

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Tina TAVČAR

**VSEBNOST HOLESTEROLA V JAJCIH
SLOVENSКИH LOKALNIH PASEM KOKOŠI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Tina TAVČAR

**VSEBNOST HOLESTEROLA V JAJCIH SLOVENSKIH LOKALNIH
PASEM KOKOŠI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**CHOLESTEROL CONTENT IN THE EGGS OF SLOVENIAN LOCAL
BREEDS OF HENS**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2009

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstva - zootehniko. Opravljeno je bilo na Katedri za govedorejo, rejo drobnice, perutninarstvo, akvakulturo 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: 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: asist. 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. 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.

Tina Tavčar

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 636.5:637.4(043.2)=163.6
KG	perutnina/kokoši/nesnice/lokalne pasme/tradicionalne pasme/avtohtone pasme/jajca/holesterol/ Slovenija
KK	AGRIS L01/6100/9610
AV	TAVČAR, Tina
SA	HOLCMAN, Antonija (mentorica)/LEVART, Alenka (somentorica)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2009
IN	VSEBNOST HOLESTEROLA V JAJCIH SLOVENSКИH LOKALNIH PASEM KOKOŠI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	VIII, 45 str., 11 pregl., 2 pril., 66 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Določili smo vsebnost holesterola v jajcih slovenskih lokalnih pasem kokoši. V poskus smo vključili tri slovenske tradicionalne pasme kokoši lahkega proizvodnega tipa: slovensko grahasto kokoš, slovensko rjavo kokoš, slovensko srebrno kokoš in dve slovenski tradicionalni pasmi kokoši težkega proizvodnega tipa: slovensko zgodaj operjeno kokoš in slovensko pozno operjeno kokoš ter edino slovensko avtohtono pasmo kokoši, to je štajersko kokoš. Proučili smo vsebnost holesterola v jajcih enako starih kokoši, ki so bile krmljene z enako krmno mešanico. Vsebnost holesterola v jajcih smo določali po dveh metodah. Največjo vsebnost holesterola na gram svežega rumenjaka smo določili v jajcih slovenske zgodaj operjene kokoši ($15,86 \pm 1,64$ mg/g), po vsebnosti holesterola ji sledijo slovenska pozno operjena kokoš ($15,16 \pm 1,61$ mg/g), slovenska grahasta kokoš ($14,93 \pm 1,50$ mg/g), štajerska kokoš ($14,71 \pm 0,88$ mg/g), slovenska rjava kokoš ($14,19 \pm 1,47$ mg/g) in slovenska srebrna kokoš ($14,03 \pm 0,70$ mg/g). Pasma značilno vpliva na vsebnost holesterola v jajcih.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 636.5:637.4(043.2)=163.6
CX poultry/laying hens/local breeds/traditional breeds/autochthonous
breeds/eggs/cholesterol/ Slovenia
CC AGRIS L01/6100/9610
AU TAVČAR, Tina
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 CHOLESTEROL CONTENT IN THE EGGS OF SLOVENIAN LOCAL
BREEDS OF HENS
DT Graduation Thesis (University studies)
NO VIII, 45 p., 11 tab., 2 ann., 66 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Cholesterol content in the eggs of Slovenian local breeds of hens was determined. The experiment included eggs of three traditional light type breeds: Slovenian Barred hen, Slovenian Brown hen, Slovenian Silver hen and two heavy type breeds: Slovenian early feathered hen and Slovenian late feathered hen as well as the only Slovenian autochthonous Styrian hen. We were examining cholesterol content in the eggs of hens. They were at the same age and were fed by the same feeding mixture. Cholesterol content was determined by two different methods. In the fresh yolk of Slovenian early feathered hen we determined the highest cholesterol content (15.86 ± 1.64 mg/g), followed by: Slovenian late feathered hen (15.16 ± 1.61 mg/g), Slovenian Barred hen (14.93 ± 1.50 mg/g), Styrian hen (14.71 ± 0.88 mg/g), Slovenian Brown hen (14.19 ± 1.47 mg/g) and Slovenian Silver hen (14.03 ± 0.70 mg/g). We established a statistically significant impact of breed on cholesterol content in the eggs.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo prilog	VIII
Okrajšave in simboli	VIII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 LOKALNE PASME KOKOŠI	3
2.1.1 Avtohtona pasma štajerska kokoš	3
2.1.2 Tradicionalna pasma	4
2.1.2.1 Slovenska grahasta kokoš	4
2.1.2.2 Slovenska srebrna kokoš	4
2.1.2.3 Slovenska rjava kokoš	5
2.1.2.4 Slovenska zgodaj operjena kokoš	5
2.1.2.5 Slovenska pozno operjena kokoš	5
2.1.2.6 Slovenska pitovna kokoš	6
2.2 HOLESTEROL	6
2.2.1 Holesterol v jajcu in njegov vpliv na nivo holesterola v krvi porabnikov	7
2.2.2 Vplivi na nivo holesterola v jajcu	9
2.2.3 Vsebnost holesterola v jajcih lokalnih pasem	15
3 MATERIAL IN METODE DE LA	19
3.1 MATERIAL	19
3.2 METODE DE LA	19
3.2.1 Priprava vzorca	20
3.2.2 Priprava barvnega reagenta	20
3.2.3 Ekstrakcija holesterola	20
3.2.4 Priprava standardnih raztopin za umeritveno premico	21
3.2.5 Priprava raztopin za spektrofotometrično meritev	21
3.2.6 Spektrofotometrična meritev – določitev holesterola v filtratu	21
3.2.7 Določitev sušine v rumenjakih	21
3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	22
4 REZULTATI	24
4.1 MASA JAJCA, BELJAKA, RUMENJAKA IN JAJČNE VSEBINE	24
4.2 VSEBNOST SUHE SNOVI	25
4.3 PRIMERLJIVOST DVEH METOD ZA DOLOČANJE VSEBNOSTI HOLESTEROLA	26
4.4 VSEBNOST HOLESTEROLA	27
4.5 VIRI VARIABILNOSTI V VSEBNOSTI HOLESTEROLA	29

5	RAZPRAVA IN SKLEPI	33
5.1	RAZPRAVA	33
5.1.1	Masa jajca, beljaka, rumenjaka in jajčne vsebine	33
5.1.2	Vsebnost holesterola v jajcih slovenske avtohtone pasme štajerske kokoši	34
5.1.3	Vsebnost holesterola v jajcih slovenskih tradicionalnih pasem kokoši lahkega in težkega tipa	35
5.2	SKLEPI	37
6	POVZETEK	39
7	VIRI	41
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Osnovni statistični parametri za maso jajca in posamezne sestavne dele pri slovenskih lokalnih pasmah kokoši	24
Preglednica 2: Povprečni deleži sestavnih delov jajca pri slovenskih lokalnih pasmah kokoši	25
Preglednica 3: Vsebnost suhe snovi v rumenjaki in osnovni statistični parametri (g SS/kg svežega rumenjaka) pri slovenskih lokalnih pasmah kokoši	26
Preglednica 4: Osnovni statistični parametri za vsebnost holesterola določeno po dveh metodah	26
Preglednica 5: Vsebnosti holesterola v jajcih slovenskih lokalnih pasem kokoši, izražene na različne načine	28
Preglednica 6: Osnovni statistični parametri za vsebnost holesterola (mg/g svežega rumenjaka) v jajcih slovenskih lokalnih pasem kokoši	29
Preglednica 7: Ocene srednjih vrednosti s standardnimi napakami ocen in statistična značilnost razlik med pasmami v vsebnosti holesterola v jajcih	29
Preglednica 8: Statistična značilnost vplivov (pasma, proizvodni tip) na sestavne dele jajca in na vsebnost holesterola	30
Preglednica 9: Ocene srednjih vrednosti s standardnimi napakami ocen ter statistična značilnost razlik v vsebnosti holesterola v jajcih (mg/g svežega rumenjaka) med slovenskimi tradicionalnimi pasmami	31
Preglednica 10: Ocena srednjih vrednosti s standardno napako ocene in statistična značilnost razlik v vsebnosti holesterola v jajcih slovenskih tradicionalnih pasem kokoši lahkega in težkega proizvodnega tipa	31
Preglednica 11: Vsebnost holesterola v jajcih slovenskih tradicionalnih pasem kokoši in njihova nesnost	36

KAZALO PRILOG

Priloga A: Vsebnost holesterola v jajcih slovenskih lokalnih pasmem kokoši.
Vsebnost v vzorcu določena po dveh metodah.

Priloga B: Vsebnost holesterola v jajcih slovenskih lokalnih pasmem kokoši.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ŠK	štajerska kokoš
S	slovenska srebrna kokoš
G	slovenska grahasta kokoš
R	slovenska rjava kokoš
ZO	slovenska zgodaj operjena kokoš
PO	slovenska pozno operjena kokoš
PK	slovenska pitovna kokoš
SS	suha snov
GSS	groba suha snov
ZSS	zračno suha snov v liofiliziranem rumenjaku

1 UVOD

Proizvodi živalskega izvora, kot so meso, jajca in mleko, igrajo pomembno vlogo v prehrani ljudi. Telo oskrbujejo s pomembnimi hranljivimi snovmi, ki so potrebne za uravnoteženo prehrano. Jajca imajo veliko vsebnost hranljivih snovi in so zato idealno živilo za ljudi s posebnimi prehranskimi potrebami (Hatice in Mustafa, 2005; Chung in sod., 1991). V Španiji (Campo, 1995), Veliki Britaniji (Hall in McKay, 1992) in v ostalih razvitih državah (Rahimi, 2005) avtorji opazajo trend zmanjšanja porabe jajc v prehrani zaradi velike vsebnosti holesterola. Povečana količina holesterola v krvi velja za enega glavnih vzrokov za nastanek bolezni srca in ožilja ter aterosklerozo. Tudi Mikec in Dinarina-Sablić (2007) pišeta o 30 % manjši porabi jajc in opozarjata, da se na ta način odrečemo tudi drugim snovem v jajcu, ki imajo veliko hranilno vrednost. Svetovna zdravstvena organizacija priporoča, da dnevno zaužijemo manj kot 300 mg holesterola (World Health Organization, 2003).

Količina holesterola v jajcu je odvisna od starosti kokoši, pasme, načina uhlevitve in prehrane. Nanjo lahko vplivamo tudi z dejavniki okolja in prehranskimi dodatki. Ocena heritabilnosti za raven holesterola v rumenjaku se giblje med 0,14 do 0,22 (Hatice in Mustafa, 2005) oziroma med 0,21 in 0,26 (Cunningham in sod., 1974; Washburn in Nix, 1974).

Lokalne pasme so pomembne zaradi ohranjanja genetske variabilnosti. Svetovna reja visoko produktivnih pasem kokoši je povezana z izgubo genetske raznolikosti. Ta se je v zadnjih desetletjih močno zmanjšala. Čiste pasme so vir vseh obstoječih komercialnih jat (Zaniboni in sod., 2009).

Na Oddelku za zootehniko imamo slovensko avtohtono pasmo – štajersko kokoš, tri tradicionalne pasme kokoši lahkega tipa in tri tradicionalne pasme kokoši težkega tipa ter dvosmerno selekcionirani liniji na telesno maso (D+ in D-). V letu 2005 so pri vseh navedenih pasmah in linijah kokoši, ki so bile približno enake starosti in so bile krmljene z enako krmno mešanico, vzeli vzorec desetih jajc z namenom določitve vsebnosti holesterola v rumenjakih. Vzorce rumenjakov so liofilizirali in zamrznili. Doslej so bile opravljene določitve vsebnosti holesterola v jajcih kokoši D+, D- in slovenske pitovne kokoši.

V diplomski nalogi smo določili vsebnost holesterola v jajcih lahkega tipa kokoši (štajerske kokoši, slovenske srebrne kokoši, slovenske grahaste kokoši, slovenske rjave kokoši) in težkega tipa kokoši (slovenske zgodaj operjene kokoši, slovenske pozno operjene kokoši). Namen naloge je bil proučiti razlike v vsebnosti holesterola v jajcih avtohtone in tradicionalnih pasem kokoši lahkega tipa ter razlike v vsebnosti holesterola v jajcih lahkega in težkega tipa.

2 PREGLED OBJAV

2.1 LOKALNE PASME KOKOŠI

Lokalne pasme so pasme domačih živali, ki so v reji na določenem geografskem območju in so prilagojene na klimo, krmo, strukturo in konfiguracijo tega območja ter jih delimo na avtohtone in tradicionalne pasme (Šalehar in sod., 2006).

2.1.1 Avtohtona pasma štajerska kokoš

Avtohtona pasma je tista pasma domačih živali, za katero je na osnovi zgodovinskih virov dokazano, da je po izvoru iz Republike Slovenije, da je bila Republika Slovenija prvotno okolje za njen razvoj in da za njo obstaja slovenska rejska dokumentacija, iz katere je razvidno, da se zanjo vodi poreklo že najmanj pet generacij. Za pasmo se izvajajo rejska in selekcijska opravila. Slovenska avtohtona pasma kokoši je štajerska kokoš, ki je nastala pod vplivom krajevnih razmer in se prilagodila življenju na naših tleh. V preteklosti je bila razširjena po vseh alpskih deželah od Donave do Jadranskega morja in v Panonski ravnini. Včasih je obstajalo več barvnih tipov štajerske kokoši (Šalehar in sod., 2006).

Wenko (1935) navaja tri barvne tipe štajerske kokoši: rdečo (rjavo) štajerko, belo štajerko in grahasto (kukavičjo) štajerko. Najbolj je bila razširjena rdeča štajerka, ki so jo tudi najlažje redili, ker ji je bilo dopuščeno glede barve in perja največ svobode. Pri barvnem tipu rdeče štajerkе so ločili tri barvne odtenke: jerebičarko v barvi divje kokoši z zlatim ali oranžastim perjem na vratu, rdeče-rjavo z nekoliko svetlejšim perjem in s temnim vratom ter rumenko ali pšenično kokoš, ki je bila bolj svetle barve.

Kot dobro nesnico so cenili jerebičasto štajersko kokoš, rjava je bila težja, belo so cenili zaradi nežnega mesa. Pri nas se je do današnjih dni ohranila le jerebičasta štajerka v tolikšnem številu, da so jo vključili v projekt ohranjanja slovenskih avtohtonih pasem domačih živali. V 19. stoletju je imela štajerska kokoš velik gospodarski pomen na domačih tleh in tudi za državni izvoz. Jerebičasto štajersko kokoš zdaj ohranjamo zaradi genetskega potenciala, pasemske posebnosti in avtohtonosti. Glava, čop in vrat so pri petelinu rjavo rdeči, ramena in hrbet ima od temno do rjavo rdeče barve, po spodnji strani pa je bleščeče črn. Kokoš je črno poškropljena, po sredini peres se kažejo svetle črte, prsa

so lososove barve, od nog do repa pa je sive barve. Barva jajčne lupine je slonokoščena. Petelin je težak od 2,5 do 3,0 kg, kokoš 2,0 do 2,25 kg. Na leto štajerska kokoš znese od 130 do 160 jajc s povprečno maso 55 g (Šalehar in sod., 2006).

2.1.2 Tradicionalna pasma

Tradicionalna pasma je tista pasma domačih živali, ki po izvoru ni iz Republike Slovenije oziroma za katero to ni dokazano, vendar je v Republiki Sloveniji v neprekinjeni reji več kot trideset let (perutnina). Za pasmo obstaja slovenska rejska dokumentacija, iz katere je razvidno, da se za pasmo vodi poreklo že najmanj pet generacij, izvajajo pa se tudi rejska in selekcijska opravila. V poimenovanje se vključi beseda »slovenska« ali drugo slovensko krajevno ime (Šalehar in sod., 2006).

2.1.2.1 Slovenska grahasta kokoš

Slovenska grahasta kokoš je nastala s križanjem grahastih kokoši lahkega tipa (grahasti leghorn) in domače bele plimutke. Priljubljena je bila zaradi privlačnega grahastega vzorca perja in telesne mase. Križance so selekcionirali na primerno telesno maso, boljšo nesnost in grahast vzorec perja. Zdaj je zastopana v manjših pasemskih rejah, sodi med težje nesnice. Telesna masa petelina znaša od 3,0 do 3,5 kg, kokoši pa od 2,3 do 2,7 kg. Na leto slovenska grahasta kokoš znese od 230 do 250 jajc s povprečno maso 59 g (Šalehar in sod., 2006). V zadnjem testu je znesla 244 jajc (računano na vseljeno število kokoši) oziroma 256 jajc (računano na dejansko število kokoši) s povprečno maso 59 g (Strelec, 2008).

2.1.2.2 Slovenska srebrna kokoš

Slovenska srebrna kokoš je nastala s selekcijo komercialnih hibridov na spolno vezani »silver« (srebrn) gen, ki določa belo barvo perja. Cilj selekcije je bil dobiti kokoš nesnico za križanje z rjavimi pasmami, ki daje »avtoseks« piščance. Te piščance že ob izvalitvi lahko ločimo po spolu, in sicer na podlagi različne obarvanosti perja. Petelin tehta od 2,7 do 3,2 kg, kokoš pa od 2,2 do 2,4 kg. Njena nesnost je od 260 do 270 jajc na leto. Povprečna masa jajca je 60 g (Šalehar in sod., 2006). V zadnjem testu je znesla 266 jajc (računano na vseljeno število kokoši) oziroma 278 jajc (računano na dejansko število

kokoši) s povprečno maso 64 g (Strelec, 2008).

2.1.2.3 Slovenska rjava kokoš

Slovenska rjava kokoš izhaja iz pasme rodajland. Med obema vojnama je bila razširjena na farmah, kmečkih dvoriščih in pri ljubiteljih pasemskih kokoši. Po vojni so jo začeli selekcionirati v lažjem tipu z boljšo nesnostjo. Petelin ima po hrbtu in mikalu temno rjavo barvo s kovinskim sijajem, repno perje je temno zelene in črne barve. Kokoš je temno rjava s kovinskim sijajem na mikalu. Kokoši nesejo jajca s temno rjavo lupino, ki v povprečju tehtajo 61 g, znesejo pa od 270 do 280 jajc letno. Tehtajo med 1,8 in 2,2 kg, petelini pa od 2,5 do 3,0 kg (Šalehar in sod., 2006). V zadnjem testu je znesla 301 jajce (računano na vseljeno število kokoši) oziroma 311 jajc (računano na dejansko število kokoši) s povprečno maso 61 g (Strelec, 2008).

2.1.2.4 Slovenska zgodaj operjena kokoš

Če želimo ločevati pitovne piščance po spolu na podlagi hitrosti operjanja, kjer ločujemo glede na razliko v dolžini tulcev primarnih in krovnih peres, moramo izpeljati načrtno križanje. Kokoš mora biti nosilka dominantnega gena za pozno operjenost, petelin pa recesivnega gena za zgodnjo operjenost. Takoj po izvalitvi opazimo rezultat takega križanja, zgodaj operjene jarčke in pozno operjene petelinčke (Terčič, 1998). Zgodnje oziroma pozno operjanje je spolno vezana lastnost. Slovenska zgodaj operjena kokoš izvira iz več provenienc. Prva provenienca je bila leta 1959 uvožena iz ZDA. Slovenska zgodaj operjena kokoš je bele barve, barva jajčne lupine je svetlo rjava. Petelin tehta od 4,7 do 5,3 kg, kokoš pa od 3,6 do 3,9 kg. Njena nesnost je od 180 do 200 jajc na leto. Povprečna masa jajca je 60 g (Šalehar in sod., 2006).

2.1.2.5 Slovenska pozno operjena kokoš

Pasmi slovenska pozno operjena kokoš in slovenska zgodaj operjena kokoš sta nastali s selekcijskim delom na uvoženi pasmi bela plimutka. Z neprekinjenim čistopasemskim rejским in selekcijskim delom prek treh desetletij na pozno operjenih kokoših so oblikovali slovensko tradicionalno pasmo z imenom slovenska pozno operjena kokoš, ki je bele barve. Petelin tehta od 4,3 do 4,7 kg, kokoš pa od 2,8 do 3,2 kg.

Kokoš znese jajce svetlo rjave barve, ki tehta povprečno 60 g, in doseže nesnost od 180 do 200 jajc na leto (Šalehar in sod., 2006).

2.1.2.6 Slovenska pitovna kokoš

Pri nastanku pasme slovenska pitovna kokoš se je kot izhodiščna populacija uporabila uvožena provenienca white mauntain, vključene pa so bile še druge pasme in linije težkega tipa. Na živalih te pasme se neprekinjeno izvajajo čistopasemski rejski in selekcijski postopki od leta 1975. Slovenska pitovna kokoš je bele barve, barva jajčne lupine pa je svetlo rjava. Na leto kokoš znese od 160 do 180 jajc. Masa jajca je v povprečju 61 g. Petelin tehta od 4,4 do 5,0 kg, kokoš pa od 3,4 do 3,8 kg (Šalehar in sod., 2006).

2.2 HOLESTEROL

Holesterol je steroid in spada med bolj poznane in raziskane lipide. Je nepolarna molekula, ki se v vodi zelo slabo topi in se prek plazemskih lipoproteinov prenaša do perifernih tkiv, kjer se uporabi za izgradnjo bioloških membran ali kot prekursor pri biosintezi steroidnih hormonov, žolčnih kislin in vitamina D (Boyer, 2005). Poznamo več vrst lipoproteinov, ki jih eksperimentalno ločimo s centrifugiranjem in jih razvrstimo po njihovi gostoti. Večji delež lipidov zmanjša gostoto lipoproteinov, ker imajo lipidi manjšo specifično gostoto od proteinov.

Glavni lipoproteini so (Boyer, 2005):

Hilomikroni – lipoproteini z najmanjšo gostoto. V črevesju se sestavijo iz lipidov iz hrane, se absorbirajo in preko limfe izločijo v kri ter prenesejo do perifernih tkiv.

Lipoproteini zelo majhne gostote (VLDL) – nastanejo v jetrih iz triacilglicerolov, holesterola, holesterolnih estrov, fosfolipidov in ustreznih apolipoproteinov. V telesu prenašajo sintetizirane lipide do maščevja in drugih perifernih tkiv.

Lipoproteini majhne gostote (LDL) – glavni prenašalci holesterola in njegovih estrov v krvi. Holesterol prenesejo iz jeter, kjer se sintetizirajo, do perifernih tkiv.

Lipoproteini velike gostote (HDL) – holesterol prenašajo v nasprotni smeri kot LDL, od perifernih tkiv do jeter. Zberejo prebitni holesterol iz perifernih tkiv in ga prenesejo v jetra. HDL pogosto imenujemo »dobro« prenašalno obliko holesterola.

Na kilogram telesne mase je v povprečju prisotno 1,5 g holesterola. Večja količina holesterola je prisotna v maščobnem tkivu, možganih in jetrih (4,5 g/kg telesne mase). Holesterol je pomembna komponenta plazemske membrane in drugih celičnih organelov. Največ ga najdemo v celicah, le 7 % ga kroži v krvnem obtoku (Arnold in Kwitwrovich, 2003).

V jetrih se dnevno sintetizira 800–1000 miligramov holesterola. Dodatno ga v telo vnesemo s hrano in na ta način zmanjšamo hitrost sinteze v jetrih. Normalna koncentracija holesterola v krvi je 150–200 mg/100 ml krvi (Boyer, 2005). Koncentracija v krvi je odvisna od metabolizma endogenega in eksogenega vira holesterola in tudi od drugih dejavnikov, kot so prehranjevalne navade, presnovne značilnosti organizma, genetske posebnosti. Previsoka koncentracija holesterola v krvi je razlog za aterosklerozo in povzroča bolezni srca in ožilja (Arnold in Kwitwrovich, 2003).

2.2.1 Holesterol v jajcu in njegov vpliv na nivo holesterola v krvi porabnikov

Holesterol, ki ga zaužijemo s prehrano, prihaja iz hrane živalskega izvora. Glavni viri so rumenjaki in produkti, ki vsebujejo živalske maščobe. Če zaužijemo večjo količino s holesterolom bogate hrane, bo to zvišalo nivo holesterola v krvni plazmi (Grundy, 2003). Weggemans in sod. (2001) navajajo, da jajce vsebuje približno 200 mg holesterola, Hu in sod. (1999) pa približno 213 mg holesterola.

Cotterill in sod. (1977) so ugotovili povprečno vsebnost holesterola v jajcu 270 mg, oziroma 14,3 miligramov holesterola v gramu rumenjaka. Chung in sod. (1991) so izmerili povprečno vsebnost holesterola v jajcih komercialnih kanadskih nesnic 214 mg oziroma 12–15 mg holesterola/g rumenjaka. Sheridan in sod. (1982) so v povprečno 60 g težkemu jajcu izmerili med 244 in 266 mg holesterola.

Hu in sod. (1999) ocenjujejo, da z jajci zaužijemo 32 % vsega zaužitega holesterola in drugih hranljivih snovi: vitamina D (5 %), retinola (4 %), folata (4 %), enkrat nenasičenih

maščobnih kislin (3 %), nasičenih maščob (2,5 %), linolne kisline (2 %), kalcija (1,3 %), vitamina B₁₂ (3 %), proteinov (3 %), α - tokoferola (3 %), vitamina B₁ (1,2 %) in vitamina B₂ (1,2 %).

Maščobnokislinsko sestavo jajc so proučevali Stibilj in sod. (1999). Navadna jajca so vsebovala 32,07 % nasičenih maščobnih kislin (NMK), 48,07 % enkrat nasičenih maščobnih kislin (ENMK), 19,87 % večkrat nasičenih maščobnih kislin (VNMK), od teh 18,01 % omega-6 VNKM in 1,86 omega-6 VNMK. Razmerje ω -6/ ω -3 je 9,68. Jajca obogatena z omega-3 maščobnimi kislinami pa 34,07 % NMK, 44,73 % ENMK, 21,20 % VNMK, od tega 15,39 % omega-6 VNMK in 5,77 % omega-6 VNMK. Razmerje ω -6/ ω -3 je 2,67.

V študiji, kjer je sodelovalo 40 tisoč moških in 80 tisoč žensk so Hu in sod. (1999) dokazali, da eno zaužito jajce na dan ne poveča rizika za bolezni srca in ožilja in kapi, pri zdravih ženskah in moških .

Jajca poznamo v prehrani kot živilo z veliko vsebnostjo holesterola, za katerega velja, da poveča vsebnost holesterola v plazmi. Vpliv holesterola v jajcu na dvig holesterola v krvni plazmi so proučevali Natoli in sod. (2007). Ugotovili so, da 100 mg jajčnega holesterola na dan (tri do štiri jajca na teden), poviša nivo LDL holesterola za približno 0,05 mmol/L krvi. Če dodamo enako količino holesterola v prehrano z veliko vsebnostjo maščob, se nivo LDL holesterola poviša za 0,061 mmol/L, v prehrani z manjšo vsebnostjo maščob pa za 0,036 mmol/L. Kljub majhnemu povišanju koncentracije LDL holesterola večina epidemioloških študij ni pokazala nobene povezave z uživanjem jajc v prehrani in povečanim tveganjem za boleznimi srca in ožilja.

Mutongi in sod. (2008) poudarjajo, da jajčni holesterol poveča vsebnost plazemskega HDL holesterola pri debelih ljudeh z dieto z majhno vsebnostjo ogljikovih hidratov. V študiji je sodelovalo osemindvajset moških s prekomerno telesno maso. Razvrščeni so bili v dve skupini. V prvi so moški zaužili 640 mg holesterola iz jajca (3 jajca dnevno), v drugi skupini niso zaužili nič prehranskega holesterola. V obeh skupinah so zmanjšali nivo zaužite energije. V obeh skupinah so moški izgubili telesno maso, zmanjšal se je nivo trigliceridov v krvi in koncentracija LDL holesterola se ni spremenila v nobeni skupini. V

skupini, ki je zaužila dnevno 3 jajca, se je povišal nivo HDL holesterola, medtem ko se v drugi skupini ta ni spremenil. Tudi Vander in sod. (2008) so v svojem poskusu dokazali, da jajce za zajtrk v kombinaciji z energijsko revnim obrokom pospeši izgubo teže saj predstavlja pomemben dodatek hranljivih snovi, ki vplivajo na izgubo teže.

V podobnem poskusu so Harman in sod. (2008) ugotovili, da se po 12 tednih nivo LDL holesterola v skupini, kjer je vsak dnevno zaužil dve jajci, ni spremenil. Ugotovili so, da v obroku z malo energije iz prehrane ni potrebno izključiti jajc, da bi shujšali ali zmanjšali nivo holesterola v krvi.

Weggemans in sod. (2001) so proučevali vpliv zaužitega holesterola v jajcih na dvig holesterola v prid HDL-a. Proučili so več epidemioloških študij in niso našli povezave med zaužitim jajčnim holesterolom in rizikom za boleznijo srca in ožilja. Proučevali so možnost, da je učinek LDL – holesterola izravnán z ugodnim učinkom HDL – holesterola, ki pomaga preprečiti aterosklerozo. V raziskavi poudarjajo, da dvig holesterola v krvi z zaužitim enim jajcem na dan poveča možnost srčnega infarkta za 2,1 %. Pri posameznikih je to malo, ampak glede na prehranjevalne navade, ki vključujejo hrano bogato s holesterolom je to tehten podatek pri rizični skupini ljudi. Poudarjajo, da v raziskavo niso vključili pozitivnih učinkov hranilnih snovi, ki jih prav tako vsebuje jajčni rumenjaki in delujejo preventivno na pojav srčno žilnih bolezni. Te hranilne snovi so vitamin E, folati, vitamini B skupine, nenasičene maščobne kisline, retinol in linolna kislina.

Raziskave so pokazale, da imajo maščobe v jajcih pomembnejši vpliv na serumski holesterol pri človeku kot pa količina holesterola v jajcih. Količina in vrsta maščob v dnevni prehrani poleg drugih dejavnikov bistveno vplivata na serumsko koncentracijo holesterola (Oh in sod. (1985) cit. po Jata Emona (2008)).

2.2.2 Vplivi na nivo holesterola v jajcu

Na vsebnost holesterola v jajčnem rumenjaku vpliva več dejavnikov: starost kokoši, genotip, način reje in prehrana (Hatice in Mustafa, 2005). Hargis (1988) navaja, da sta najmočnejša dejavnika, ki vplivata na količino holesterola v jajcu telesna masa kokoši in količina energije oziroma maščobe, ki jo žival zaužije s krmo.

Starost kokoši

Hodžić in sod. (2005) so proučevali vpliv starosti na vsebnost holesterola v jajcih križank. Isa brown nesnice so razdelili v dve starostni skupini. Šestintrideset mesecev stare nesnice isa brown so znesle jajca s povprečno vsebnostjo holesterola $14,04 \pm 0,14$ mg/g rumenjaka. Jajca nesnic starih sedemindvajset tednov pa so vsebovala $12,88 \pm 0,26$ mg holesterola/g rumenjaka. Jajca šestinpetdeset tednov starih nesnic lohman brown pa $12,36 \pm 0,35$ mg holesterola/g rumenjaka.

Hussein in sod. (1993, cit. po Suk in Park, 2001) pišejo, da imajo večja jajca večji delež beljaka in manjši delež rumenjaka. Cook and Briggs (1977), cit. po Suk in Park, 2001) ugotavljata, da se s povečevanjem jajca relativna količina rumenjaka manjša, absolutna pa povečuje. Jiang in Sim (1991) pojasnujeta, da je vsebnost holesterola v jajcu odvisna od mase jajca, ki se s starostjo povečuje. S starostjo se količina holesterola v jajcu sicer zmanjšuje, a se delež rumenjaka povečuje. Vsebnost holesterola pa je odvisna od mase rumenjaka. Tudi Dikmen in Sahan (2007) ugotavljata, da se vsebnost holesterola v jajcu s starostjo kokoši povečuje. Ugotovila sta pozitivno korelacijo med maso rumenjaka in vsebnostjo holesterola v rumenjaku in vsebnostjo holesterola v jajcu. Vsebnost holesterola v rumenjakih jajc staršev pitovnih piščancev Ross 308 pri starosti 28 tednov je bila $10,47 \pm 0,28$ mg/g, 45 tednov $15,34 \pm 0,65$ mg/g in 65 tednov $15,64 \pm 0,71$ mg/g. Da je vsebnost holesterola v jajcu odvisna od mase jajca in mase rumenjaka sta ugotovila tudi Hatice in Mustafa (2005).

Vorlova in sod. (2001) so ugotovili, da se vsebnost holesterola v jajcu povečuje do 30. tedna starosti in nato ostaja dokaj konstantna. Najmanjše vrednosti so določili na začetku nesnosti $368,20 \pm 22,54$ mg. Pri starosti 30. tednov je dosegel nivo holesterola največjo vrednost $437,63 \pm 24,61$ mg in nato po manjšem znižanju ostal konstanten do konca nesne periode. Rezultati so podani v mg holesterola/100 g sveže jajčne vsebine. Z enim jajcem povprečno zaužijemo 217 mg holesterola. Ampak ta vnos variira od 153 do 264 mg. Majhna jajca, znesena na začetku nesne sezone, imajo najlažje rumenjake, a je vsebnost holesterola, preračunana na 100 g rumenjaka takrat največja.

Genotip

Suk in Park (2001) sta v raziskavi poleg vpliva starosti proučevala tudi vpliv pasme na razmerje jajčnega rumenjaka in beljaka. V poskus sta vključila komercialno nesnico isa brown (IB) in tradicionalno korejsko kokoš (TKK). Masa rumenjaka in beljaka je manjša pri TKK v primerjavi z IB. Jajca TKK so vsebovala 30,99 % rumenjaka in 59,89 % beljaka, Jajca IB pa 24,92 % rumenjaka in 65,27 % beljaka. Torej so imela jajca TKK 6,07 % več rumenjaka in 5,38 % manj beljaka. Jajca TKK imajo torej večje/težje rumenjake, kot tudi razmerje rumenjak : beljak, zato tudi več holesterola.

Hatice in Mustafa (2005) sta proučevala razliko med jajci z belo in rjavo lupino in prišla do ugotovitve, da jajca z belo lupino (vpliv pasme), vsebujejo manj holesterola ($13,32 \pm 0,064$ mg/g rumenjaka), kot jajca z rjavo lupino ($13,76 \pm 0,064$ mg/g rumenjaka). Vsebnost holesterola (mg/g rumenjaka in mg/jajce) v jajcih z belo lupino je bila značilno manjša kot vsebnost holesterola v jajcih z rjavo lupino ($P < 0,01$).

V jajcih kokoši treh pasem z različno obarvano jajčno lupino so izmerili vsebnost holesterola. Jajca araukane (modrozeleno jajčna lupina) so imela 1315 mg, leghorna (bela jajčna lupina) 1163 mg in plimutke (rjava jajčna lupina) 1255 mg holesterola v 100 g rumenjaka. Ugotovili so, da barva jajčne lupine ne vpliva na vsebnost holesterola (Cholesterol ..., 2009).

Vsebnost holesterola v jajcih kokoši araucana so proučevali tudi Simes in sod. (1977). Izmerili so vsebnost holesterola v treh linijah araucane in ugotovili naslednje vsebnosti v gramu rumenjaka: blue-D $20,9 \pm 1,3$ mg/g, blue-M $21,4 \pm 1,7$ mg/g, blue-H $21,8 \pm 1,1$ mg/g. Rezultati so pokazali, da je nivo holesterola v jajcih z modro lupino enak ali višji od jajc z rjavo ($20,4 \pm 0,8$ mg/g) ali belo ($20,4 \pm 1,0$ mg/g) lupino.

Millet in sod. (2006) so v poskus vključili dve komercialni nesnici lohman leghorn in iso brown ter kokoš araukana. Krmljene so bile z različnimi viri maščob. V primerjavi s komercialnimi nesnicami je araukana nesla jajca z večjo vsebnostjo holesterola, merjenega na gram rumenjaka. Zaradi večjega razmerja rumenjak : beljak, je bila večja vsebnost holesterola še bolj očitna pri preračunu na gram jajca. Vsebnost holesterola se ni spremenila z drugim virom maščobe.

Tudi Jacob in Miles (2008) sta zapisala, da araukana ne nese jajc z manjšo vsebnostjo holesterola. Jajca imajo v gramu rumenjaka celo večjo vsebnost holesterola kot jajca nesnic beli leghorn. Araukana nese manjša jajca, zato je tudi vsebnost holesterola, če ga preračunamo na celo jajce, manjša.

Kovacs in sod. (1998) so največjo vsebnost holesterola ugotovili v jajcih pasme njuhempšir v primerjavi z tradicionalnimi madžarskimi pasmami.

Sheridan in sod. (1982) so v poskus vključili križanke belega leghorna in kokoši pasme avstralorp. Holesterol so merili v jajcih nesnic, ki so bile stare 30, 45 in 60 tednov. Vsebnost holesterola v rumenjaku je znašala od 12,99 do 13,60 mg/g rumenjaka oziroma od 306,3 do 336,1 mg/jajce. Pojasnjujejo, da so razlike v vsebnosti holesterola v jajcu posledica predvsem različne mase jajc, ki je odvisna od pasme kokoši in razmerja rumenjaka : beljak. S starostjo se je povečevala masa jajca, povečal se je delež rumenjaka in posledično tudi vsebnost holesterola v rumenjaku in v jajcu.

Edwards in sod. (1960) so izbrali osem pasem in linij, ki so bile pogoste v tistem času v Združenih državah Amerike. Stare so bile 253 dni. Ugotavljali so vsebnost holesterola (mg) v gramu rumenjaka in dobili naslednje rezultate: bela plimutka (46,95), njuhempšir (50,62), njuhempšir x beli leghorn (47,07), njuhempšir x rodajland (46,27), beli wyandotte (48,60), beli leghorn s povprečno telesno maso 2,134 g (47,27), beli leghorn s povprečno telesno maso 1,861 g (39,22).

Hall in McKay (1992) sta izmerila holesterol v rumenjaku jajc šestih različnih populacij: zgodaj in pozno operjeni rdeči rodajland (16,61 mg/g) in (16,34 mg/g), njuhempšir (16,55 mg/g), beli leghorn (16,99 mg/g), in nedifinirana linija z prevladujočim belim genom podobna belemu leghornu (16,41 mg/g) in križanec med kokošmi te nedifinirane linije in petelini pozno operjenega rdečega rodajlanda (15,27 mg/g). Vsebnost holesterola je pri križanki torej manjša kot pri čistih pasmah.

Sainz in sod. (1983) so v jajcih čistih pasem izmerili naslednje vsebnosti holesterola (mmol/jajce): beli leghorn (0,62), rodajland (0,63), maran (0,74), saseks (0,79), pritlikavi saseks (0,29) in angleški borci (0,46). Rumenjaku so izmerili naslednje vrednosti holesterola (mg/g): beli leghorn ($37,9 \pm 3,2$), rodajland ($40,4 \pm 1,3$), maran ($45,3 \pm 1,0$),

saseks ($44,7 \pm 0,7$), pritlikavi saseks ($26,4 \pm 0,4$) in angleški borci ($47,6 \pm 1,2$).

Proizvodni tip in nesnost

Jacob in Miles (2008) navajata, da selekcija na manjšo vsebnost holesterola v jajcu ni najbolj zanesljiv način za zmanjšanje vsebnosti jajčnega holesterola. Prodajalec lahko prodaja jajca, ki vsebujejo zmanjšano količino holesterola, če imajo jajca vsaj 25 % manj holesterola, kot je standardna vsebnost le tega v jajcu.

Intihar (2006) je v poskus vključila jajca slovenske pitovne kokoši (označena kot WM) in jajca dveh linij kokoši, ki sta bili selekcionirani na večjo (D+) oziroma manjšo (D-) telesno maso pri 56. dnevu starosti. Ugotavlja, da je nesnost večja pri kokoših, ki so selekcionirane na manjšo telesno maso (D-). V skladu s pričakovanji, v rezultatih navaja, da so jajca težkega tipa kokoši (linija D+ in WM) vsebovala več holesterola ($16,05 \pm 1,27$ in $16,93 \pm 1,14$ mg/g rumenjaka) kot jajca lahkega tipa kokoši. Kokoši linije (D-), ki so boljše nesnice v primerjavi s kokošmi linije (D+) in WM, so nesle lažja jajca z manjšo vsebnostjo holesterola ($13,73 \pm 0,94$ mg/g rumenjaka).

Jajca staršev pitovnih piščancev vsebujejo značilno več holesterola kot jajca komercialnih nesnic (Turk in Barnett, 1971). Določila sta 369 in 251 mg holesterola /jajce. Washburn in Nix (1974) sta dokazala, da imajo kokoši lahkega tipa manjše vsebnosti holesterola kot kokoši težkega tipa. V poskus so bila vključena jajca križank med težkim in lahkim tipom kokoši in je povprečna vrednost holesterola v rumenjaku znašala $19,2 \pm 1,2$ mg/g in jajca težke pasme athens canadian (AC) s povprečno vsebnostjo holesterola $22,8 \pm 2,8$ mg/g rumenjaka.

Marks in Washburn (1977) sta proučevala vpliv dvosmerne selekcije na vsebnost holesterola v jajcu in sicer pri pitovni pasmi AC in leghorn. Po štirih generacijah odbire na manjšo in na večjo vsebnost holesterola so pri pasmi AC pri kontrolni skupini zabeležili $19,00 \pm 1,60$ mg holesterola /g rumenjaka, pri populaciji selekcionirani na manjšo vsebnost holesterola $18,90 \pm 1,68$ mg holesterola /g rumenjaka in pri populaciji selekcionirani na večjo vsebnost holesterola $20,17 \pm 1,58$ mg holesterola /g rumenjaka. Po treh generacijah selekcije leghorna na manjšo in večjo vsebnost holesterola so pri kontrolni skupini izmerili $17,15 \pm 1,89$ mg holesterola /g rumenjaka, pri populaciji selekcionirani na manjšo vsebnost

holesterola $17,56 \pm 3,31$ mg holesterola /g rumenjaka in pri populaciji selekcionirani na večjo vsebnost holesterola $18,94 \pm 2,19$ mg holesterola /g rumenjaka. Pri obeh pasmah je bila uspešna le selekcija na večjo vsebnost holesterola. Jajca staršev pitovnih piščancev vsebujejo več holesterola kot jajca nesnic.

Prehrana

Sutton (1984) navaja, da krma z manjšo vsebnostjo energije povzroči manjšo nesnost in padec koncentracije holesterola v jajcu. Prav tako trdi, da nesnice, ki so krmljene s krmo bogato z vlakninami, nesejo s holesterolom manj bogata jajca. Vlaknina namreč zmanjša resorbcijo žolčnih kislin v črevesju in poveča se vsebnost žolčnih kislin v blatu, saj se krma manj časa zadržuje v črevesju zaradi povečane peristaltike. Na enak način delujejo tudi saponini, ki v črevesju vežejo holesterol in zato se ga manj veže v jajce in meso. Jacob in Miles (2008) potrjujeta, da je krmljenje z nizko energijsko krmo uspešen način za zniževanja holesterola v jajcu.

McNaughton (1978) je proučeval vpliv vlaknine na vsebnost holesterola rumenjaku. Enaintrideset tednov stare nesnice beli leghorn so v kontrolni skupini znesle jajca, ki so vsebovala $13,80 \pm 0,84$ mg holesterola/g rumenjaka. Kot najbolj učinkovit vir vlaknine se je izkazala žagovina, sledi oves. Vsebnost holesterola v teh dveh skupinah je znašala v povprečju $12,37 \pm 0,53$ in $12,50 \pm 0,65$ mg/g. Tudi drugi izvori vlaknine so zmanjšali vsebnost holesterola v rumenjaku (mg/g): luščine riža ($12,99 \pm 0,94$), sončnična moka ($13,27 \pm 0,77$), lucerna ($13,38 \pm 0,71$).

Clareburgin in sod., 1971 (cit. po Washburn in Nix, 1974) navajajo, da je vsebnost holesterola odvisna od številnih dejavnikov v okolju in ga lahko zmanjšamo za 35 % z dodatkom rastlinskega sterola, sitosterola. Vendar obstajajo genetske omejitve, ki določajo vsebnost holesterola v jajcu, na katere z dejavniki okolja ne moremo vplivati.

Vsebnost jajčnega holesterola se je pri petinštirideset tednov starih nesnicah belega leghorna zmanjšala ob dodatku kroma in bakra v krmo. Dodatek pa ni vplival na nesnost, maso jajca, debelino in trdnost jajčne lupine. Za minimalno vsebnost jajčnega holesterola ta študija priporoča 125 mg Cu in 800-1600 µg Cr kot primeren dodatek h kilogramu krmne mešanice za nesnice (Lien in sod., 2004). O zmanjšanju vsebnosti holesterola v jajcu v primeru dodatka kroma v krmo pišeta tudi Jacob in Miles (2008).

Dodatek probiotika v krmo in njegov vpliv na nesnost, vsebnost holesterola v rumenjaku in serumu ter debelino jajčne lupine so proučevali Mohan in sod. (1995). Koncentracijo holesterola v jajcih štiriindvajsetih nesnic belega leghorna so proučevali od 28. do 38. tedna starosti. Koncentracija holesterola v jajcih kontrolne skupine je bila 14,69 mg in 11,28 ter 11,37 mg/g pri skupini z dodanim 100 oziroma 150 mg probiotika. Vsebnost holesterola v jajcu se je zmanjšala zaradi dodatka probiotika.

Posebna zdravila zmanjšajo koncentracijo holesterola v jajcu tudi do 50 %. Zdravila učinkujejo tako, da inhibirajo sintezo holesterola ali inhibirajo prenos holesterola iz krvi kokoši v razvijajoč rumenjak v ovariju (Jacob in Miles, 2008).

Način reje

Hatice in Mustafa (2005) sta proučevala vpliv uhlevitve nesnic na vsebnost holesterola v jajcih. Izbrala sta baterijsko in talno rejo. Jajca kokoši iz baterijske reje so imela značilno več holesterola v jajcu ($203,2 \pm 1,175$ mg) kot jajca kokoši iz talne reje ($188,8 \pm 1,178$ mg). Genotip in način uhlevitve sta značilno vplivala na vsebnost holesterola ($P < 0,01$).

2.2.3 Vsebnost holesterola v jajcih lokalnih pasem

Bair in Marion (1978) sta primerjala jajca gvinejske kokoši z jajci komercialnih pasem in križancev. Jajca gvinejskih kokoši so imela najmanjšo vsebnost holesterola 12,8 mg/g rumenjaka. Povprečna vsebnost holesterola je bila 14 mg/g rumenjaka. Strakova in sod. (2001) so v rumenjakih jajc gvinejske kokoši določili vsebnost holesterola 1010 mg/100 g.

Campo (1995) je v raziskavo vključil štiri španske pasme (castellana, buf prat, vasca in villafranquina), križanko med castellano in buf prat (C X BP- F₂) in populacijo belega

leghorna. Kokoši so bile stare trideset tednov. Med pasmami je ugotovil statistično značilno razliko v vsebnosti holesterola. Najmanjšo vsebnost holesterola so vsebovala jajca križank C X BP- F₂ in sicer $13,14 \pm 0,26$ mg holesterola/g rumenjaka. V primerjavi z belim leghornom ($16,30 \pm 0,26$ mg/g) in castellano ($15,65 \pm 0,26$ mg/g) so imele manjšo vsebnost holesterola v jajčnem rumenjaku tudi kokoši pasme villafranquina in buf prat in sicer $14,54 \pm 0,26$ mg/g in $14,56 \pm 0,26$ mg/g. Največjo vsebnost holesterola je ugotovil v jajcih pasme vasca $19,09 \pm 0,26$ mg/g rumenjaka. Jajca pasme vasca z najlažjimi rumenjaki in najmanjšim razmerjem rumenjaki : beljak so vsebovala največ holesterola, in sicer $304,29$ mg/jajce. Drugo največjo vsebnost holesterola v jajcu so izmerili pri pasmi beli leghorn in sicer $275,63$ mg/g. Jajca križank C X BP- F₂ pa so vsebovala $220,49$ mg holesterola/jajce.

Mikec in Dinarina-Sablić (2007) sta v poskus vključila jajca štirih komercialnih linij in avtohtone pasme hrvatice. Kokoši so bile različno stare, reja je bila talna ali baterijska, krmljene so bile s standardno krmno mešanico za kokoši nesnice. V vsaki skupini so vzeli po deset jajc in vsebnost holesterola določili po encimatski kolorimetrični metodi. Največja vsebnost holesterola je bila določena v jajcih avtohtone pasme hrvatice in sicer $1,259$ g/100g rumenjaka, najmanjša pa v jajcih lohman brown $0,940$ g/100g rumenjaka.

Oloyede (2005) je določil vsebnost holesterola v jajcih staršev pitovnih piščancev, lokalni pasmi kokoši in v račjih jajcih. Analiza je pokazala, da imajo največ holesterola jajca lokalne pasme kokoši ($184 \pm 10,7$ mg/rumenjak). Sledijo jajca staršev pitovnih piščancev ($168 \pm 8,2$ mg/rumenjak). Najmanjšo vsebnost je izmeril v račjih jajcih, in sicer $106,2 \pm 3,1$ mg.

Na severu Irana v centru za rejo avtohtone pasme mazandaran je Rahimi (2005) proučeval vpliv dodatka krmne stročnice na vsebnost plazemskega in jajčnega holesterola, nivo trigliceridov in vpliv na lastnosti jajčne lupine. V kontrolni skupini je izmeril $16,41$ mg holesterola/g rumenjaka.

Kovacs in sod. (1998) so določili koncentracijo holesterola v jajcih osmih madžarskih pasem kokoši. Vsebnost holesterola so podali v mg/g rumenjaka in v mg/jajce. Navajajo, da so predhodne študije pokazale najmanjšo vsebnost holesterola v jajcih shaver (134 ± 12

mg), pri starosti 22 tednov. Največjo vsebnost pa so določili v pasmi njuhempšir, pri starosti 44 tednov (368 ± 53 mg). Poudarjajo, da je to zanimiv podatek, glede na to, da je pasma njuhempšir na madžarskem prisotna kot dvoriščna nesnica in ima značilno večjo vsebnost holesterola od nesnic v intenzivnih farmskih pogojih reje. Pri madžarskih pasmah so določili naslednje vsebnosti holesterola v rumenjakih (mg/g): madžarska rumena ($13,2 \pm 13,3$), madžarska pegasta ($12,9 \pm 19$), madžarska bela ($13,9 \pm 0,4$), transilvanijska bela golovratka ($16,5 \pm 2,9$), transilvanijska črna golovratka ($13,8 \pm 1,0$), transilvanijska grahasta golovratka ($13,8 \pm 2,1$), njuhempšir bela ($16,9 \pm 1,9$), godollo njuhempšir ($16,6 \pm 1,9$).

Tudi v jajcih turške lokalne pasme denzli je bila povprečna vsebnost holesterola večja ($13,24 \pm 0,32$ mg/g) kot v rumenjakih komercialne nesnice hyline brown ($12,85 \pm 0,38$ mg/g). Vsebnost holesterola, preračunana na maso jajca, je pri pasmi denzli znašala 238,87 mg/jajce, pri hyline brown pa 216,73 mg/jajce. Denzli jajca so lažja (55,61 g in 66,28 g) in imajo večji delež rumenjaka (32,51 % in 25,49 %). Kokoši so bile stare 44 tednov in krmljene z enako krmno mešanico (Onobasilar in sod., 2001).

Attia in sod. (1988) so proučevali serumski in jajčni holesterol pri belemu leghornu in savdsko-arabski kokoši. Med pasmama ni bilo značilnih razlik v vsebnosti holesterola/g rumenjaka. Pri preračunu, kjer so upoštevali vsebnost holesterola (mg) na cel rumenjaka, pa so v jajcih kokoši belega leghorna zabeležili značilno večjo ($237,9 \pm 7,00$) povprečno vsebnost holesterola kot v rumenjakih jajc savdsko-arabske kokoši ($215,7 \pm 8,38$).

Tudi Sarica in sod. (2006) so v študiji ugotovili, da so jajca lokalnih turških pasem gerza in denzli lažja (54,30 g in 53,94 g) in imajo večji delež rumenjaka kot bele in rjave komercialne nesnice. V lokalni pasmi denzli so ugotovili 14,63 mg holesterola/g rumenjaka v pasmi gerze pa 15,20 mg/g. Več avtorjev poudarja, da imajo manjša jajca večji delež rumenjaka in večjo vsebnost holesterola (Campo, 1995; Onobasilar in sod. 2001; Sarica in sod. 2006).

Stepinska in sod. (1993) so ugotovili, da imajo jajca poljske green-food kokoši $13,94 \pm 0,22$ mg holesterola/g rumenjaka, rodajland $16,36 \pm 0,22$ mg holesterola/g rumenjaka, v jajcih belega leghorna pa so namerili $15,33 \pm 0,20$ mg holesterola/g rumenjaka. Potrdili so, da na maso jajca in delež rumenjaka v jajcu vplivata starost in pasma kokoši.

Zaniboni in sod. (2009) so pri italijanski lokalni pasmi mericanel della brianza, ki je značilna za območje Lombardije, določili povprečno maso jajca 38,6 g, od tega 36 % predstavlja rumenjaka. Vsebnost holesterola v jajcu je znašala 525 mg/100 g jajčne vsebine.

Simčič in sod. (2009) so v poskusu določali holesterol v jajcih isa brown in vsebnost primerjali z vsebnostjo holesterola v jajcih edine slovenske avtohtone pasme štajerske kokoši. Jajca ise brown so vsebovala $11,4 \pm 0,49$ mg holesterola/g rumenjaka, jajca štajerske kokoši pa $13,46 \pm 1,36$ mg holesterola/g rumenjaka.

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIAL

Jajca so bila zbrana na pedagoško raziskovalnem centru za perutninarstvo Oddelka za zootehniko. V poskus smo vključili tri slovenske tradicionalne pasme kokoši lahkega tipa: slovensko grahasto kokoš, slovensko rjavo kokoš, slovensko srebrno kokoš in tri slovenske tradicionalne pasme kokoši težkega tipa: slovensko zgodaj operjeno kokoš, slovensko pozno operjeno kokoš in slovensko pitovno kokoš. Vključili pa smo tudi edino slovensko avtohtono pasmo kokoši, to je štajersko kokoš in dve liniji (D+, D-) iz dvosmerne selekcije na telesno maso. V letu 2005 so pri vseh navedenih pasmah, ki so bile krmljene s popolno krmno mešanico za kokoši nesnice (NSK), pri starosti 50 tednov vzeli vzorec dvanajstih jajc po pasmi z namenom določitve vsebnosti holesterola v jajčnem rumenjaku. Kurnica je bila brez oken. Dnevna osvetlitev je trajala 14 ur. Kokoši so bile v talni reji na nastilu.

Od naključno izbranih tridesetih jajc po pasmi in liniji je Intihar (2006) stehtala in odbrala deset najtežjih. Za vse pasme in linije je pripravila liofilizirane vzorce rumenjakov. Holesterol pa je v okviru svoje naloge določila v jajcih dveh linij D(+), D(-) in slovenski pitovni kokoši (PK).

Iz že pripravljenih liofiliziranih vzorcev rumenjakov smo v okviru te diplomske naloge določili vsebnost holesterola in vsebnost suhe snovi v preostalih vzorcih slovenskih lokalnih pasem kokoši.

3.2 METODE DELA

V laboratoriju Katedre za prehrano smo opravili eksperimentalni del naloge. V liofiliziranih rumenjaki smo določili vsebnost suhe snovi s sušenjem (Official methods of analysis, 1990) in po postopku, ki ga navaja proizvajalec kita Boehringer – Mannheim (1987), pripravili bistre filtrate, iz katerih smo določili vsebnost holesterola v vzorcih po dveh metodah in sicer encimatski (metoda KIT), kjer spektrofotometrično določimo oksidacijski produkt pri encimski reakciji – formaldehid in spektrofotometrični metodi, z železovim(III) kloridom. Postopek priprave vzorca, določitev sušine, priprava filtrata, določitev holesterola v vzorcih rumenjaka in izvedba analiznega postopka po encimatski

metodi s formaldehidom so podrobno opisani v diplomskem delu Intihar (2006). Postopek določitve holesterola v jajcih z železovim(III) kloridom je opisan v nadaljevanju.

3.2.1 Priprava vzorca

V 50 ml merilno bučko smo zatehtali 0,250 g liofiliziranega rumenjaka. V bučko smo dodali 1 g kvarčnega peska, 20 ml sveže pripravljene raztopine kalijevega hidroksida v metanolu (1,0 mol/l) in 10 ml izopropanola. Na bučke smo namestili Liebigove hladilnike in zmes segrevali 30 minut, pri čemer smo zmes ves čas mešali z magnetnim mešalom. Motno raztopino smo nato ohladili na sobno temperaturo. Iz bučke smo odstranili magnetno mešalo in raztopino dopolnili do oznake z izopropanolom, dobro premešali in nato filtrirali skozi zguban filter papir. Za analizo smo uporabili bister filtrat. Filtrat, zavito v temen papir, lahko hranimo v hladilniku.

3.2.2 Priprava barvnega reagenta

Zatehtamo 170 mg železovega III kloridaheksahidrata ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) in ga raztopimo v 4,0 ml 80 % H_3PO_4 v 50 ml merilni bučki. Pred dodajanjem H_3PO_4 bučko postavimo v ledeno kopel v digestoriju. V bučko počasi, zaradi segrevanja, dodajamo koncentrirano (95–97 %) žvepleno kislino (H_2SO_4) do oznake. Pred uporabo počakamo, da se reagent ohladi.

3.2.3 Ekstrakcija holesterola

1. V epruveto z navojem odpipetiramo 0,6 ml mili Q vode in 1 ml filtrata.
2. V epruveto dodamo 5 ml heksana.
3. Vsebinsko premešamo na vortexu in centrifugiramo pri 2500 obratih deset minut. Po centrifugiranju se vsebina razsloji, v heksansko – zgornjo fazo, v katero se ekstrahira holesterol ter spodnjo, vodno fazo.
4. Odpipetiramo 2 ml v heksanskega ekstrakta v suho epruveto in odparimo heksan do suhega pri 50°C , s prepihanjem z dušikom.

3.2.4 Priprava standardnih raztopin za umeritveno premico

Za pripravo standardov v pet epruvet odpipetiramo 0,1 ml, 0,3 ml, 0,5 ml, 0,8 ml in 1,0 ml osnovne raztopine holesterola s koncentracijo 0,1 g/l, ter ustrezeni volumen etanola, da dosežemo končni volumen 2 ml. V šesto epruveto (slepi vzorec) odpipetiramo le 2 ml etanola – slepi preskus.

3.2.5 Priprava raztopin za spektrofotometrično meritev

1. V epruveto s suhim heksanskim ekstraktom vzorca dodamo 2 ml etanola in dobro premešamo.
2. V vse epruvete (slepi vzorec, standardne raztopine, raztopina vzorca) previdno dodamo 2 ml barvnega reagenta, previdno premešamo, ker se raztopina močno segreje.
3. Epruvete zamašimo in jih pustimo stati 30 minut pri sobni temperaturi, da se razvije barvni kompleks.

3.2.6 Spektrofotometrična meritev – določitev holesterola v filtratu

Posnamemo absorpcijski spekter v območju 540 nm za standardno raztopino srednje koncentracije. Iz dobljenega spektra določimo valovno dolžino, ki ustreza maksimumu absorpcije.

V kiveto nalijemo raztopino slepega vzorca do približno 4/5 njene višine in jo držimo na neprozorni površini. Z vpojnim papirjem obrišemo stene kivete in jo vstavimo v držalo. Zapremo pokrov spektrofotometra. Valovno dolžino merjenja nastavimo na valovno dolžino, ki smo jo določili kot maksimum absorpcije. Absorbanco nastavimo na nič. Nato odčitamo absorbance za vse raztopine za umeritveno premico in za vzorce.

3.2.7 Določitev sušine v rumenjkih

1. V označene tehtiče damo kvarčni pesek, stekleno palčko in na pol pokrijemo s pokrovčkom. Tako pripravljene tehtiče zložimo na pladenj in jih 1 uro sušimo na 120°C.

2. Ohlajene, suhe tehtiče stehtamo, dodamo 3 – 5 g vzorca in dodro premešamo s kvarčnim peskom, da se vzorec lažje posuši. Vzorce sušimo v sušilniku do konstantne mase pri temperaturi 103 °C 3 ure.

3. Vzorce po sušenju prestavimo v eksikator, kjer se ohladijo. Ohlajene ponovno stehtamo.

4. Izračun suhe snovi – SS (po sušenju v sušilniku) je enak izračunu zračne suhe snovi (ZSS).

$$SS - suha\ snov = \frac{masa\ posušenega\ vzorca\ (g)}{masa\ liofiliziranega\ vzorca\ (g)} * 1000 \quad [g / kg]$$

5. Izračun celotne suhe snovi – SS v rumenjaku:

$$celotna\ SS = \frac{SS * ZSS}{1000} \quad [g / kg]$$

3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Dobljene podatke o vsebnosti holesterola smo vnesli v računalnik in sicer v program Excel v okolju Windows ter pripravili preglednice za statistično obdelavo. Podatke smo obdelali s statističnim paketom SAS/STAT Inst. Inc. (2001). V analizo smo vključili povprečje dveh ponovitev. Osnovne statistične parametre smo izračunali s proceduro MEANS in QLM.

Najprej smo uporabili model 1, v katerega smo vključili sistematski vpliv pasme na vsebnost holesterola v jajcih. Vključene so bile avtohtona pasma (štajerska kokoš), tri tradicionalne pasme lahkega tipa (slovenska rjava kokoš, slovenska srebrna kokoš, slovenska grahasta kokoš) in tri tradicionalne pasme težkega tipa (slovenska zgodaj operjena kokoš, slovenska pozno operjena kokoš, slovenska pitovna kokoš).

$$y_{ij} = \mu + P_i + e_{ij} \quad (\text{model 1})$$

y_{ij} vsebnost holesterola (mg/g rumenjaka)

μ srednja vrednost populacije

P_i pasma kokoši

e_{ij} ostanek

V model 2 smo vključili sistematski vpliv pasme znotraj proizvodnega tipa slovenskih tradicionalnih pasem kokoši. Ločili smo jih glede na proizvodni tip in sicer na lahke (slovenska rjava kokoš, slovenska srebrna kokoš, slovenska grahasta kokoš) in težke kokoši (slovenska zgodaj operjena kokoš, slovenska pozno operjena kokoš, slovenska pitovna kokoš). Ker je štajerska kokoš edina avtohtona pasma smo jo iz te analize izločili. Z namenom proučitve vsebnosti holesterola v jajcih vseh slovenskih tradicionalnih pasem, smo vključili v statistično obdelavo podatkov (model 2) še vsebnost holesterola v jajcih slovenske pitovne kokoši. Vsebnost holesterola v jajcih slovenske pitovne kokoši je podana v diplomski nalogi Intihar (2006) in je bila prav tako določena z encimsko-spektrofotometrično metodo (KIT).

$$y_{ijm} = \mu + T_i + P_{ij} + e_{ijm} \quad (\text{model 2})$$

y_{ij} vsebnost holesterola (mg/g rumenjaka)

μ srednja vrednost populacije

T_i proizvodni tip kokoši

P_{ij} pasma kokoši

e_{ijm} ostanek

S statističnim paketom SAS Inst. Inc. (2001) smo testirali obe metodi po katerih smo določali holesterol. Za primerjavo obeh metod smo uporabili proceduro MIXED.

4 REZULTATI

4.1 MASA JAJCA, BELJAKA, RUMENJAKA IN JAJČNE VSEBINE

V preglednici 1 so podane masa jajc in mase sestavnih delov jajc, ki so bile zbrane in vključene v analizo. Pri vsaki pasmi smo stehali 12 jajc.

Preglednica 1: Osnovni statistični parametri za maso jajca in posamezne sestavne dele pri slovenskih lokalnih pasmah kokoši (*n = 12)

Masa (g)	Pasma	Srednja vrednost	Minimum	Maksimum	Standardni odklon
Jajca	Slovenska rjava kokoš (R)	68,53	65,4	74,6	2,84
Beljaka		40,57	37,2	45,9	2,47
Rumenjaka		18,35	17,1	19,8	0,84
Razmerje (R : B)**		1 : 2,2	-	-	-
Jajčne vsebine		58,92	55,6	64,4	2,42
Jajca	Slovenska srebrna kokoš (S)	70,41	66,4	77,5	2,91
Beljaka		44,25	41,4	51,4	2,86
Rumenjaka		17,77	16,2	18,9	0,95
Razmerje (R : B)		1 : 2,5	-	-	-
Jajčne vsebine		62,02	58,7	68,9	2,77
Jajca	Slovenska grahasta kokoš (G)	65,79	63,5	69,7	1,98
Beljaka		40,50	38,1	44,6	1,84
Rumenjaka		18,56	16,2	20,3	1,30
Razmerje (R : B)		1 : 2,2	-	-	-
Jajčne vsebine		59,06	56,9	63,2	2,08
Jajca	Slovenska zgodaj operjena kokoš (ZO)	68,66	65,9	75,6	3,10
Beljaka		39,81	37,1	46,3	2,84
Rumenjaka		20,93	18,4	23,9	1,47
Razmerje (R : B)		1 : 1,9	-	-	-
Jajčne vsebine		60,74	57,4	68,0	3,11
Jajca	Slovenska pozno operjena kokoš (PO)	67,76	64,9	73,6	2,54
Beljaka		39,83	36,8	43,2	1,91
Rumenjaka		20,33	18,7	22,8	1,30
Razmerje (R : B)		1 : 2,0	-	-	-
Jajčne vsebine		60,16	57,0	66,0	2,39
Jajca	Štajerska kokoš (ŠK)	54,86	53,1	56,7	1,20
Beljaka		31,65	30,4	33,2	0,78
Rumenjaka		17,23	16,0	18,3	0,73
Razmerje (R : B)		1 : 1,8	-	-	-
Jajčne vsebine		48,88	47,0	50,8	1,14

*število vzorcev v posamezni pasmi

**rumenjaka : beljak

Najtežja so bila jajca S (70,41 g) in pri njih je tudi najširše razmerje med maso rumenjaka in maso beljaka (1 : 2,5). Pri tej pasmi je bilo tudi jajce z največjo maso (77,54 g). Po masi sledijo jajca ZO (68,66 g), R (68,53 g), PO (67,76 g) in G (65,79 g). Jajca pasme ŠK so

bila najlažja (54,86 g) in pri njih je bilo tudi najožje razmerje med maso rumenjaka in maso beljaka (1 : 1,8). Največji standardni odklon je bil pri pasmi ZO, kjer je bila razlika med najtežjim in najlažjim jajcem 9,78 g. Največjo maso beljaka imajo v povprečju jajca S (44,25 g). Jajca kokoši R, G, PO, ZO so imela v povprečju približno enako maso beljaka (40,57 g, 40,50 g, 39,83 g, 39,81 g). Najmanjšo maso beljaka so imela jajca ŠK (17,23 g). Najtežji rumenjak smo stehali pri pasmi ZO (20,93 g), najlažji pa pasmi ŠK (17,23 g).

Podatki o povprečnih deležih posameznih sestavnih delov jajca so zbrani v preglednici 2. Delež beljaka je največji pri jajcih pasme S ($62,81 \pm 1,95$ %). Najmanjši delež beljaka pa imajo jajca ŠK ($57,71 \pm 0,93$ %). Ravno obratno je pri povprečni vsebnosti rumenjaka v jajcih. Največji delež rumenjaka imajo jajca pasme ŠK ($31,40 \pm 1,00$ %), najmanjšega pa jajca pasme S ($25,27 \pm 1,53$ %). Delež rumenjaka v jajčni vsebini je največji pri jajcih ŠK ($35,24 \pm 1,05$ %), ki so bila najlažja, najmanjši pa pri jajcih pasme S ($28,69 \pm 1,86$ %), ki so bila najtežja.

Preglednica 2: Povprečni deleži sestavnih delov jajca pri slovenskih lokalnih pasmah kokoši (*n = 12)

Delež v jajcu (%)	Pasma					
	R	S	G	ZO	PO	ŠK
Beljak	59,21 ± 2,84	62,81 ± 1,95	61,57 ± 2,12	57,93 ± 2,12	58,78 ± 1,65	57,71 ± 0,93
Rumenjak	26,80 ± 1,51	25,27 ± 1,53	28,20 ± 1,64	30,50 ± 2,10	30,00 ± 1,52	31,40 ± 1,00
Jajčna vsebina	86,01 ± 2,03	88,07 ± 0,64	89,77 ± 0,94	88,43 ± 1,08	88,78 ± 0,74	89,11 ± 0,59
Rumenjak v jajčni vsebini	31,18 ± 1,79	28,69 ± 1,86	31,42 ± 1,94	34,49 ± 2,31	33,80 ± 1,73	35,24 ± 1,05

R – slovenska rjava kokoš, S – slovenska srebrna kokoš, G – slovenska grahasta kokoš, ZO – slovenska zgodaj operjena kokoš, PO – slovenska pozno operjena kokoš, ŠK – štajerska kokoš

*število vzorcev v posamezni pasmi

4.2 VSEBNOST SUHE SNOVI

Vsebnost suhe snovi v svežih rumenjakih smo izračunali iz vsebnosti sušine v liofiliziranih vzorcih rumenjakov.

Osnovni statistični parametri za vsebnost suhe snovi v svežih rumenjakih, pri slovenskih lokalnih pasmah kokoši, so podani v preglednici 3. Največjo srednjo vrednost za vsebnost sušine imajo jajca pasme R (517,09 g SS/kg svežega rumenjaka), najmanjšo pa jajca pasme G (501,93 g SS/kg svežega rumenjaka). Jajce pasme R je imelo tudi največ sušine (533,6 g SS/kg svežega rumenjaka), jajce pasme ŠK pa najmanj (467,2 g SS/kg svežega rumenjaka). Jajca pasme R so imela največji standardni odklon in sicer 10,53 g SS/kg

svežega rumenjaka, jajca pasme G pa najmanjši standardni odklon in sicer 1,30 g SS/kg svežega rumenjaka.

Preglednica 3: Vsebnost suhe snovi v rumenjaki in osnovni statistični parametri (g SS/kg svežega rumenjaka) pri slovenskih lokalnih pasmah kokoši

Številka jajca	Pasma					
	R	S	G	ZO	PO	ŠK
1	533,6	525,5	507,8	513,7	518,1	515,3
2	519,5	521,4	507,0	502,2	521,2	513,8
3	516,9	510,6	496,7	516,7	520,0	516,8
4	527,6	520,1	495,1	499,9	516,5	509,2
5	503,6	517,1	505,5	516,2	522,5	473,0
6	515,3	509,6	505,5	519,9	514,9	497,4
7	519,7	509,1	501,9	503,2	506,9	512,2
8	510,2	511,6	504,7	511,7	510,9	467,2
9	514,2	503,7	503,0	506,0	526,3	504,7
10	527,8	506,3	497,4	509,2	505,6	499,6
11	495,8	499,8	493,0	508,4	519,2	514,1
12	520,7	515,1	505,5	516,5	514,1	507,5
Srednja vrednost	517,09	512,50	501,93	510,30	516,34	502,58
Minimum	495,8	499,8	493,0	499,9	505,6	467,2
Maksimum	533,6	525,5	507,8	519,9	526,3	516,8
Standardni odklon	10,53	7,59	1,30	6,52	6,23	16,37

R – slovenska rjava kokoš, S – slovenska srebrna kokoš, G – slovenska grahasta kokoš, ZO – slovenska zgodaj operjena kokoš, PO – slovenska pozno operjena kokoš, ŠK – štajerska kokoš

4.3 PRIMERLJIVOST DVEH METOD ZA DOLOČANJE VSEBNOSTI HOLESTEROLA

V preglednici 4 je podana osnovna statistika za vsebnost holesterola v jajcih, ki smo jo določili po dveh metodah, eno smo poimenovali metoda KIT in drugo metoda FeCl₃. Pri vseh šestih lokalnih pasmah kokoši, ki smo jih vključili v poskus, smo imeli dvanajst liofiliziranih vzorcev rumenjakov. Za zagotovitev čim večjega števila opazovanj smo namesto povprečij dveh paralelek v statistično analizo vključili posamezne meritve (paralelke), tako smo dobili 144 meritev pri vsaki metodi.

Preglednica 4: Osnovni statistični parametri za vsebnost holesterola določeno po dveh metodah (mg holesterola/g SS rumenjaka)

	N	LSM ¹	Minimum	Maksimum	Standardna napaka ocene	P-vrednost
FeCl ₃	144	27,75	22,42	35,99	0,30	0,2851
KIT	144	28,20	23,28	36,09	0,30	

¹ocenjena srednja vrednost po metodi najmanjših kvadratov

Za primerjavo obeh metod ugotavljanja vsebnosti holesterola v suhi snovi rumenjaka je bila uporabljena procedura MIXED v sklopu statističnega paketa SAS/STAT, kjer smo upoštevali obe paralelki. V model smo vključili vpliv pasme, metode ugotavljanja vsebnosti holesterola in njune interakcije. Statistična analiza ni pokazala značilnih razlik ($p=0,2851$) med metodama ugotavljanja vsebnosti holesterola v jajčnem rumenjaku.

4.4 VSEBNOST HOLESTEROLA

V diplomski nalogi smo za statistično obdelavo podatkov uporabili rezultate o vsebnosti holesterola, ki smo jih dobili po metodi KIT. Metodo KIT smo izbrali, ker smo v analizo vključili tudi podatke o vsebnosti holesterola v rumenjakih slovenske pitovne kokoši, ki jih je Intihar (2006) dobila po isti metodi.

Vsebnosti holesterola smo merili v liofiliziranih vzorcih rumenjakov. Vrednosti smo izrazili v mg holesterola/g svežega rumenjaka (preglednica 6). Vse ostale vrednosti (mg holesterola/g suhe snovi rumenjaka, mg holesterola v rumenjaku, mg holesterola/ g jajčne vsebine, mg holesterola v jajčni vsebini, mg holesterola/100 g svežega rumenjaka, mg holesterola/100 g jajčne vsebine, mg holesterola/jajce in mg holesterola/g jajca) so izračunane in izpeljane s pomočjo vsebnosti suhe snovi v rumenjakih, mase svežih rumenjakov, mase jajca in mase jajčne vsebine (preglednica 5).

Srednja vrednost (preglednica 6) za vsebnost holesterola v gramu svežega rumenjaka je bila največja pri kokoših pasme ZO ($15,86 \pm 1,64$ mg/g svežega rumenjaka). Sledijo jajca pasem PO ($15,16 \pm 1,61$ mg/g svežega rumenjaka), G ($14,93 \pm 1,50$ mg/g svežega rumenjaka), ŠK ($14,71 \pm 0,88$ mg/g svežega rumenjaka) in R ($14,19 \pm 1,47$ mg/g svežega rumenjaka). Najmanjšo vsebnost holesterola v gramu svežega rumenjaka pa imajo jajca pasme S ($14,03 \pm 0,70$ mg/g svežega rumenjaka) (preglednica 6).

Preglednica 5: Vsebnosti holesterola v jajcih slovenskih lokalnih pasem kokoši, izražene na različne načine (n = 12)*

Vsebnost holesterola (mg)	Pasma					
	R	S	G	ZO	PO	ŠK
na g SS rumenjaka	27,44 ± 2,77	27,39 ± 1,42	29,75 ± 3,02	31,09 ± 3,40	29,63 ± 3,01	29,29 ± 1,38
v rumenjaku	259,65 ± 20,89	249,19 ± 15,73	277,47 ± 39,50	331,51 ± 39,47	308,26 ± 37,32	253,31 ± 17,92
na g jajčne vsebine	4,41 ± 0,37	4,03 ± 0,31	4,70 ± 0,66	5,45 ± 0,54	5,13 ± 0,62	5,18 ± 0,32
v jajčni vsebini	259,65 ± 20,89	249,19 ± 15,73	277,47 ± 39,50	331,51 ± 39,47	308,26 ± 37,32	253,31 ± 17,92
na 100 g svežega rumenjaka	1419,06 ± 147,25	1403,38 ± 69,89	1493,20 ± 150,13	1585,61 ± 164,20	1516,47 ± 161,03	1470,85 ± 87,65
na 100 g jajčne vsebine	441,15 ± 37,24	402,59 ± 31,19	470,39 ± 66,48	545,43 ± 54,15	512,69 ± 61,58	518,12 ± 31,72
na jajce	259,65 ± 20,89	249,19 ± 15,73	277,74 ± 39,50	331,51 ± 39,47	308,26 ± 37,32	253,31 ± 17,92
na g jajca	3,79 ± 0,34	3,54 ± 0,26	4,22 ± 0,59	4,82 ± 0,47	4,55 ± 0,54	4,62 ± 0,29

R – slovenska rjava kokoš, S – slovenska srebrna kokoš, G – slovenska grahasta kokoš, ZO – slovenska zgodaj operjena kokoš, PO – slovenska pozno operjena kokoš, ŠK – štajerska kokoš

*število vzorcev v posamezni pasmi

Najmanjšo vsebnost holesterola v rumenjaku (12,3 mg/g svežega rumenjaka) je imelo jajce kokoši pasme R, največjo pa smo izmerili v jajcu kokoši pasme G (18,6 mg/g svežega rumenjaka). Največji standardni odklon v vsebnosti holesterola je bil pri jajcih pasme ZO in sicer 1,64 mg/g svežega rumenjaka ter najmanjši standardni odklon (0,70 mg/g svežega rumenjaka) pri jajcih pasme S (preglednica 6).

Preglednica 6: Osnovni statistični parametri za vsebnost holesterola (mg/g svežega rumenjaka) v jajcih slovenskih lokalnih pasem kokoši (n = 12)*

Pasma	Srednja vrednost	Minimum	Maksimum	Standardni odklon
R	14,19	12,3	18,0	1,47
S	14,03	12,7	15,3	0,70
G	14,93	13,6	18,6	1,50
ZO	15,86	12,8	18,2	1,64
PO	15,16	12,7	18,1	1,61
ŠK	14,71	13,1	16,2	0,88

R – slovenska rjava kokoš, S – slovenska srebrna kokoš, G – slovenska grahasta kokoš, ZO – slovenska zgodaj operjena kokoš, PO – slovenska pozno operjena kokoš, ŠK – štajerska kokoš

*število vzorcev v posamezni pasmi

4.5 VIRI VARIABILNOSTI V VSEBNOSTI HOLESTEROLA

V model 1 smo najprej vključili pasmo kot sistematski vpliv na vsebnost holesterola v jajcih. Z namenom proučitve vsebnosti holesterola v jajcih vseh slovenskih lokalnih pasem smo v statistično obdelavo podatkov vključili še vsebnost holesterola v jajcih slovenske pitovne kokoši. Vsebnost holesterola v jajcih slovenske pitovne kokoši je podana v diplomski nalogi Intihar (2006).

Preglednica 7: Ocene srednjih vrednosti s standardnimi napakami ocen in statistična značilnost razlik med pasmami v vsebnosti holesterola v jajcih (mg/g svežega rumenjaka)

Pasma	¹ LSM ± ² SEE	Statistična značilnost razlik med pasmami v vsebnosti holesterola						
		R	S	G	ZO	PO	ŠK	PK
R	14,19 ± 0,38	•	0,7728	0,1747	0,0029	0,0758	0,3415	0,0001
S	14,03 ± 0,38		•	0,1011	0,0012	0,0400	0,2163	0,0001
G	14,93 ± 0,38			•	0,0918	0,6683	0,6808	0,0007
ZO	15,86 ± 0,38				•	0,2052	0,0372	0,0626
PO	15,16 ± 0,38					•	0,4018	0,0027
ŠK	14,71 ± 0,38						•	0,0002
PK	16,93 ± 0,42							•

R – slovenska rjava kokoš, S – slovenska srebrna kokoš, G – slovenska grahasta kokoš, ZO – slovenska zgodaj operjena kokoš, PO – slovenska pozno operjena kokoš, ŠK – štajerska kokoš, PK – slovenska pitovna kokoš

¹LSM ocenjena srednja vrednost; ²SEE standardna napaka ocene

Pasma je statistično zelo značilno vplivala na vsebnost holesterola, izraženega v mg/g svežega rumenjaka in na vsebnost holesterola izraženega v mg/g jajca in mg/jajce ($p < 0,0001$) (model 1). Ocene srednjih vrednosti za vsebnost holesterola v jajcih med pasmami prikazuje preglednica 7.

V model 2 smo vključili vpliv proizvodnega tipa tradicionalnih kokoši, in sicer lahki (slovenska rjava kokoš, slovenska srebrna kokoš in slovenska grahasta kokoš) in težki (slovenska zgodaj in pozno operjena kokoš, slovenska pitovna kokoš) tip kokoši. Vključili smo tudi vpliv pasme znotraj proizvodnega tipa kokoši. ŠK je med proučevanimi pasmami edina avtohtona pasma, zato smo jo iz analize izključili (preglednica 8, preglednica 9).

Preglednica 8: Statistična značilnost vplivov (pasma, proizvodni tip) na sestavne dele jajca in na vsebnost holesterola

		p - vrednosti za vpliv	
		Pasma	Proizvodni tip
Masa	Rumenjaka	0,1189	0,0001
	Jajca	0,0001	0,0001
	Jajčne vsebine	0,0001	0,0001
	Beljaka	0,0001	0,6258
Delež	Beljaka	0,0001	0,0002
	Rumenjaka	0,0001	0,0001
Vsebnost holesterola			
mg/g svežega rumenjaka		0,0273	0,0001
mg/g jajca		0,0041	0,0001
mg/jajce		0,0004	0,0001

Proizvodni tip je je značilno vplival na maso in dele posameznih delov jajca razen na maso beljaka ($p=0,6258$). Tudi pasma značilno vpliva na maso jajca, jajčne vsebine in beljaka ter delež beljaka in rumenjaka, ne pa na maso rumenjaka ($p=0,1189$). Proizvodni tip je značilno vplival ($p < 0,0001$) na vsebnost holesterola v jajcih, izraženega v mg/g svežega rumenjaka, mg/g jajca in mg/jajce.

Obstaja tudi statistično značilen vpliv pasme na vsebnost holesterola v jajcih, izraženega v mg/g svežega rumenjaka, mg/g jajca in mg/jajce (preglednica 8).

Preglednica 9: Ocene srednjih vrednosti s standardnimi napakami ocen ter statistična značilnost razlik v vsebnosti holesterola v jajcih (mg/g svežega rumenjaka) med slovenskimi tradicionalnimi pasmami

Pasma	¹ LSM ± ² SEE	Statistična značilnost razlik v vsebnosti holesterola med pasmami znotraj proizvodnega tipa					
		R	S	G	ZO	PO	PK
R	14,19 ± 0,40	•	0,9998	0,7793	0,0498	0,5244	0,0003
S	14,03 ± 0,40		•	0,6112	0,0239	0,3560	0,0001
G	14,93 ± 0,40			•	0,5815	0,9984	0,0159
ZO	15,86 ± 0,40				•	0,8254	0,4700
PO	15,16 ± 0,40					•	0,0462
PK	16,93 ± 0,43						•

R – slovenska rjava kokoš, S – slovenska srebrna kokoš, G – slovenska grahasta kokoš, ZO – slovenska zgodaj operjena kokoš, PO – slovenska pozno operjena kokoš, PK – slovenska pitovna kokoš

¹LSM ocenjena srednja vrednost; ²SEE standardna napaka ocene

Proučili smo razlike v vsebnosti holesterola v jajcih slovenskih tradicionalnih pasem kokoši lahkega in težkega tipa. Ocena srednjih vrednosti ter statistična značilnost med pasmami v vsebnosti holesterola je podana v preglednici 9.

Preglednica 10: Ocena srednjih vrednosti s standardno napako ocene in statistična značilnost razlik v vsebnosti holesterola v jajcih slovenskih tradicionalnih pasem kokoši lahkega in težkega proizvodnega tipa

Tip	N	¹ LSM ± ² SEE			p-vrednost
		mg/jajce	mg/g svežega rumenjaka	mg/g jajca	
Lahki (R, S, G)	36	262,19 ± 5,75	14,39 ± 0,24	3,85 ± 0,08	0,0001
Težki (ZO, PO, PK)	34	332,71 ± 5,92	15,93 ± 0,25	4,70 ± 0,08	

R – slovenska rjava kokoš, S – slovenska srebrna kokoš, G – slovenska grahasta kokoš, ZO – slovenska zgodaj operjena kokoš, PO – slovenska pozno operjena kokoš, PK – slovenska pitovna kokoš

¹LSM ocenjena srednja vrednost; ²SEE standardna napaka ocene

Pri vsaki pasmi smo analizirali dvanajst vzorcev jajčnih rumenjakov. Tako smo pri lahkem tipu, kamor smo vključili pasme R, S in G analizirali 36 vzorcev. Pri težkem tipu smo v okviru te diplomske naloge določili vsebnost holesterola v jajcih ZO in PO kokoši in sicer dvanajst vzorcev po pasmi. Intihar (2006) je določila vsebnost holesterola v jajcih PK, kjer je v analizo vključila deset jajc oziroma deset vzorcev. Število vzorcev pri težkem tipu je zato 34 (preglednica 10).

Ocenjena srednja vrednost za vsebnost holesterola je bila večja pri kokoših težkega tipa ($15,93 \pm 0,25$ mg/g svežega rumenjaka). Povprečna vrednost za vsebnost holesterola v rumenjaku jajc kokoši lahkega tipa je manjša in sicer $14,39 \pm 0,24$ mg/g svežega rumenjaka (preglednica 10).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Masa jajca, beljaka, rumenjaka in jajčne vsebine

Med različnimi pasmami kokoši ali križankami obstajajo značilne razlike v masi jajc (Hatice in Mustafa, 2005). Obstajajo pa tudi razlike v masi jajc med živalmi iste pasme ali linije (Holcman, 2004). Na maso jajc poleg genotipa kokoši (Hatice in Mustafa, 2005), vplivata tudi telesna masa in starost kokoši. Težje kokoši nesejo težja jaja (Scott in Silversides, 2000; Kırıkçı in sod. 2007). Ob nastopu spolne zrelosti nesejo kokoši lažja jajca in z nesnostjo se povečuje masa jajc. Z velikostjo se skladno spreminjajo tudi sestavni deli jajca in sicer tako, da se delež rumenjaka zmanjšuje, delež beljaka pa povečuje (Zorko, 1995).

Tudi rezultati našega poskusa (preglednica 8), so potrdili, da pasma značilno vpliva na maso jajca, maso beljaka in jajčne vsebine in na delež beljaka in rumenjaka ($p < 0,0001$). Vpliv pasme na maso rumenjaka v naši analizi ni statistično značilen ($p = 0,1189$).

Proizvodni tip kokoši statistično značilno vpliva (preglednica 8) na maso jajca ($p = 0,0001$), rumenjaka ($p < 0,0001$) in jajčne vsebine ($p < 0,0001$), ne pa na maso beljaka ($p = 0,6258$). Proizvodni tip statistično značilno vpliva na delež beljaka ($p = 0,0002$) in na delež rumenjaka v jajcu ($p < 0,0001$).

Od velikosti rumenjaka je odvisna velikost jajca (Scott in Silversides, 2000), vendar je heritabiliteta za maso rumenjaka majhna. Večja jajca vedno vsebujejo manj rumenjaka v primerjavi z manjšimi jajci (Ahn in sod., 1997). Naša analiza potrjuje, da so imela jajca slovenske srebrne kokoši z največjo maso (70,41 g) najmanjšo maso rumenjaka (17,77 g) med tradicionalnimi pasmami. Lažje rumenjake je imela samo štajerska kokoš (17,23 g), ki pa nese najlažja jajca med lokalnimi pasmami kokoši. Vendar je delež rumenjaka od mase jajca v teh jajcih največji (31,4 %).

V skladu z našimi pričakovanji so imela jajca dveh pasem težkega tipa kokoši (ZO, PO) in avtohtone pasme kokoši ŠK (preglednica 2) večji delež rumenjaka v jajcu v primerjavi z jajci pasem lahkega proizvodnega tipa (R, S, G.).

5.1.2 Vsebnost holesterola v jajcih slovenske avtohtone pasme štajerske kokoši

Holcman (2004) navaja, da kokoši avtohtonih pasem znesejo manj jajc od komercialnih križank in zato vsebujejo več holesterola.

Primerjava vsebnosti holesterola v rumenjakih jajc slovenskih lokalnih pasem kokoši lahkega tipa, je pokazala, da je vsebnost holesterola v rumenjakih jajc slovenske grahaste kokoši ($14,93 \pm 1,50$ mg/g) večja od vsebnosti holesterola v rumenjakih štajerske kokoši ($14,71 \pm 0,88$ mg/g). Manjšo vsebnost smo ugotovili v jajcih slovenske rjave in srebrne kokoši in sicer $14,19 \pm 1,47$ mg holesterola/g rumenjaka in $14,03 \pm 0,70$ mg holesterola/g rumenjaka.

Jajca edine slovenske avtohtone pasme kokoši so v povprečju vsebovala $14,71 \pm 0,88$ mg holesterola/g svežega rumenjaka. Štajerska kokoš je lahki tip kokoši, saj tehta dva kilograma ($2\text{--}2,25$ kg) in znese precej manj jajc kot pasme, ki so bile selekcionirane na večjo nesnost in večjo maso jajc (slovenske tradicionalne pasme lahkega tipa). Seleksijsko delo na štajerski kokoši je bilo opuščeno v drugi polovici prejšnjega stoletja. To se pozna na njeni skromni letni nesnosti, ki je med 130 in 160 jajci. Po telesni masi je štajerska kokoš podobna slovenski srebrni kokoši ($2,2\text{--}2,4$ kg) in slovenski rjavi kokoši ($1,8\text{--}2,2$ kg) (Šalehar in sod., 2006). Med temi tremi pasmami je avtohtona štajerska kokoš pričakovano najslabša nesnica in nese najdrobnejša jajca z največjim deležem rumenjaka in največjo vsebnostjo holesterola v rumenjakih.

Slovenska grahasta kokoš je srednje težki tip kokoši. Uvrščamo jo med težje nesnice saj tehta ($2,3\text{--}2,7$ kg) in ima med slovenskimi tradicionalnimi pasmami lahkega tipa najslabšo nesnost, ki vseeno presega nesnost štajerske kokoši (Šalehar in sod., 2006). V primerjavi s slovensko grahasto kokošjo nese avtohtona štajerska kokoš jajca z večjim deležem rumenjaka a neznačilno manjšo vsebnostjo holesterola v rumenjakih.

Vsebnost holesterola v jajcih štajerske kokoši se je statistično značilno razlikovala od vsebnosti holesterola v jajcih slovenske zgodaj operjene kokoši ($p=0,0372$) in slovenske pitovne kokoši ($p=0,0002$). Nismo pa ugotovili statistično značilnih razlik v vsebnosti holesterola med jajci štajerske kokoši in jajci slovenske srebrne ($p=0,2163$), slovenske rjave ($p=0,3415$), slovenske grahaste ($p=0,6808$) in slovenske pozno operjene ($p=0,4018$)

kokoši (preglednica 7).

Simčič in sod. (2009) so merili vsebnost holesterola v jajcih avtohtonih štajerskih kokoši iz različnih jat. Jajca so zbrali pri petih različnih rejcih jat štajerskih kokoši. Štiri jate štajerskih kokoši so redili v hlevih z izpusti, eno pa v baterijski reji. Jajca so pobirali vsakih deset tednov od novembra do julija. Ob vsakokratnem vzorčenju je deset jajc ene jate predstavljalo en vzorec. V jajcih avtohtone štajerske kokoši so izmerili $13,46 \pm 1,36$ mg holesterola/g rumenjaka, v naši raziskavi pa $14,71 \pm 0,88$ mg holesterola/g rumenjaka.

V primerjavi z hrvaško avtohtono pasmo hrvatico, kjer sta Mikec in Dinarina-Sablić (2007) v rumenjaki desetih jajc določila povprečno 1,259 g holesterola/100g rumenjaka, smo v rumenjaki slovenske avtohtone štajerske kokoši določili večjo vsebnost holesterola in sicer 1,470 g/100 g rumenjaka.

5.1.3 Vsebnost holesterola v jajcih slovenskih tradicionalnih pasem kokoši lahkega in težkega tipa

Jajca kokoši težkega proizvodnega tipa vsebujejo več holesterola, kot jajca kokoši nesnic. Razlike obstajajo tudi med pasmami (Holcman, 2004).

Vzorci jajc, ki smo jim določili vsebnost holesterola, smo pobrali v letu 2004/2005. V omenjenem obdobju so spremljali nesnost slovenskih tradicionalnih pasem kokoši. Pri vseh pasmah so izračunali tedensko povprečje nesnosti na kokoš, od začetka nesnosti do 48. tedna starosti.

Število jajc na teden glede na dejansko število kokoši pri slovenskih tradicionalnih pasmah težkega tipa je izračunala Drole (2007). V obdobju 2004/2005 je slovenska pozno operjena kokoš znesla 3,5 jajca/teden, slovenska zgodaj operjena kokoši 3,1 jajca/teden in slovenska pitovna kokoši 2,9 jajca/teden (preglednica 11).

Pri slovenskih tradicionalnih pasmah kokoši lahkega tipa je Mrzlikar (2006) izračunala povprečno število jajc slovenske rjave (takrat rodajland) kokoši od leta 2000/2001 do leta 2004/2005. V letu 2004/2005, je povprečna tedenska nesnost slovenske rjave kokoši znašala 4,2 jajca/teden/dejansko število kokoši. Kljun (2005) je pri slovenski grahasti kokoši, za isto obdobje (2004/2005), prav tako izračunala 4,2 jajca/teden/dejansko število

kokoši. Nesnost slovenske srebrne kokoši v istem obdobju je bila 4,8 jajca/teden/dejansko število kokoši (preglednica 11).

Starost kokoši ob znesenju prvega jajca (spolna dozorelost) je različna glede na pasmo in tip. Kokoši težkega tipa kasneje spolno dozoriyo kot kokoši lahkega tipa. Šalehar in sod. (2006) navajajo, da spolno dozorelost najhitreje doseže slovenska rjava kokoš (19 do 20 tednov), sledijo ji slovenska srebrna kokoš (20 do 21 tednov), slovenska grahasta kokoš (21 do 22 tednov). Kokoši težkega tipa (slovenska pozno in zgodaj operjena kokoš in slovenska pitovna kokoš) spolno zrelost dosežejo od 24. do 25. tedna starosti.

V letu 2004/2005 so kokošim zabeležili naslednji čas nastopa spolne zrelosti: slovenska srebrna kokoš in slovenska grahasta kokoš (Kljun, 2005) sta spolno dozoreli pri 22 tednih starosti, slovenska rjava kokoš (Mrzlikar, 2006) pa pri 21 tednih starosti. Drole (2007) je ugotovila, da slovenska zgodaj operjena kokoš spolno dozori pri povpečno 24,7 tedna starosti, slovenska pozno operjena kokoš pri 25 tednih starosti in slovenska pitovna kokoš pri povprečno 24,3 tedna starosti.

Preglednica 11: Vsebnost holesterola v jajcih slovenskih tradicionalnih pasem kokoši in njihova nesnost

Pasma	Vsebnost holesterola (mg/g rumenjaka)	Povprečno število jajc/dejansko število kokoši/teden v letu 2004/2005	
		Od začetka nesnosti do 48. tedna starosti	
R	14,19 ± 0,38	4,2	Mrzlikar, 2006
S	14,03 ± 0,38	4,8	Neobjavljen vir*
G	14,93 ± 0,38	4,2	Kljun, 2005
ZO	15,86 ± 0,38	3,1	Drole, 2007
PO	15,16 ± 0,38	3,5	Drole, 2007
PK	16,93 ± 0,42	2,9	Drole, 2007

R – slovenska rjava kokoš, S – slovenska srebrna kokoš, G – slovenska grahasta kokoš, ZO – slovenska zgodaj operjena kokoš, PO – slovenska pozno operjena kokoš, SPK – slovenska pitovna kokoš

*Arhiv pedagoško raziskovalnega centra za perutnino

Na podlagi rezultatov lahko sklepamo, da slovenske tradicionalne pasme težkega tipa znesejo v primerjavi s tradicionalnimi pasmami lahkega tipa manj jajc in jajca vsebujejo več holesterola v rumenjakih. Do enakega zaključka so v svoji raziskavi prišli Turk in Barnett (1971), Washburn in Nix (1974), Intihar (2006), ki so dokazali, da imajo jajca kokoši lahkega tipa manjšo vsebnost holesterola kot kokoši težkega tipa. Tudi Mikec in Dinarina-Sablić (2007) ugotavljata, da je količina holesterola v jajcu odvisna od

intenzivnosti nesnosti in velikosti rumenjaka. Kokoši z manjšo nesnostjo nesejo jajca z večjim rumenjacom

Jajca slovenskih tradicionalnih pasem kokoši lahkega tipa povprečno vsebujejo 70,5 mg holesterola na jajce manj oziroma 1,5 mg holesterola na gram svežega rumenjaka manj kot jajca slovenskih tradicionalnih pasem kokoši težkega tipa (preglednica 9).

5.2 SKLEPI

Na osnovi dobljenih rezultatov lahko povzamemo naslednje:

- Povprečna masa jajc, v kateri smo ugotavljali vsebnost holesterola, je bila pri pasmi S $70,41 \pm 2,91$ g, pri ZO $68,66 \pm 3,10$ g, nato sledijo jajca pasme R $68,53 \pm 2,84$ g, PO $67,76 \pm 2,54$ g, G $65,79 \pm 1,98$ g in jajca s povprečno najmanjšo maso pripadajo pasmi ŠK, njihova masa je $54,86 \pm 1,20$ g.
- Povprečna masa rumenjaka v našem poskusu je bila največja pri pasmi ZO $20,93 \pm 1,47$ g, po masi rumenjaka ji sledijo PO $20,33 \pm 1,30$ g, G $18,56 \pm 1,30$ g, R $18,35 \pm 0,84$ g, S $17,77 \pm 0,95$ g in najmanjša povprečna masa rumenjaka pri pasmi ŠK, ki znaša $17,23 \pm 0,73$ g.
- Delež rumenjaka v jajčni vsebini je bil največji pri avtohtoni pasmi kokoši ŠK in je bil $35,24 \pm 1,05$ %, po deležu rumenjaka v jajčni vsebini sledijo jajca tradicionalnih pasem kokoši težkega tipa in sicer ZO ($34,49 \pm 2,31$ %) in PO ($33,80 \pm 1,73$ %). Sledi G, ki je srednje težki tip kokoši in jo uvrščamo med težje nesnice s $31,42 \pm 1,94$ %. Najmanjši delež rumenjaka v jajčni vsebini smo izračunali v jajcih R ($31,18 \pm 1,79$ %) in S ($28,69 \pm 1,86$ %).
- Najširše razmerje (1 : 2,5) med maso rumenjaka in maso beljaka so imela najtežja jajca S, najožjega (1 : 1,8) pa najlažja jajca ŠK.
- Pasma je statistično značilno vplivala na maso jajca, beljaka in jajčne vsebine, kot tudi na delež beljaka in rumenjaka v jajcu. Ni pa statistično značilno vplivala na maso rumenjaka.

- Pasma kokoši je statistično značilno vplivala na vsebnost holesterola v rumenjaku in jajcu.
- Tudi proizvodni tip kokoši je statistično značilno vplival na vsebnost holesterola v rumenjaku in jajcu.
- Proizvodni tip je statistično značilno vplival na maso rumenjaka, jajca in jajčne vsebine, kot tudi na delež beljaka in rumenjaka v jajcu. Ni pa statistično značilno vplival na maso beljaka.
- V jajcih kokoši ZO, PO in PK (Intihar, 2006) težkega tipa, smo določili večjo vsebnost holesterola, in sicer $15,93 \pm 0,25$ mg/g svežega rumenjaka, kot v jajcih kokoši R, S, G, lahkega tipa. Njihova povprečna vsebnost holesterola je bila $14,39 \pm 0,24$ mg/g svežega rumenjaka.
- V jajcih kokoši ZO in PO smo določili največjo vsebnost holesterola in sicer $15,86 \pm 1,64$ mg/g svežega rumenjaka in $15,16 \pm 1,61$ mg/g svežega rumenjaka, v jajcih kokoši G, R in S pa $14,93 \pm 1,50$ mg/g svežega rumenjaka, $14,19 \pm 1,47$ mg/g svežega rumenjaka in $14,03 \pm 0,70$ mg/g svežega rumenjaka.
- V jajcih edine slovenske avtohtone pasme ŠK smo določili $14,71 \pm 0,88$ mg/g holesterola svežega rumenjaka. Jajca ŠK vsebujejo značilno manj holesterola (mg/g svežega rumenjaka) kot jajca ZO in PK.
- Slovenske tradicionalne pasme kokoši težkega tipa znesejo manjše število jajc z večjo vsebnostjo holesterola v rumenjakih kot slovenske tradicionalne pasme kokoši lahkega tipa.
- Statistična analiza ni pokazala značilnih razlik ($p=0,2851$) med uporabljenima metodama (KIT in FeCl_3) pri določitvi vsebnosti holesterola v jajčnem rumenjaku.

6 POVZETEK

Jajca igrajo pomembno vlogo v prehrani ljudi. Telo oskrbujejo s pomembnimi hranljivimi snovmi, potrebnimi za uravnoteženo prehrano in so pomemben vir holesterola. Avtorji opažajo trend zmanjšanja porabe jajc v prehrani zaradi velike vsebnosti holesterola, ki velja za enega glavnih vzrokov za nastanek bolezni srca in ožilja (Hall in McKay, 1992; Campo, 1995; Rahimi, 2005). Različni avtorji pa v svojih raziskavah uživanje jajc v uravnoteženi prehrani priporočajo in poudarjajo, da iz prehrane ni potrebno izključiti jajc, ker ne vplivajo neugodno na nivo holesterola v krvi (Mutongi in sod., 2008; Harman in sod., 2008; Weggemans in sod., 2001).

Namen naloge je bil proučiti razlike v vsebnosti holesterola v jajcih slovenskih lokalnih pasem kokoši in sicer avtohtone pasme (štajerska kokoš) in tradicionalnih pasem kokoši ter razlike v vsebnosti holesterola v jajcih lahkega (slovenske srebrne kokoši, slovenske grahaste kokoši, slovenske rjave kokoši) in težkega (slovenske zgodaj operjene kokoši, slovenske pozno operjene kokoši) tipa. Za primerjavo med vsemi slovenskimi tradicionalnimi pasmami lahkega in težkega tipa smo v poskus vključili tudi rezultate analize o vsebnosti holesterola v jajcih slovenske pitovne kokoši (označeno WM – Intihar, 2006).

Za določitev holesterola smo pri vsaki pasmi analizirali dvanajst vzorcev že prej pripravljenih liofiliziranih rumenjakov. S pomočjo sušenja do konstantne mase smo določili suho snov v rumenjakih. Iz liofiliziranih zmletih vzorcev smo pripravili filtrate. V filtratih smo določili vsebnost holesterola po dveh encimatskih spektrofotometričnih metodah. Vzorce smo pri obeh metodah analizirali v dveh paralelkah. Statistična analiza ni pokazala značilnih razlik ($p=0,2851$) med metodama pri določitvi vsebnosti holesterola v jajčnem rumenjaku.

V jajcih kokoši ZO in PO smo ugotovili največjo vsebnost holesterola in sicer $15,86 \pm 1,64$ mg/g svežega rumenjaka in $15,16 \pm 1,61$ mg/g svežega rumenjaka, v jajcih kokoši G, R in S pa $14,93 \pm 1,50$ mg/g svežega rumenjaka, $14,19 \pm 1,47$ mg/g svežega rumenjaka in $14,03 \pm 0,70$ mg/g svežega rumenjaka. Jajca edine slovenske avtohtone pasme štajerske kokoši so vsebovala $14,71 \pm 0,88$ mg/g svežega rumenjaka. Pasma in proizvodni tip kokoši sta statistično značilno vplivala na vsebnost holesterola v jajčnem rumenjaku in jajcu.

Slovenska avtohtona pasma kokoši v primerjavi s slovenskimi tradicionalnimi pasmami lahkega tipa znese manj jajc, ki imajo večji delež rumenjaka od mase jajca, vendar med temi pasmami ni značilnih razlik v vsebnosti holesterola v jajcih. Tudi v primerjavi s slovenskimi tradicionalnimi pasmami težkega tipa znese manj jajc, ki imajo večji delež rumenjaka od mase jajca. Vendar obstajajo statistično značilne razlike v vsebnosti holesterola med jajci ŠK in jajci ZO ter PK. Med jajci ŠK in PO ni statističnih razlik v vsebnosti holesterola.

Slovenske tradicionalne pasme težkega tipa v primerjavi s slovenskimi tradicionalnimi pasmami lahkega tipa znesejo manj jajc, ta pa imajo večji delež rumenjaka v jajcu in vsebujejo več holesterola.

Jajca slovenskih tradicionalnih pasem kokoši lahkega tipa povprečno vsebujejo 70,5 mg holesterola na jajce manj oziroma 1,5 mg holesterola na gram svežega rumenjaka manj kot jajca slovenskih tradicionalnih pasem kokoši težkega tipa.

7 VIRI

- Ahn D.U., Kim S.M., Shu H. 1997. Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. *Poultry Science*, 76: 914-919
- Arnold D.R., Kwitrovich P.O. 2003. Cholesterol absorption, function and metabolism. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. 2nd ed. Vol. 2. Caballero, Trugo L.C. Finglas P.M. (eds.). London, Academic press: 1226–1237
- Attia F.M., Alsobayel M.F., Shaver M.S., Bayoumi M.S., Hassan H.A. 1988. Comparative aspects of serum and egg cholesterol of single comb white leghorn and Saudi Arabian baladi fowl. *Arab Gulf Journal. Scient. Agriculture. Biology Science*, B6 (3): 429–437
- Bair C.W., Marion W.W. 1978. Yolk cholesterol in eggs from various avian species. *Poultry Science*, 57: 1260–1265
- Boehringer – Mannheim. 1987. Colorimetric method for the determination of cholesterol in foodstuffs and other materials. Catalogue No. 139 050
- Boyer R. 2005. Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 634 str.
- Campo J.L. 1995. Comparative yolk cholesterol content in four Spanish breeds of hens, and F₂ cross, and a white leghorn population. *Poultry Science*, 74: 1061–1066
- Cholesterol content vs egg shell color. Oklahoma State University, Department of Animal Science. <http://www.ansi.okstate.edu/resource-room/general/poultry/araucana.htm> (10. feb. 2009)
- Chung S.L., Ferrier L.K., E.J. Squires. 1991. Survey of cholesterol level of commercial eggs produced on Canadian farms. *Canadian Journal of Animal Science*, 71: 205–209
- Cunningham D.L., Krueger W.F., Fanguy R. C, Bradley J.W. 1974. Preliminary results of bidirectional selection for yolk cholesterol level in laying hens. *Poultry Science*, 53, 384–391
- Cotterill O.J., Marion W.W, Naber E.C. 1977. A nutrient re-evaluation of shell eggs. *Poultry Science*, 56: 1927–1934
- Dikmen Y.B., Sahan U. 2007. Correlations between breeder age, egg cholesterol content, blood cholesterol level and hatchability of broiler breeders. *British Poultry Science*, 48, 1: 98–103
- Drole B. 2007. Proizvodnost slovenskih tradicionalnih pasem kokoši težkega tipa. Diplomsko naloga. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 36 str.

- Edwards H.M., Driggers C.J., Roberta D., Carmon J.L. 1960. Studies on the cholesterol content of eggs from various breeds and/or strains of chickens. *Poultry Science*, 39: 487–489
- Grundy S.M. 2003. Cholesterol. Factors determinating blood cholesterol levels. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. 2nd ed. Vol. 2. Caballerob., Trugo L.C. Finglas P.M. (eds.). London, Academic press: 1237–1247
- Hall L.M., McKay J.C. 1992. Variation in egg yolk cholesterol concentration between and within breeds of the domestic fowl. *British Poultry Science*, 33: 941–946
- Hargis P.S. (1988). Modifyng egg yolk cholesterol in domestic fowl, a review. *World's Poultry Science Journal*, 44:17–29
- Harman N.L., Leds A. R., Griffin B. A. 2008. Increased dieraty cholesterol does not increase plasma low density lipoprotein when accompanied an energy-restricted diet and weight loss. *European Journal of Nutrition*, 47, 6: 287–293
- Hatic B., Mustafa E. 2005. Research on the factors affecting cholesterol content and some other characteristics of eggs in laying hens. The effects of genotype and rearing system. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 29: 157–64
- Hodžić A., Mamamdžić M., Gagić A., Mihajlević M., Krnić J., Vegara M., Baltić M., Trajković S., Kadric M., Pašić Juhas E. 2005. Egg yolk lipid modifications by fat supplemented diets of laying hens. *Acta Veterinaria Beograd*, 55, 1: 41–51
- Holcman A. 2004. Kakovost jedilnih jajc. V: *Reja kokoši v manjših jatah*. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 99-116
- Hu B.F., Stampfer J.M., Rimm B.M. 1999. A prospective study of egg consumption and risk cardiovascular disease in men and women. *Journal of American Medical Association*, 281, 15: 1387–1394
- Intihar A. 2006. Vsebnost holesterola v jajcih treh linij kokoši. *Diplomska naloga*. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 57 str.
- Jacob J., Miles R. 2008. Designer and specialty eggs. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida.
<http://edis.ifas.ufl.edu/PS048> (20. jan. 2009)
- Jata Emona. 2008. Specifikacija za kokošja jajca omega plus (višja kakovost).
<http://www.jata-emona.si/omega-plus.html> (02. nov. 2009)
- Jiang Z., Sim J.S., 1991. Research note: Egg cholesterol values in ralationton to the age of laying hens and to egg and yolk weights. *Poultry Science*, 70, 8: 1838–1841
- Kljun M. 2005. Proizvodnost slovenske grahaste kokoši. *Diplomska naloga*. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 50 str.

- Kırıkçı K., Günlü A., Çetin O., Garip M. 2007. Effect of hen weight on egg production and some egg quality characteristic in the partridge (*Alectoris graeca*). *Poultry Science*, 86: 1380–1383
- Kovacs G.K., Dupleczyk F., Husveth I., Wagner D., Gerendai J., Orban H.M. 1998. Effects of different hybrids, strains and age of laying hens on the cholesterol content of the table egg. *Acta Veterinaria Hungarica*, 46, 2: 285–294
- Lien T.F., Chen K.L., Wu C.P., Lu J.J. 2004. Effects of supplemental copper and chromium on the serum and egg traits of laying hens. *British Poultry Science*, 45, 4: 535–539
- Marks H.L., Washburn K.W. 1977. Divergent selection for yolk cholesterol in laying hens. *British Poultry Science*, 18: 179–188
- McNaughton L.J. 1978. Effect of dietary fiber on egg yolk, liver, and plasma cholesterol concentrations of the laying hen. *Journal of Nutrition*, 108: 1842–1848
- Mikec M., Dinarina-Sablić M. 2007. Količina kolesterola u jajima kokoši različitih pasmina, dobi i načina držanja. V: Zbornik VII. Peradarski dani, Poreč, Hrvatska, 7–10 maj 2007. Zagreb, Centar za Peradarstvo: 112–118
- Millet S., De Ceulear K., Van paemel M., Raes K., De Smet S., Janssens G.P.J. 2006. Lipid profile in eggs of araucana hens compared with Lohman Selected leghorn and ISA brown hens given diets with different fat sources. *British Poultry Science*, 47, 3: 294–300
- Mohan B., Kadirvel R., Bhaskaran M., Natarajan A. 1995. Effect of probiotic supplementation on serum/yolk cholesterol and on egg shell thickness in layers. *British Poultry Science*, 36, 5: 799–803
- Mrzlikar L. 2006. Proizvodnost rodajland kokoši. Diplomski naloga. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 54 str.
- Mutongi G., Ratliff J., Puglisi M., Tores-Gonzalez M, Vaishnav U., Leite J.O., Quann E., Volek J.S., Fernandez M.L. 2008. Dietary cholesterol from eggs increases plasma HDL cholesterol in overweight men consuming a carbohydrate-restricted diet. *Journal of Nutrition*, 138, 2: 272–276
- Natoli S., Markovic T., Lim D., Noakes M., Kostner K. 2007. Unscrambling the research: eggs, serum cholesterol and coronary heart disease. *Nutrition & dietetics*, 64, 2: 105–111
- Official methods of analysis (AOAC). 1990. 15th edition. Helrich K. (ed.). Arlington, Association of official analytical chemists: 853–863
- Oloyede O. 2005. A comparative study on the cholesterol content of product fractionated from egg yolk of some birds. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4, 5: 310–312

- Onobasilar E.E., Atasoy F., Yalcin S. 2001. The egg cholesterol levels of denizli and hyline brown chickens. V: Proceedings of IX European Symposium on the Quality of eggs and eggs products, Kusudasi, Turkey, 9–12 sep. 2001. Mulder R. W. A. W., Bilgili S. F. (eds.). Izmir – Turkey, WPSA Turkish Branch Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science: 85–89
- Rahimi G. 2005. Dietary Forage Legume (*Onobrychis altissima grossh.*) Supplementation on serum/Yolk Cholesterol, Triglycerides and Egg Shell Characteristic in Laying Hens. International Journal of Poultry Science, 4, 10: 772–776
- Sainz F., Gonzales M., Roca P., Alemany M. 1983. Physical and chemical nature of eggs from six breeds of domestic fowl. British Poultry Science, 24: 301–309
- Sarica M., Sekeroglu A., Karacay N. 2006. Comparative yolk cholesterol and fatty acid contents of turkish indigenous hens of breeds and layer hybrids. EPC 2006. XII European poultry Conference, Verona, 10-14 sep. 2006.
<http://www.lba.zwans.com/fullpapers/10056.pdf> (10. feb. 2009)
- SAS Inst. Inc. 2001. The SAS System for Windows, Release 8.02. Cary, NC, SAS Institute
- Scott T.A., Silversides F.G. 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. Poultry Science, 79: 1725–1729
- Sheridan A.K., Humphris C.S.M., Nicholls P.J. 1982. The cholesterol content of eggs produced by australian egg-laying strains. British Poultry Science, 23: 569–575
- Simčič M., Stibilj V., Holcman A. 2009. The cholesterol content of eggs produced by the Slovenian avtochthonous Styrian hen. Food Chemistry, 114, 1: 1–4
- Somes R.G., Francis P.V., Tlustohowicz J.J. 1977. Protein and cholesterol content of Araucana chicken eggs. Poultry Science, 56: 1636–1640
- Stepinska M., Niemec J., Cywa-Benko K. 1993. Egg yolk cholesterol concentration in different hen strains. V: Quality of Poultry products. Proceedings of 5th European Symposium on the Quality of the Eggs and Eggs Products, Tours (France), 4–8 oct. 1993. Nys Y. (ed.). Tours, Branche Francaise de la Worlds Poultry Association: 459–464
- Stibilj V., Koman Rajšp M., Holcman A. 1999. Fatty acid composition with omega – 3 fatty acids on the market. Zbornik biotehniške fakultete. Univerza v Ljubljani. Kmetijstvo. Zootehnika, 74 (1999), 27–36
- Strakova E., Vitula F., Suchy P., Vecerek V., Skaloud J. 2001. Cholesterol concentration in yolks and blood plasma in five species of game birds (short communication). Research institute for the Biology of Farm Animals. Archives of Animal Breeding.
http://www.fbn-dummerstorf.de/de/Info/archiv/bis_2001/2001/abst.32001.htm
(30. jan. 2009)

- Strelec A. 2008. Prireja in kakovost jajc slovenskih tradicionalnih pasem kokoši lahkega tipa. Diplomsko naloga. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 51 str.
- Suk Y.O., Park C. 2001. Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks. *Poultry Science*, 80: 855–858
- Sutton C.D. 1984. Cholesterol metabolism in laying hen as influenced by dietary cholesterol caloric intake and genotyp. *Poultry Science*, 63: 972–980
- Šalehar A., Kompan D., Kastelic M., Malovrh Š., Cividini A. 2006. Lokalne pasme: opisi, podpore in definicije. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko. http://www.bfro.uni-lj.si/Kat_center/genska_bank/Seznam/brosura_2006.pdf (20. jan. 2009)
- Terčič D. 1998. Vaje iz perutninarstva. Domžale, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 174 str.
- Turk D.E., Barnett B. D. 1971. Cholesterol content of marked eggs. *Poultry Science*, 50: 1303–1306
- Vander Wal J.S., Gupta A., Khosla P., Dhurandhar N.V. 2008. Egg breakfast enhances weight loss. *International Journal of Obesity*, 32, 10: 1545–51. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18679412> (2. nov. 2009)
- Vorlova L., Sieglova E., Karpiskova R., Kopriva V. 2001. Cholesterol content in eggs during the laying period. *Acta Veterinaria Brno*, 70: 387–390
- Zaniboni L., Mangiagalli M.G., Tona S., Cerolini S. 2009. Reproductive parameters of the Italian local chicken breed mericanel della brianza. *Animal Science Database*. World's Poultry Science Association (WPSA), Beekbergen, Netherlands, EPC 2006 - 12th European Poultry Conference, Verona, Italy, 10-14 September, 2006, pp paper 228. <http://www.animalscience.com/uploads/additionalfiles/WPSAVerona%5C10609.pdf> (10. feb. 2009)
- Zorko N. 1995. Proizvodnja jajc in mesa. Maribor, samozaložba: 149 str.
- Washburn K.W., Nix D.F. 1974. Genetic basis of yolk cholesterol content. *Poultry Science*, 53: 109–115
- Weggemans M.R., Zock L.P., Katan B.M. 2001. Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: a meta analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 5: 885–891
- Wenko B. 1935. Kmetijsko kokošarstvo s 40 večinoma izvirnimi slikami. Ljubljana, Kmetijska Matica, str. 127
- World Health Organization. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Geneva. WHO Technical Report Series, No.916, 28. januar – 1. februar 2002

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Antoniji HOLCMAN za strokovno pomoč, vodenje in usmerjanje pri nastanku diplomske naloge ter večkratni pregled dela.

Iskreno se zahvaljujem tudi somentorici dr. Alenki LEVART za strokovno pomoč pri opravljanju analize in vse koristne nasvete.

Zahvaljujem se predsedniku komisije prof. dr. Ivanu ŠTUHCU in recenzentu prof. dr. Janezu SALOBIRJU za temeljit pregled dela, svetovanje in predloge za izboljšavo diplomske naloge.

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

Marku KODRI in Anici MUŠIČ za pomoč pri opravljanju analize v laboratoriju.

Hvala osebju iz knjižnice Oddelka za zootehniko.

Zahvaljujem se vsem sošolkam in sošolcem za vse resne in neresne urice, še posebej pa Anji, ki mi je pomagala pri oblikovanju naloge.

Iskrena hvala mojim domačim, mami Danici, očetu Borutu in sestri Simoni za vso moralno in finančno podporo v času študija, potrpežljivost in zaupanje.

Posebna zahvala gre mojemu Juriju, ker mi je v času nastajanja diplomskega dela stal ob strani s spodbudnimi besedami in dejanji in me razveseljeval s pohajkovanji po hribih.

PRILOGE

Priloga A:

Vsebnost holesterola v jajcih slovenskih lokalnih pasem kokoši. Vsebnost v vzorcu je določena po dveh metodah.

Laboratorijska številka vzorca	METODA					
	FeCl ₃			Kit		
	paralelki		mg/g suhe snovi rumenjaka (povprečje paralelk C1 in C2)	paralelki		mg/g suhe snovi rumenjaka (povprečje paralelk C3 in C4)
	C1	C2		C3	C4	
1601_1	24,2	24,2	24,2	25,52	24,59	25,1
1601_2	23,1	23,6	23,3	24,87	25,26	25,1
1601_3	23,7	24,1	23,9	25,35	25,71	25,5
1601_4	24,8	23,6	24,2	27,61	27,09	27,4
1601_5	29,3	28,1	28,7	28,80	27,02	27,9
1601_6	26,8	25,9	26,4	26,39	27,15	26,8
1601_7	22,7	24,4	23,6	25,25	24,47	24,9
1601_8	28,1	27,6	27,9	29,78	29,05	29,4
1601_9	24,5	24,6	24,6	24,36	25,14	24,8
1601_10	22,8	24,0	23,4	24,16	24,56	24,4
1601_11	22,0	22,8	22,4	23,56	24,41	24,0
1601_12	27,6	30,2	28,9	33,21	34,07	33,6
1604_1	25,3	26,3	25,8	24,49	23,59	24,0
1604_2	26,4	27,1	26,7	25,02	26,86	25,9
1604_3	26,5	26,4	26,4	26,44	27,97	27,2
1604_4	27,4	24,6	26,0	27,06	26,64	26,9
1604_5	22,8	23,3	23,0	22,91	23,65	23,3
1604_6	23,8	24,0	23,9	27,82	27,14	27,5
1604_7	25,6	25,3	25,5	27,18	27,31	27,2
1604_8	22,1	23,6	22,8	25,33	25,76	25,5
1604_9	26,2	27,7	27,0	26,71	27,70	27,2
1604_10	26,6	26,4	26,5	24,24	29,00	26,6
1604_11	25,5	24,1	24,8	25,68	26,65	26,2
1604_12	27,6	27,0	27,3	27,97	29,42	28,7

se nadaljuje

nadaljevanje

METODA						
Laboratorijska številka vzorca	FeCl ₃			Kit		
	paralelki		mg/g suhe snovi rumenjaka (povprečje paralelk C1 in C2)	paralelki		mg/g suhe snovi rumenjaka (povprečje paralelk C3 in C4)
	C1	C2		C3	C4	
1605_1	30,4	29,2	29,8	28,80	27,49	28,1
1605_2	27,9	27,2	27,6	26,34	25,44	25,9
1605_3	29,9	30,5	30,2	31,40	29,73	30,6
1605_4	31,1	30,4	30,7	26,76	26,63	26,7
1605_5	30,7	31,1	30,9	29,92	28,25	29,1
1605_6	27,5	28,9	28,2	26,99	26,89	26,9
1605_7	35,8	36,2	36,0	35,55	36,63	36,1
1605_8	32,0	31,9	31,9	34,05	30,00	32,0
1605_9	25,0	25,8	25,4	26,32	26,23	26,3
1605_10	26,1	26,0	26,0	27,82	27,99	27,9
1605_11	29,1	28,2	28,7	29,97	30,51	30,2
1605_12	24,4	25,1	24,8	26,09	26,82	26,5
1613_1	30,0	32,7	16,4	31,31	32,73	32,0
1613_2	36,6	34,6	35,6	35,27	35,72	35,5
1613_3	31,9	31,7	31,8	32,61	32,01	32,3
1613_4	34,0	34,2	34,1	33,88	32,62	33,3
1613_5	31,6	30,4	31,0	31,40	30,22	30,8
1613_6	27,2	26,9	27,1	24,46	27,03	25,7
1613_7	31,5	32,5	32,0	29,16	29,94	29,6
1613_8	33,0	32,7	32,9	31,32	34,83	33,1
1613_9	34,8	33,9	34,3	32,48	31,99	32,2
1613_10	31,8	32,6	32,2	30,00	28,64	29,3
1613_11	30,4	29,9	30,1	27,41	27,25	27,3
1613_12	28,4	28,8	28,6	24,73	23,74	24,2
1617_1	24,2	24,7	24,5	25,55	25,27	25,4
1617_2	24,0	24,0	24,0	26,15	25,28	25,7
1617_3	23,6	24,8	24,2	29,23	29,23	29,2
1617_4	27,2	27,3	27,3	30,73	32,34	31,5
1617_5	32,1	32,5	32,3	30,08	30,73	30,4
1617_6	32,6	31,9	32,3	32,32	30,67	31,5
1617_7	28,2	27,8	28,0	25,85	27,51	26,7
1617_8	25,7	26,4	26,0	31,49	24,49	28,0
1617_9	25,6	25,3	25,5	28,09	27,37	27,7
1617_10	24,0	23,8	23,9	25,46	24,07	24,8
1617_11	31,2	31,6	31,4	34,20	34,48	34,3
1617_12	29,9	29,8	29,9	30,88	30,90	30,9

se nadaljuje

nadaljevanje

Laboratorijska številka vzorca	METODA			Kit		
	FeCl ₃			Kit		
	paralelki		mg/g suhe snovi rumenjaka (povprečje paralelk C1 in C2)	paralelki		mg/g suhe snovi rumenjaka (povprečje paralelk C3 in C4)
	C1	C2		C3	C4	
1624_1	28,6	27,2	27,9	29,84	28,80	29,3
1624_2	26,0	26,4	26,2	28,07	27,43	27,8
1624_3	25,1	25,4	25,3	27,25	26,55	26,9
1624_4	28,3	28,2	28,2	29,44	30,22	29,8
1624_5	25,2	24,7	25,0	26,40	25,07	25,7
1624_6	27,3	27,6	27,5	29,52	29,69	29,6
1624_7	26,4	26,2	26,3	22,03	27,94	25,0
1624_8	26,8	27,8	27,3	28,92	27,35	28,1
1624_9	29,8	29,0	29,4	31,86	30,69	31,3
1624_10	30,6	30,3	30,5	28,78	29,92	29,4
1624_11	28,9	28,5	28,7	28,85	27,22	28,0
1624_12	28,6	28,1	28,4	27,24	27,11	27,2

1601=R, 1604=S, 1605=G, 1613=ZO, 1617=PO, 1624=ŠK

Priloga B:

Vsebnost holesterola v jajcih slovenskih lokalnih pasem kokoši.

Laboratorijska številka vzorca	mg/g suhe snovi rumenjaka	mg/g svežega rumenjaka	mg/g jajca	mg/g jajčne vsebine	mg/jajce
1601_1	25,1	14,29	3,54	4,103	264,3
1601_2	25,1	13,41	3,42	4,431	246,4
1601_3	25,5	13,71	3,75	4,315	265,3
1601_4	27,4	14,81	3,83	4,389	269,1
1601_5	27,9	14,42	4,02	4,568	265,1
1601_6	26,8	14,31	3,95	4,638	270,4
1601_7	24,9	13,35	3,41	3,918	233,7
1601_8	29,4	15,39	3,93	4,541	265,0
1601_9	24,8	13,05	3,56	4,084	232,9
1601_10	24,4	13,23	3,92	4,515	261,6
1601_11	24,0	12,30	3,54	4,093	234,6
1601_12	33,6	18,01	4,65	5,342	307,5
1604_1	24,0	13,39	3,02	3,400	234,1
1604_2	25,9	14,32	3,32	3,746	245,1
1604_3	27,2	13,84	3,66	4,154	260,4
1604_4	26,9	14,53	3,77	4,285	267,4
1604_5	23,3	12,68	3,28	3,730	231,2
1604_6	27,5	14,68	3,88	4,372	271,8
1604_7	27,2	14,47	3,48	3,984	242,5
1604_8	25,5	13,64	3,51	3,987	243,2
1604_9	27,2	14,10	3,78	4,360	261,4
1604_10	26,6	13,98	3,82	4,374	263,6
1604_11	26,2	13,46	3,34	3,778	221,9
1604_12	28,7	15,32	3,66	4,141	247,6
1605_1	28,1	14,74	4,30	4,742	299,7
1605_2	25,9	13,58	3,64	4,001	252,7
1605_3	30,6	15,65	4,56	5,119	306,3
1605_4	26,7	13,59	3,90	4,363	256,5
1605_5	29,1	15,16	4,39	4,969	288,2
1605_6	26,9	14,11	3,89	4,316	254,0
1605_7	36,1	18,58	5,43	6,039	354,0
1605_8	32,0	16,69	5,20	5,791	337,5
1605_9	26,3	13,68	3,81	4,326	247,2
1605_10	27,9	14,26	4,09	4,542	262,3
1605_11	30,2	15,34	3,88	4,266	248,3
1605_12	26,5	13,82	3,56	3,973	225,9

se nadaljuje

nadaljevanje

Laboratorijska številka vzorca	mg/g suhe snovi rumenjaka	mg/g svežega rumenjaka	mg/g jajca	mg/g jajčne vsebine	mg/jajce
1613_1	32,0	16,84	4,83	5,375	365,3
1613_2	35,5	18,19	5,44	6,228	396,1
1613_3	32,3	17,07	5,38	5,942	382,9
1613_4	33,3	16,98	5,09	5,849	335,5
1613_5	30,8	16,23	4,33	4,922	298,5
1613_6	25,7	13,65	4,73	5,340	325,9
1613_7	29,6	15,22	4,25	4,855	291,1
1613_8	33,1	17,24	5,20	5,941	349,9
1613_9	32,2	16,63	5,31	6,062	354,3
1613_10	29,3	15,26	4,76	5,338	315,2
1613_11	27,3	14,17	4,46	5,017	294,3
1613_12	24,2	12,79	4,08	4,583	269,0
1617_1	25,4	13,37	4,15	4,627	305,4
1617_2	25,7	13,65	3,99	4,547	259,2
1617_3	29,2	15,55	4,28	4,874	300,5
1617_4	31,5	16,57	5,22	5,873	364,2
1617_5	30,4	16,24	4,78	5,405	333,5
1617_6	31,5	16,52	4,98	5,618	334,8
1617_7	26,7	13,77	3,84	4,315	257,2
1617_8	28,0	14,63	4,66	5,317	311,2
1617_9	27,7	14,75	4,46	4,999	296,7
1617_10	24,8	12,73	3,79	4,212	251,1
1617_11	34,3	18,13	5,24	5,862	344,1
1617_12	30,9	16,06	5,21	5,874	341,0
1624_1	29,3	15,49	4,82	5,382	273,6
1624_2	27,8	14,65	4,73	5,333	268,3
1624_3	26,9	14,25	4,58	5,180	255,8
1624_4	29,8	15,55	4,94	5,498	272,3
1624_5	25,7	13,54	4,19	4,672	230,6
1624_6	29,6	15,11	4,42	5,027	243,1
1624_7	25,0	13,10	4,21	4,708	230,6
1624_8	28,1	14,64	4,77	5,335	260,8
1624_9	31,3	16,22	5,17	5,771	281,2
1624_10	29,4	15,07	4,50	5,054	241,5
1624_11	28,0	14,77	4,67	5,246	248,4
1624_12	27,2	14,11	4,40	4,970	233,4

1601=R, 1604=S, 1605=G, 1613=ZO, 1617=PO, 1624=ŠK