

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULETETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Andrej GRAŠIČ

**VPLIV ENERGIJSKE VREDNOSTI KRME IN
DODANEGA KORUZNEGA DROBLJENCA V
ZADNJEM MESECU PITANJA NA KEMIJSKO IN
MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO KOPUNJEGA
MESA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Andrej GRAŠIČ

**VPLIV ENERGIJSKE VREDNOSTI KRME IN DODANEGA
KORUZNEGA DROBLJENCA V ZADNJEM MESECU PITANJA NA
KEMIJSKO IN MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO KOPUNJEGA
MESA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

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

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2010

S tem diplomskim delom končujem univerzitetni 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. Analize kopunjega mesa so bile opravljene v kemijskem laboratoriju Katedre za prehrano.

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

Recenzent: prof. dr. Janez Salobir

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

Član: prof. dr. Janez SALOBIR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

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

Andrej GRAŠIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 636.5.084/.087(043.2)=163.6
KG perutnina/kopuni/prelux-G/meso/sestava/kemijska sestava/maščobne kisline/surove beljakovine/celokupne maščobe
KK AGRIS L51/6100
AV GRAŠIČ, Andrej
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 NIVOJA ENERGIJE V KRMI IN DODANEGA KORUZNEGA DROBLJENCA V ZADNEJM MESECU PITANJA NA KEMIJSKO IN MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO KOPUNJEGA MESA
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP X, 43 str., 20 pregl., 31 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Proučili smo vpliv koncentracije energije v krmi in dodanega koruznega drobljenca v zadnjem mesecu pitanja na kemijsko in maščobnokislinsko sestavo kopunjega mesa. Petelinčke prelux-G so kopunili pri starosti šestih tednov in oblikovali dve skupini. Prva skupina živali je dobivala energijsko revnejšo krmo (9,40 MJ ME/kg), druga skupina pa energijsko bogatejšo krmo (12,90 MJ ME/kg). Zadnje štiri tedne sta bili obe skupini krmljeni še s koruznim drobljencem. Kopune so klali pri starosti 154 dni. V mišičnini prsi in beder smo določili suho snov, surove beljakovine ter celokupne maščobe, maščobnokislinsko sestavo smo določili s kapilarno plinsko kromatografijo. Energijska vrednost krme ni vplivala na kemijsko sestavo mišičnine kopunov. Prsna mišičnina vsebuje značilno več surovih beljakovin ter značilno manj suhe snovi in celokupnih maščob kot bedrna mišičnina. V prsni in bedrni mišičnini je bilo od vseh maščobnih kislin (MK) največji masni delež oleinske kisline. Maščobnokislinska sestava prsne in bedrne mišičnine se značilno razlikuje v vseh proučevanih maščobnih kislinah, razen pri lavrinski in eruka kislini. Med skupinami MK je bilo v prsni mišičnini največ večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK), nato nasičenih maščobnih kislin (NMK) in najmanj enkrat nenasičenih maščobnih kislin (ENMK), v bedrni mišičnini je bilo največ VNMK, nato ENMK in najmanj NMK. Prsna mišičnina v primerjavi z bedrno vsebuje značilno več NMK, VNMK, n-3 in n-6 VNMK ter značilno manj ENMK in manjša je vrednost razmerja n-6/n-3 VNMK. Mišičnina kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo, je vsebovala značilno ($p < 0,05$) več n-3 in n-6 VNMK, kot mišičnina kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 636.5.084/.087(043.2)=163.6
CX poultry/capons/prelux-G/meat/composition/chemical composition/fatty acids/crude proteins/total fat
CC AGRIS L51/6100
AU GRAŠIČ, Andrej
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 2009
TI THE INFLUENCE OF ENERGY LEVEL AND CORN MEAL ADDITIVE IN CAPON DIET ON THE CHEMICAL AND FATTY ACID COMPOSITION OF MEAT
DT Graduation Thesis (University studies)
NO X, 43 p., 20 tab., 31 ref.
LA sl
AL sl/en
AB We examined the effect of energy concentration and corn meal additive in the last month of fattening on the chemical and fatty acid composition of capons' meat. Males Preluks-G were surgically castrated at the age of six weeks and divided in two groups. The first group of animals received a low energy feed (9.40 MJ ME/kg), while the second group got higher energy feed (12.90 MJ ME/kg). The last four weeks, both groups were fed with cornmeal additive. Capons were slaughtered at the age of 154 days. In breast and thigh muscle tissue dry matter, crude protein, fat, content and fatty acid composition was determined by capillary gas chromatography according to the AOAC methods (Official Methods of Analysis). The energy value of feed did not affect the chemical composition of capons muscle. Breast muscle contained significantly more crude protein and significantly less dry matter and total fat than thigh muscle. In breast thigh muscle tissue the highest percentage of all fatty acids had the oleic acid. Fatty acid composition of breast and thighs muscle typically varied in all the studied fatty acids, except for lauric and erucic acid. Of the total fatty acids the largest percentage of polyunsaturated fatty acids (PUFA) followed by saturated fatty acids (SFA) and the least of monounsaturated fatty acids (MUFA) was found in the breast muscle tissue while in thighs muscle tissue the highest percentage of PUFA, followed by MUFA and the lowest of SFA was found. Breast muscle tissue contained significantly more SFA, PUFA, n-3 and n-6 PUFA and significantly less MUFA as well as a lower value of n-6/n-3 PUFA ratio. Muscle tissue of capons which were fed by energy-rich feed contained significantly ($p<0.05$) more n-3 and n-6 PUFA compared to the muscle tissue of capons fed by low energy feed.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo prilog	IX
Okrajšave in simboli	X
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 KOPUN IN KOPUNJENJE	3
2.2 PREHRANA KOPUNOV	4
2.3 KAKOVOST KOPUNJEGA MESA	6
2.3.1 Kemijska sestava kopunjega mesa	9
2.3.2 Maščobnokislinska sestava kopunjega mesa	10
3 MATERIAL IN METODE	14
3.1 MATERIAL	14
3.2 METODE DELA	15
3.2.1 Priprava vzorca	15
3.2.2 Določanje suhe snovi	15
3.2.3 Določanje vsebnost beljakovin z Kjeldahovo metodo	16
3.2.4 Določanje celokupnih maščob	16
3.2.4.1 Hidroliza	16
3.2.4.2 Ekstrakcija maščob	17

3.2.5	Določanje maščobnokislinske sestave v mišičnini s plinsko kromatografijo	17
3.2.6	Ločba metilnih estrov maščobnih kislin s plinsko kromatografijo	18
3.3	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	19
4	REZULTATI Z RAZPRAVO	21
4.1	KEMIJSKA SESTAVA KOPUNJEGA MESA	21
4.2	MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA KOPUNJEGA MESA	24
4.3	VIRI VARIABILNOSTI	27
4.4	POMEN MAŠČOBNOKISLINSKE SESTAVE KOPUNJEGA MESA ZA PREHRANO	34
5	SKLEPI	37
6	POVZETEK	39
7	VIRI	41
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.	
Pregl. 1:	Program krmljenja za kirurško kastriranje kopune (North in Bell, 1990:739)	5
Pregl. 2:	Kemijska sestava začetne (do šestega tedna starosti) in končne krme (Muriel Durán, 2004)	7
Pregl. 3:	Senzorične lastnosti kopunjega in petelinjega mesa (Muriel Durán, 2004)	7
Pregl. 4:	Vpliv zgodnje kastracije (pri šestih tednih) tibetanskih petelinčkov na maso različnih organov pri starosti 24 tednih starosti (n=20) (Yonggang in sod., 2009)	8
Pregl. 5:	Vpliv pozne kastracije (pri osemnajstih tednih) tibetanskih petelinčkov na maso različnih organov in tkiva pri 24 tednih starosti (n=20) (Yonggang in sod., 2009)	9
Pregl. 6:	Kemijsko sestavo mišičnine prsi in beder kopunov in delnih kopunov preluks-G (Kalan, 2003)	10
Pregl. 7:	Kemijsko sestavo mišičnine prsi in beder kopunov in delnih kopunov jerebičasta štajerske kokoši (Kalan, 2003)	10
Pregl. 8:	Maščobnokislinska sestava (g/100 g MK) trebušne maščobe in užitnega dela mišičnine kopunov (n=8) (Tor in sod., 2005)	12
Pregl. 9:	Vsebnost maščobe in maščobnokislinska sestava mišičnine po kosih mišičnine po kosih (n=12)(Tor in sod., 2005)	13
Pregl. 10:	Sestava krmnih mešanic (Učakar, 2009 : 18)	14
Pregl. 11:	Sestava krmnih mešanic po deklaracijah (Učakar, 2009 : 18)	15
Pregl. 12:	Kemijska sestava bedrne ter prsne mišičnine kopunov preluks-G (g/100 g mišičnine)	22
Pregl. 13:	Kemijska sestava prsne in bedrne mišičnine kopunov po različnih avtorjih (g/100 g mišičnine)	23
Pregl. 14:	Maščobnokislinska sestava (g MK/100 g MK) bedrne ter prsne mišičnine pri kopunih preluks-G	25
Pregl. 15:	Skupine MK in razmerje med n-6 in n-3 VNMK (g MK/100 g MK) v prsni in bedrni mišičnini kopunov, primerjalno z rezultati Pirš (2010)	27

Pregl. 16:	Ocene srednjih vrednosti (LSM \pm SE) ter razlike v kemijski sestavi mišičnine med poskusnima skupinama in med prsno in bedrno mišičnino kopunov preluks-G (g MK/100 g MK)	28
Pregl. 17:	Ocene srednjih vrednosti in razlike v maščobnokislinski sestavi mišičnine kopunov med poskusnima skupinama in med prsno in bedrno mišičnino kopunov preluks-G (g/100 g mišičnine)	30
Pregl. 18:	Ocene srednji 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 prsno in bedrno mišičnino	33
Pregl. 19:	Viri variabilnosti za maščobnokislinsko sestavo za vpliv skupine (krme), vpliv kosa (prsa, bedra) in interakcije med krmo in kosom (model 2)	34
Pregl. 20:	Dnevne potrebe po linolni in α -linolenski kislini ter pokritje potreb odraslega človeka s 100 g bedrne in prsne mišičnine kopunov preluks-G	35

KAZALO PRILOG

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

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

C12:0	lavrinska kislina (lauric acid)
C14:0	miristinska kislina (myristic acid)
C14:1 n-5	miristooleinska kislina (myristoleic acid)
C16:0	palmitinska kislina (palmitic acid)
C16:1 n-7	palmitooleinska kislina (palmitoleic acid)
C17:0	margarinska kislina (margaric acid)
C17:0 aiso	14-metilheksadekanojska kislina (14-methylhexadecanoic acid)
C17:1 n-7	cis-10-heptadecenojska kislina (cis-10-heptadecenoic acid)
C18:0	stearinska kislina (stearic acid)
Σ C18:1	vsota izomer oktadecenojske kisline (sum of isomers of octadecenoic acid)
C18:1 n-9	oleinska kislina (oleic acid)
C18:3 n-6	gama linolenska kislina (gamma linolenic acid)
C18:2 n-6	linolna kislina (linoleic acid)
C18:3 n-3	α -linolenska kislina (α -linolenic acid)
C18:4 n-3	stearidonska kislina (stearidonic acid)
CLA	konjugirana linolna kislina (conjugated linoleic acid)
C19:1 n-9	cis-10-nonadecenojska kislina (cis-10-nonadecanoic acid)
C20:0	arahidinska kislina (arachidic acid)
Σ C20:1	vsota izomer eikozenojske kisline (sum of isomers of eicosenoic acid)
C20:1 n-9	gadoleinska kislina (gadoleic acid)
C20:2 n-6	cis-11,14-eikozadienojska kislina (cis-11,14-eicosadienoic acid)
C20:3 n-3	cis-11,14,17-eikozatrienojska kislina (cis-11,14,17-eicosatrienoic acid)
C20:3 n-6	cis-8,11,14-eikozatrienojska kislina (cis-8,11,14-eicosatrienoic acid)
C20:4 n-6	arahidonska kislina (arachidonic acid)
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	cis-7,10,13,16 – dokozatetraenojska kislina (docosatetraenoic acid)
C22:5 n-3	cis-6,9,12,15-dokozapentaenojska kislina (DPK) (cis-6,9,12,15-docosapentaenoic acid - DPA)
C22:6 n-3	cis-6,9,12,15,18-dokozaheksaenojska kislina (DHK) (cis-6,9,12,15,18-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, n-6 VNMK	vsota omega-3 in omega-6 VNMK maščobnih kislin
N	število meritev

1 UVOD

Pusto meso perutnine je bogat vir kakovostnih beljakovin, prav tako pa vsebuje tudi druge pomembne hranljive snovi, kot so maščobe, rudninske snovi in vitamini (Žlender, 1997).

V zgodovini je med srednjeevropskimi pasmami slovela štajerska kokoš. Meso kopunjenih petelinčkov te pasme je bilo cenjeno zaradi okusnega, sočnega in mehkega mesa. Štajerski kopuni so bili leta 1352 na Dunaju priznana jed, namenjena le za posebne slovesnosti. V 17. in 18. stoletju se je trgovina s kopuni s Štajerske razširila daleč preko deželnih meja. Meso cenjenih pitanih kopunov s spodnje Štajerske in Slovenskih goric so izvažali na kopunji trg v Gradcu, do Italije, Donave, Moldave in Rena. Tudi francoski maršal Macdonald se ni mogel upreti izredni kakovosti štajerskih kopunov, saj jih je zahteval za proslavo dneva Napoleonovega rojstva, godu in kronanja 1809 (Wenko, 1935). Kopunje meso je nekaj posebnega, saj je maščoba enakomerno porazdeljena po mišičnini, kar daje pečenki sočen okus. Zaradi tega je Napoleon večkrat zahteval štajerske kopune (Razingar, 1932). Pred prvo svetovno vojno so za kopunjenje uporabili le nož in prste na roki. Vzrok, da so kopunili petelinčke med starostjo pet do šest mesecev je bil, da so testise odstranili le s prsti na roki, torej na otip, ne da bi potek odstranjevanja testisov spremljali z očmi. Po letu 1918 je Collingnon uvedel nov način kirurškega kopunjenja, kjer s pomočjo kirurške opreme izvedemo operacijo, ta način operacije uporabljamo še sedaj. To pa nam omogoča kopuniti zelo mlade petelinčke. Živali zrastejo večje in težje s tankimi kostmi in z nežnim ter sočnim mesom (Wenko, 1935). »Kopunu se vsa moč in energija pretvarja v meso in mast. Pri petelinu se v to porabi le četrtnina« (Razingar, 1932). Ker pa je prireja kopunjega mesa dražja, saj so prirasti manjši od prirastov pitovnih piščancev, so jih le ti izpodrinili.

Na sestavo in kakovost mesa pomembno vpliva prehrana živali oz. sestava krmnih obrokov. Področje prehrane kopunov je zelo slabo proučeno. Pomembna je tudi energijska vrednost krmnega obroka. Z različnimi poskusi iščemo najbolj ustrezen krmni obrok, da bi dosegli dobre proizvodne rezultate in čim boljšo kakovost kopunjega mesa.

V diplomski nalogi smo proučili vpliv energijsko bogatejše krme in energijsko revnejše krme z dodanim koruznim drobljencem v zadnjem mesecu pitanja na kemijsko in maščobnokislinsko sestavo prsne in bedrne mišičnine kopunov.

2 PREGLED OBJAV

2.1 KOPUN IN KOPUNJENJE

Kopun je kastrirana moška žival pri perutnini. Značilnost kopuna je majhna glava brez razvitega grebena in podbradka. Ne razvije se jim glas in so tako primernejši za urbana naselja. Perje kastriranih živali je na vratu, hrbtu in repu daljše in lepše. Prirast je lahko za 50 % večji kot pri enako starih petelinih. Edinstvena okusnost kopunjega mesa je cenjena pri pravih gurmanih (Holcman, 1984).

Kopunjenje je kirurški poseg na mladih petelinčkih, kjer so testisi popolnoma odstranjeni. Odsotnost gonad povzroči pomanjkanje androgenih hormonov in kopuni postanejo mirnejši in pokornejši. Zmanjša se agresivnost, posledica je večje nalaganje energije v prirast, kar poveča kakovost mesa. Kopunje meso je mehkejše, sočnejše in okusnejše (Chen in sod., 2006).

Eden izmed načinov, ki je nenavaden in ga navajamo kot zanimivost, je kopunjenje s pomočjo nohta na roki. Najprej so pustili rasti noht na dolžino 1,3 cm ali malo več od konca prsta. Daljše dolžine nohta niso priporočali. Ko je noht dosegel zeleno dolžino, so ga razdelili po sredini, da je dobil obliko kladiva z razcepom. S tem so bili pripravljene za kopunjenje. Naredili so zarezo med zadnjim in predzadnjim rebrom, pomočnik pa je s palcem in kazalcem naredil odprtino. Nato je operater, ki si je pustil zrasti noht, previdno segel z mezincem v notranjost petelinčka. Z nohtom je prijel testis in ga povlekel ven. Tako je odstranil testis. Nato so petelinčka obrnili in ponovili postopek na drugi strani. Drugi način kopunjenja je s pomočjo električnega instrumenta za kopunjenje. Leta 1932-1933 je Howard Beuoy predstavil prvi električni instrument za kopunjenje. Eden najpogostejših načinov kopunjenja je s pomočjo kompleta instrumentov za kopunjenje. Izbira dobrih in zanesljivih instrumentov je prvi korak do uspešnega kopunjenja. V komplet instrumentov spada: nož, razširjevalec, kaveljček in odtrgač (Stromberg, 1980). Prvi poskusi so bili pogubni za živali. Kasneje so to operacijo izpopolnili in kopunjenje je postalo dokaj rutinsko opravilo (Holcman, 1984).

Da bo operacija kopunjenja potekala brez zapletov, moramo uporabiti komplet instrumentov dobre kakovosti. Nož naj bo izdelan iz dobrega materiala in naj bo oster. Pri

razširjevalcu robovi ne smejo biti preveč ostri in potrebno ga je dobro blokirati. Odrgač je najpomembnejši instrument in od njega je odvisen uspeh operacije. Velikost odtrgača mora ustrezati velikosti testisov, da jih lahko dobro primemo in popolnoma odstranimo (Ferguson, 1926).

Poleg vseh instrumentov rabimo tudi mizo, kamor položimo petelinčka, ter ga privežemo. Možnosti priveza je več, najpogostejša med njimi je, da čez peruti in čez obe nogi zavežemo zanki ter obtežimo z utežjo, ki visi čez rob mize. Petelinčka lahko držimo z rokami (Stromberg, 1980).

Kopunimo lahko tudi s kemičnimi pripravki. Pri tem postopku so spojino stilboestrol vbrizgali v bazo lobanje petelinčka s posebnim instrumentom. To je bil zares preprost postopek. Kmalu pa so se pojavila različna mnenja o kakovosti mesa kopunov, kopunjenih s kemijskimi pripravki. S kemijskim postopkom kopunjenja kopuni prav tako niso razvili grebena in podbradka in meso je bilo prav tako sočno in okusno (Stromberg, 1980).

Stilboestrol ni edina kemična spojina, ki prepreči razvoj testisov in povzroči rast do večje velikosti in pri tem kopuni ne izgubijo na svoji sočnosti in mehkości mesa. Nekaj časa je bil v uporabi tudi dietilstilbestrol (DSE). Kasneje so DSE umaknili iz tržišča, saj je urad za hrano in zdravila v ZDA (FDA = Food and Drug Administration) prepovedal njegovo uporabo v te namene. Kmalu pa se je pojavila druga spojina, ki je prav tako izboljševala kakovost mesa. Imenovala se je estradiol-17-beta monopalmitat, ki je bila dovoljena v ZDA (York in Mitchell, 1969).

2.2 PREHRANA KOPUNOV

Perutnina sodi v skupino vsejedov. Prebavni trakt pri perutnini je kratek, le 5-krat daljši od telesa (Orešnik in Kermauner, 2009). Za perutnino je značilno, da surovo vlaknino slabo prebavlja, sladkor in škrob prebavi 100 odstotno, beljakovine pa od 80 do 90 odstotno. Ker večino stroškov pri vzreji kopunov predstavlja krma, moramo le to prilagoditi potrebam kopunov, da dosežemo čim večji izkoristek in hkrati ugodno sestavo kopunjega mesa za porabnike.

North in Bell (1990) sta predstavila program krmljenja kopunov, kjer so do petega tedna starosti piščance krmili z začetno krmno mešanico za pitovne piščance (s starterjem). Nato so jih do 13. tedna krmili s krmno mešanico, ki vsebuje veliko vlaknine. Pri tej starosti naj bi tehtali 3,6 kg. Po tej starosti naj bi živali krmili z energijsko bogatejšo krmno mešanico. Da dosežemo večji delež ekstra klasificiranih klavnih trupov, je potrebno med 8. in 14. tednom zmanjšati dnevni vnos krme za 10 do 15 %, glede na količino krme, ki so jo zaužili, ko so bili krmljeni po volji (preglednica 1).

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

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

Učakar (2009) je v poskus vključil štiri skupine kopunov, prvo in tretjo skupino je krmil z energijsko revnejšo krmo, drugo in četrto pa z energijsko bogatejšo krmo. Zadnje štiri tedne sta bili skupini tri in štiri krmljeni še z grobo mleto koruzo. Ugotovil je, da so kopuni, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo (9,40 MJ ME/kg), zaužili več krme kot kopuni, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo (12,90 MJ ME/kg). Ugotovil je tudi, da so kopuni, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo, dosegli boljšo klavnost kot kopuni, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo. Dodatek grobo mlete koruze v zadnjem mesecu pitanja ni vplival na telesno maso in prirast kopunov. Vendar so imeli kopuni, ki so dobivali dodatek grobo mlete koruze, značilno bolj rumeno kožo na prsih in bedrih kot tisti, ki je niso prejeli. pH mišičnine prsi je bil značilno višji pri kopunih, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšim obrokom in pri tistih, ki so imeli na voljo koruzni drobljenec. Pri kopunih, ki so imeli v obroku dodatek grobo mlete koruze v zadnjem mesecu pitanja, so bili lažji trupi pripravljani za raženj, pri njih je bila slabša klavnost, imeli so manjši delež glav in delež beder ter večji delež drobovine.

2.3 KAKOVOST KOPUNJEGA MESA

V Pravilniku o kakovosti perutninskega mesa (2001) je navedena definicija, da 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 zakoljejo pri starosti najmanj 150 dni. Za tradicionalno prosto rejo moramo izpolnjevati naslednje pogoje:

- ❖ za kopune pri katerih gostota naselitve ne sme presegati 6,25 (12 do starosti 91 dni) živali na m² tal in ne smejo presegati 35 kg telesne mase živih živali na m² talne površine,
- ❖ celotna uporabna površina zaprtih prostorov posameznega gospodarstva ne presega 1600 m²,
- ❖ v vsakem zaprtem prostoru ni več kot 2500 kopunov,
- ❖ zaprti prostor mora imeti odprtine, katerih skupna dolžina znaša najmanj 4 m na 100 m² površine prostora,
- ❖ od starosti šest tednov naprej morajo imeti kopuni podnevi stalen dostop do izpusta na prosto,
- ❖ izpust na prostem mora biti poraščen z rastlinjem in dovolj velik, najmanj 4 m² na kopuna od starosti 92 dni naprej (2 m² do starosti 91 dni),
- ❖ pitovna perutnina mora biti takšne pasme za katero je značilna počasnejša rast,
- ❖ krma v fazi pitanja mora vsebovati najmanj 70 % žit,
- ❖ najmanjša starost kopunov ob zakolu mora biti 150 dni,
- ❖ končna faza pitanja v zaprtem prostoru ne sme presegati obdobja štirih tednov.

Muriel Durán (2004) je preučeval vpliv kopunjenja na sestavo mesa pri ekstremna azul piščancih zrejenih v prosti reji. V poskusu je bilo 400 piščancev, ki jih je do šestega tedna starosti redil skupinsko. Nato jih je ločil po spolu, ter 100 od 184 petelinčkov namenil za zgodnjo kastracijo pri starosti 42 dni. Drugo skupino 75 petelinčkov so kastrirali med

starostjo 60 do 64 dni. Ti dve skupini so pitali od marca do novembra. Prvih šest tednov je krmil piščance z začetno krmo. Od končne krme se je razlikovala po večji vsebnosti metabolne energije, večjem deležu surovih beljakovin, pepela in surovih maščob (preglednica 2). Do šestega tedna so bili piščanci krmljeni po volji, nato so jih prestavili v izpust, kjer so jih redili v tradicionalni prosti reji z restriktivnim krmljenjem s 70 % peletirane žitne mešanice in vodo po volji. Pri starosti 228 dni so zaklali 70 kopunov in 44 petelinov. Od tega so namenili 30 kopunov in 30 petelinov za nadaljnje raziskave. Če so petelinčke kastrirali pri šestih tednih starosti, so bile statistično značilne razlike v telesni masi ($p < 0,05$) med kopuni in petelinčki. Petelinčki so bili težji in težji je bil vrat ($p < 0,05$). Kopuni pa so imeli težje peruti, prsi in večji klavni izplen ($p < 0,05$).

Preglednica 2: Kemijska sestava začetne (do šestega tedna starosti) in končne krme (Muriel Durán, 2004)

	Začetna krma	Končna krma
ME (kcal/kg)	3100	2900
SB (%)	23,5	18,2
Pepel (%)	8,2	5,9
SS (%)	91,0	92,5
SM (%)	4,2	2,3
SV (%)	1,8	4,2

ME: metabolna energija, SB: surove beljakovine, SS: suha snov, SM: surove maščobe in SV: surova vlaknina

V poskusu je Muriel Durán (2004) ocenil senzorične lastnosti mesa (preglednica 3). Pri ocenjevanju je sodelovalo 48 ljudi, ki niso zaznali razlik med kopunjim in petelinjim mesom.

Preglednica 3: Senzorične lastnosti kopunjega in petelinjega mesa (Muriel Durán, 2004)

	Senzorične lastnosti			
	Mehkoba	Sočnost	Okusnost	Splošni vtis
Kopuni				
Srednja vrednost ± SE	5,68 ± 0,24	7,29 ± 0,30	8,29 ± 0,24	7,71 ± 0,24
Petelini				
Srednja vrednost ± SE	6,58 ± 0,40	7,50 ± 0,47	8,25 ± 0,37	7,83 ± 0,41
Statistična značilnost	nz	nz	nz	nz

SE: standardna napaka, nz: neznačilno

Yonggang in sod. (2009) so proučevali vpliv starosti petelinčkov ob kopunjenju na njihov prirast. Tibetanske piščance so razdelili v skupine glede na čas kopunjenja in sicer na

zgodnje kopunjenje (pri šestih tednih) in pozno kopunjenje (pri osemnajstih tednih). Živali so klali pri starosti 24 tednov.

Če so tibetanske petelinčke kastrirali pri šestih tednih starosti, so bile statistično značilne razlike med kopuni, delnimi kopuni in petelinčki v masi trebušne maščobe, masi srca ($p < 0,01$) ter masi bedrne mišičnine in jeter ($p < 0,05$). Kopuni so imeli več trebušne maščobe, težja jetra ter lažja bedra in srca kot delni kopuni in petelinčki (preglednica 4).

Preglednica 4: Vpliv zgodnje kastracije (pri šestih tednih) tibetanskih petelinčkov na maso (g) različnih organov pri starosti 24 tednih starosti ($n=20$) (Yonggang in sod., 2009)

	Petelini	Delni kopuni	Kopuni	Statistična značilnost
Prsna mišičnina	150,46 ± 5,39	151,62 ± 7,43	154,38 ± 6,39	nz
Bedrna mišičnina	268,37 ± 9,76	244,39 ± 12,63	231,04 ± 9,31	*
Peruti	116,66 ± 2,85	112,47 ± 3,58	110,34 ± 3,85	nz
Srce	9,54 ± 0,25	9,20 ± 0,40	7,17 ± 0,24	**
Jetra	22,56 ± 1,23	22,54 ± 1,66	27,46 ± 1,83	*
Trebušna maščoba	1,03 ± 0,41	0,78 ± 0,20	8,41 ± 2,92	**
Testisi	15,89 ± 1,91	14,75 ± 1,46	-	nz

Vrednosti so izražene s povprečjem ± standardni odklon, nz – ni statistično značilna ($p > 0,05$), * - statistično značilna ($p < 0,05$), ** - statistično značilna ($p < 0,01$)

Delni kopuni so kastrirani petelini, pri katerih spolna žleza ni bila odstranjena v celoti, zaradi delovanja spolne žleze so podobni petelinom

V preglednici 5 je podan vpliv pozne kastracije na maso različnih organov. Če so tibetanske petelinčke kastrirali pri osemnajstih tednih starosti, so bile statistično značilne razlike med kopuni, delnimi kopuni in petelinčki v masi srca ($p < 0,01$) ter masi beder, jeter in trebušne maščobe ($p < 0,05$). Kopuni so imeli lažja srca in bedra ter težja jetra in več trebušne maščobe kot delni kopuni in petelinčki.

Preglednica 5: Vpliv pozne kastracije (pri osemnajstih tednih) tibetanskih petelinčkov na maso (g) različnih organov in tkiva pri 24 tednih starosti (n=20) (Yonggang in sod., 2009)

	Petelini	Delni kopuni	Kopuni	Statistična značilnost
Prsna mišičnina	147,15 ± 4,71	148,71 ± 6,39	150,03 ± 4,99	nz
Bedrna mišičnina	265,71 ± 9,74	249,81 ± 8,22	223,63 ± 9,41	*
Peruti	112,88 ± 3,66	106,96 ± 3,05	107,38 ± 2,94	nz
Srce	8,78 ± 0,27	8,64 ± 0,35	7,12 ± 0,20	**
Jetra	21,26 ± 0,84	22,35 ± 1,14	24,19 ± 0,89	*
Mlinček	21,38 ± 0,79	22,49 ± 1,42	23,48 ± 0,79	nz
Trebušna maščoba	0,75 ± 0,25	0,66 ± 0,23	4,79 ± 1,95	*
Testisi	17,17 ± 1,36	16,26 ± 1,26	-	nz

Vrednosti so izražene v povprečju ± standardni odklon, p-vrednost, nz – ni statistično značilna (p>0,05), * - statistično značilna (p<0,05), ** - statistično značilna (p<0,01)

Delni kopuni so kastrirani petelini, pri katerih spolna žleza ni bila odstranjena v celoti, zaradi delovanja spolne žleze so podobni petelinom

Yonggang in sod. (2009) so ugotovili, da kopunjenje pri šestem in osemnajstem tednu vpliva na povečanje mase trebušne maščobe in mase jeter, ter na zmanjšanje mase srca in beder v primerjavi z delnimi kopuni in petelinčki. Zgodnje kopunjene živali so imele težja bedra, jetra in več trebušne maščobe, kot pozno kopunjene.

2.3.1 Kemijska sestava kopunjega mesa

Kalan (2003) je preučevala kemijsko sestavo kopunjega mesa. V vzorcih mišičnine beder in prsi kopunov so določili suho snov, surove beljakovine, celokupne maščobe in surovi pepel. V analizo je bilo vključenih 24 vzorcev od osmih kopunov in sedmih delnih kopunov preluks-G. Prav tako je bilo v poskus vključenih pet kopunov in štirje delni kopuni jerebičaste štajerske kokoši. Do enajstega tedna so živali vzrejali po standardni tehnologiji talne reje. Petelinčke preluks-G so kopunili pri osmih tednih starosti in petelinčke štajerske kokoši pri devetih tednih starosti. Po enajstem tednu starosti so živali preselili v talno rejo z izpustom, kjer so gospodarili po ekoloških načelih. Prva dva tedna so piščance krmili s krmo ≈12,98 MJ/kg energijske vrednosti in 23,44 % surovih beljakovin. Od štirinajstega dneva starosti do desetega tedna starosti so dobivali PŠ moko, to je popolno krmilo za vzrejo piščancev. Od enajstega do štirinajstega tedna starosti so dobivali bio beljakovinski koncentrat s 33 % surovih beljakovin in ≈12,55 MJ/kg energije. V tem poskusu je bilo ugotovljeno, da so imeli kopuni v mišičnini prsi značilno manj

surovih beljakovin, surovega pepela, več celokupnih maščob od mišičnine prs delnih kopunov obeh genotipov. V mišičnini beder kopunov je bilo značilno več suhe snovi in celokupnih maščob od mišičnine beder delnih kopunov (preglednica 6). Mišičnina beder kopunov preluks-G je vsebovala značilno več celokupnih maščob od mišičnine beder delnih kopunov preluks-G (Kalan, 2003).

Preglednica 6: Kemijska sestava mišičnine prsi in beder kopunov in delnih kopunov preluks-G (Kalan, 2003)

Kopuni	Prsi (povprečje ± SD, g/100g)	Bedra (povprečje ± SD, g/100g)
Število živali	16	16
Suha snov	26,74 ± 0,59	27,80 ± 1,05
Surove beljakovine	24,22 ± 0,63	21,19 ± 0,57
Celokupne maščobe	2,04 ± 0,25	6,46 ± 1,09
Surov pepel	1,11 ± 0,04	1,04 ± 0,03
Delni kopuni		
Število živali	14	14
Suha snov	26,31 ± 0,79	26,98 ± 1,30
Surove beljakovine	24,49 ± 0,65	21,15 ± 0,50
Celokupne maščobe	1,89 ± 0,46	5,05 ± 1,01
Surov pepel	1,14 ± 0,06	1,07 ± 0,04

Mišičnina beder kopunov in delnih kopunov pasme štajerska kokoš vsebuje več suhe snovi, manj surovih beljakovin ter več celokupnih maščob kot mišičnina prsi kopunov in delnih kopunov iste pasme (preglednica 7).

Preglednica 7: Kemijska sestava mišičnine prsi in beder kopunov in delnih kopunov jerebičaste štajerske kokoši (Kalan, 2003)

Kopuni	Prsi (povprečje ± SD, g/100g)	Bedra (povprečje ± SD, g/100g)
Število živali	10	10
Suha snov	27,75 ± 0,79	29,55 ± 1,36
Surove beljakovine	23,38 ± 1,64	21,30 ± 1,00
Celokupne maščobe	2,84 ± 0,83	7,59 ± 1,62
Surov pepel	1,12 ± 0,04	1,06 ± 0,04
Delni kopuni		
Število živali	8	8
Suha snov	27,47 ± 0,62	28,56 ± 0,33
Surove beljakovine	25,03 ± 0,27	21,01 ± 0,60
Celokupne maščobe	2,02 ± 0,24	6,54 ± 0,67
Surov pepel	1,16 ± 0,04	1,06 ± 0,02

2.3.2 Maščobnokislinska sestava kopunjega mesa

Najpomembnejša komponenta prehranskih maščob so maščobne kisline. Delimo jih na nasičene (NMK), enkrat nenasičene (ENMK) in večkrat nenasičene (VNMK) maščobne

kislina. Posebej pomembno je, da uživamo esencialne maščobne kisline, ker jih človeški organizem ne more proizvesti sam. To sta linolna (C18:2 n-6) in alfa-linolenska kislina (C18:3 n-3), ki predstavljata tudi osnovo za vse ostale n-6 in n-3 maščobne kisline (Nemška družba za prehrano, 2003, cit. po Gašparac, 2004).

Iz linolne kisline se v telesu sintetizirata med drugimi tudi arahidonska kislina (C20:4 n-6) in gama linolenska kislina (n-6 C18:3). Arahidonska kislina predstavlja predstopnjo za sintezo eikozanoidov in hormonov podobnih snovi, ki vplivajo na imunski sistem, krvni tlak, strjevanje krvi in razna vnetja (Smit in sod., 2009).

Alfa-linolenska kislina je predstopnja oz. prekursor za tvorbo ostalih maščobnih kislin iz n-3 skupine, kot so eikozapentaenojska (EPK), dokozaheksaenojska (DPA) in dokozaheksaenojska kislina (DHK). Maščobne kisline n-3 pomembno vplivajo na zdravje, saj pripomorejo k zgodnjemu razvoju živčevja (že prenatalno in v prvih mesecih po rojstvu) in pomagajo preprečevati srčno-žilne in nevrološke bolezni (Mozzon in sod., 2002). Iz EPK se prav tako, kot iz arahidonske in gama linolenske kisline tvorijo eikozanoidni hormoni.

Gašparac (2004) je preučeval maščobnokislinsko sestavo prsne in bedrne mišičnine pri kopunih preluks-G in štajerske kokoši. V poskusu je ugotovil, da je v prsni kopunov manj NMK (miristinske, palmitinske kisline), ENMK (palmitooleinske, oleinske kisline) in več VNMK (arahidonske kisline, EPK, DPK, DHK) kot v bedrih kopunov. Prav tako mišičnina beder in prsi kopunov vsebuje več ENMK ter manj VNMK (predvsem manj linolne kisline) kot mišičnina beder in prsi delnih kopunov. Zanimivo je tudi, da je v bedrih kopunov preluks-G manj NMK (stearinske kisline), VNMK (DPK, DHK) kot v bedrih delnih kopunov preluks-G. Tudi prsi kopunov preluks-G glede na delne kopune preluks-G vsebujejo manj NMK (palmitinske kisline), VNMK, predvsem manj linolne, arahidonske kisline in DPK. Oleinske kisline je največ od vseh MK, tako v prsni kot v bedrih pri kopunih in delnih kopunih. Nato sledita palmitinska in linolna kislina. Od skupin maščobnih kislin je bilo največ ENMK, nato NMK in VNMK, pri obeh genotipih kopunov in delnih kopunov.

Tor in sod. (2005) so preučevali vpliv kopunjenja na maščobnokislinsko sestavo mesa in razlike v sestavi kopunjega in petelinjega mesa pasme penedesenca negra. V poskus je bilo vključenih osemindvajset kopunjenih živali in dvajset nekopunjenih petelinčkov. Piščance so pitali v izpustu do 28. tedna starosti. Petelinčke so kastrirali pri starosti štirih oziroma osmih tednov. Ugotovili so, da imajo kopuni več maščobe kot isto stari petelinčki, kar izboljša okus mesa. Med pomembnejše značilnosti omenjajo boljše senzorične lastnosti kopunjega mesa.

Kopunjenje je značilno povečalo vsebnost maščob v vseh proučevanih kosih. Kopunjenje je povzročilo manjše spremembe v sestavi maščob, posebno v stegnu in krači, kjer se je povečalo razmerje med nenasičenimi: nasičenimi MK pri stegnu od 1,31 na 1,76 ($P < 0,01$) in pri krači od 1,48 na 2,07 ($P < 0,01$) (Tor in sod. 2005). Če kastriramo pri osmih tednih starosti, namesto pri štirih tednih, se delež maščob užitnega mesa pri kopunih poveča za 0,35 %. V preglednici 8 so podane ugotovitve, da med zgodaj in pozno kopunjenimi petelinčki ni bilo statističnih razlik pri maščobnokislinski sestavi trebušne maščobe.

Preglednica 8: Maščobnokislinska sestava (g/100 g MK) trebušne maščobe in užitnega dela mišičnine kopunov (n=8) (Tor in sod., 2005)

Maščobne kisline	Trebušna maščoba		Užitni del mišičnine	
	Kopunjenje		Kopunjenje	
	Zgodnje *	Pozno **	Zgodnje *	Pozno **
C14:0	0,73	0,88	0,81	0,71
C16:0	28,84	26,43	27,36 ^a	24,50 ^b
C16:1 n-7	6,39	7,17	7,00	6,59
C18:0	6,15	5,17	7,21	6,52
C18:1 n-9	38,62	37,61	37,85	37,72
C18:2 n-6	20,54	20,99	17,34 ^b	21,40 ^a
C18:3 n-3	0,77	0,88	0,79	0,89
C20:0	0,21	0,18	0,17	0,26
C20:1 n-9	0,42	0,40	0,54	0,43
C20:2 n-6	0,16	0,13	0,35	0,25
C22:0	0,11	0,10	0,52 ^b	0,68 ^a
NMK	33,06	32,78	36,09	32,69
ENMK	45,44	45,19	45,40	44,75
VNMK	21,48	22,01	18,49 ^b	22,54 ^a
VNMK+ENMK/NMK	2,07	2,07	1,87 ^b	2,12 ^a
∑n-3 VNMK	0,77	0,88	0,79	0,89
∑n-6 VNMK	20,70	21,13	17,70 ^b	21,65 ^a

^{a, b} pomenita, da je med vrednostma statistično značilna razlika ($P < 0,05$)

* zgodnje kopunjenje pri štirih tednih, ** pozno kopunjenje pri osmih tednih

NMK, ENMK, VNMK: nasičene, enkrat nenasičene in večkrat nenasičene maščobne kisline

∑n-3 VNMK: vsota n-3 večkrat nenasičenih maščobnih kislin, ∑n-6 VNMK: vsota n-6 večkrat nenasičenih maščobnih kislin

Preglednica 9 prikazuje vpliv kopunjenja na maščobnokislinsko sestavo po klavnih kosih. V vseh proučevanih klavnih kosih kopunov (prsi, perut, stegno, krača) je značilno več maščobe v koži in podkožne maščobe, kot pri petelinih. Pri kopunih je v primerjavi s petelini značilno manj NMK v mišičnini prsi in peruti, v koži in mišičnini stegna ter mišičnini krače. V mišičnini kopunjih prsi in stegen je bilo značilno več ENMK kot v mišičnini prsi in stegen petelinov. V mišičnini prsi in peruti kopunov je značilno manj VNMK in v mišičnini krače značilno več VNMK kot pri petelinih.

Preglednica 9: Vsebnost maščobe in maščobnokislinska sestava mišičnine po kosih (n=12) (Tor in sod., 2005)

	Prsi		Perut		Stegno		Krača	
	Petelini	Kopuni *	Petelini	Kopuni *	Petelini	Kopuni *	Petelini	Kopuni *
MAŠČOBA, (g/100 g)								
Koža	24,6 ^b	53,5 ^a	26,4 ^b	48,6 ^a	30,9 ^b	70,8 ^a	12,2 ^b	34,7 ^a
Podkožna maščoba	81,7 ^b	91,5 ^a	-	-	81,9 ^b	94,6 ^a	46,3 ^a	83,7 ^b
Mišična maščoba	1,9	3,3	5,6	6,8	7,59	11,6	8,2	11,3
NMK, (g/100 g MK)								
Koža	35,1	33,6	29,0	28,4	31,3 ^a	26,6 ^b	33,8	32,3
Podkožna maščoba	35,0	34,7	30,4	30,2	41,3	39,6	32,3	31,0
Medmišična maščoba	22,0 ^a	18,0 ^b	17,9 ^a	13,3 ^b	31,3	30,9	22,0	23,3
Mišična maščoba	38,3	36,3	33,6	37,5	51,4 ^a	45,1 ^b	40,9 ^a	36,5 ^b
ENMK, (g/100 g MK)								
Koža	44,3	47,0	51,8	52,9	50,9	56,5	46,6	49,0
Podkožna maščoba	43,4	45,7	49,4	49,1	40,7	44,3	47,3	50,2
Medmišična maščoba	61,9	65,5	70,2	73,5	49,0	50,2	57,4	57,2
Mišična maščoba	41,9 ^b	46,2 ^a	45,8	45,0	31,1 ^b	36,7 ^a	42,0	44,2
VNMK, (g/100 g MK)								
Koža	20,6	19,4	19,1	18,7	17,8	16,9	20,0	18,7
Podkožna maščoba	21,6	19,5	20,2	20,7	18,0	16,1	20,4	18,8
Medmišična maščoba	16,1	16,5	11,9	13,1	19,6	18,8	20,6	19,5
Mišična maščoba	19,8 ^a	17,5 ^b	20,6 ^a	17,5 ^b	17,5	18,2	17,1 ^a	19,3 ^b

^{a, b} vrednosti znotraj vrstice označene z različnimi malimi črkami se statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$); NMK, ENMK, VNMK: nasičene, enkrat nenasičene in večkrat nenasičene maščobne kisline

* kopuni kopunjeni pri osmih tednih

Raziskave so pokazale, da zaužite nasičene maščobne kisline koncentracijo holesterola v krvi ljudi zvišujejo, nenasičene pa znižujejo. Maščobe, ki so enkrat ali večkrat nenasičene skupni in LDL holesterol v krvi znižujejo, HDL (zaželeni) pa zvišujejo. Trans nenasičene maščobne kisline skupaj z lipoproteini majhne gostote (LDL) holesterol zvišujejo, HDL pa znižujejo. Med povzročitelje ateroskleroze štejemo le lavrinsko, miristinsko, palmitinsko in trans maščobne kisline (Salobir, 1998).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Tristo dan starih petelinčkov preluks-G so individualno označili in jih vselili na farmo Krumperk Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete. Petelinčke so kopunili pri starosti šestih tednov. Po kopunjenju so bili preseljeni v hlev v Grobljah, kjer so oblikovali štiri skupine kopunov po 60 živali. Prva in tretja skupina sta dobivali energijsko revnejšo krmo ($\approx 9,40$ MJ ME/kg), druga in četrta skupina pa energijsko bogatejšo krmo ($\approx 12,90$ MJ ME/kg). Krmni mešanici so analizirali v kemijskem laboratoriju Oddelka za zootehniko (preglednica 10). Zadnje štiri tedne sta bili tretja in četrta skupina krmljeni še z grobo mleto koruzo. Kopune so klali pri 154. dnevu starosti. Po posamezni skupini so od deset ohlajenih trupov vzeli mišičnino enega bedra in mišičnino prsi. Vzorce so zamrznili pri -20 °C.

Preglednica 10: 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
Surove vlaknine (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 11 je prikazana sestava krmnih mešanic, ki je bila navedena na deklaraciji proizvajalca. Krmno mešanico so pripravili v Perutnini Ptuj.

Preglednica 11: 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 karbomat (%)	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
Alimet (%)	-	0,23
Lizin (%)	-	0,11

* Na deklaraciji ni bilo razvidno, za katero olje gre

3.2 METODE DELA

V okviru diplomske naloge smo za tretjo in četrto poskusno skupino kopunov v kemijskem laboratoriju opravili kemijsko analizo mišičnine prsi in beder, po metodah AOAC (Official Methods of Analysis), maščobnokislinsko sestavo smo določili s kapilarno plinsko kromatografijo.

3.2.1 Priprava vzorca

Zamrznjene vzorce smo razrezali. Narezan vzorec (prsne in bedrne mišičnine) smo nato homogenizirali v laboratorijskem homogenizatorju Grindomix in nato označili ter shranili v hladilno omaro pri -20 °C. Skozi celoten postopek smo s tekočim dušikom temperaturo vzorcev vzdrževali pod 0 °C in pazili, da vzorcev nismo kontaminirali.

3.2.2 Določanje suhe snovi

Suha snov je preostanek vzorca po sušenju. Vzorce smo sušili pri 103-105 °C do konstantne mase v sušilniku Kambič. Vsak vzorec smo analizirali v dveh ponovitvah.

Predhodno smo pripravili steklene tehtiče s pokrovom, steklene paličice in kremenčev pesek, čez noč oziroma vsaj dve uri smo sušili pri 103 do 105 °C in postavili v eksikator za največ 3 ure. Nato smo stehali tehtiče s pokrovčki in paličicami posamično, vanje zatehtali 3 do 5 gramov vzorca na 0,1 mg natančno. Vzorce smo prenesli v sušilno peč, ki smo jo predhodno segreti na 103 °C. Sušili smo 12 ur, do konstantne mase, nato ponovno stehali polni tehtič s pokrovom.

3.2.3 Določanje vsebnosti beljakovin z metodo po Kjeldahlu

S Kjeldahlovo metodo za določevanje beljakovin smo v naših vzorcih določili delež surovih beljakovin. Predhodno pripravljene vzorce smo zatehtali v Kjeldahlove epruvete. Nato smo napravili razklop vzorca v 10 ml 95 % žveplove (VI) kisline, kot katalizator smo uporabili mešanico CuSO_4 in K_2SO_4 . Med razklopom se je organsko vezan dušik konvertira do amonijaka. Amonijak smo oddestilirali z destilacijo z vodno paro in ga fiksirali z raztopino 2 % borove kisline. Po tem postopku smo množino amonijaka določili s titracijo s standardno raztopino H_2SO_4 s katero smo raztopino titrirali do določene (4,65) vrednosti pH. Istočasno smo pripravili tudi "slepe probe", tako da smo v epruvete dodali vse reagentne brez vzorca in naredili celoten analitski postopek. Za izračun surovih beljakovin smo uporabili faktor 6,25.

3.2.4 Določanje celokupnih maščob

3.2.4.1 Hidroliza

V posodo za hidrolizo vzorcev nalijemo 800 ml 4 mol/l HCl. Stojalo s kapsulami, v katerih so vzorci, potopimo v raztopino HCl, pokrijemo s pokrovom in odpremo hladilno vodo, ki hladi pokrov posode. Gretje nastavimo na maksimalno stopnjo. Hidroliza vzorca poteka 60 minut. Po končani hidrolizi, odvisno od vzorca, 7-9 krat speremo z vodo. pH raztopine oziroma vode za izpiranje mora biti 6,5 do 7, kar preverimo s pH papirjem. Stojalo s kapsulami položimo na papir, ki ga večkrat zamenjamo, da se deloma osušijo. Tako pripravljene vzorce damo sušiti v sušilnik 50 °C čez noč.

3.2.4.2 Ekstrakcija maščob

Po celo nočnem sušenju, smo hidrolizirane vzorce ekstrahirali s petroletrom. V prazne, suhe ekstrakcijske bučke smo dodali vrelnе kroglice in oboje stehali. Hidrolizirane posušene vzorce in stehane bučke smo vstavili v aparat za ekstrakcijo in v vsako bučko nalili 100 ml petroletra. Po končani ekstrakciji smo dali bučke sušit v sušilnik za dve uri na 98 °C. Po sušenju smo dali bučke v eksikator. Ko so se le te ohladile, smo jih stehali in izračunali vsebnost maščob.

3.2.5 Določanje maščobnokislinske sestave v mišičnini s plinsko kromatografijo

Osnova:

Metilne estre maščobnih kislin po estrenju z metanolom in ekstrahiranju nastalih metilnih estrov v heksan ločimo s pomočjo plinske kromatografije. Na ta način določimo maščobnokislinsko sestavo v vzorcu. Rezultat podamo kot masni delež posamezne maščobne kisline [g posamezne maščobne kisline/100 g vseh maščobnih kislin].

Postopek:

Estrenje maščobnih kislin smo izvedli po postopku, ki sta ga razvila Park in Goins brez predhodne ekstrakcije maščob iz vzorca. V epruvete z zamaškom smo zatehtali 0,5 g vzorca, dodali 300 µl CH₂Cl₂ in 3 ml sveže pripravljenega 0,5 M NaOH v metanolu. Epruveto smo prepihali z dušikom in jo zaprli z zamaškom. Vsebino smo dobro premešali in segrevali 10 min pri 90 °C v termičnem bloku. Po segrevanju smo epruvete hitro ohladili pod tekočo mrzlo vodo in vanje dodali 3 ml 12 % BF₃ v metanolu, prepihali z dušikom, zaprli in ponovno segreli v termičnem bloku 10 minut pri temperaturi 90 °C. Epruvete smo hitro ohladili na sobno temperaturo, vanje odpipetirali 3 ml deionizirane vode in 1,5 ml heksana. Metilne estre maščobnih kislin smo ekstrahirali v nepolaro topilo tako, da smo epruvete stresali 1 minuto. Reakcijsko zmes smo centrifugirali 10 minut pri 2000 obratih na minuto, s čemer smo ločili heksansko (vrhnja plast) od vodne faze. S Pasteurjevo pipeto smo previdno odvzemali zgornjo heksansko plast in jo prenesli v stekleničke, v katerih smo hranili vzorce do analize. Pazili smo, da pri pipetiranju

heksanske faze nismo zajeli vodne faze, saj bi lahko poškodovala ali uničila kromatografsko kolono. Stekleničke s heksanskimi ekstrakti smo previdno prepihali z dušikom. Če vzorcev nismo mogli analizirati takoj, smo jih hranili pri temperaturi $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ v zamrzovalniku.

3.2.6 Ločba metilnih estrov maščobnih kislin s plinsko kromatografijo

Aparatura:

Plinski kromatograf Agilent 6890, opremljen z avtomatskim injektorjem in podajalnikom vzorcev in FID detektorjem.

Za ločevanje metilnih estrov maščobnih kislin smo uporabili kapilarno kolono Omegawax 320 (dolžina 30 m, notranji premer 0,32 mm, debelina filma stacionarne faze $0,25\text{ }\mu\text{m}$).

Kromatografski pogoji ločbe:

Temperaturni program:

Začetna temperatura [$^{\circ}\text{C}$]:	185
Hitrost dviganja temperature [$^{\circ}\text{C}/\text{min}$]:	1
Končna temperatura [$^{\circ}\text{C}$]:	215
Temperatura injektorja [$^{\circ}\text{C}$]:	250
Temperatura detektorja [$^{\circ}\text{C}$]:	290

Pretoki plinov:

Helij (nosilni plin) [ml/min]:	1,5
Dušik (make-up plin) [ml/min]:	30
Vodik (gorilni plin) [ml/min]:	30
Sintetični zrak [ml/min]:	440

Čas analize:	54 min
Volumen injiciranja vzorca:	$1\text{ }\mu\text{l}$
Način injiciranja:	split
Split razmerje:	30:1

Posamezne metilne estre maščobnih kislin identificiramo na osnovi primerjave retencijskega časa v vzorcu z retencijskim časom kromatografskih vrhov v standardnih

raztopinah posameznih metilnih estrov. Če uporabimo enake kromatografske pogoje pri analizi standardnih raztopin in vzorcev, se pri enakem retencijskem času eluirajo identični estri.

Za kalibriranje instrumenta smo uporabili mešan standard Nucheck 85. Rezultate analize (maščobnokislinske sestave) smo podali kot masne deleže, to je v gramih posamezne maščobne kisline v 100 g vsote maščobnih kislin.

Pri izračunu vsebnosti MK v 100 g vzorca smo potrebovali vsebnost celokupnih maščob, delež MK in konverzijski faktor (TFA), ki znaša 0,945 (Fatty Acid, 1998, cit po Gašparac, 2004). Vsebnost MK (mg MK/100 g vzorca) smo izračunali po enačbi:

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

3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Zbrane podatke smo statistično obdelali s paketom SAS/STAT (2001). S proceduro MEANS smo ocenili osnovne statistične parametre. Za analizo podatkov je bila uporabljena metoda MIXED, v kateri smo upoštevali obe določitvi. V primerih, ko sta bila oba vpliva (krma \times kos) statistično značilna, smo v model vključili tudi interakcijo krma \times kos. Uporabili smo naslednja statistična modela:

Za kemijsko sestavo

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

y_{ijk} = opazovana lastnost

μ = srednja vrednost

S_i = vpliv skupine-krme ($i=1,2$); 1=energijsko revnejša krma z dodatkom koruznega drobljenca, 2=energijsko bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca;

K_j = vpliv kosa ($j=1,2$); 1=prsa, 2=bedro;

e_{ijk} = ostanek

Za maščobnokislinsko sestavo

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

y_{ijk} = opazovana lastnost

μ = srednja vrednost

SK_{ij} = interakcija med vplivom koncentracije energije v krmi in vplivom kosa ($j=1,2$); 1 = prsa, 2 = bedro; ($i=1,2$); 1 = revnejša krma z dodatkom koruznega drobljenca, 2 = bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca;

e_{ijk} = ostanek

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

Določili smo kemijsko in maščobnokislinsko sestavo mišičnine prsi in beder pri kopunih. Analizirali smo 40 vzorcev mišičnine prsi in beder, 20 vzorcev iz skupine z energijsko revnejšo krmo in dodanega koruznega drobljenca ter 20 vzorcev iz skupine z energijsko bogatejšo krmo ter dodanega koruznega drobljenca (10 vzorcev mišičnine prsi in 10 vzorcev mišičnine beder). Vse določitve smo izvedli v dveh ponovitvah.

4.1 KEMIJSKA SESTAVA KOPUNJEGA MESA

V preglednici 12 so podana povprečja in standardni odkloni za kemijsko sestavo bedrne ter prsne mišičnine kopunov preluks-G, krmljenih z energijsko revnejšo in energijsko bogatejšo krmo z dodanim koruznim drobljencem.

V mišičnini prsi kopunov preluks-G, krmljenih z energijsko revnejšo krmo, je bila vsebnost suhe snovi v povprečju 27,36 g/100 g, v mišičnini beder pa 27,90 g/100 g. Surovih beljakovin je bilo v mišičnini prsi v povprečju 24,55 g/100 g, v bedrni mišičnini pa 19,77 g/100 g. Kot smo pričakovali, je bilo pri kopunih, krmljenih z revnejšo krmo, v bedrni mišičnini (7,16 g/100 g) kar za 4,74 g/100 g več celokupnih maščob, kot v prsni mišičnini (2,41 g/100 g).

V drugi skupini, kjer so živali krmili z energijsko močnejšo krmo, je bilo v povprečju v mišičnini prsi več surovih beljakovin (23,74 g/100 g), manj suhe snovi (26,76 g/100 g) in celokupnih maščob (1,95 g/100 g) kot v mišičnini beder.

Preglednica 12: Kemijska sestava bedrne ter prsne mišičnine kopunov preluks-G (g/100 g mišičnine)

KRMA 1 *	PRSA (povprečje ± standardni odklon)	BEDRA (povprečje ± standardni odklon)
Število vzorcev	10	10
Suha snov	27,36 ± 0,87	27,90 ± 1,28
Surove beljakovine	24,55 ± 0,62	19,77 ± 0,72
Celokupne maščobe	2,41 ± 0,72	7,16 ± 1,79
KRMA 2 **		
Število vzorcev	10	10
Suha snov	26,76 ± 0,86	28,01 ± 1,16
Surove beljakovine	23,74 ± 1,25	20,23 ± 1,26
Celokupne maščobe	1,95 ± 0,55	6,85 ± 1,37

*energijsko revnejša krma z dodatkom koruznega drobljenca

**energijsko bogatejša krme z dodatkom koruznega drobljenca

Prsi vsebujejo manj suhe snovi in manj maščob, ter več surovih beljakovin od mišičnine beder, ne glede na krmo, s katero so bili kopuni krmljeni. Do enakih ugotovitev so prišli tudi Holcman in sod. (2004), ki so ugotovili, da imajo kopuni večjo vsebnost beljakovin v prsni, v primerjavi z bedrno mišičnino.

V preglednici 13 so zbrani podatki za kemijsko sestavo prsne in bedrne mišičnine kopunov, ki jih navajajo različni avtorji.

Preglednica 13: Kemijska sestava prsne in bedrne mišičnine kopunov po različnih avtorjih (g/100 g mišičnine)

Avtor	Kos	Suha snov	Beljakovine	Maščobe	Pepel
Golob in sod., 2006, cit po Pirš, 2010	Prsi	26,20	23,50	1,70	1,26
	bedra	26,60	21,30	4,70	1,11
Sirri in sod., 2009, cit po Pirš, 2010	Prsi	26,51	24,63	1,61	1,99
	bedra	25,81	21,44	2,69	1,30
Layfield in sod., 1972, cit po Pirš, 2010	Prsi	26,48	24,90	0,55	/
	bedra	25,13	21,44	2,48	/
Holcman in sod., 2004, cit po Pirš, 2010 (preluks-G)	Prsi	26,74	24,22	2,04	1,11
	bedra	27,80	21,19	6,46	1,04
Kalan, 2003 (preluks-G)	Prsi	26,81	24,21	2,06	1,10
	bedra	27,80	21,19	6,48	1,04
Pirš, 2010 Krma 1 ⁱ (preluks-G)	Prsi	26,29	23,32	1,49	/
	bedra	26,94	20,21	4,31	/
Pirš, 2010 Krma 2 ⁱⁱ (preluks-G)	Prsi	26,63	23,82	1,20	/
	bedra	26,89	20,0	3,72	/
Naši rezultati:					
Krma 1* (preluks-G)	Prsi	27,36	24,55	2,41	/
	bedra	28,07	19,77	7,16	/
Krma 2** (preluks-G)	Prsi	26,76	23,74	1,95	/
	bedra	27,86	20,23	6,85	/

*energijsko revnejša krma z dodatkom koruznega drobljenca

**energijsko bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca

ⁱenergijsko revnejša krma, ⁱⁱenergijsko bogatejša krma

Iz preglednice 13 je razvidno, da je vsebnost maščob najbolj variabilna. To je vidno tudi pri naših rezultatih. V prsni mišičnini je minimalna vsebnost maščob 1,30 g/100 g, maksimalna pa 3,78 g/100 g. V bedrni mišičnini je minimalna vsebnost 4,18 g/100 g maksimalna pa 9,90 g/100 g (priloga A). Pri naših rezultatih je koeficient variabilnosti pri maščobah največji, kar pomeni večji razpon podatkov kot pri suhi snovi (priloga C) in beljakovinah (priloga B). Na variabilnost v vsebnosti maščob pa lahko vplivata tudi starost kopunov ob zakolu in krma. V našem preizkusu so bili kopuni zaklani pri starosti 154 dni, pri preizkusu Layfield in sod. (1972) so bili stari le 126 dni, pri Kalanovi (2003) pa kar 231 dni.

4.2 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA KOPUNJEGA MESA

V preglednici 14 so zbrani rezultati analize maščobnokislinske sestave bedrne ter prsne mišičnine kopunov preluks-G, krmljenih z energijsko revnejšo krmo in energijsko bogatejšo krmo z dodanim koruznim drobljencem zadnji mesec pred zakolom. Prevladujoča NMK v mišičnini kopunov je bila palmitinska kislina (C16:0), katere povprečni delež je 21,72 g/100 g MK. Sledi ji stearinska kislina (C18:0), s povprečnim deležem 7,79 g/100 g MK. Palmitinske kisline je več v obeh kosih pri kopunih, krmljenih z energijsko revnejšo krmo. Stearinske kisline je več v mišičnini prsi kot v mišičnini beder, ne glede na različno koncentracijo energije v krmnih mešanicah (preglednica 15).

Med ENMK so prevladovale izomere oktadecenojske kisline (C18:1 vsota), katerih povprečni delež je 28,53 g/100 g MK. Sledi ji palmitooleinska (C16:1 n-7) s povprečnim deležem 2,91 g/100 g MK. Izomer oktadecenojske kisline (Σ C18:1) in palmooleinske je več v mišičnini beder, ne glede na različno koncentracijo energije v krmnih mešanicah (preglednica 14).

Med VNMK prevladuje linolna kislina (C18:2 n-6), s povprečnim deležem 26,80 g/100 g MK. Sledita ji arahidonska kislina (C20:4 n-6), s povprečno 3,76 g/100 g MK in linolenska (C18:3 n-3), katere povprečna vsebnost je bila 1,85 g/100 g MK. Linolne kisline je več v prsni in bedrni mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo in dodatkom koruznega drobljenca. Večja vsebnost arahidonske kisline je v prsni mišičnini kopunov, ne glede na različno koncentracijo energije v krmnih mešanicah, v primerjavi z bedrno mišičnino. Večja vsebnost linolenske kisline pa se pojavlja v mišičnini beder, ne glede na različno koncentracijo energije v krmnih mešanicah. Vsebnost eikozapentaenojske (EPK) in dokozaheksaenojske (DHK) kisline je majhna. EPK je v povprečju 0,06 g/100 g MK, DHK pa je 0,62 g/100 g MK. Obeh MK je več v mišičnini prsi, ne glede na različno koncentracijo energije v krmnih mešanicah (preglednica 14).

Preglednica 14: Maščobnokislinska sestava (g MK/100 g MK) bedrne ter prsne mišičnine pri kopunih preluks-G

Maščobne kisline	KRMA 1 ⁱ		KRMA 2 ⁱⁱ	
	Prsi	Bedra	Prsi	Bedra
C12:0	0,035 ± 0,008	0,033 ± 0,003	0,049 ± 0,014	0,046 ± 0,005
C14:0	0,584 ± 0,081	0,656 ± 0,060	0,491 ± 0,055	0,599 ± 0,038
C14:1 n-5	0,144 ± 0,016	0,125 ± 0,027	0,104 ± 0,017	0,106 ± 0,012
C15:0	0,099 ± 0,011	0,110 ± 0,006	0,072 ± 0,007	0,083 ± 0,007
C16:0	22,378 ± 1,321	22,636 ± 1,261	20,849 ± 0,588	21,013 ± 1,004
C16:1 n-7	2,810 ± 0,678	3,670 ± 0,776	2,195 ± 0,301	2,963 ± 0,799
C17:0 aiso	0,200 ± 0,030	0,246 ± 0,024	0,193 ± 0,037	0,258 ± 0,029
C17:0	0,172 ± 0,015	0,199 ± 0,022	0,161 ± 0,021	0,182 ± 0,019
C17:1 n-7	0,085 ± 0,026	0,116 ± 0,010	0,104 ± 0,063	0,109 ± 0,011
C18:0	8,014 ± 0,820	7,750 ± 0,750	8,187 ± 0,572	7,223 ± 0,402
Σ C18:1**	26,831 ± 1,635	30,208 ± 1,788	26,871 ± 1,507	30,202 ± 1,625
C18:2 n-6	24,805 ± 2,520	26,939 ± 1,788	25,794 ± 2,671	29,645 ± 1,986
C18:3 n-6	0,175 ± 0,039	0,205 ± 0,037	0,167 ± 0,037	0,193 ± 0,030
C19:1 n-9	0,017 ± 0,014	0,031 ± 0,014	*	0,007 ± 0,013
C18:3 n-3	1,683 ± 0,252	2,001 ± 0,088	1,641 ± 0,266	2,090 ± 0,160
c9, t11 CLA	0,033 ± 0,015	0,050 ± 0,006	0,033 ± 0,008	0,044 ± 0,006
C18:4 n-3	0,034 ± 0,018	0,051 ± 0,010	0,035 ± 0,009	0,044 ± 0,007
C20:0	0,073 ± 0,018	0,098 ± 0,014	0,070 ± 0,012	0,085 ± 0,022
ΣC20:1	0,039 ± 0,014	0,058 ± 0,008	0,033 ± 0,015	0,054 ± 0,006
C20:1 n-9	0,224 ± 0,020	0,279 ± 0,021	0,210 ± 0,025	0,241 ± 0,020
C20:2 n-6	0,303 ± 0,048	0,252 ± 0,044	0,315 ± 0,023	0,259 ± 0,050
C20:3 n-6	0,427 ± 0,093	0,216 ± 0,030	0,453 ± 0,092	0,243 ± 0,044
C20:4 n-6	5,184 ± 1,636	1,987 ± 0,674	5,724 ± 1,515	2,137 ± 0,560
C20:3 n-3	0,033 ± 0,004	0,028 ± 0,004	0,034 ± 0,004	0,030 ± 0,008

se nadaljuje

nadaljevanje Maščobne kisline	KRMA 1 ⁱ		KRMA 2 ⁱⁱ	
	Prsi	Bedra	Prsi	Bedra
C20:5 n-3	0,080 ± 0,016	0,044 ± 0,007	0,071 ± 0,017	0,042 ± 0,012
C22:0	0,013 ± 0,007	0,019 ± 0,006	0,016 ± 0,006	0,020 ± 0,004
C22:1 n-9	0,025 ± 0,006	0,023 ± 0,007	0,018 ± 0,009	0,025 ± 0,005
C22:4 n-6	0,764 ± 0,251	0,390 ± 0,141	0,824 ± 0,164	0,399 ± 0,115
C22:5 n-3	0,911 ± 0,264	0,335 ± 0,110	1,009 ± 0,235	0,357 ± 0,093
C22:6 n-3	0,824 ± 0,253	0,296 ± 0,101	1,021 ± 0,276	0,350 ± 0,087

* pod mejo zaznavnosti, ** \sum C18:1 = vsota izomer oktadecenojske kisline

ⁱ energijsko revnejša krma z dodatkom koruznega drobljenca

ⁱⁱ energijsko bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca

Do enakih ugotovitev je prišla Pirš (2010). Tudi v njeni raziskavi je bila zaznana večja vsebnost EPK, DHK in arahidonske kisline v prsni mišičnini v primerjavi z bedrno mišičnino. Ugotovila je, da energijsko bogatejša krma vpliva na povečanje deleža linolne kisline in linolenske kisline v prsni kopunov. Sirri in sod. (2009) so ugotovili večjo vsebnost linolne in linolenske kisline pri kopunih kot pri petelinčkih.

V preglednici 15 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 prsni in bedrni mišičnini kopunov.

Analiza je pokazala, da je bilo, ne glede na krmni obrok, v prsni mišičnini kopunov manj ENMK, več NMK in VNMK, n-3 in n-6 VNMK, kot v bedrni mišičnini.

Vzorci mišičnine kopunov so v povprečju vsebovali 32,76 % NMK, 31,98 % ENMK in 35,26 % VNMK. Pri rezultatih, ki jih navaja Pirš (2010), kjer kopuni v krmnem obroku niso imeli dodanega koruznega drobljenca zadnji mesec pitanja, so vzorci mišičnine kopunov v povprečju vsebovali 31,12 % NMK, 28,85 % ENMK in 41,05 % VNMK. Pri kopunih krmljenih, z energijsko bogatejšo krmo, so vrednosti VNMK prsne in bedrne mišičnine večje kot pri prsni in bedrni mišičnini kopunov, krmljenih z energijsko revnejšo krmo, kar navaja tudi Pirš (2010). V mišičnini kopunov so prevladovali VNMK. Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je bilo v povprečju 9,98 : 1. Pri kopunih, ki so bili

krmljeni z enako krmno mešanico kot v našem poskusu, le brez koruznega drobljenca (Pirš, 2010), je bilo razmerje med n-6 in n-3 VNМК nekoliko bolj ugodno, in sicer 9,5 : 1.

Preglednica 15: Skupine MK in razmerje med n-6 in n-3 VNМК (g MK/100 g MK) v prsni in bedrni mišičnini kopunov, primerjalno z rezultati Pirš (2010)

	KRMA 1 [*] (povprečje ± SD)		KRMA 2 ^{**} (povprečje ± SD)	
	Prsi	Bedra	Prsi	Bedra
NMK	34,57 ± 1,50	32,68 ± 1,00	33,35 ± 1,60	30,45 ± 0,88
ENMK	30,17 ± 2,26	34,51 ± 2,42	29,54 ± 1,67	33,71 ± 2,07
VNМК	35,26 ± 2,50	32,81 ± 2,74	37,12 ± 1,44	35,84 ± 2,46
n-3 VNМК	3,56 ± 0,35	2,75 ± 0,23	3,81 ± 0,26	2,91 ± 0,24
n-6 VNМК	31,66 ± 2,29	30,00 ± 2,54	33,28 ± 1,46	32,88 ± 2,27
n-6/n-3 VNМК	8,93 ± 0,72	10,90 ± 0,46	8,78 ± 0,79	11,31 ± 0,62
Pirš, 2010	KRMA 1 ⁱ		KRMA 2 ⁱⁱ	
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
VNМК	39,76 ± 0,79	39,12 ± 1,01	42,50 ± 1,73	42,80 ± 1,73
n-3 VNМК	4,14 ± 0,32	3,66 ± 0,25	4,23 ± 0,37	3,64 ± 0,17
n-6 VNМК	35,58 ± 0,72	35,42 ± 0,86	38,24 ± 1,60	39,12 ± 1,68
n-6/n-3 VNМК	8,64 ± 0,65	9,72 ± 0,56	9,11 ± 0,80	10,75 ± 0,58

^{*}energijsko revnejša krma z dodatkom koruznega drobljenca

^{**}energijsko bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca

ⁱenergijsko revnejša krma, ⁱⁱenergijsko bogatejša krma

4.3 VIRI VARIABILNOSTI

V preglednici 16 so predstavljene ocene srednjih vrednosti s standardnimi napakami ocen in razlike v kemijski sestavi med prsno in bedrno mišičnino kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo ter energijsko bogatejšo krmo z dodatkom koruznega drobljenca zadnji mesec pitanja. Zanimivo je, da so pri revnejši krmi z dodatkom koruznega drobljenca večje vrednosti pri suhi snovi, surovih beljakovinah in celokupnih maščobah, kot pri bogatejši krmi z drobljencem. Koncentracija energije v krmi ni značilno vplivala na kemijsko sestavo mišičnine kopunov. Podobne rezultate je dobila Pirš (2010), saj tudi v njenem poizkusu koncentracija energije v krmi ni značilno vplivala na kemijsko sestavo mišičnine kopunov.

Layfield in sod. (1972) so v preskusu uporabili štiri prehranske obroke, ki so vsebovali 16 % beljakovin, spreminjali pa so vsebnost energije v krmi. S povečanjem koncentracije energije od 8 MJ ME/kg do 10,67 MJ ME/kg, 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.

Med prsno in bedrno mišičnino so statistično značilne ($p < 0,0001$) razlike v vsebnosti surovih beljakovin, celokupnih maščob ter vsebnosti suhe snovi ($p = 0,0004$). Prsna mišičnina vsebuje značilno več surovih beljakovin. Bedrna mišičnina vsebuje značilno več suhe snovi ter celokupnih maščob kot prsna mišičnina. Tudi Holcman (2004) ter Pirš (2010) so ugotovili, da bedrna mišičnina vsebuje približno trikrat več celokupnih maščob kot prsna mišičnina.

Primerjava naših rezultatov z rezultati Pirš (2010) kaže na to, da je dodatek koruznega drobljenca v krmo v našem poskusu povzročil, da je bilo v bedrni mišičnini značilno več suhe snovi kot v prsni mišičnini.

Preglednica 16: Ocene srednjih vrednosti (LSM \pm SE) ter razlike v kemijski sestavi mišičnine med poskusnima skupinama in med prsno in bedrno mišičnino kopunov preluks-G (g/100 g mišičnine)

Naši rezultati	Suha snov (g/100g)	Surove beljakovine (g/100g)	Celokupne maščobe (g/100g)
Krma 1 *	27,66 \pm 0,27	22,16 \pm 0,14	4,78 \pm 0,26
Krma 2 **	27,52 \pm 0,27	21,98 \pm 0,14	4,39 \pm 0,26
Razlika (krma1 – krma2)	0,14 \pm 0,39	0,17 \pm 0,20	0,38 \pm 0,37
p-vrednost	0,72	0,4007	0,3156
Prsi	27,20 \pm 0,21	24,14 \pm 0,15	2,18 \pm 0,21
Bedra	27,98 \pm 0,21	20,00 \pm 0,15	7,00 \pm 0,21
Razlika (prsa - bedra)	-0,78 \pm 0,18	4,14 \pm 0,23	-4,82 \pm 0,22
p-vrednost	0,0004	< 0,0001	< 0,0001
Pirš, 2010	Suha snov (g/100g)	Surove beljakovine (g/100g)	Celokupne maščobe (g/100g)
Energijsko revnejša krma	26,61 \pm 0,20	21,76 \pm 0,16	2,9 \pm 0,19
Energijsko bogatejša krma	26,76 \pm 0,20	21,96 \pm 0,16	2,46 \pm 0,19
Razlika	-0,15 \pm 0,28	-0,20 \pm 0,23	0,44 \pm 0,26
p-vrednost	0,6009	0,3977	0,1136
Prsi	26,46 \pm 0,18	23,57 \pm 0,15	1,35 \pm 0,16
Bedra	26,92 \pm 0,18	20,15 \pm 0,15	4,02 \pm 0,16
Razlika	-0,46 \pm 0,22	3,42 \pm 0,19	-2,67 \pm 0,19
p-vrednost	0,055	< 0,0001	< 0,0001

* energijsko revnejša krma in ** energijsko bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca

V preglednici 17 so podane ocene srednjih vrednosti in razlike v maščobnokislinski sestavi mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo in energijsko revnejšo krmo ter z dodanim koruznim drobljencem zadnji mesec pitanja. V mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo, je statistično značilno več: miristinske kisline (C14:0), miristooleinske kisline (C14:1 n-5), pentadekanojske kisline (C15:0), palmitinske kisline (C16:0), palmitooleinske kisline (C16:1 n-7), cis-10-nonadecenojske kisline (C19:1 n-9), gadoleinske kisline (20:1 n-9), dokozaheksaenojske kisline (C22:6 n-3) in značilno manj lavrinske in linolne MK, kot v mišičnini kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo.

Maščobnokislinska sestava prsne in bedrne mišičnine se značilno razlikujeta v proučevanih kislinah, razen pri eruka kislini (C22:1 n-9) in lavrinski kislini (C12:0) ni značilnih razlik.

Tudi Pirš (2010) navaja, da se maščobnokislinska sestava prsne in bedrne mišičnine značilno razlikujeta v proučevanih kislinah, razen pri eruka kislini (C19:1 n-9) in cis-10-nonadecenojski kislini (C19:1 n-9).

Preglednica 17: Ocene srednjih vrednosti in razlike v maščobnokislinski sestavi mišičnine kopunov med poskusnima skupinama in med prsno ter bedrno mišičnino kopunov preluks-G (g MK/100g MK)

Maščobna kislina	Krma1*	Krma2**	Razlika ± SE	p- vrednost	Prsi	Bedra	Razlika ± SE	p- vrednost
C12:0	0,034 ± 0,001	0,047 ± 0,001	-0,013 ± 0,002	0,0001	0,042 ± 0,001	0,039 ± 0,001	0,003 ± 0,0017	0,1174
C14:0	0,620 ± 0,016	0,545 ± 0,016	0,075 ± 0,023	0,0040	0,538 ± 0,012	0,628 ± 0,012	-0,090 ± 0,0001	0,0001
C14:1 n-5	0,135 ± 0,006	0,105 ± 0,006	0,030 ± 0,008	0,0019	0,124 ± 0,004	0,116 ± 0,004	0,089 ± 0,002	0,0001
C15:0	0,104 ± 0,002	0,078 ± 0,002	0,027 ± 0,003	0,0001	0,085 ± 0,002	0,096 ± 0,002	-0,011 ± 0,001	0,0001
C16:0	22,508 ± 0,334	20,931 ± 0,334	1,577 ± 0,473	0,0037	21,615 ± 0,240	21,825 ± 0,240	-0,210 ± 0,086	0,0249
C16:1 n-7	3,240 ± 0,180	2,580 ± 0,180	0,661 ± 0,255	0,0185	2,502 ± 0,136	3,320 ± 0,136	-0,814 ± 0,095	0,0001
C17:0 aiso	0,223 ± 0,009	0,225 ± 0,009	-0,002 ± 0,012	0,8726	0,197 ± 0,006	0,252 ± 0,006	-0,055 ± 0,004	0,0001
C17:0	0,186 ± 0,006	0,171 ± 0,006	0,014 ± 0,009	0,1179	0,166 ± 0,004	0,191 ± 0,004	-0,024 ± 0,001	0,0001
C17:1 n-7	0,101 ± 0,007	0,107 ± 0,007	-0,006 ± 0,010	0,5573	0,094 ± 0,006	0,113 ± 0,006	-0,018 ± 0,007	0,0157
C18:0	7,882 ± 0,171	7,705 ± 0,171	0,177 ± 0,242	0,4739	8,101 ± 0,131	7,487 ± 0,131	0,614 ± 0,100	0,0001
vsota C18:1	28,520 ± 0,427	28,536 ± 0,427	-0,017 ± 0,604	0,9781	26,851 ± 0,327	30,205 ± 0,327	-3,354 ± 0,250	0,0001
C18:2 n-6	25,872 ± 0,681	27,719 ± 0,681	-1,847 ± 0,963	0,0710	25,300 ± 0,494	28,292 ± 0,494	-2,993 ± 0,224	0,0001
C18:3 n-6	0,190 ± 0,011	0,180 ± 0,011	0,010 ± 0,016	0,5447	0,171 ± 0,008	0,199 ± 0,008	-0,028 ± 0,003	0,0001

se nadaljuje

nadaljevanje

Maščobna kislina	Krma1 *	Krma2 **	Razlika ± SE	p- vrednost	Prsi	Bedra	Razlika ± SE	p- vrednost
C19:1 n-9	0,024 ± 0,002	0,004 ± 0,002	0,020 ± 0,003	0,0001	0,008 ± 0,002	0,019 ± 0,002	-0,011 ± 0,003	0,0006
C18:3 n-3	1,842 ± 0,055	1,866 ± 0,055	-0,024 ± 0,078	0,7669	1,662 ± 0,042	2,046 ± 0,042	-0,384 ± 0,029	0,0001
c9, t11 CLA	0,042 ± 0,002	0,038 ± 0,002	0,003 ± 0,003	0,2824	0,033 ± 0,002	0,047 ± 0,002	-0,014 ± 0,002	0,0001
C18:4 n-3	0,042 ± 0,003	0,040 ± 0,003	0,003 ± 0,004	0,5046	0,035 ± 0,002	0,047 ± 0,002	-0,013 ± 0,002	0,0001
C20:0	0,086 ± 0,004	0,078 ± 0,004	0,008 ± 0,006	0,1759	0,072 ± 0,003	0,092 ± 0,003	-0,020 ± 0,003	0,0001
ΣC20:1	0,048 ± 0,002	0,043 ± 0,002	0,005 ± 0,004	0,1799	0,036 ± 0,002	0,056 ± 0,002	-0,020 ± 0,002	0,0001
C20:1 n-9	0,252 ± 0,006	0,226 ± 0,006	0,026 ± 0,009	0,0070	0,217 ± 0,004	0,260 ± 0,004	-0,043 ± 0,003	0,0001
C20:2 n-6	0,278 ± 0,011	0,287 ± 0,011	-0,009 ± 0,015	0,5449	0,309 ± 0,008	0,256 ± 0,008	0,053 ± 0,007	0,0001
C20:3 n-6	0,322 ± 0,012	0,348 ± 0,012	-0,026 ± 0,017	0,1484	0,440 ± 0,012	0,230 ± 0,012	0,210 ± 0,015	0,0001
C20:4 n-6	3,586 ± 0,245	3,931 ± 0,245	-0,345 ± 0,346	0,3318	5,454 ± 0,210	2,062 ± 0,210	3,392 ± 0,238	0,0001
C20:3 n-3	0,031 ± 0,001	0,032 ± 0,001	-0,001 ± 0,002	0,4236	0,034 ± 0,001	0,029 ± 0,001	0,004 ± 0,001	0,0003
C20:5 n-3	0,062 ± 0,003	0,057 ± 0,003	0,005 ± 0,004	0,2121	0,076 ± 0,002	0,043 ± 0,002	0,033 ± 0,0001	0,0001
C22:0	0,016 ± 0,001	0,018 ± 0,001	-0,002 ± 0,002	0,3945	0,014 ± 0,001	0,020 ± 0,001	-0,005 ± 0,001	0,0001

se nadaljuje

nadaljevanje

Maščobna kislina	Krma1*	Krma2**	Razlika ± SE	p- vrednost	Prsi	Bedra	Razlika ± SE	p- vrednost
C22:1 n-9	0,024 ± 0,002	0,022 ± 0,002	0,002 ± 0,001	0,2719	0,022 ± 0,001	0,024 ± 0,001	-0,002 ± 0,001	0,1380
C22:4 n-6	0,577 ± 0,039	0,612 ± 0,039	-0,034 ± 0,056	0,5393	0,794 ± 0,032	0,395 ± 0,032	0,400 ± 0,033	0,0001
C22:5 n-3	0,623 ± 0,041	0,683 ± 0,041	-0,060 ± 0,058	0,3159	0,960 ± 0,034	0,346 ± 0,034	0,614 ± 0,037	0,0001
C22:6 n-3	0,560 ± 0,040	0,685 ± 0,040	-0,126 ± 0,057	0,0401	0,922 ± 0,0350	0,323 ± 0,035	0,600 ± 0,041	0,0001

* revnejša krma z dodatkom koruznega drobljenca

** bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca

V preglednici 18 so predstavljene ocene srednjih vrednost s standardnimi napakami za vsebnost skupin maščobnih kislin pri različnih krmah in kosih. Koncentracija energije v krmi ni značilno vplivala na NMK in ENMK, na VNMK, n-3 VNMK ter n-6 VNMK pa je energija v krmi značilno vplivala.

Prsna mišičnina vsebuje značilno manj ENMK ter več NMK, VNMK, n-3 VNMK in n-6 VNMK ter ima ožje razmerje med n-6 in n-3 VNMK, kot bedrna mišičnina. Rezultati, ki jih navaja Pirš (2010) so podobni, razen pri vsebnosti n-6 VNMK, kjer je ugotovila v prsni mišičnini značilno manjšo vsebnost kot v bedrni mišičnini, medtem ko se je vsebnost VNMK v prsni in bedrni mišičnini ni razlikovala.

Pirš (2010) je v svoji raziskavi ugotovila, da kopuni, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo, vsebujejo statistično značilno več NMK, manj VNMK, 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.

Preglednica 18: Ocene srednjih vrednosti za vsebnost skupin MK (g MK/100 g MK) in razmerje med n-3 in n-6 VNMK med različno krmo in med prsno in bedrno mišičnino

Skupine MK	Krma1 *	Krma2 **	p-vrednost	Prsi	Bedra	p-vrednost
NMK	33,626 ± 0,371	31,900 ± 0,371	0,3777	33,957 ± 0,273	31,569 ± 0,273	< 0,0001
ENMK	32,342 ± 0,563	31,622 ± 0,563	0,3777	29,855 ± 0,427	34,110 ± 0,427	< 0,0001
VNMK	34,032 ± 0,707	36,478 ± 0,707	0,0249	36,189 ± 0,512	34,321 ± 0,512	< 0,0001
n-3 VNMK	3,160 ± 0,058	3,362 ± 0,058	0,0230	3,688 ± 0,049	2,834 ± 0,049	< 0,0001
n-6 VNMK	30,830 ± 0,670	33,077 ± 0,670	0,0291	32,468 ± 0,482	31,439 ± 0,482	< 0,0001
n-6:n-3 VNMK	9,913 ± 0,143	10,044 ± 0,143	0,5244	8,852 ± 0,119	11,105 ± 0,120	< 0,0001

* energijsko revna krma z dodatkom koruznega drobljenca

** energijsko bogata krma z dodatkom koruznega drobljenca

Krma (energijsko revnejša in energijsko bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca) in kos (prsi ali bedra) sta v našem poizkusu vplivala na proučevano maščobnokislinsko sestavo kopunjega mesa. Zato smo v statistični model 2 vključili interakcijo med dejavnikoma, ki nam pove, koliko je vpliv enega dejavnika odvisen od drugega. V preglednici 19 so prikazane maščobne kisline, kjer je bila interakcija med krmo in kosom statistično značilna. Statistično značilnih interakcij je bilo trinajst in to pri naslednjih devetih MK: miristooleinska, 14 - metilheksadekanojska, margarinska, vsota izomer oktadecenojske, stearinske, linolne, linolenske, gadoleinske, eruka in treh skupinah MK: NMK, VNMK, n-6 VNMK ter razmerju n-6 / n-3 VNMK.

Preglednica 19: Viri variabilnosti za maščobnokislinsko sestavo za vpliv skupine (krme), vpliv kosa (prsi, bedra) in interakcijo med krmo in kosom (model 2)

MK	S	K	SK
C14:1 n-5	0,0019	< 0,0001	< 0,0001
C17:0 aiso	0,8726	< 0,0001	0,0222
C17:0	0,1179	< 0,0001	0,0166
C18:0	0,4739	< 0,0001	0,0025
C18:2 n-6	0,0710	< 0,0001	0,0012
C18:3 n-3	0,7669	< 0,0001	0,0371
C20:1 n-9	0,0070	< 0,0001	0,0006
C22:1 n-9	0,2719	0,1380	0,0039
NMK	0,0040	< 0,0001	0,0038
VNMK	0,0249	< 0,0001	0,0162
n-6 VNMK	0,0291	< 0,0001	0,0024
n-6 / n-3 VNMK	0,5244	< 0,0001	0,0360

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

4.4 POMEN MAŠČOBNOKISLINSKE SESTAVE KOPUNJEGA MESA ZA PREHRANO

Maščobnokislinska sestava mesa je v veliki meri odvisna od krme, s katero smo krmili živali ter vrste živali (Salobir, 1997). Preveliko zauživanje maščob neustrezne sestave je eden glavnih vzrokov povečanega tveganja za razvoj bolezni srca in ožilja ter drugih bolezni zahodne civilizacije (Salobir J. in Salobir K., 2003 ter Smit in sod., 2009, cit. po Elmadfa in Kornsteiner, 2009; Shai in sod., 2008, cit. po Elmadfa in Kornsteiner, 2009). Za normalno delovanje človeškega organizma je potrebno zaužiti zadosti različnih maščobnih kislin, predvsem esencialnih linolne in linolenske MK (Boyer, 2005).

Priporočljivo je, da dnevno zaužijemo 1 - 2 % dnevno potrebne energije v obliki linolne kisline (WHO, 1990). Pri zdravih odraslih ljudeh so potrebe po linolni kislini 6,5 g/dan, po α -linolenski kislini pa 1,3 g/dan. Navedene referenčne vrednosti za vnos linolne in α -linolenske kisline so v razmerju 5 : 1 (German nutrition Society, 2002, cit. po Gašparac, 2004; Nemška družba za prehrano, 2003, cit. po Gašparac, 2004).

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).

V preglednici 20 so prikazane vrednosti priporočenega dnevnega vnosa esencialnih maščobnih kislin ter koliko jih lahko pokrijemo z jedilno porcijo mišičnine kopunov.

Gašparac (2004) navaja, da s 100 g kopunjega mesa pokrijemo približno četrtno vseh potreb po esencialnih MK. Po njegovih podatkih lahko z zaužitjem 100 g bedrne mišičnine kopunov pokrijemo 19,45 % priporočenega dnevnega vnosa linolne kisline in 5,96 % potrebnega vnosa α -linolenske kisline. S 100 g prsne mišičnine kopunov pa pokrijemo 6,03 % potreb po linolni kislini in 1,77 % α -linolenski kislini.

Do podobnih rezultatov je prišla Pirš (2010), ki je ugotovila, da z zaužitjem 100 g kopunjega mesa zagotovimo pokritje četrtnine dnevnih potreb po esencialnih MK. Prav tako navaja, da je pokritje dnevnih potreb po esencialnih MK večje pri kopunih, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo.

Preglednica 20: Dnevne potrebe po linolni in α -linolenski kislini ter pokritje potreb odraslega človeka s 100 g bedrne in prsne mišičnine kopunov

Parameter primerjave	Dnevne potrebe g/dan	Vsebnost v mišičnini kopunov, krmljenih z bogatejšo krmo				Vsebnost v mišičnini kopunov, krmljenih z revnejšo krmo			
		Bedra		Prsi		Bedra		Prsi	
		mg/100 g	A, %	mg/100 g	A, %	mg/100 g	A, %	mg/100 g	A, %
Naši rezultati (krmi z dodatkom koruznega drobljenca)									
Linolna	6,5	1919	29,5	475	7,3	1822	28,0	566	8,7
α -linolenska	1,3	135	10,4	30	2,3	135	10,4	38	2,9
Pirš, 2010 (krmi brez dodatka koruznega drobljenca)									
Linolna	6,5	1253	19,3	356	5,5	1308	20,12	407	6,3
α -linolenska	1,3	97	7,5	26	2	113,6	5,7	31	2,4

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

Ugotovili smo, da s 100 g kopunjega bedra zagotovimo četrtno dnevnih potreb po esencialnih MK. Pokritje dnevnih potreb po esencialnih MK je večje z zauživanjem mesa kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo.

Z zaužitjem 100 g bedrne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo pokrijemo 28 % priporočenega dnevnega vnosa linolne kisline in 10,4 % potrebnega

vnosa α -linolenske kisline. S 100 g prsne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo pokrijemo 8,7 % potreb po linolni kislini in 2,9 % potreb po α -linolenski kislini.

Z zaužitjem 100 g bedrne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo pokrijemo 29,5 % priporočenega dnevnega vnosa linolne kisline in 10,4 % potrebnega vnosa α -linolenske kisline. S 100 g prsne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo krmo pokrijemo 7,3 % potreb po linolni kislini in 2,3 % potreb po α -linolenski kislini.

Z zaužitjem 100 g prsne ali bedrne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni v zadnjem mesecu poleg osnovnega krmnega obroka še s koruznim drobljencem, pokrijemo večji delež dnevnih potreb po linolni in α -linolni kislini, kot v primeru krmljenja samo z osnovnim krmnim obrokom.

5 SKLEPI

Cilj naloge je bil proučiti vpliv različne energijske vrednosti krme in dodanega koruznega drobljenca na kemijsko in maščobnokislinsko sestavo mišičnine kopunov preluks-G. Vpliv dveh različnih krmnih mešanic smo preučevali na bedrni in prsni mišičnini brez kože pri kopunih preluks-G. Na osnovi dobljenih rezultatov poskusa lahko povzamemo naslednje sklepe:

- Energijska vrednost krme ni vplivala na kemijsko sestavo prsne in bedrne mišičnine kopunov.
- Prsna mišičnina vsebuje značilno več surovih beljakovin ter značilno manj suhe snovi in celokupnih maščob kot bedrna mišičnina.
- Prevladujoča NMK v mišičnini kopunov je bila palmitinska kislina (C16:0), med ENMK so prevladovale izomere oktadecenojske kisline (C18:1 vsota), med VNMK pa linolna kislina (C18:2 n-6).
- V prsni mišičnini kopunov pri obeh poskusnih skupinah je bil največji delež VNMK, nato NMK in najmanj ENMK.
- Pri obeh poskusnih skupinah je bilo v prsni mišičnini razmerje n-6/n-3 VNMK ožje kot v bedrni mišičnini.
- V mišičnini kopunov, krmljenih z energijsko bogatejšo krmo, je bilo značilno več lavrinske kisline, linolne kisline in DHK kot v mišičnini kopunov, krmljenih z energijsko revnejšo krmo.
- V mišičnini kopunov, krmljenih z energijsko revnejšo krmo, je bilo značilno več miristinske, miristooleinske, penta-dekanojske, palmitinske, palmitooleinske, cis-10-nonadecenojske in gadoleinske kisline, kot v mišičnini kopunov krmljenih z energijsko bogatejšo krmo.
- Maščobnokislinska sestava bedrne in prsne mišičnine se razlikujeta v vseh proučevanih MK, razen pri lavrinski kislini in eruka kislini.

- Prsna mišičnina vsebuje manj ENMK ter več NMK, VNMK, n-3 VNMK in n-6 VNMK ter ima manjšo vrednost razmerja n-6/n-3 VNMK.
- Interakcija med krmo in kosom je statistično značilno vplivala na vsebnost naslednjih MK: miristooleinska, 14-metilheksadekanojska, margarinska, vsota izomer oktadecenojske, stearinske, linolne, linolenske, gadoleinske, eruka, na vsebnost NMK, VNMK, n-6 VNMK in razmerje n-6/n-3 VNMK.
- Z zaužitjem 100 g bedrne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo oz. z energijsko revnejšo krmo pokrijemo 29,5 % oz. 28 % priporočenega dnevnega vnosa linolne kisline in 10,4 % potrebnega vnosa α -linolenske kisline. S 100 g prsne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogatejšo oz. revnejšo krmo pokrijemo 7,3 % oz. 8,7 % linolne kisline in 2,3 oz. 2,9 % α -linolenske kisline.

6 POVZETEK

Namen naloge je bil proučiti vpliv koncentracije energije v krmi na kemijsko in maščobnokislinsko sestavo kopunjega mesa. Kopunili smo petelinčke preluks-G. Kopuni so bili razdeljeni v dve skupini, prva skupina je bila krmljena z energijsko revnejšo krmo (9,40 MJ ME/kg), druga skupina pa z energijsko bogatejšo krmo (12,90 MJ ME/kg). Zadnji mesec pred zakolom sta imeli obe skupini na voljo še koruzni drobljenec.

Petelinčki so bili kirurško kopunjeni pri starosti šestih tednih, ter pitani do 22. tedna starosti. Po klanju smo vzeli vzorce bedrne in prsne mišičnine brez kože, za analizo kemijske in maščobnokislinske sestave mesa. Po metodah AOAC (Official Methods of Analysis) smo naredili kemijsko analizo, s kapilarno plinsko kromatografijo pa določili maščobnokislinsko sestavo.

Rezultate smo izrazili v masnim deležem posamezne maščobne kisline od skupnih maščobnih kislin ter v mg MK/100 g vzorca.

Prsna mišičnina vsebuje pri obeh skupinah kopunov manj suhe snovi in celokupnih maščob ter več surovih beljakovinah kot bedrna mišičnina.

Pri obeh skupinah kopunov je bilo tako v prsni kot v bedrni mišičnini, največ oleinske kisline. V prsni mišičnini kopunov v obeh poskusnih skupinah je bil največji delež VNMK, sledijo NMK in nato ENMK. V bedrni mišičnini kopunov, ki so prejeli energijsko bogatejšo krmo, so imele največji delež VNMK, v skupini, ki so prejemale energijsko revnejšo krmo pa je bil največji delež ENMK.

Mišičnina kopunov, ki so prejeli energijsko bogatejšo krmo, je vsebovala značilno več VNMK, n-3 in n-6 VNMK ($p < 0,05$) od mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo.

Prsna mišičnina je vsebovala značilno več NMK, VNMK, n-3 in n-6 VNMK ter značilno manj ENMK in v njej je bilo najožje razmerje med n-6/n-3 VNMK.

Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je bilo širše (10 : 1) pri kopunih, ki so bili krmljeni z bogatejšo krmo ter dodatkom koruznega drobljenca, kot pri kopunih (10 : 1), ki so bili krmljeni z revnejšo krmo ter dodatkom koruznega drobljenca zadnji mesec pitanja.

Razmerje med n-6/n-3 VNMK je bilo ugodnejše pri prsni mišičnini (9 : 1), kot pri bedrni mišičnini (11 : 1).

Z zaužitjem 100 g prsne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko revnejšo krmo (9,40 MJ ME/kg) in dodatkom koruznega drobljenca, pokrijemo 8,7 % dnevnega priporočenega vnosa linolne in 2,9 % α – linolenske kisline. Z zaužitjem 100 g bedrne mišičnine kopunov, ki so bili krmljeni z energijsko bogato krmo (12,90 MJ ME/kg) in dodatkom koruznega drobljenca pokrijemo 29,5 % dnevnega priporočenega vnosa linolne in 10,4 % α –linolenske kisline.

Z zaužitjem 100 g bedrne ali prsne mišičnine kopunov, ki so prejeli k osnovnemu obroku še po volji tudi dodatek koruznega drobljenca, se poveča pokritje dnevnih potreb po linolni in α –linolenski kislini, v primerjavi s kopuni, ki so prejeli le osnovni obrok krme.

7 VIRI

- Boyer R.F. 2005. Lipidi, biološke membrane in transport. V: Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 208-224
- Chen K.L., Hsieh T.Y., Chiou P.W.S. 2006. Caponization effects on growth performance and lipid metabolism in Taiwan country chicken cockerels. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 19, 3: 438-443
- Elmadfa I., Kornsteiner M. 2009. Fats and fatty acid requirements for adults. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 55: 56-75
- Ferguson C.M. 1926. Capons. Michigan State College.
<http://www.msue.msu.edu/msue/imp/modp1/morefile/E0031.pgf> (9. nov. 2009)
- Gašparac K. 2004. Maščobnokislinska sestava mesa kopunov. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 42 str.
- Holcman A. 1984. Dežela štajerskih kopunov. *Moj mali svet*, 16, 12: 38
- Holcman A. 2004. Kakovost kopunjega mesa. V: Reja kokoši v manjših jatah. Slekovec A. (ur.). Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 125-130
- Kalan M. 2003. Kemijska sestava mesa kopunov. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 32 str.
- 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
- Mozzon M., Frega N.G., Fronte B., Tocchini M. 2002. Effect of dietary fish oil supplements on levels of n-3 polyunsaturated fatty acids, trans acids and conjugated linoleic acid in ewe milk. *Food Technology and Biotechnology*, 40, 3: 213-219

- Muriel Duràn A. 2004. The effect of caponization on production indices and carcass and meat characteristics in free-range Extremeña Azul chickens. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2, 2: 211-216
- North M.O., Bell D.D. 1990. *Fedding surgical capons V: Commercial chicken production manual*. 4th ed. New York, Van Nostrand Reinhold: 739-740
- Orešnik A., Kermauner A. 2009. *Osnove prehrane*. Slovenj Gradec, Kmetijska založba: 82-83
- Park P.S., Goins R. E. 1994. In situ preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. *Journal of Foods Science*, 59, 6: 1262-1266
- Pirš B. 2010. Vpliv koncentracije energije v krmi na kemijsko in maščobnokislinsko sestavo kopunjega mesa. *Diplomska naloga*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 46 str.
- Pravilnik o kakovosti perutninskega mesa. Ur. l. RS št. 56-2971/01
- Razingar V. 1932. *Kokošjereja*. Celje, Družba Sv. Mohorja: 44-45
- Salobir K. 1997. Prehransko fiziološki pomen mesa v uravnoreženi prehrani. V: *Meso v prehrani in zdravje. Posvet posvečen 50. obletnici Biotehniški fakulteti*, Radenci 20-21 nov. 1997. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo 161-170
- Salobir K. 1998. Vpliv sveže in konzervirane krme na kakovost živalskih proizvodov. V: *Zbornik predavanj 7. Posvetovanja o prehrani domačih živali »Zdravčevi-Erjavčevi dnevi«*, Radenci, 26-27 okt. 1998. Ljubljana, Uprava republike Slovenije za pospeševanje kmetijstva pri Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano 1-14
- 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. 2001. *The System for Windows Release 8.02*. Cary, NC, USA, SAS Institute

- 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
- Smit A.L., Mozaffarian D., Willett W. 2009. Review of fat fatty acid requirements and criteria for developing dietary guidelines. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 55: 44-55
- Stromberg L. 1980. Caponizing, modern management and profitable marketing. Minnesota, Stromberg Publishing Company: 50 str.
- Tor M., Estany J., Francesch A., Dolores Cubilo M. 2005. Comparison of fatty acid profiles of edible meat, adipose tissues and muscles between cocks and capons. *Animal Research*, 54: 413-424
- Učakar J. 2009. Vpliv koncentracije energije v krmi in dodatka grobo mlete koruze v zadnjem mesecu pitanja na pitovne in klavne lastnosti kopunov preluks-G. Diplomski naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 39 str.
- Wenko B. 1935. Kmetijsko kokošarstvo. Ljubljana, Kmetijska matica: 32-33
- York L.R., Mitchell J.D. 1969. The effect of estradiol-17- β -monopalmitate and surgical caponization on production efficiencies, yields and organic characteristics of chicken broilers. *Poultry Science*, 48: 1532-1536
- Yonggang S., Changxin W., Jungying L., Chunjiang Z. 2009. The effects of different caponization age on growth performance and blood parameters in male Tibetan chicken. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4, 5: 228-236
- WHO, 1990, Diet, nutrition and prevention of chronic 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 o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani, Radenci, 20-21 nov. 1997. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 95-105

ZAHVALA

Ob koncu študija, bi se rad iskreno zahvalil mentorici prof. dr. Antoniji HOLCMAN za vsestransko in strokovno pomoč, vodenje in usmerjanje ob nastajanju diplomske naloge.

Iskreno se zahvaljujem tudi somentorici as. dr. Alenki LEVART za vse izčrpne nasvete in strokovno pomoč pri izvedbi analiz, svetovanja in pregleda dela.

Zahvaljujem se predsedniku komisije prof. dr. Ivanu ŠTUHCU in recenzentu prof. dr. Janezu SALOBIRJU za pregled diplomske naloge.

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

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

Hvala osebju knjižnice Oddelka za zootehniko za pomoč pri iskanju literature, dr. Nataši SIARD za pregled bibliografske ureditve diplomske naloge in gospe Karmeli MALINGER za lektoriranje angleškega izvlečka.

Hvala Sabini KNEHTL za pomoč pri vseh administrativnih obveznostih v zvezi z diplomsko nalogo in študijem.

Iskrena hvala moji mami, očetu in sestri za moralno podporo, spodbudo in neskončno potrpežljivost. Hvala tudi vsem ostalim domačim za podporo pri študiju.

Za prijetno družbo, spodbudo in pomoč v času študija se zahvaljujem vsem sošolcem in prijateljem, predvsem pa tistim sošolcem, na katere sem se in se še bom lahko kadarkoli zanesel.

Zahvala prav vsem, ki so me z dobro voljo in potrpežljivostjo spodbujali v času študija in pri izdelavi diplomske naloge.

PRILOGE

Priloga A:

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

		število meritev	povprečje	minimum	maksimum	standardni odklon	koeficient variabilnosti
Krma 1 *	Prsa	20	2,41	1,41	3,78	0,72	30,01
	Bedra	20	7,16	4,18	9,90	1,79	24,96
Krma 2 **	Prsa	20	1,95	1,30	3,03	0,55	28,01
	Bedra	20	6,85	4,54	8,94	1,37	20,00

* energijsko revnejša krma z dodatkom koruznega drobljenca zadnji mesec pred zakolom

** energijsko bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca zadnji mesec pred zakolom

Priloga B:

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

		število meritev	povprečje	minimum	maksimum	standardni odklon	koeficient variabilnosti
Krma 1 *	Prsa	20	24,55	23,30	25,45	6,21	2,53
	Bedra	20	19,77	18,82	21,37	7,20	3,64
Krma 2 **	Prsa	20	23,74	21,74	26,42	12,53	5,28
	Bedra	20	20,23	17,47	22,14	12,56	6,21

* energijsko revnejša krma z dodatkom koruznega drobljenca zadnji mesec pred zakolom

** energijsko bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca zadnji mesec pred zakolom

Priloga C:

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

		število meritev	povprečje	minimum	Maksimum	standardni odklon	koeficient variabilnosti
Krma 1 *	Prsa	20	27,36	26,19	29,10	8,65	3,16
	Bedra	20	27,86	24,89	29,54	12,78	4,59
Krma 2 **	Prsa	20	26,76	25,17	28,03	8,55	3,20
	Bedra	20	28,07	26,53	30,76	11,58	4,12

* energijsko revnejša krma z dodatkom koruznega drobljenca zadnji mesec pred zakolom

** energijsko bogatejša krma z dodatkom koruznega drobljenca zadnji mesec pred zakolom