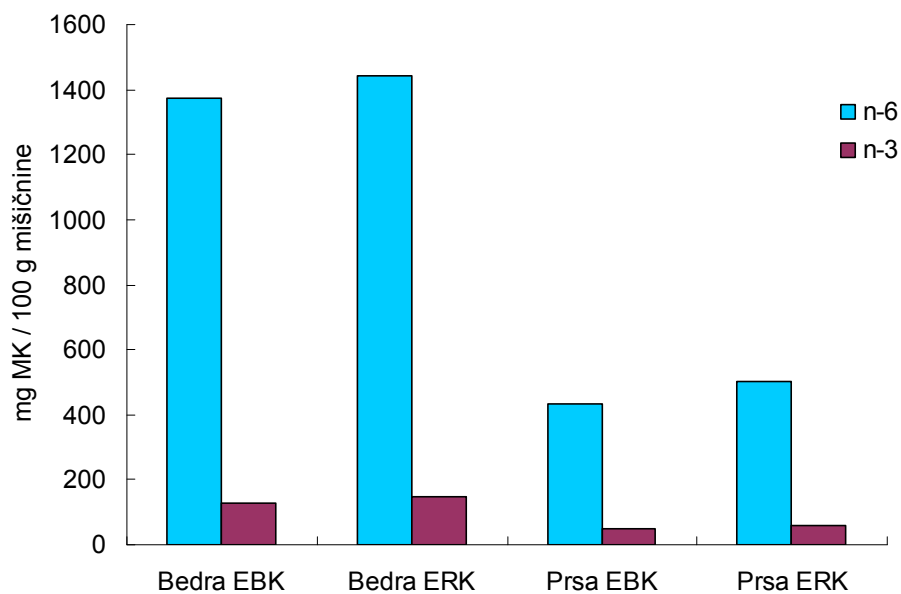


EBK – energijsko bogatejša krma; ERK – energijsko revnejša krma

Slika 1: Vsebnost večkrat nenasičenih in nasičenih maščobnih kislin v bedrni in prsni mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo ali pa z energijsko bogatejšo krmo

Na sliki 2 so prikazane vsebnosti n-6 in n-3 VNMK v prsni in bedrni mišičnini pri kopunih, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo ali pa z energijsko bogatejšo krmo. Iz naših rezultatov je razvidno, da je najugodnejše razmerje 8,59 : 1 v prsni mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo. V prsni mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo je razmerje še vedno ugodno 9,04 : 1. Najširše pa je razmerje 10,75 : 1 v bedrni mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo.

Gašparac (2004) navaja nekoliko širša razmerja med n-6 in n-3 MK in tako za zdravje manj ugodno kot v našem primeru. V bedrni mišičnini je bilo 13,69 : 1 in v prsni mišičnini 10,43 : 1.



EBK – energijsko bogatejša krma; ERK –energijsko revnejša krma

Slika 2: Vsebnost n-6 in n-3 večkrat nenasičenih maščobnih kislin v bedrni in prsni mišičnini pri kopunih, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo ali pa z energijsko bogatejšo krmo



## 5 SKLEPI

Cilj naloge je bil ugotoviti vpliv energijske vrednosti krme na kemijsko in maščobnokislinsko sestavo kopunjega mesa. Proučili smo razlike v kemijski in maščobnokislinski sestavi beder in prs brez kože pri kopunih prelux-G, krmljenih z energijsko bogatejšo ( $\approx 12,90$  MJ ME/kg) in energijsko revnejšo krmo ( $\approx 9,40$  MJ ME/kg). Na osnovi dobljenih rezultatov poizkusa lahko povzamemo naslednje:

- V kemijski sestavi mišičnine prsi in beder smo ugotovili statistično značilne razlike ( $<0,0001$ ). Prsa vsebuje več surovih beljakovin in manj celokupnih maščob kot bedra. Bedra vsebujejo približno trikrat več celokupnih maščob kot prsa.
- Med mišičnino kopunov krmljenih z energijsko revnejšo in energijsko bogatejšo krmo smo ugotovili statistično značilne razlike v maščobnokislinski sestavi. Večji masni delež linolne kisline je v mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo.
- Mišičnina beder vsebuje več linolne kisline, linolenske kisline in arahidonske kisline ter manj dokozapentaenojske in dokozaheksaenojske kisline kot mišičnina prsi.
- Meso kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo, vsebuje več NMK, manj VNMK ter n-6 VNMK in imajo ožje razmerje med n-6 in n-3 VNMK, kot meso kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo.
- Mišičnina prsi vsebuje več NMK in n-3 VNMK ter manj ENMK, n-6 VNMK ter ima ožje razmerje med n-6 in n-3 VNMK, kot mišičnina beder.
- Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je ugodnejše v prsni mišičnini kopunov, kot v bedrni mišičnini kopunov in sicer je v prsni mišičnini razmerje v skupini, ki je bila krmljena z energijsko revnejšo krmo  $8,59 : 1$  in v skupini, ki je bila krmljena z energijsko bogatejšo krmo  $9,04 : 1$ . Razmerje med n-6 in n-3 VNMK v bedrni mišičnini pa je  $9,68 : 1$  in  $10,75 : 1$ .

- Pri obeh energijskih nivojih krme in pri obeh kosih (prsa, bedra) je glede na prehranska priporočila razmerje med VNМК in NМК ugodno, saj je razmerje povsod večje od 0,5. Razmerje se giblje od 0,7 do 0,9.
- Pokritje dnevnih potreb po esencialnih MK pri človeku je večje pri zauživanju mesa kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo.

## 6 POVZETEK

Kopunje meso se je v preteklosti odlikovalo po sočnosti in okusnosti, k temu pa je prispeval povečan delež maščob. Danes z različnimi poskusi iščemo najbolj ustrezen krmni obrok za kopune, da bi dosegli dobre proizvodne rezultate kopunov in čim boljše kakovost kopunjega mesa.

Namen diplomske naloge je bil proučiti vpliv energijsko bogatejše krme in energijsko revnejše krme na kemijsko in maščobnokislinsko sestavo kopunjega mesa.

V tej diplomski nalogi smo v kemijskem laboratoriju opravili analize 40 vzorcev mišičnine kopunov prelux-G. V poskus smo vključili 20 kopunov, ki smo jih razdelili v dve skupini. Prva skupina je prejela energijsko revnejšo krmo ( $\approx 9,40$  MJ ME/kg), druga skupina pa energijsko bogatejšo krmo ( $\approx 12,90$  MJ ME/kg). Po zakolu živali pri 154. dnevu starosti smo odvzeli vzorce mišičnine beder in prsi in v njih določili suho snov, surove beljakovine, celokupne maščobe in maščobnokislinsko sestavo.

Med mišičnino prsi in beder smo ugotovili statistično značilne razlike v kemijski sestavi. Prsa vsebujejo značilno več surovih beljakovin. Bedra vsebujejo značilno več celokupnih maščob, približno trikrat več kot prsa.

Od vseh MK je bil največji masni delež linolne kisline sledita ji masna deleža izomer oktadecenojske kisline ter palmitinske kisline. Od skupin MK je bil največji masni delež VNMK, nato NMK in ENMK.

Med mišičnino kopunov krmljenih z energijsko revnejšo in energijsko bogatejšo krmo smo ugotovili statistično značilne razlike v maščobnokislinski sestavi. Statistično značilno večji masni delež linolne kisline je v mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo.

Mišičnina prsi vsebuje statistično značilno več palmitinske kisline, stearinske kisline, arahidonske kisline, eikozapentaenojske kisline in dokozaheksaenojske kisline kot mišičnina beder.

Meso kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo, vsebuje statistično značilno več NMK, manj VNMK ter n-6 VNMK in imajo ožje razmerje med n-6 in n-3 VNMK, kot meso kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo.

Razmerje med VNMK in NMK je s prehranskega stališča ljudi ugodno. Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je ugodnejše v prsni mišičnini kopunov, kot v bedrni mišičnini kopunov, najugodnejše razmerje je v prsih kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo.

## 7 VIRI

- Basic Management of Small Flocks. University of Connecticut, Cooperative extension system, College of agriculture and natural resources.  
<http://web2.uconn.edu/poultry/poultrypages/smallflockmanagement.html> (24. avg. 2009)
- Boyer R.F. 2005a. Lipidi, biološke membrane in transport. V: Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 208-224
- Boyer R.F. 2005b. Metabolizem maščobnih kislin in lipidov. V: Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 488-489
- Furman M., Kovač M. 2007. Selekcija na kakovost mesa in maščobnega tkiva V: Selekcija prašičev na kmetijah. Malovrh Š., Kovač M. (ur.). Domžale, Biotehniška fakulteta, oddelek za zootehniko, Katedra za etologijo, biometrijo in selekcijo ter prašičjerejo: 113-122
- Gašparac K. 2004. Maščobnokislinska sestava mesa kopunov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 46 str.
- Golob T., Stibilj V., Žlender B., Kropf U., Korošec M., Polak T., Salobir J., Čandek-Potokar M. 2006. Slovenske prehranske tabele - meso in mesni izdelki. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 138-141
- Holcman A. 1984. Dežela štajerskih kopunov. Moj mali svet, 16, 12: 38
- Holcman A. 2002. Štajerski kopuni. Meso in mesnine, 1: 17-20
- Holcman A. 2008. Reja kopunov. Kmečki glas, 2: 9
- Holcman A., Salobir J., Zorman-Rojs O., Kavčič S. 2004. Reja kokoši v manjših jatah. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 125-130
- Jacqueline J., Mather F. B. 2000. Capons. University of Florida, IFAS Extension, PS-54.  
<http://edis.ifas.ufl.edu/PS051> (8. jun. 2009)
- Kalan M. 2003. Kemijska sestava mesa kopunov. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 33 str.
- Koman Rajšp M., Stibilj V. 1998. Maščobnokislinska sestava jajc. Sodobno kmetijstvo, 31, 5: 248-252
- Layfield J.C., Owings W. J., Balloun S. L., Miller D. L. 1972. Carcass composition and production criteria of surgical capons as affected by nutrition. Poultry Science, 51: 1512-1518

- Nesheim M.C., Austic R.E., Card L.E. 1979. Poultry production. Philadelphia, Lae & Febiger: 140-145
- North M.O., Bell D.D. 1990. Feeding surgical capons V: Commercial chicken production manual. 4th ed. New York, Van Nostrand Reinhold: 739-740
- Oprea P., Driha A., Drinceanu D., Julean C. 2009. Bioproductive effect of feed energo-proteic ratio on capons and pullets in relation with the carcass cutting parts. *Zootehnie si biotehnologii*, 42, 1: 381-386.  
<http://209.85.135.132/search?q=cache:JMjrVt7YqsIJ:www.usab-tm.ro/fileadmin/fzb/simpozion%25202009/Volumul1/Nutritie/Oprea%25201.pdf+oprea+bioproductive+effect&cd=2&hl=sl&ct=clnk&gl=si> (14. jan. 2010)
- Pravilnik o kakovosti perutninskega mesa. Ur.l. RS št. 56-2971/01
- Reineharts K. E. 1996. Environmental challenges as related to animal agriculture – poultry. V: Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment. Kornegay E.T. (ed.). Florida, Bia: 21-27  
[http://www.google.com/books?id=edD2Hnh\\_H78C&printsec=frontcover&dq=related:I\\_SBN0849306965&hl=sl#v=onepage&q=&f=false](http://www.google.com/books?id=edD2Hnh_H78C&printsec=frontcover&dq=related:I_SBN0849306965&hl=sl#v=onepage&q=&f=false) (08.okt.2009)
- Salobir K. 1997. Prehransko fiziološki pomen mesa v uravnoteženi prehrani. V: Meso v prehrani in zdravje. Posvet posvečen 50. obletnici Biotehniške fakultete, Radenci, 20-21 nov. 1997. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 161-170
- Salobir J., Salobir K. 2003. Prehrana živali kot način spreminjanja živalskih proizvodov v funkcionalna živila. V: Zbornik predavanj 12. posvetovanja o prehrani domačih živali »Zdravčevi-Erjavčevi dnevi«, Radenci, 6-7 nov. 2003. Murska Sobota, Kmetijsko gozdarski zavod: 12-32
- SAS/STAT User`s Guide. 2000. Cary, North Carolina, SAS Institute inc.
- Sirri F., Bianchi M., Petracci M., Meluzzi A. 2009. Influence of partial and complete caponization on chicken meat quality. *Poultry Science*, 88, 7: 1466-1473
- Tor M., Estany J., Francesch A., Cubilo M. D. 2002. Comparison of carcass composition by parts and tissues between cocks and capons. *Animal Research*, 51: 421-431
- Tor M., Estany J., Francesch A., Cubilo M. D. 2005. Comparison of fatty acid profiles of edible meat, adipose tissues and muscles between cocks and capons. *Animal Research*, 54: 413-424
- Učakar F. 2009. Vpliv koncentracije energije v krmi in dodatka grobo mlete koruze v zadnjem mesecu pitanja na pitovne in klavne lasnosti kopunov preluks-G. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 39 str.
- WHO. 1990. Diet, nutrition and prevention of cronic diseases. Report of a WHO study group. Geneva, World Health Organization: 100-111

Žlender B. 1997. Sestava in prehranska vrednost mesa in mesnih izdelkov. V: Meso v prehrani in zdravje. Posvet posvečen 50. obletnici Biotehniške fakultete, Radenci, 20-21 nov. 1997. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 95-105

## **ZAHVALA**

Za strokovno pomoč, vodenje in usmerjanje ob nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorici prof. dr. Antoniji HOLCMAN.

Iskreno se zahvaljujem tudi somentorici Alenki LEVART za strokovno pomoč pri izvedbi analiz, svetovanja in pregled dela.

Zahvaljujem se predsedniku komisije prof. dr. Ivanu ŠTUHCU in recenzentu doc. dr. Silvestru ŽGURU za pregled dela in strokovne nasvete.

Marku KODRI in Anici MUŠIČ se zahvaljujem za pomoč in naklonjen čas pri opravljanju analiz v laboratoriju.

Za pomoč pri statistični obdelavi podatkov se zahvaljujem asis. dr. Dušanu TERČIČU.

Hvala osebju knjižnice Oddelka za Zootehniko za pomoč pri iskanju literature, pregled dela in lektoriranje izvlečka.

Hvala Sabini KNTHHEL za pomoč pri vseh administrativnih obveznostih.

Za prijetno družbo, spodbudo in pomoč v času študija se zahvaljujem Bojani, Franciju, Urši, Hani, Mihi, Andreju in vsem ostalim sošolkam, sošolcem in prijateljem.

Iskrena hvala mojim domačim mami Bernardi, očetu Ivanu, bratu Viliju, sestri Emi in fantu Dejanu za moralno in finančno podporo, spodbudo, neskončno potrpežljivost in zaupanje.



## PRILOGE

### Priloga A:

Osnovna statistika za vsebnost celokupnih maščob v mišičnini kopunov (g/100g)

		Število meritev	povprečje	minimum	maksimum	Standardni odklon	Koeficient variacije
Energijsko revnejša krma	Prsa	20	1,49	0,60	2,41	0,52	34,65
	Bedra	20	4,31	2,23	6,63	1,43	33,29
Energijsko bogatejša krma	Prsa	20	1,20	0,72	2,05	0,38	31,31
	Bedra	20	3,72	1,72	5,20	0,99	26,69

### Priloga B:

Osnovna statistika za vsebnost surovih beljakovin v mišičnini kopunov (g/100g)

		Število meritev	povprečje	minimum	maksimum	Standardni odklon	Koeficient variacije
Energijsko revnejša krma	Prsa	20	233,23	217,77	251,50	9,12	3,91
	Bedra	20	202,06	184,50	220,10	9,06	4,48
Energijsko bogatejša krma	Prsa	20	238,24	216,64	251,13	9,36	3,93
	Bedra	20	200,97	192,13	221,73	7,52	3,74

Priloga C:

Osnovna statistika za vsebnost suhe snovi v mišičnini kopunov (g/100g)

		Število meritev	povprečje	minimum	maksimum	Standardni odklon	Koeficient variacije
Energijsko revnejša krma	Prsa	20	262,85	233,63	288,29	13,64	5,19
	Bedra	20	269,39	255,45	285,69	7,87	2,92
Energijsko bogatejša krma	Prsa	20	266,33	237,23	279,72	11,32	4,25
	Bedra	20	268,92	253,68	286,57	8,92	3,32

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Barbara PIRŠ

**VPLIV ENERGIJSKE VREDNOSTI KRME NA  
KEMIJSKO IN MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO  
KOPUNJEGA MESA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010