

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Valentina PREVODNIK

**VPLIV DODANEGA KOENCIMA Q₁₀ V KRMO
KOKOŠI NA OPLOJENOST JAJC IN VALILNOST**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Valentina PREVODNIK (DEBELJAK)

**VPLIV DODANEGA KOENCIMA Q₁₀ V KRMO KOKOŠI NA
OPLOJENOST JAJC IN VALILNOST**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij

**THE EFFECT OF COENZYME Q₁₀ ADDED TO THE FEED OF HENS
ON FERTILITY OF EGGS AND HATCHABILITY**

GRADUATION THESIS
Higher professional studies

Ljubljana, 2011

S tem diplomskim delom končujem visokošolski strokovni študij kmetijstva - zootehniko. Delo je bilo opravljeno na Katedri za govedorejo, konjerejo, rejo drobnice, perutninarstvo, akvakulturo, etologijo in sonaravno kmetijstvo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Antonijo Holcman in za somentorja doc. dr. Dušana Terčiča.

Recenzent: prof. dr. Janez SALOBIR

Komisija za oceno in zagovor:

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

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

Član: doc. dr. Dušan TERČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

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

Datum zagovora:

Diplomska 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.

Valentina Prevodnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Vs
DK	UDK 636.5.084/.087(043.2)=163.6
KG	perutnina/kokoši nesnice/prehrana živali/krma/koencim Q ₁₀ / jajca/oplojenost/ valilnost
KK	AGRIS L51/6100
AV	PREVODNIK (DEBELJAK), Valentina
SA	HOLCMAN, Antonija (mentorica)/TERČIČ, Dušan (somentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2011
IN	VPLIV DODANEGA KOENCIMA Q ₁₀ V KRMO KOKOŠI NA OPLOJENOST JAJC IN VALILNOST
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij)
OP	IX, 46 str., 14 pregl., 12 sl., 32 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Osnovni namen diplomskega dela je bil proučiti vpliv koencima Q ₁₀ (CoQ ₁₀) na oplojenost jajc in valilnost. Proučili pa smo tudi vpliv dodanega CoQ ₁₀ v krmo na telesno maso živali, porabo krme, nesnost ter vitalnost. V poskus smo vključili 786 kokoši pasme slovenska grahasta kokoš ter 82 petelinov pasme slovenska rjava kokoš, starih 39 tednov. Razdelili smo jih v 2 skupini, skupino K, ki smo jo krmili z običajno krmno mešanico (NSK), ter poskusno skupino Q, ki smo jo krmili z NSK z dodatkom CoQ ₁₀ . Obe skupini smo razdelili še na 3 podskupine. V času poskusa smo v valilnici pridobili podatke o valjenju in tako izračunali odstotek oplojenosti in valilnosti, ter ostale podatke. Živali skupine K so na koncu poskusa tehtale povprečno 2683,7 g, živali skupine Q pa 2617,9 g. Kokoši K skupine so imele nesnost 79,2 %, kokoši Q skupine 76,4 %. Živali Q skupin so v celotnem poskusu porabile 5,39 kg krme na žival, živali K skupine 5,28 kg na žival. Vitalnost v Q skupini je bila 99,5 % in v K skupini 99,1 %. Oplojenost jajc kokoši K skupine je bila 96,7 %, oplojenost jajc kokoši Q skupine pa 96,6 %. Odstotek valilnosti v K skupini je bil 90,3 %, v Q skupini 90,6 %. Dodatek CoQ ₁₀ v krmi ni značilno vplival na nesnost, oplojenost jajc in valilnost. Spremembe v lastnostih so bile tako majhne, da dodajanje CoQ ₁₀ v krmo kokošim iz tega vidika ni smiselno.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Vs
DC UDC 636.5.084/.087(043.2)=163.6
CX poultry/laying hens/animal nutrition/feed/coenzyme Q₁₀/eggs /fertility/
hatchability
CC AGRIS L51/6100
AU PREVODNIK (DEBELJAK), Valentina
AA HOLCMAN, Antonija (supervisor)/TERČIČ, Dušan (co-supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
PY 2011
TI THE EFFECT OF COENZYME Q₁₀ ADDED TO THE FEED OF HENS ON
FERTILITY OF EGGS AND HATCHABILITY
DT Graduation thesis (Higher professional studies)
NO IX, 46 p., 14 tab., 12 fig., 32 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The main aim of the thesis was to estimate the effect of coenzyme Q₁₀ (CoQ₁₀) on egg fertility and hatchability. Besides this, we also studied the effect of the added CoQ₁₀ in the feed on the body weight of the animals, feed consumption, egg production and livability. The experiment encompassed 786 Slovenian Barred hens and 82 cocks of the Slovenian Brown hen breed at the age of 39 weeks. They were divided into 2 separate groups, the K group, which was fed with complete feeding mixture and the Q group, fed with complete feeding mixture with the added CoQ₁₀. Both groups were further divided into 3 subgroups (replications). During the experiment, we collected information in the hatchery about the hatching, enabling us to calculate the percentage of fertility and hatchability plus other information. The animals in the K group weighed on average 2683,7 g while the animals in the Q group weighed 2617,9 g. The hens in the K group had a 79,2 % egg production, while the hens in the Q group had 76,4 % egg production. The animals in the Q group consumed 5,39 kg of feed per animal during the whole experiment, compared to 5,28 kg of feed per animal in the K group. The livability in the Q group was 99,5 %, compared to 99,1 % in the K group. The eggs in the K group were 96,7 % fertilized while the eggs in the Q group were 96,6 % fertilized. The percentage of hatchability in the K group was 90,3 % while in the Q group, the percentage was 90,6%. The addition of CoQ₁₀ to hen feed did not have a statistically significant effect. In all cases, the changes were minimal, the fertility and hatchability did not improve therefore adding CoQ₁₀ in the hen feed seems meaningless.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 KOENCIM Q ₁₀ (CoQ ₁₀).....	3
2.1.1 Vpliv dodanega CoQ₁₀ v krmo piščancev na proizvodne lastnosti pitovnih piščancev	5
2.1.2 Vpliv dodanega CoQ₁₀ v krmo piščancev na njegovo vsebnost v drobovini	5
2.1.3 Vpliv dodanega CoQ₁₀ v krmo piščancev na njegovo vsebnost v mesu	6
2.1.4 Vpliv dodanega CoQ₁₀ in lipojske kisline v krmo kokoši na fizikalne lastnosti jajc	7
2.2 STARŠEVSKA JATA PRELUX-Č	8
2.2.1 Slovenska grahasta kokoš	8
2.2.2 Slovenska rjava kokoš	9
2.2.3 Črni prelux (PRELUX-Č)	9
2.3 OPLOJENOST JAJC IN VALILNOST	10
2.3.1 Oplojenost jajc	10
2.3.1.1 Presvetljevanje jajc	12
2.3.2 Valilnost	14
2.3.2.1 Oblika jajc	14
2.3.2.2 Masa jajc	15
2.3.2.3 Čistost jajc	15

2.3.2.4	Starost jajc	15
2.3.2.5	Notranja kakovost jajc	15
2.3.2.6	Postopki z valilnim jajcem	16
2.3.2.7	Plinjenje valilnih jajc	16
2.3.2.8	Transportiranje in skladiščenje jajc	16
2.3.2.9	Valjenje	17
3	MATERIALI IN METODE	20
3.1	MATERIAL	20
3.2	METODE DELA	23
3.2.1	Tehtanje živali	23
3.2.2	Krmljenje živali	23
3.2.3	Pobiranje in vlaganje jajc na lese predvalilnika	23
3.2.4	Presvetljevanje jajc	24
3.2.5	Pobiranje jajc z les izvalilnika	24
3.2.6	Nesnost	24
3.2.7	Pogin	24
3.2.8	Statistična obdelava podatkov	25
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	26
4.1	VPLIV DODANEGA CoQ ₁₀ V KRMO NA TELESNO MASO KOKOŠI IN PETELINOV	26
4.1.1	Osnovna statistika za lastnost telesne mase živali	26
4.1.2	Rezultati statistične obdelave za lastnost telesne mase živali	28
4.2	VPLIV DODANEGA CoQ ₁₀ V KRMO NA NESNOST	28
4.2.1	Osnovna statistika za lastnost nesnosti	28
4.2.2	Rezultati statistične obdelave za lastnost nesnosti	30
4.3	VPLIV DODANEGA CoQ ₁₀ V KRMO NA PORABO KRME.....	30
4.3.1	Osnovna statistika za lastnost porabe krme	30
4.3.2	Rezultati statistične obdelave za lastnost povprečne dnevne porabe krme na žival	32
4.4	VITALNOST JATE	32
4.5	VPLIV DODANEGA CoQ ₁₀ V KRMO NA OPLOJENOST JAJC IN VALILNOST	34

4.5.1	Osnovna statistika za lastnost oplojenosti jajc in valilnosti	34
4.5.2	Rezultati statistične obdelave za lastnost oplojenosti jajc in valilnosti	40
5	SKLEPI	42
6	POVZETEK	43
7	VIRI	44
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1: Število kokoši in petelinov po skupinah ob prvem dnevu poskusa	20
Pregl. 2: Število krmilnikov in napajalnikov v hlevu po skupinah	21
Pregl. 3: Sestava NSK krmne mešanice (PP AGRO, 2011)	22
Pregl. 4: Povprečne telesne mase kokoši in petelinov po posameznih ponovitvah na začetku in koncu poskusa	26
Pregl. 5: Osnovni statistični parametri za telesno maso kokoši in petelinov znotraj obeh poskusnih skupin	27
Pregl. 6: Nesnost po skupinah v poskusnem obdobju	29
Pregl. 7: Porabljena količina krme po posameznih ponovitvah znotraj poskusnih skupin	31
Pregl. 8: Porabljena količina krme v dveh poskusnih skupinah	32
Pregl. 9: Število živali po skupinah na začetku in na koncu poskusa ter vitalnost jat	33
Pregl. 10: Število vložnih in neoplojenih jajc ter število izvaljenih piščancev po skupinah in valjenjih	35
Pregl. 11: Oplojenost jajc in valilnost po skupinah in posameznih valjenjih	37
Pregl. 12: Oplojenost jajc in valilnost izražena kot povprečje na posamezno vlaganje	38
Pregl. 13: Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake (LSM±SE) za lastnosti povezane z oplojenostjo in valilnostjo	40
Pregl. 14: Vpliv dodajanja CoQ ₁₀ na mase izvaljenih piščancev (LSM±SE)	41

KAZALO SLIK

	str.
Sl. 1: Kemična struktura koencima Q	3
Sl. 2: Neoplojeno jajce	13
Sl. 3: Zamrt zarodek v prvih dneh valjenja	13
Sl. 4: Oplojeno jajce	13
Sl. 5: Zarodek piščanca star 16 dni	14
Sl. 6: Ovoskop za presvetljevanje posameznega jajca	18
Sl. 7: Ovoskop za večje število jajc	18
Sl. 8: Povprečni tedenski odstotki nesnosti v času poskusa po skupinah	30
Sl. 9: Skupni prikaz vitalnosti v K in Q skupini	33
Sl. 10: Oplojenost v K in Q skupini po valjenjih	38
Sl. 11: Valilnost v K in Q skupini po zaporednem valjenju in povprečna valilnost celega poskusa	39
Sl. 12: Opazovani parametri (ki se odražajo v %) v K in Q skupini za poskusno obdobje	40

1 UVOD

Antioksidanti so raznovrstna skupina molekul, ki imajo sposobnost, da se oksidirajo namesto drugih snovi v telesu. Prostimi radikalom (škodljivim snovem) zadržujejo in preprečujejo vstop v verižne reakcije. Zavirajo oksidacijske verižne reakcije ne da bi se sami vključili vanje. Antioksidanti preprečujejo oksidacijo lipidov, beljakovin in nukleinskih kislin, ki so tarče prostih radikalov. V primeru poškodb teh molekul se poslabša delovanje organov ali sistemov, poškodbe lahko povzročijo tudi direktne napake ali tvorbo toksinov. Nekateri antioksidanti z lovljenjem prostih radikalov ščitijo gostiteljeve celice. Tudi koencim Q₁₀, antioksidant, ki je topen v vodi, ščiti molekule in strukture pred prostimi radikali v vodnem okolju, ter sodeluje pri recikliranju drugih antioksidantov (Frankič in Salobir, 2007).

Koencim Q₁₀ ali ubikinon je snov podobna vitaminom. Njegovo ime izhaja iz latinske besede »ubiquitous« – kar pomeni prisoten povsod (Boyer, 2005). Odkril ga je Fred Crane leta 1957 (Novak, 2008), njegovo kemično strukturo je kasneje določil Karl Folkers. Najdemo ga v vseh celicah živih bitij, saj se sam endogeno sintetizira. Njegova oblika je odvisna od števila izoprenskih enot v stranski verigi. Človeški koencim vsebuje 10 izoprenskih enot in je med vsemi tudi največji (Stocker, 2002).

Najpomembnejši pogoj za dobro oplojenost jajc je zdravje matične jate. Ostali pogoji so nesnost kokoši, število petelinov v jati, letni čas in dolžina svetlobe, starost kokoši, način reje, prehrana matične jate (Zorko - Braun, 1979). Oplojenost lahko ugotovljamo s presvetljevanjem z ovoskopom že med postopkom valjenja, najbolj natančne podatke pa pridobimo ob valjenju samem, ko preštejemo izvaljene piščance, neizvaljena jajca presvetlimo ter ugotovimo zamrtost zarodkov ali neoplojenost (Holcman, 1991).

Valilnost nam pove število izvaljenih piščancev glede na število vloženih jajc v valilnik, giblje se okoli 70 do 80 %. Odvisna je od genetskih dejavnikov, kakovosti valilnih jajc, postopkov z jajci ter od pogojev v valilniku (Holcman, 1991).

V okviru večjega raziskovalnega projekta je bilo ugotovljeno, da v piščančjem mesu lahko povečamo vsebnost CoQ₁₀ s tem ko piščance krmimo s krmo, ki ji je bil dodan CoQ₁₀. CoQ₁₀, ki so ga zaužili s krmo, so piščanci porabili za antioksidativne potrebe v organizmu, endogeno sintetiziran CoQ₁₀ pa so porabili za nemoten pretok energije (Sečko, 2009; Volk in Brus, 2009; Jazbec Križman, 2011). Sovič (2010) je v poskusu na kokoših nesnicah in materah pitovnih piščancev proučevala vpliv vodotopne oblike CoQ₁₀ in lipojske kisline (tudi vpliv kombinacije obeh) na fizikalne lastnosti jajc.

V humani medicini je bilo opravljenih več raziskav, ki kažejo na pozitivni vpliv CoQ₁₀ na oploditveno sposobnost spermijev. Zauživanje CoQ₁₀ prispeva k večji gibljivosti in koncentraciji spermijev. Celice spermijev zahtevajo precej energije za svoje gibanje. Poleg tega morajo biti, preden dosežejo in oplodijo jajčne celice, zaščitene pred oksidativnimi poškodbami. Vse to jim zagotavlja dodatek CoQ₁₀ (Balercia in sod., 2009).

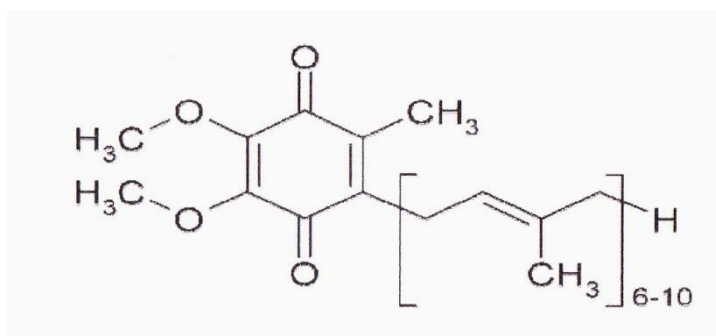
V literaturi nismo zasledili raziskave, ki bi obravnavala vplive CoQ₁₀ na oplojenost in valilnost kokošjih jajc. Zato je bil osnovni namen naše raziskave ugotoviti, kako dodatek CoQ₁₀ v krmo za kokoši vpliva na oplojenost jajc in valilnost pri kokoših lahkega tipa.

2 PREGLED OBJAV

2.1 KOENCIM Q₁₀ (CoQ₁₀)

Koencim Q₁₀ (CoQ₁₀) ali drugače imenovan ubikinon (ime izhaja iz latinske besede *ubiquitous*, kar pomeni, da je prisoten povsod) (Boyer, 2005) je snov, ki je podobna vitaminom. V nasprotju z vitamini, lahko CoQ₁₀ človeško telo proizvede samo, prav tako se nahaja tudi v rastlinskih in živalskih celicah. Obstaja pa dokaz o tem, da nastajanje CoQ₁₀ s staranjem upada.

Ubikinon je leta 1957 odkril Fred Crane in ga prvi izoliral iz seruma govejega srca (Novak, 2008). Njegovo kemično strukturo je nekaj let kasneje določil Karl Folkers, kateremu je Ameriško kemično društvo podelilo tudi Priestley-evo priznanje. Njegova kemijska struktura je 2,3-dimetoksi-5-metil-6-dekaprenil benzokinon. CoQ sesalcev vsebuje deset izoprenskih enot, zato tudi okrajšava CoQ₁₀ (Stocker, 2002).



Slika 1: Kemična struktura koencima Q (Boyer, 2002)

Človeški ubikinon-10 vsebuje 10 izoprenskih enot in je največji koencim, saj je pri miših in podganah sestavljen le iz 9 izoprenskih enot (CoQ₉). CoQ je prisoten v vseh celičnih membranah in lipoproteinih. Čeprav se relativna porazdelitev CoQ v tkivih razlikuje po vrstah, so bile najvišje koncentracije najdene v jetrih, mišicah, srcu, ledvicah in možganih. Na celični ravni se CoQ v glavnem nahaja v Golgijevih veziklih, ki nadzorujejo prenos proteinov, notranjih mitohondrijskih membran in lizosomov, kjer so prebavljene makromolekule (Stocker, 2002). CoQ₁₀ sodeluje pri nastanku molekul ATP-ja (tj. adenzin trifosfat), ki so pomembne za naše telo, saj v obliki le teh naše telo skladišči energijo. Celična energija nastaja v mitohondrijih v kemijskih reakcijah ob prisotnosti kisika (Novak, 2008).

CoQ₁₀ je nenadomestljiv prenašalec elektronov med kompleksi mitohondrijske dihalne verige in aktivnega nosilca protonov preko notranje mitohondrijske membrane. S tem

CoQ₁₀ sodeluje tudi pri nastajanju gradienta protonov in sinteze ATP (Žmitek in Žmitek, 2009).

Biološke funkcije CoQ₁₀ temeljijo na njegovem redoks ravnotežju. CoQ₁₀ zelo enostavno prehaja med ubikinonsko (polna oksidirana oblika), semikinonsko in ubikinolno (polna reducirana oblika) obliko (Žmitek in Žmitek, 2009).

Kot redoks sistem je CoQ vključen v respiratorno oz. dihalno verigo, pri višjih rastlinah pa ima podobno vlogo plastokinon. V respiratorni verigi je ubikinon nadaljnji zbiralnik za vodik, ki deloma izhaja od NADH, deloma pa od sukcinata ali od maščobnih kislin. Ima dolgo stransko verigo izoprena, zaradi nje je zelo lipofilen (topen v maščobah), vgrajuje se v lipidne dele mitohondrijske membrane (Karlson, 1980).

CoQ je edini antioksidant, ki je topen v lipidih in se endogeno sintetizira. Poleg tega imajo celice encimske aktivnosti, ki reducirajo CoQ₁₀ v aktivno obliko v antioksidaciji CoQ₁₀H₂ (Littarru, 2009). Biosinteza koencima Q₁₀ v telesu poteka s pomočjo vitaminov (B₂, B₆, B₁₂, C...) ter številnih manjših elementov. Sinteza poteka iz dveh aminokislin, fenil-alanina in tirozina. V kolikor manjka katera koli izmed teh, je posledično tudi CoQ₁₀ v telesu manj (Šikman, 2011).

CoQ₁₀, edini endogeno sintetizirani antioksidant topen v maščobah, je ključni sestavni del telesnega obrambnega mehanizma proti reaktivnim vrstam kisika. Glaven izvor reaktivnih oblik kisika je v mitohondrijih, kjer je CoQ₁₀ največ. Njegove koncentracije po telesu se zelo razlikujejo (Žmitek in Žmitek, 2009).

Učinek CoQ₁₀ je tudi zaščita pred oksidacijo plazemskih lipoproteinov, kar ima lahko pomembne posledice pri patogenezi ateroskleroze (Littarru, 2009).

2.1.1 Vpliv dodanega CoQ₁₀ v krmo piščancev na proizvodne lastnosti pitovnih piščancev

Volk in Brus (2009) sta izvajala poskus na pitovnih piščancih. Proučevala sta vpliv dodanega CoQ₁₀ na zdravstveno stanje piščancev, na proizvodne lastnosti piščancev ross 308, ter vpliv na njegovo koncentracijo v telesnih tkivih. V poskus sta vključila 100 živali, ki so predstavljale kontrolno skupino, ter po 25 živali v vsaki testni skupini, ki so različno dolgo (10, 20, 30, 40 dni) dobivale v krmo dodan CoQ₁₀ (obogatena krma). Prišla sta do sklepov, da pri zdravstvenem stanju živali v posameznih skupinah ni bilo opaziti odstopanj in poginov piščancev. Ugotovila sta, da se masa piščancev s časom krmljenja z obogateno krmo povečuje. Izkoristljivost krme je nihala najmanj pri testni skupini, ki je imela ves čas na razpolago obogateno krmo. Ugotovila sta, da se ob obogateni krmi poveča vsebnost CoQ₁₀ v posameznih tkivih testnih piščancev. V piščančjih prsih in bedrih se vsebnost CoQ₁₀ večja s časom krmljenja z obogateno krmo.

2.1.2 Vpliv dodanega CoQ₁₀ v krmo piščancev na njegovo vsebnost v drobovini

Halilovič (2008) je v svojih poskusih ugotovila, da vodotopen CoQ₁₀, ki je bil dodan v krmo piščancev, vpliva na njegovo vsebnost v drobovini. Ugotovila je, da je v krmo piščancev dodani CoQ₁₀ vplival na njegovo vsebnost v srcih, ne pa v jetrih. V poskus je bilo zajetih 200 piščancev ross 308. Glede na čas krmljenja so bili razdeljeni v pet skupin, ena izmed njih je bila kontrolna. Pri starosti 41 dni so jih zaklali in pri vsaki skupini na šestih piščančjih srcih in jetrih določili vsebnost CoQ₁₀, vsebnost holesterola in maščobnokislinsko sestavo. V kontrolni skupini so piščančja jetra vsebovala več CoQ₁₀ kot piščančja srca. Pri daljšem krmljenju (40-dnevnem) piščancev z vodotopnim CoQ₁₀ ni bilo značilnih razlik v vsebnosti CoQ₁₀ v piščančjih jetrih. Za razliko od jeter so imela piščančja srca pri 30-ih in 40-ih dnevih krmljenja največjo vsebnost CoQ₁₀, najmanjša vsebnost le tega pa je bila v kontrolni skupini (0-dnevno krmljenje).

Poleg vsebnosti CoQ₁₀ je Halilovič (2008) določala tudi vsebnost holesterola v srcu in jetrih. V piščančjih jetrih kontrolne skupine je ugotovila večjo vsebnost holesterola kot v piščančjih srcih. Dodatek CoQ₁₀ v krmo piščancev vpliva različno na vsebnost holesterola v jetrih in srcih. Največjo vsebnost holesterola v jetrih je ugotovila pri 30-ih dnevih krmljenja, najmanjšo pa v kontrolni skupini. V primerjavi s kontrolno skupino je ugotovila statistično značilno manjše vsebnosti holesterola v piščančjih srcih v skupinah piščancev krmljenih s CoQ₁₀. Ugotovila je tudi, da je maščobnokislinska sestava piščančjih jeter in src v veliki meri odvisna od dodatka CoQ₁₀ v krmo piščancev. Dodatek CoQ₁₀ zelo ugodno vpliva na različna razmerja med maščobnimi kislinami.

Halilovič (2008) meni, da so piščančja jetra in srca, kljub dodanemu CoQ₁₀, s prehranskega stališča nezanimiva, saj vsebujejo veliko holesterola, kar pa je našemu zdravju veliko bolj v škodo kot v korist.

2.1.3 Vpliv dodanega CoQ₁₀ v krmo piščancev na njegovo vsebnost v mesu

Penko (2008) je v svojem poskusu pri isti skupini piščancev kot Halilovič (2008) (200 piščancev provenience ross 308) analizirala vsebnost CoQ₁₀ v mesu. Zaklane piščance je razkosala na posamezne dele - prsa, bedra in peruti. Mišičnino posameznih kosov je analizirala glede na vsebnost CoQ₁₀, vsebnost holesterola in maščobnokislinsko sestavo. Ugotovila je, da bedra piščancev vsebujejo več CoQ₁₀ kot peruti in prsa. To je pričakovala, saj so bila bedra tudi najbolj metabolično aktivna. Z dodajanjem CoQ₁₀ v krmo piščancev je ugotovila, da to pozitivno vpliva na njegovo vsebnost v mesu. Dalj časa kot je krmila, tem bolj se je povečevala njegova vsebnost v mesu. Največjo vsebnost pri vseh tkivih je CoQ₁₀ dosegel pri 40-ih dnevih krmljenja z dodatkom le-tega. Dodan CoQ₁₀ je najmanjšo spremembo v njegovi vsebnosti povzročil v bedrih, kjer je naravno največja. Največjo spremembo je povzročil v piščančjih prsih. Glede vpliva dodanega CoQ₁₀ v krmo piščancev na vsebnost holesterola in na maščobnokislinsko sestavo v mesu je ugotovila, da dodatek CoQ₁₀ bistveno ne vpliva.

Penko (2008) je prišla do sklepa, da dodajanje CoQ₁₀ v krmo piščancem ne bi bilo smiselno niti ekonomično, saj z dodatkom CoQ₁₀ ni dosegla velikega povečanja vsebnosti CoQ₁₀ v piščančjih kosih, prav tako pa ni bilo velikega vpliva na vsebnost holesterola in na že naravno ugodno maščobnokislinsko sestavo mesa.

Na podlagi pridobljenih vzorcev tkiv piščancev, s katerimi sta izvajala poskuse Volk in Brus (2009), je Jazbec Križman (2011) proučevala vpliv dodanega CoQ₁₀ na njegovo vsebnost v tkivih piščancev in na zmanjševanje oksidacijskega stresa med rejo. CoQ₁₀ naj bi deloval v tkivih piščancev kot zelo pomemben antioksidant, kar je pokazalo frakcioniranje celih piščančjih prsi. Tam se CoQ₁₀ vgrajuje predvsem v celične membrane ter deluje kot antioksidant. Piščanci so bili zaradi povečane metabolne aktivnosti izpostavljeni oksidativnemu stresu. Ko sta Volk in Brus (2009) krmi dodala CoQ₁₀ sta izboljšala delovanje antioksidativne mreže v plazmi. CoQ₁₀, prisoten v krvi, se je vgradil v piščančja tkiva. Jazbec Križman (2011) je ugotovila, da je v mladih piščančjih prsih lastna sinteza v mitohondrijih zadostna in da vneseni CoQ₁₀ deluje predvsem kot antioksidant.

2.1.4 Vpliv dodanega CoQ₁₀ in lipojske kisline v krmo kokoši na fizikalne lastnosti jajc

Sovič (2010) je v poskuse s CoQ₁₀ vključila kokoši lahkega in težkega tipa. Preučevala je, kakšen je vpliv CoQ₁₀ in lipojske kisline, ki so ju dodali v krmo kokošim, na fizikalne lastnosti jajc. V 12 tednov trajajoči poskus je vključila 48 kokoši mater pitovnih piščancev provenience ross in 48 kokoši nesnic provenience lohmann brown. Vsako od skupin je razdelila še na 4 skupine: kontrolno skupino, skupino, ki ji je dodajala CoQ₁₀, skupino ki ji je dodajala CoQ₁₀ in lipojsko kislino in skupino, ki ji je v krmo dodala le lipojsko kislino.

Pri analizi rezultatov poskusa je Sovič (2010) prišla do ugotovitev, da dodatek CoQ₁₀ v krmo kokoši nesnic lohmann brown vpliva na nekatere fizikalne lastnosti jajc: jajčna lupina se obarva temnejše, rumenjaki so svetlejši, večji pa je tudi obseg krvnih in mesnih peg. Za razliko od kokoši nesnic lohmann brown, pa dodatek CoQ₁₀ v krmo kokoši pri materah pitovnih piščancev ross ni povzročil nobenih sprememb v fizikalnih lastnostih jajc. Z dodajanjem lipojske kisline v krmo se je pri kokoših materah pitovnih piščancev ross zmanjšala masa jajca, lupina je bila bolj trdna ter svetla, rumenjaki so bili intenzivnejše barve, zmanjšala se je višina gostega beljaka in število haughovih enot. Pri kokoših nesnicah lohmann brown je ugotovila, da dodatek lipojske kisline v krmo kokoši povzroči večjo trdnost lupine (tudi večjo trdnost pri isti debelini lupine) ter povečano število haughovih enot in večjo višino gostega beljaka.

Pri skupinah, kjer je dodajala oba dodatka (CoQ₁₀ in lipojsko kislino) je Sovič (2010) ugotovila, da dodatka v krmo kokoši nesnic lohmann brown povzročita večjo trdnost lupine pri isti debelini lupine, lupina se obarva temnejše, poveča se število haughovih enot ter višina gostega beljaka, rumenjaki pa se ne obarva tako intenzivno. Pri kokoših materah pitovnih piščancev se ob obeh dodatkih v njihovo krmo število haughovih enot in višina gostega beljaka zmanjšata, rumenjaki pa se obarva bolj intenzivno.

2.2 STARŠEVSKA JATA PRELUX-Č

Starševsko jato prelux-Č sestavljajo kokoši slovenske tradicionalne pasme in sicer - slovenska grahasta kokoš ter petelini slovenske tradicionalne pasme – slovenska rjava kokoš.

2.2.1 Slovenska grahasta kokoš

V Sloveniji je bila med svetovnimi vojnami izredno priljubljena pasma kokoši grahasta plimutka, predvsem zaradi telesne mase in delno zaradi lepega barvnega vzorca perja. Kasneje pa se je ta pasma obdržala le še v nekaterih pasemskih rejah, kjer so upoštevali pasemske standarde, a so zanemarili nesnost. Ker pa je bila v našem prostoru velika želja po kokoših z grahastim perjem, primernih za proizvodnjo v zahtevnejših razmerah, so leta 1970 iz ZDA uvozili 720 valilnih jajc kokoši grahasti leghorn, ki so jih križali z domačo belo plimutko. Odbirali so na primerno telesno maso, boljšo nesnost in na grahast vzorec perja. Iz teh dveh pasem je tako nastala naša tradicionalna pasma imenovana slovenska grahasta kokoš (Program razvoja podeželja ..., 2007).

Slovenska grahasta kokoš ima grahasti vzorec perja, petelini malo svetlejšega, majhne rdeče priuhke, enostaven, srednje visok in rahlo povešen greben, oranžne oči, noge rumene barve, s črnim nadihom po prstih in na spodnjem delu nog. Po proizvodnem tipu je kokoš težja nesnica, nese pa jajca s svetlo rjavo lupino. Spolno dozori v starosti 21 do 22 tednov (ob tej starosti znesejo prvo jajce). Povprečna masa petelinov je od 3 do 3,5 kg (Program razvoja podeželja ..., 2007). Kokoši ob koncu nesnosti dosegajo povprečno telesno maso okoli 2,84 kg. Letno znesejo od 234 oz. 241 jajc s povprečno maso 64,26 g. Po proizvodnosti je slovenska grahasta kokoš najslabša med slovenskimi tradicionalnimi pasmami kokoši (Ristić, 2010).

2.2.2 Slovenska rjava kokoš

Prav tako kot je bila med obema vojnama pri nas zelo priljubljena grahasta plimutka, je bila tudi pasma rodajland, iz katere izhaja slovenska rjava kokoš. Pasma rodajland je v petdesetih in šestdesetih letih 20. stoletja za krajši čas zamenjala svetlejša pasma njuhempšir. Kasneje so na novo začeli s selekcijo pasme rodajland na lažji tip in boljso nesnost kot je bila pred vojno. Selekcionirali so jo začeli zaradi primernejšega križanja s srebrnimi in grahastimi kokošmi. Rezultat selekcije je bila slovenska rjava kokoš (Program razvoja podeželja ..., 2007).

Kokoši pasme slovenska rjava kokoš imajo enostaven, srednje visok in malo povešen greben, rjav kljun, oranžne oči, kokoši imajo majhne roza priuhke, petelini pa rdeče. Njihove noge so rumene, z manjšim nadihom po prstih in spodnjem delu nog. Barva perja je pri kokoših temno rjava s kovinskim sijajem na mikalu, petelini pa imajo temno rjavo barvo perja s kovinskim sijajem po hrbtu in na mikalu. Perje v repu je pri petelinih temno zelene in črne barve. Kokoš je po proizvodnosti nesnica in nese jajca s temno rjavo lupino. Spolno dozorijo nekoliko prej kot pasma slovenska grahasta kokoš, in sicer v starosti od 19 do 20 tednov, znesejo pa tudi nekaj več jajc. Petelini dosežejo telesno maso od 2,5 do 3 kg (Program razvoj podeželja ..., 2007). Telesna masa kokoši na koncu nesnosti je povprečno 1,98 kg. Po proizvodnosti je slovenska rjava kokoš najboljša, saj letno znese 303 jajca, s povprečno maso 62,6 g (Ristić, 2010).

2.2.3 Črni prelux (PRELUX-Č)

Na selekcijski farmi Biotehniške fakultete v Prevojah pri Lukovici so križali grahasto kokoš z rjavim petelinom in dobili novo komercialno križanko nesnega tipa prelux-Č. Pri izvaljenih piščancih se spol lahko določi takoj, saj so jarkice črne barve, petelinčki pa so prav tako črni, le da imajo na glavi belo liso. Tako določanje, kjer je na videz takoj jasen spol, imenujemo avtoseks. Ko jarkice odrastejo imajo lepo svetleče črno perje, na vratu pa imajo tudi malo rjavega pigmenta (Holcman in sod., 2004). Ob koncu nesnosti kokoši tehtajo povprečno 2,37 kg. Letno znesejo okoli 310 oz. 314 jajc, katerih povprečna masa znaša 64,26 g. Med prelux križankami je kokoš prelux-Č po proizvodnosti najboljša (Ristić, 2010).

2.3 OPLOJENOST JAJC IN VALILNOST

2.3.1 Oplojenost

Oplojenost jajc je najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na uspeh valjenja. Od nje je torej odvisna notranja kakovost valilnega jajca. Na oplojenost vplivajo številni dejavniki: nesnost kokoši, namreč več znesenih jajc zapovrstjo pomeni, da lahko pričakujemo tudi boljšo oplojenost in tudi boljšo valilnost. Iz tega lahko sklepamo, da obstaja pozitivna korelacija med nesnostjo in valilnostjo. Vsak vpliv, ki poslabša nesnost, se odraža tudi pri slabši valilnosti. V valilnicah se povprečen odstotek neoplojenih jajc giblje okoli 5 do 10 % (Zorko - Braun, 1979).

Na oplojenost jajc pomembno vpliva število petelinov v jati kokoši. Na 100 kokoši bi morali ob pričetku nesnosti računati približno osem do deset petelinov. Kakovost petelinjega semena se spreminja s starostjo petelinov in z letnim časom. Odvisna je tudi od pasme, zdravstvenega stanja petelina, prehrane, starosti semena in od svetlobnega programa (Zorko – Braun, 1979).

Na oplojenost vpliva tudi letni čas in s tem svetloba, saj sta oplojenost in prav tako valilnost slabši v vročih poletnih mesecih. V pomladanskih mesecih se izboljšata in tako pomladi dosežeta največje vrednosti. Pomladi je tudi več svetlobe in so tako pogoji za oplojevanje veliko bolj primerni kot pozimi (Zorko – Braun, 1979).

Kakovost valilnih jajc in s tem oplojenost je odvisna tudi od starosti kokoši. Najboljše rezultate tako dobimo pri jajcih kokoši starih od 8 do 13 mesecev (Holcman, 1991).

Zelo pomemben pogoj za dobro oplojenost in valilnost je zdravje matične jate. Za valjenje ne smemo uporabljati valilnih jajc kokoši, ki pogosto obolevajo, saj so take kokoši izčrpane, to pa ima tudi neželene učinke na reprodukcijo. Preko jajc pa se lahko prenašajo tudi nekatere bolezni kokoši (npr. *Salmonella pullorum* – kokošji tifus). To imenujemo vertikalni (posreden) prenos bolezni. Ker pa je vlaga in temperatura zraka v valilnikih zelo ugodna za razmnoževanje bakterij in tako posledično za prenašanje bolezni na in v valilna jajca, moramo zato za valjenje izbirati le oplojena jajca zdravih kokoši (Zorko – Braun, 1979).

Na oplojenost pomembno vpliva prehrana plemenske jate. Oplojeno jajce vsebuje vse potrebne hranilne snovi za zdrav razvoj zarodka, ter tudi za kasnejšo odpornost, rastnost in vitalnost piščancev. Če prehrana plemenske jate ni uravnotežena, se to lahko odrazi v slabši valilnosti, lahko zamre več zarodkov ter se poslabša vitalnost piščancev. Tako morajo rejci paziti na uravnoteženo prehrano že na začetku nesnosti. Hranilne snovi v krmi

morajo biti pravilno uravnotežene, krma mora biti polna vitaminov in mikroelementov (Zorko – Braun, 1979).

Tudi način reje kokoši vpliva na oplojenost jajc. Najprimernejša je talna reja z nastilom in rešetkami. Plemenska jata je lahko tudi v baterijski reji, vendar tu nimajo možnosti naravnega parjenja. V baterijski reji je edina možnost osemenjevanje (Ločniškar, 1991b).

Oplojenost lahko določimo na tri različne načine: pri ravnokar znesenih jajcih, s presvetljevanjem jajc (ki so v valilniku od sedem do dvanajst dni) ter z razbitjem neizvaljenih jajc na dan valjenja (Mauldin, 2002b).

Razbijanje svežih jajc je najhitrejši način za ugotavljanje oplojenosti. Ta način je uporaben, ko kokoši v jati začnejo nesti jajca ter ko jih zdravimo za kakšno boleznijo oz. neplodnostjo. Ta metoda ugotavljanja oplojenosti ima tudi nekaj slabosti. Največja izguba je, da dobimo podatke le o oplojenosti, ne pa tudi o drugih pomembnih podatkih (umrljivost zarodkov, okužbe). Slaba stran tega načina je tudi to, da izgubimo valilna jajca in možne piščance. Valilna jajca se morajo uporabiti za valjenje, zato vzorec jajc redko presega 100 jajc, kar pa lahko prinese napake pri napovedi oplojenosti. Pri svežih jajcih, v primerjavi z jajci ki so v valilniku že nekaj dni, je težje razlikovati oplojeno jajce od neoplojenega (Mauldin, 2002b).

Oplojenost najbolj natančno ugotovimo s presvetljevanjem jajc. Presvetljujemo jih lahko že na 5. dan valjenja, vendar se takrat še lahko zmotimo, saj so zarodki še zelo majhni. Ker zarodki v drugem tednu valjenja rastejo zelo hitro, lahko na 9. oz. 10. dan jajca presvetlimo skoraj brez napak. Presvetljujemo jih na dva načina: najhitrejši način je z mizo, kjer lahko naenkrat presvetlimo večje število jajc, drugi način pa je s presvetljevanjem vsakega jajca posebej, kjer naredimo manj napak (Mauldin, 2002b).

Tretji način ugotavljanja oplojenosti jajc je razbitje neizvaljenih jajc na dan valjenja. Neizvaljena jajca lahko rejcu prinesejo zelo pomembne podatke. Če na dan valjenja teh jajc ne razbijemo, lahko o vzrokih slabega valjenja samo ugibamo. Vsi rejci bi morali vsaj enkrat na dva tedna ugotavljati oplojenost jajc (Mauldin, 2002b).

2.3.1.1 Presvetljevanje jajc

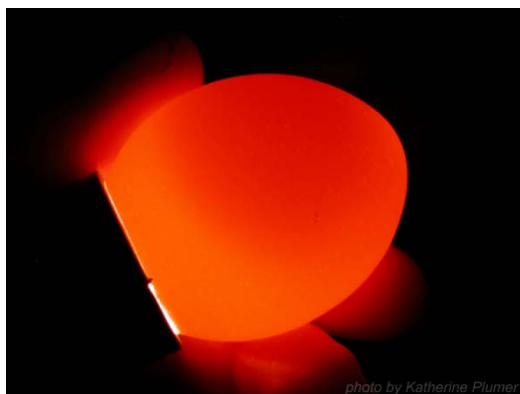
Oplojenost jajc lahko ugotovimo že med postopkom valjenja. Presvetljujemo jih lahko šesti in osemnajsti dan v inkubatorju. Zarodke, oziroma krvne žile, lahko opazimo že šesti dan. Krvne žile črpajo hranilne snovi za zarodek iz jajčnega beljaka ter lupine. Torej, če je jajce oplojeno, vidimo krvne žile. Če pa jajce ni oplojeno, pri presvetljevanju ne vidimo ničesar (jajce je svetlo). Kadar pa je jajce bilo oplojeno, vendar je zarodek zamrl, to vidimo po sklenjenem krogu krvnega ožilja jajca. Ta jajca lahko skuhamo in jih uporabimo za krmo živalim (Holcman, 1991).

Jajca presvetljujemo posamezno v delno osvetljenem prostoru ali pa z mizo za presvetljevanje več jajc naenkrat. Presvetljevanje vsakega jajca posebej je zamudno, vendar veliko bolj natančno. Najpogostejša napaka pri presvetljevanju več jajc naenkrat je, da ne prepoznamo vseh neoplojenih. Napaka, ki je največkrat prisotna pri presvetljevanju vsakega jajca posebej pa je, da nepravilno ocenimo in zamenjamo oplojeno jajce za svetlo (neoplojeno) (Mauldin, 2002b).

Neoplojena jajca pri presvetljevanju lahko pustimo na lesah do konca inkubacije, lahko pa jih tudi odstranimo. V primeru, da neoplojena jajca in jajca z zamrtim zarodkom pri presvetljevanju odstranjujemo takoj, potrebujemo dva delavca. Prvi označuje neoplojena jajca, druga pa jih potem izloča. S tem, da drugi delavec izloča neoplojena jajca, preprečimo, da bi prvega zaslepila svetloba iz odstranjenih praznih jajc. V nekaterih primerih je zaželeno, da delavec neoplojena jajca zamenja z oplojenimi (Mauldin, 2002a).

Odstranjevanje neoplojenih jajc, ki so oz. niso bila zaplinjena, je lahko velika prednost. S tem pridobimo več prostora na lesah, zmanjšamo splošno tveganje za okužbe in ustvarimo enotnejšo temperaturo v valilniku (Mauldin, 2002a).

Presvetljeni vzorci jajc omogočajo oceno oplojenosti in oceno valilnosti. Da pa bi lahko določili pravo oplojenost, bi morali presvetliti vse lese vložnih jajc, kar pa časovno ne bi bilo učinkovito (Mauldin, 2002b).



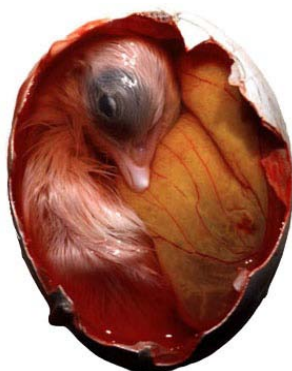
Slika 2: Neoplojeno jajce (Plumer, 2006)



Slika 3: Zamrt zarodek v prvih dneh valjenja (Plumer, 2006)



Slika 4: Oplojeno jajce (Plumer, 2006)



Slika 5: Zarodek piščanca star 16 dni (Embryo development, 2007)

2.3.2 Valilnost

Valilnost nam pove koliko od vložjenih jajc v valilnik je bilo izvaljenih. Tista jajca, ki niso bila izvaljena, so zarodki, ki so zamrli v začetku ali ob koncu valjenja. Iz tega lahko izračunamo valilnost piščancev, ki se giblje okoli 70 - 80 % (Holcman, 1991). Lahko pa izračunamo tudi valilnost glede na število oplojenih jajc (ta izračun se uporablja pri poskusih) (Zorko – Braun, 1979).

Valilnost oz. uspeh valjenja je odvisen od več dejavnikov, genetski pa je močno poudarjen. Ker nekatere jate kokoši dajejo slabše rezultate pri valilnosti je valilnost lastnost, ki jo upoštevajo selekcijski programi (Zorko – Braun, 1979).

Uspeh valjenja in kakovost piščancev sta v veliki meri odvisna od kakovosti valilnega jajca, od postopkov z jajcem od trenutka znesenja do vlaganja v predvalilnik, ter od pogojev v predvalilniku in izvalilniku (Holcman, 1991).

Kakovost valilnega jajca se odraža v njegovem izvoru, notranji ter zunanji kakovosti jajca.

2.3.2.1 Oblika jajc

Jajca za valjenje morajo biti pravilne jajčaste oblike. Videti se mora koničasti in topi del jajca (Holcman, 1988). Obliko jajca označuje odnos med širino in dolžino jajca, kar poimenujemo *indeks oblike*.

Jajce širine 4,2 cm in dolžine 5,7 cm ima indeks oblike 74, kar je optimalno. Za valjenje niso primerna jajca s tanko lupino, jajca z nagubano lupino ter jajca z ostanki kalcija na lupini. Iz takih jajc se izvali manjši odstotek piščancev (Zorko – Braun, 1979). Tudi barva

lupine valilnega jajca določene pasme kokoši mora biti taka kot je značilna za pasmo (Holcman, 1991).

2.3.2.2 Masa jajc

Najprimernejša masa valilnih jajc je od 56 do 65 g. To je zelo pomembno, saj je od mase in kakovosti jajc odvisna masa in kakovost izvaljenega piščanca ter tudi poznejša masa živali. Zato v lese predvalilnika ne vlagamo prelahkih in ne pretežkih jajc (Holcman, 1991).

2.3.2.3 Čistost jajc

Iz gnezd moramo jajca pobrati čimprej, saj se drugače hitro umažejo. Umazana jajca so lahko že polna mikroorganizmov. Prav tako se na umazanih jajcih hitro zamašijo pore v jajčni lupini, kar kasneje v času valjenja onemogoča izmenjavo plinov. Če so pore v jajčni lupini zaprte, zarodek lahko pogine. Jajca lahko očistimo suho, in sicer s pščen in papirjem ali žično volno. To zahteva precej dela, zato se je na farmah uveljavilo ročno ali strojno umivanje jajc z vodo. Voda mora biti segreti na 43 °C, dodamo pa tudi detergent, ki ga doziramo po navodilih proizvajalca. Jajca, ki jih hočemo umiti morajo biti ohlajena na 8 °C (temperatura jajca po znesenju je 41°C) (Zorko – Braun, 1979).

2.3.2.4 Starost jajc

Najbolj primerna starost jajc za vlaganje je tri do sedem dni. Znesena jajca čimprej pobereмо iz gnezd ter jih skladiščimo v prostoru s temperaturo od 10 do 12 °C, zračna vlaga prostora mora biti od 70 do 80% (Holcman, 1988).

2.3.2.5 Notranja kakovost jajc

Notranja kakovost jajc je odvisna od oplojenosti ter od prehrane plemenske jate. Oplojeno jajce je bogato s hranilnimi snovmi za razvoj zarodka. Če matična jata nima zadostne in uravnotežene prehrane tudi jajca ne morejo imeti vseh potrebnih hranilnih snovi za razvoj embria (zarodka). Neuravnotežena krma pa povzroča tudi slabšo valilnost, več zarodkov lahko pogine in piščanci po izvalitvi niso tako vitalni. Že na začetku nesnosti moramo biti pozorni na kakovost in uravnoteženo prehrano plemenske jate (Zorko - Braun, 1979).

2.3.2.6 Postopki z valilnim jajcem

Z jajcem moramo pravilno ravnati že od začetka, od trenutka znesenja do valilnika. Le iz kakovostnega valilnega jajca bomo dobili tudi kakovostnega piščanca. Jajca iz gnezd pobiramo čim pogosteje, kar je odvisno od vrste gnezd, klimatskih pogojev in letnega časa. Nato jajca s koničasto stranjo navzdol nalagamo na kartonaste ali plastične pladnje. Umazana in počena jajca izločimo in pakiramo posebej (Zorko – Braun, 1979). Znesena jajca pravilno transportiramo ter jih za največ deset dni shranimo pri temperaturi 10 do 12 °C, pri relativni zračni vlagi 70 do 80 %. Najboljša starost jajc za vlaganje je tri do štiri dni. Ker pa so na jajcih velikokrat mikroorganizmi, ki povzročajo bolezni, jajca zaplinjamo (Holcman, 1991).

2.3.2.7 Plinjenje valilnih jajc

Kužne mikroorganizme (glivice, bakterije, viruse), ki so prisotni na jajčni lupini, zaplinimo na farmi ali kasneje v valilnici s formaldehidom. Formaldehid je plin (CH₂O), prodaja pa se kot formalin, tj. 40 % raztopina formaldehida in vode. Pri zaplinjanju jajc je najpogostejši postopek, pri katerem se s pomočjo kalijevega permanganata (KMnO₄) iz raztopine formalina sprošča plin, imenovan formaldehid. Za pridobitev plina dva dela formalina prelijemo z delom kalijevega permanganata (Benčina, 1991).

Pred valjenjem zaplinjamo tako, da damo vozičke z valilnimi jajci v dobro zaprt prostor (oz. zaprt inkubator), ki mora biti ogret na 25 °C in vlažen (75 % relativna zračna vlaga) (Zorko – Braun, 1979). Kalijev permanganat damo v večjo kovinsko posodo in ga prelijemo s formalinom; količine snovi moramo prilagoditi glede na prostornino prostora, v katerem bomo jajca zaplinjali. Približno 25 g KMnO₄ in 50 ml formalina je potrebno za en kubični meter. Plinimo lahko samo valilni aparat, v katerem še ni jajc. V takem primeru lahko plinimo dalj časa, jajca pa plinimo samo 30 minut. Ne smemo jih pliniti v prvih dneh valjenja, saj bi s tem lahko uničili zarodke, ki so se začeli razvijati. Po končanem plinjenju inkubatorje prezračimo z vključitvijo ventilatorjev (Benčina, 1991).

2.3.2.8 Transportiranje in skladiščenje jajc

Pri prevozu jajc se moramo izogibati daljših in slabih poti, ki povzročajo tresljaje. Ob tresljajih se lahko v jajcu pretrgata halazi, lahko pa počí tudi jajčna lupina. Halazi predstavljata nekakšno dvojno nitko sestavljeno iz gostega beljaka, ki povezujeta rumenjaka s topim in koničastim delom jajca (Holcman, 1988).

Jajca shranjujemo v skladiščih, ki so lahko vezana na farmo, lahko pa tudi v prostorih valilnice. Skladišče je razdeljeno na prostor za čiščenje jajc, razvrščanje jajc, na prostor za embalažo ter prostor za skladiščenje valilnih jajc. Najbolje je, da je skladišče za jajca

avtomatsko klimatizirano na stalno temperaturo in zračno vlago. Najbolj primerna naj bi bila 70-80% zračna vlaga, saj v času skladiščenja iz jajc izpareva voda. Če je vlaga nižja od priporočene, voda iz jajc hitreje izhlapeva in se jajca izsušujejo. Prav tako pogoji v skladišču ne smejo doseči točke rosišča, ob kateri bi se na jajcih nabiral kondenz. Če jajca skladiščimo za sedem dni, je najugodnejša temperatura za skladiščenje od 12 do 19°C. V kolikor jajca skladiščimo za manj kot sedem dni, je temperatura zraka lahko višja. To so ugotovili holandski znanstveniki, ki so preučevali medsebojne učinke med temperaturo in trajanjem skladiščenja jajc. Ob krajšem skladiščanju ti znanstveniki priporočajo višjo temperaturo, saj so s poskusi ugotovili, da so bili pri ena do tri dnevem skladiščanju pri 30 °C rezultati valjenja najboljše. Pri temperaturi 15 °C pa so se jajca, ki so jih skladiščili za pet do sedem dni, najboljše valila (Zorko – Braun, 1979).

Za valjenje uporabljamo tudi jajca starih matičnih jat, le da se pri teh uporablja posebna tehnika skladiščenja. To pa zato, ker se temperatura in vlaga v skladišču ob sedem do petnajst-dnevem skladiščanju lahko močno spreminja, kar ima lahko velik vpliv na lupine jajc, vprašljiva pa je tudi notranja kakovost jajc. Taka jajca naložijo s koničastim delom navzgor v plastične vložke, jih posebej pakirajo in odtegnejo zrak. Ko jih vlagajo v valilnike, jih obrnejo s topim delom navzgor. Tako se rumenjaki lahko počasi premikajo proti koničastemu delu jajca, v času valjenja pa se vrne v svoj prvotni položaj. Tak način skladiščenja je ugoden zato, ker se tako prepreči, da bi se zarodek prilepil na lupino (Zorko – Braun, 1979).

2.3.2.9 Valjenje

Dandanes so koklje že skoraj popolnoma zamenjali avtomatizirani valilniki, pri katerih je prav tako potrebno biti pazljiv. Pozorni moramo biti na temperaturo in vlago v valilnici, potrebno je prezračevanje ter obračanje jajc med valjenjem. Valilničarji morajo paziti tudi na pravilno delovanje naprav, na vlaganje jajc v lese, na prelaganje jajc v izvalilnike ter na pobiranje izvaljenih piščancev. Valjenje poteka v dveh fazah, in sicer v predvalilniku in v izvalilniku (Holcman, 1988).

V predvalilniku so jajca obrnjena s koničastim delom navzdol, tako da je zarodek v jajcu z glavo obrnjen proti topemu delu jajca, kjer se nahaja zračni mehurček in preko katerega zarodek lahko diha. Temperatura v predvalilniku mora biti na termostatih naravnana na 37,8 °C, zračna vlaga pa na 55-60 %. Jajca se v predvalilniku obračajo pod kotom 45° v levo in v desno stran običajno na štiri ure, saj se tako prepreči prilepljanje zarodkov na lupino. V predvalilniku jajca ostanejo do 18. dne valjenja (Holcman, 1988).

V valilnikih morajo biti nameščeni tudi ventilatorji. Ti razporejajo toploto po prostoru, odstranjujejo ogljikov dioksid (CO₂) in vodne hlape, ki ju izločajo zarodki med valjenjem,

ter črpajo svež zrak (kisik) v prostor. Zarodek nujno potrebuje kisik za normalen razvoj (Holcman, 1988).

Že šesti dan valjenja v predvalilniku lahko jajca presvetlimo z ovoskopom. Če je bilo jajce oplojeno lahko vidimo krvne žile zarodka, ki zanj črpajo hrano iz beljaka in jajčne lupine. Pri neoplojenih jajcih gre svetloba lepo skozi, so svetla. Zamrt zarodek pa prepoznamo po sklenjenem krogu krvnega ožilja (Holcman, 1988).

V primeru previsoke temperature v predvalilniku lahko pride do pospešenega razvoja embria. V prvih dneh valjenja visoka temperatura lahko povzroči velik pogin ter razvoj spačenih zarodkov. V zadnjih dneh pa previsoka temperatura povzroča prehitro naključvanje lupine. Če se piščanec prehitro izvali, nima časa vsrkati rumenjaka, ki mu služi kot hrana v prvih dneh življenja izven jajčne lupine. Kot posledica tega so piščanci potem šibkejši in bolj drobni. Nižja temperatura od priporočene lahko zavira razvoj zarodka in povzroči velik pogin ob koncu valjenja. V primeru nihanja temperature se valjenje lahko zakasni in ne poteka istočasno pri vseh piščancih (Zorko – Braun, 1979).



Slika 6: Ovoskop za presvetljevanje posameznega jajca (Kutsevskiy, 2009)



Slika 7: Ovoskop za večje število jajc (Kutsevskiy, 2009)

Po 18. dnevu valjenja se vsa jajca iz predvalilnika preložijo v lese izvalilnika, kjer ostanejo še preostale tri dni, saj se na 21. dan že izvalijo (Holcman, 1991). Tudi v izvalilniku mora biti dovolj prostora, vsaj 60 do 70 cm od sten, kar omogoča lažji prehod in enostavnejše čiščenje. V enem izvalilniku so lahko le jajca, ki so bila vložena isti dan (imajo isto valilno shemo) (Mauldin, 2002c). Tu mora biti 70 do 80 % relativna zračna vlaga, temperatura pa 37,2 °C. Ko se izvalijo vsi piščanci, lahko izračunamo odstotek valilnosti iz razmerja med

številom izvaljenih piščancev in številom vložnih jajc. Povprečna valilnost znaša okoli 70 do 80 % (Holcman, 1991).

$$\text{valilnost (\%)} = \frac{\text{število izvaljenih piščancev}}{\text{število vložnih jajc}}$$

Pri poskusih se v izračunih uporablja tudi naslednja formula:

$$\text{valilnost (\%)} = \frac{\text{število izvaljenih piščancev}}{\text{število oplojenih jajc}}$$

Zadnje dneve valjenja piščanec v trebušno votlino vsrka ostanek rumenjaka. Ta mu služi kot rezerva hrane, saj po izvalitvi piščanec lahko zdrži brez krme in vode kar 42 ur. Sicer pa po izvalitvi piščance kar se da hitro odpremimo iz valilnice. V primeru, da se v valilnici ukvarjajo tudi s selekcijo, je s piščanci še nekaj dela. Piščance tako seksiramo (ločujemo po spolu), označujemo, cepimo, skrajšujemo jim kljune (Holcman, 1991).

3 MATERIALI IN METODE

3.1 MATERIAL

V poskus smo vključili 786 kokoši pasme slovenska grahasta kokoš in 82 petelinov pasme slovenska rjava kokoš. Jata je bila že pred poskusom uhlevljena v talno rejo. Ko smo začeli s poskusom so bile kokoši stare 39 tednov, poskus je trajal skupaj 32 dni (4 tedne ter 4 dni) in se tako končal ob starosti kokoši približno 44 tednov. Vse kokoši so bile izpostavljene enakim dejavnikom okolja.

Kokoši so bile uhlevljene na farmi Krumperk pedagoško raziskovalnega centra za perutninarstvo Biotehniške fakultete in razdeljene na dve skupini: kontrolno (K) in poskusno (Q). Vsaka od teh skupin je bila razdeljena še na tri podskupine.

Preglednica 1: Število kokoši in petelinov po skupinah ob prvem dnevu poskusa

	K skupina*			Q skupina**		
Podskupine	K1	K2	K3	Q1	Q2	Q3
slovenska grahasta kokoš (♀)	144	134	108	152	151	97
slovenska rjava kokoš(♂)	15	14	11	16	16	10

*K- kontrolna skupina (krmljena brez dodatka, samo NSK), ** Q- poskusna skupina (krmljena z NSK z dodanim CoQ₁₀)

Vse skupine kokoši so imele neomejen dostop do krme (*ad libitum*) in vode. Uporabljeni so bili avtomatski napajalniki in viseči krmilniki za ročno nasipavanje krme. Kokoši v kontrolnih skupinah smo krmili z NSK (popolna krmna mešanica za kokoši nesnice jedilnih jajc), kokoši v poskusnih skupinah pa z NSK amil Q (preglednica 1). Krma je bila pakirana v vrečah po deset kilogramov, hraniti smo jo morali v hladnem in suhem prostoru. Sestava krme je prikazana v preglednici 3. Proizvajalka krme, ki smo jo skozi celoten poskus krmili kokošim, je bila PP AGRO d.o.o., Maribor.

Preglednica 2: Število krmilnikov in napajalnikov v hlevu po skupinah

	Število krmilnikov	Število živali na en krmilnik	Število napajalnikov	Število živali na en napajalnik
K1	8	19,9	3	53,0
K2	8	18,5	4	37,0
K3	6	19,8	3	39,6
Q1	8	21,0	3	56,0
Q2	8	20,9	3	55,6
Q3	6	17,8	2	53,5

Kokoši so bile izpostavljene 14-urni svetlobi, od 4. ure zjutraj do 18. ure popoldan. V času poskusa se je temperatura v hlevu gibala od 9 ° C do 16 ° C.

Dva dni pred poskusom smo vse kokoši in peteline stehtali. S poskusom smo pričeli 09. 03. 2011 in končali na 32. dan poskusnega krmljenja, 09. 04. 2011.

Preglednica 3: Sestava NSK krmne mešanice

Krma	Surovinska sestava	Analitske sestavine in vsebnost	Dodatki dodani na kg krme
NSK moka	koruza, sojine tropine, kalcijev karbonat, sončnične tropine, lucerna, pšenica, sojino olje, monokalcijev fosfat, natrijev klorid	- surove beljakovine 15,5 %, - surova vlaknina 5,0 %, - surova olja in maščobe 3,6 %, - surovi pepel 12,0 %, - lizin 0,87 %, - metionin 0,30 %, - Ca 3,60 %, - Na 0,16 %, - P 0,65 %	- vitamini (11.000 IE vitamina A (E 672), 2.000 IE vitamin D3 (E 671)) - elementi v sledih : 25 mg železa (železov (II) sulfat, monohidrat) (E1), 0,8 mg joda (kalijev jodid) (E2), 0,24 mg kobalta (bazičen kobaltov (II) karbonat, monohidrat) (E3), 2,5mg bakra (bakrov sulfat, pentahid) (E4), 80 mg mangana (manganov (II) oksid) (E5), 60 mg cinka (cinkov oksid) (E6), 0,15 mg selen (natrijev selenit) (E8), -antioksidanti: 100 mg BHA (E320) in BHT (321), - vezalci: 40 mg bentonitemontmorillonite (E558), - barvila: 1,5 mg etilestra beta-apo-8-karotenske kisline (E160f), 3 mg kantaksantina (E161g)

Za poskusne skupine smo uporabili popolno krmno mešanico za kokoši nesnice (NSK), ki so ji v mešalnici PP Agro d.o.o. primešali 2 g Amil Q/ kg krme.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Tehtanje živali

Na začetku poskusa smo vse živali tehtali ter izračunali razmerje med kokošmi in petelini. Kjer je število petelinov presehalo razmerje 1 petelin na 10 kokoši, smo nekaj petelinov izločili. Prav tako smo živali tehtali tudi ob koncu poskusa.

3.2.2 Krmljenje živali

Živali smo krmili trikrat na teden. Vsako vrečo krme smo označili z oznako skupine in številko vreče. V preglednico smo si tako ob dnevih krmljenja zapisovali število porabljenih vreč krme po skupinah. Prazne vreče smo shranjevali v drugem hlevu. Na začetku in na koncu poskusa smo vzeli tudi vzorec krme.

3.2.3 Pobiranje in vlaganje jajc na lese predvalilnika

Vsak dan poskusa smo pobirali jajca, ki smo jih označevali in skladiščili na farmi v zabojih ločeno po skupinah. Jajca so se vlagala glede na naročila v valilnici oz. na povpraševanje po piščancih. Odbirali smo lepa, čista jajca pravih oblik. Jajca za vlaganje so bila stara od tri do štiri dni. Pladnje z jajci iz posamezne skupine smo najprej tehtali, nato pa ločeno po skupinah vložili na lese, jih označili in jih dali v predvalilnik.

Enkrat na teden (vsako sredo) smo v valilnici najprej odbrali po deset najbolj svežih in čistih jajc, znesenih na isti dan od vsake skupine, za liofilizacijo. Vsako jajce smo označili z zaporedno številko vzorčenja, z oznako skupine in z zaporedno številko jajca od 1 do 10. Ta jajca smo naložili na kartonaste pladnje in jih kasneje odnesli v laboratorij Katedre za prehrano. Tam smo vsako jajce posebej tehtali, tehtali maso beljaka, maso rumenjaka, maso lupine pa smo izračunali. Rumenjake smo polagali na krožnike po pet v skupini, nato smo jih preluknjali, da so se razlili in jih s stekleno palčko zmešali v homogeno zmes. Krožnike z razlitimi rumenjaki smo zlagali na stojalo s pladnji, ki smo jih najprej položili v zamrzovalnik za 24 ur, nato pa v liofilizator. Te vzorce liofiliziranih rumenjakov so shranili za določitev vsebnosti CoQ₁₀ v rumenjakih, ki bo opravljena v okviru druge naloge.

3.2.4 Presvetljevanje jajc

Na deveti dan posameznega valjenja (ob petkih) smo jajca pregledovali na oplojenost. Pregledovali smo jih z ovoskopom v temnem prostoru.

3.2.5 Pobiranje jajc z les izvalilnika

Ob četrtek je bilo valjenje. Najprej smo si pripravili škatle, v katere smo kasneje dajali izvaljene piščance (DSP). Piščance smo najprej ločili po spolu, jih prešteli in stehtali. Vsa jajca, iz katerih se niso izvalili piščanci, smo presvetlili z ovoskopom in vsakega posebej preučili. Neizvaljena jajca so bila neoplojena ali pa je zarodek zgodaj oz. pozno zamrl.

3.2.6 Nesnost

Skozi cel poskus smo si v preglednico zapisovali nesnost po skupinah.

3.2.7 Pogin

V času poskusa je poginilo nekaj živali, ki jih je pregledal veterinar. V pato-anatomskem poročilu je zapisal, da so bili pogini naključni in da ni bilo nobene povezave med pogini in krmo. Dve kokoši sta poginili za poškodbo glave, dve za kanibalizmom, ena kokoš je poginila za hiperemijo pljuč (kolaps), ter en petelin, ki je poginil za bronhopneumonijo in visceralno urikozo. Po končanem poskusu smo tako lahko izračunali vitalnost jat po skupinah po naslednji formuli:

$$\% \text{ vitalnosti} = \frac{\text{število živali na koncu poskusa}}{\text{število uhlevljenih živali}} * 100$$

Zadnji dan poskusa smo 30 kokošim vzeli vzorce krvi za raziskave v okviru druge naloge. Iz vsake skupine smo naključno odbrali po pet kokoši. Na koncu smo vzeli vzorce krvi še od dveh petelinov iz K1 skupine in od dveh petelinov iz Q1.

V času valjenja jajc, pridobljenih v drugem tednu poskusa, je v izvalilniku prenehal delovati ventilator. Ventilator je ključnega pomena za še neizvaljene piščance, saj iz inkubatorja odvajajo CO₂ (ta nastaja zaradi dihanja piščancev), dovaja pa O₂ (kisik, ki ga piščanci nujno potrebujejo za normalen razvoj). Tako se je večina teh piščancev zaradi motene izmenjave plinov zadušila. Zato smo vse podatke, ki smo jih pridobili v drugem tednu poskusa, iz poskusa izključili.

3.2.8 Statistična obdelava podatkov

Za potrebe statistične obdelave smo podatke pripravili z računalniškim programom Excel za Windows, nato pa smo jih obdelali s statističnim paketom SAS (SAS/STAT, 2004). Osnovne statistične parametre smo izračunali s pomočjo procedure MEANS. Statistično analizo smo naredili po metodi najmanjših kvadratov s proceduro GLM (General Linear Models). Podatke za posamezne proučevane lastnosti smo obdelovali z naslednjimi modeli:

- a.) Telesna masa: V statistični model smo vključili vplive skupine (dodan CoQ₁₀, kontrolna skupina), spola, njune interakcije, obenem pa zaradi različnih izhodiščnih telesnih mas na začetku poskusa opravili korekcijo na telesno maso ob prvem tehtanju.
- b.) Nesnost in dnevna poraba krme: Podatke o nesnosti na dejansko število kokoši in o povprečni dnevni porabi krme na žival smo statistično iz vrednotili z modelom, v katerega smo vključili vplive tedna nesnosti, skupine (CoQ₁₀, kontrolna skupina) ter vpliv njune interakcije.
- c.) Oplojenost jajc in valilnost: Podatke o teh dveh lastnostih smo obdelali s statističnim modelom, v katerega smo vključili vpliva tedna vlaganja jajc v inkubator in skupine (CoQ₁₀, kontrolna) ter njune interakcije.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 VPLIV DODANEGA CoQ₁₀ V KRMO NA TELESNO MASO KOKOŠI IN PETELINOV

4.1.1 Osnovna statistika za lastnost telesne mase živali

Osnovni cilj naloge je bil ugotoviti povezanost med dodajanjem CoQ₁₀ v krmo za kokoši ter oplojenostjo jajc in valilnostjo. Beležili smo tudi druge podatke po skupinah, in sicer število znesenih jajc, porabo krme, spremembe v telesni masi živali v času poskusa in pogin. V preglednici 4 so podane povprečne telesne mase kokoši in petelinov po skupinah na začetku in na koncu poskusa, v preglednici 5 pa telesne mase kokoši in petelinov po skupinah skupaj, upoštevajoč vse ponovitve znotraj posamezne skupine.

Preglednica 4: Povprečne telesne mase kokoši in petelinov po posameznih ponovitvah na začetku in koncu poskusa

Skupina		Telesna masa kokoši (g)		Razlika v telesni masi (g)	Telesna masa petelinov (g)		Razlika v telesni masi (g)
		na začetku poskusa	na koncu poskusa		na začetku poskusa	na koncu poskusa	
K	K1	2528,9	2512,2	-16,7	2825,3	2735,7	-89,6
	K2	2544,2	2553,6	9,4	2846,7	2956,1	109,4
	K3	2582,9	2520,9	-62	2814,1	2823,6	9,5
Q	Q1	2534,8	2476,8	-58	2737,5	2712,3	-25,2
	Q2	2586,0	2504,5	-81,5	2802,3	2807,5	5,2
	Q3	2531,5	2462,2	-69,3	2789,6	2744,0	-45,6

Preglednica 5: Osnovni statistični parametri za telesno maso kokoši in petelinov znotraj obeh poskusnih skupin

Skupina	Statistični parameter	Telesna masa kokoši		Telesna masa petelinov	
		na začetku poskusa	na koncu poskusa	na začetku poskusa	na koncu poskusa
K	Povprečje (g)	2549,10	2529,54	2831,50	2837,0
	Standardni odklon	236,38	258,59	200,52	350,89
	Koeficient variabilnosti (%)	9,27	10,22	7,08	12,36
Q	Povprečje (g)	2559,53	2483,61	2763,41	2757,20
	Standardni odklon	239,48	237,60	187,33	190,87
	Koeficient variabilnosti (%)	9,35	9,56	6,77	6,92

Na začetku poskusa so bile živali obeh spolov v obeh poskusnih skupinah (K in Q) v telesni masi dobro izenačene, kar kažejo koeficienti variabilnosti prikazani v preglednici 5. Na koncu poskusa so bile kokoši K skupine povprečno težje od kokoši Q skupine za 45,9 g (preglednica 5). Tudi petelini iz K skupine so bili na koncu poskusa težji od petelinov Q skupine za povprečno 79,8 g.

Iz preglednice 4 je lepo razvidno kako so se telesne mase kokoši večinoma zmanjšale v času poskusa. Izjema so bile le kokoši v ponovitvi K2 znotraj kontrolne skupine. Največja razlika v telesnih masah kokoši med obema tehtanjema je bila v dveh ponovitvah znotraj Q skupine. Pri petelinih se je telesna masa povečala v dveh ponovitvah K skupin, telesne mase petelinov dveh ponovitev Q skupin in ene ponovitve K skupine pa so bile na koncu poskusa manjše od telesnih mas na začetku poskusa.

4.1.2 Rezultati statistične obdelave za lastnost telesne mase živali

Ob prvem tehtanju, na začetku poskusa, razlike v telesnih masah med skupinama niso bile značilne ($P=0,154$), so pa bile značilne ob koncu poskusa ($P=0,036$). Ob koncu poskusa so bile živali, ki so v krmi dobivale primešan CoQ₁₀ značilno lažje (LSM=2616,0 g) od živali v kontrolni skupini (LSM=2677,3 g).

4.2 VPLIV DODANEGA CoQ₁₀ V KRMO NA NESNOST

4.2.1 Osnovna statistika za lastnost nesnosti

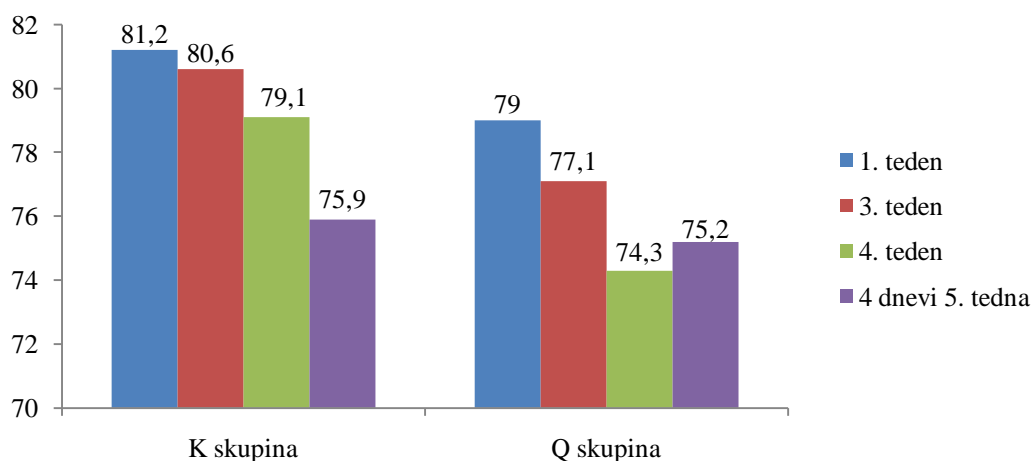
Podatki o številu znesenih jajc ter podatki o % nesnosti po skupinah in po tednih so prikazani v preglednici 6.

Preglednica 6: Nesnost po skupinah v poskusnem obdobju

Teden	Skupina	Število kokoši	Število znesenih jajc	Število znesenih jajc/ teden po kokoši v poskusnem obdobju	% nesnosti (računan na dejansko število kokoši)	
1		K1	144	832	5,8	82,5
1	K	K2	134	786	5,9	83,8
1		K3	108	585	5,4	77,4
1		Q1	152	834	5,5	78,4
1	Q	Q2	151	807	5,3	76,3
1		Q3	97	559	5,8	82,3
3		K1	144	820	5,7	81,3
3	K	K2	134	789	5,9	84,1
3		K3	107	572	5,3	76,4
3		Q1	152	820	5,4	77,1
3	Q	Q2	151	756	5,0	71,5
3		Q3	97	561	5,8	82,6
4		K1	142	796	5,6	80,1
4	K	K2	135	770	5,7	81,5
4		K3	106	562	5,3	75,7
4		Q1	151	762	5,0	72,1
4	Q	Q2	151	741	4,9	70,1
4		Q3	97	547	5,6	80,6
5 (4 dni)		K1	142	441	3,1	77,6
5 (4 dni)	K	K2	135	416	3,1	77,0
5 (4 dni)		K3	106	310	2,9	73,1
5 (4 dni)		Q1	151	431	2,9	71,4
5 (4 dni)	Q	Q2	150	438	2,9	73,0
5 (4 dni)		Q3	97	315	3,2	81,2

Največja nesnost je bila v K2 skupini v 3. tednu (84,1 %), najmanjša v Q2 skupini v 4. tednu (70,1 %). V treh skupinah (K3, Q1 in Q2) je bila nesnost nižja od 80 %, v dveh primerih je bila nižja celo od 75 % (preglednica 6).

V obeh poskusnih skupinah je nesnost postopoma upadala od 1. do 4. tedna. V Q skupini se je iz 4. na 5. teden nesnost povišala za 0,9 % (slika 8). Največji padec nesnosti se je odrazil v K skupini iz 4. na 5. teden, in sicer za 3,2 %. Ločniškar (1991a) navaja, da večina kokošjih jat največjo nesnost doseže pri starosti 30 do 36 tednov, nato pa se nesnost začne postopoma zmanjševati. Kokoši v našem poskusu so bile že v začetku poskusa v obdobju, ko ni več največja nesnost oz. se ta že zmanjšuje. Na sliki 8 je lepo razvidno, kako je nesnost skozi cel poskus padala, kar pa je tudi značilno za kokoši pri tej starosti.



Slika 8: Povprečni tedenski odstotki nesnosti v času poskusa po skupinah

4.2.2 Rezultati statistične obdelave za lastnost nesnosti

Čeprav je bila ocenjena srednja vrednost (LSM) za nesnost na dejansko število kokoši v kontrolni skupini večja kot v skupini, ki je v krmi dobivala CoQ₁₀ (kontrolna=79,2 %, skupina s CoQ₁₀=76,4 %) pa vpliva skupine in interakcije skupine s tednom nesnosti nista bila statistično značilna. Za značilnega (P=0,04) se je, pričakovano, izkazal le teden nesnosti.

4.3 VPLIV DODANEGA CoQ₁₀ V KRMO NA PORABO KRME

4.3.1 Osnovna statistika za lastnost porabe krme

V preglednici 7 so zbrani podatki o porabi krme med poskusom. Izračunali smo povprečno kumulativno porabo krme na žival. Ob koncu poskusa je bila povprečna kumulativna poraba krme največja v Q2 skupini (5,52 kg/žival), najmanjša pa v K2 skupini (5,20 kg/žival) (preglednica 7).

Preglednica 7: Porabljena količina krme po posameznih ponovitvah znotraj poskusnih skupin

Teden	Skupina	Število živali	Kumulativna količina porabljene krme (kg)	Povprečna kumulativna poraba krme/žival (kg)	Povprečna poraba krme/žival/dan (g)
1	K1	159	200,0	1,26	180
1	K2	148	190,0	1,28	183
1	K3	119	150,0	1,26	180
1	Q1	168	210,0	1,25	179
1	Q2	167	230,0	1,38	197
1	Q3	107	140,0	1,31	187
2	K1	159	398,4	2,51	179
2	K2	148	370,0	2,50	179
2	K3	118	300,0	2,54	182
2	Q1	168	408,2	2,43	174
2	Q2	167	450,0	2,69	192
2	Q3	107	280,0	2,62	187
3	K1	159	578,4	3,64	173
3	K2	148	530,0	3,58	171
3	K3	118	430,0	3,64	174
3	Q1	168	598,2	3,56	170
3	Q2	167	650,0	3,89	185
3	Q3	107	400,0	3,74	178
4	K1	157	768,4	4,89	175
4	K2	149	700,0	4,70	168
4	K3	117	550,0	4,70	168
4	Q1	167	788,2	4,72	169
4	Q2	167	840,0	5,03	180
4	Q3	107	520,0	4,86	174
5 (4 dni)	K1	157	852,5	5,43	170
5 (4 dni)	K2	149	774,4	5,20	162
5 (4 dni)	K3	117	609,7	5,21	163
5 (4 dni)	Q1	166	876,5	5,28	165
5 (4 dni)	Q2	166	915,8	5,52	172
5 (4 dni)	Q3	107	575,2	5,38	168

4.3.2 Rezultati statistične obdelave za lastnost povprečne dnevne porabe krme na žival

Živali v kontrolni skupini so dnevno pojedle 173,8 g krme, živali v skupini, ki je dobivala primešan CoQ₁₀ pa 178,4 g krme in ta razlika je bila značilna (P=0,0327).

V preglednici 8 je prikazana poraba krme za obe poskusni skupini, upošteva je povprečje vseh ponovitev znotraj skupin.

Preglednica 8: Porabljena količina krme v dveh poskusnih skupinah

Teden	Skupina	Število živali	Povprečna kumulativna poraba krme/žival (kg)
1	K	426	1,26
	Q	442	1,31
2	K	425	2,52
	Q	442	2,58
3	K	425	3,62
	Q	442	3,73
4	K	423	4,76
	Q	441	4,87
5 (4 dni)	K	423	5,28
	Q	439	5,39

Iz preglednice 8 je razvidno, da je bila povprečna kumulativna poraba krme v kontrolni skupini vseskozi manjša od kumulativne porabe krme v skupini, ki je dobivala primešan CoQ₁₀.

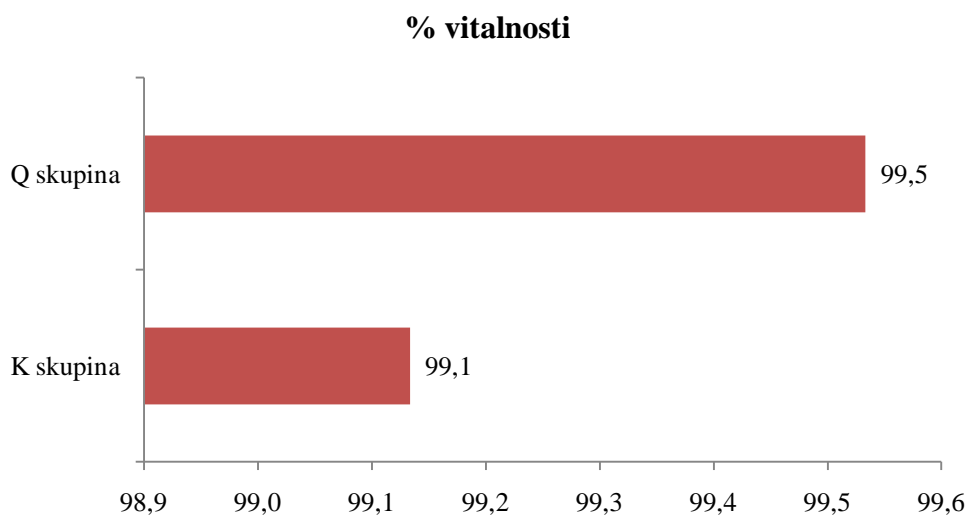
4.4 VITALNOST JATE

Med poskusom je ena kokoš iz skupine K1 preskočila v K2, zato je v skupini K2 ena kokoš več in s tem vitalnost 100,7 %. Če tega ne upoštevamo in to kokoš štejemo kot da je bila tudi ob koncu poskusa še vedno v svoji skupini (K1), potem je vitalnost skupine K1 99,3 %, vitalnost K2 pa 100 % .

Preglednica 9: Število živali po skupinah na začetku in na koncu poskusa ter vitalnost jat

Skupina	Število živali na začetku poskusa	Število živali na koncu poskusa	Vitalnost (%)
K1	144	143	99,3
K2	134	134	100
K3	108	106	98,1
Q1	152	151	99,3
Q2	151	150	99,3
Q3	97	97	100,0

Najboljša vitalnost je bila v K2 in v Q3 skupini, najslabša pa v K3 skupini, kjer sta poginili 2 kokoši izmed 108.



Slika 9: Skupni prikaz vitalnosti v K in Q skupini

Vitalnost je bila v skupinah, ki smo jih krmili z NSK z dodatkom CoQ₁₀ večja za 0,4 % kot v skupinah krmljenih brez dodatka (slika 9). V absolutnih vrednostih je ta razlika minimalna, saj gre zgolj za eno kokoš, zato bi težko zaključili, da dodatek CoQ₁₀ prispeva k boljši vitalnosti jat.

4.5 VPLIV DODANEGA CoQ₁₀ V KRMO NA OPLOJENOST JAJC IN VALILNOST

4.5.1 Osnovna statistika za lastnost oplojenosti jajc in valilnosti

V preglednici 10 so predstavljeni vsi podatki, ki smo jih zbrali v času vlaganja jajc in valjenja. Preglednica 11 prikazuje podatke o odstotku oplojenih in neoplojenih jajc, zamrtih zarodkov ter odstotku valilnosti.

V večini skupin je bila oplojenost jajc najboljša pri jajcih pobranih v 3. in 4. tednu poskusa, najslabša pa v zadnjem tednu poskusa, kjer je bila skupna oplojenost 94,9 %. Oplojenost v K skupinah je bila v času poskusa vedno malo večja kot v Q skupinah. Skupno so si bili rezultati pri obeh skupinah zelo podobni. V Q skupinah je bila valilnost na število oplojenih jajc skupno večja za 0,3 % (90,5 %) od skupine K (90,2 %).

Preglednica 10: Število vloženih in neoplojenih jajc ter število izvaljenih piščancev po skupinah in valjenjih

Skupina	Število vloženih jajc	Masa vloženih jajc	Povprečna masa jajca	Število izvaljenih jarčk	Število izvaljenih petelinčkov	* Število izvaljenih pisanih piščancev	Masa izvaljenih jarčk	Povprečna telesna masa	Masa izvaljenih petelinčkov	Povprečna telesna masa	* Masa izvaljenih pisanih piščancev	Povprečna telesna masa	Število neoplojenih jajc	Število zgodaj zamrtih zarodkov	Število pozno zamrtih zarodkov
K1	90	5350	59,4	41	35	3	1615	39,4	1405	40,1	110	36,7	1	3	7
K2	90	5400	60	43	34	3	1675	39	1380	40,6	115	38,3	5	2	3
K3	90	5500	61,1	32	33	9	1290	40,3	1335	40,5	365	40,5	6	2	8
Q1	90	5310	59	38	33	4	1460	38,4	1315	39,8	165	41,3	6	3	6
Q2	90	5315	59	31	43	5	1200	38,7	1640	38,1	200	40	2	3	6
Q3	90	5390	59,9	32	40	6	1275	39,8	1580	39,5	205	34,2	5	3	4
K1	125	7565	60,5	42	59	6	1705	40,6	2425	41,1	245	40,8	4	7	7
K2	125	7570	60,6	50	53	11	1985	39,7	2180	41,1	465	42,3	1	4	6
K3	125	7630	61	48	50	13	1950	40,6	2035	40,7	535	41,2	1	2	11
Q1	125	7405	59,2	53	55	2	2095	39,5	2220	40,4	80	40	2	7	6
Q2	125	7540	60,3	45	58	7	1820	40,4	2405	41,5	285	40,7	2	4	9
Q3	125	7650	61,2	42	67	3	1720	40,9	2780	41,5	115	38,3	3	1	9

se nadaljuje

nadaljevanje

Skupina	Število vložnih jajc	Masa vložnih jajc	Povprečna masa jajca	Število izvaljenih jarčk	Število izvaljenih petelinčkov	* Število izvaljenih pisanih piščancev	Masa izvaljenih jarčk	Povprečna telesna masa	Masa izvaljenih petelinčkov	Povprečna telesna masa	* Masa izvaljenih pisanih piščancev	Povprečna telesna masa	Število neoplojenih jajc	Število zgodaj zamrtih zarodkov	Število pozno zamrtih zarodkov
K1	90	5485	60,9	43	36	3	1700	39,5	1440	40	120	40	1	2	5
K2	90	5405	60,1	34	41	4	1325	39	1600	39	150	37,5	2	6	3
K3	90	5535	61,5	35	45	4	1350	38	1830	40,7	165	41,3	1	2	3
Q1	90	5360	59,6	42	42	0	1590	37,9	1630	38,8	0	0	1	3	2
Q2	90	5325	59,2	36	41	5	1385	38,5	1585	38,7	190	38	2	3	3
Q3	90	5430	60,3	37	37	3	1470	39,7	1455	39,3	115	38,3	4	4	5
K1	105	6425	61,2	44	39	5	1790	40,7	1615	41,4	210	42	6	3	8
K2	105	6440	61,3	42	44	7	1725	41,1	1830	41,6	285	40,7	5	0	7
K3	105	6370	60,7	33	43	7	1330	40,3	1765	41	290	41,4	7	5	10
Q1	105	6305	60	42	46	5	1670	39,8	1890	41	215	43	3	4	5
Q2	105	6415	61,1	39	44	7	1620	41,5	1820	41,4	295	42,1	7	3	5
Q3	105	6300	60	40	44	2	1635	40,9	1815	41,3	80	40	4	8	7

* - pri valjenju prelux-Č se poleg piščancev s črnim puhom vedno pojavlja nekaj pisanih

Preglednica 11: Oplojenost jajc in valilnost po skupinah in posameznih valjenjih

Valjenje	Skupina	Število vložnih jajc	% neoplojenih jajc	% zamrtih zarodkov	% oplojenosti	% valilnosti (na število vložnih jajc)	% valilnosti (na število oplojenih jajc)	
1	K	K1	90	1,1	11,1	98,9	87,8	88,8
1		K2	90	5,6	5,6	94,4	88,9	94,1
1		K3	90	6,7	11,1	93,3	82,2	88,1
1	Q	Q1	90	6,7	10,0	93,3	83,3	89,3
1		Q2	90	2,2	10,0	97,8	87,8	89,8
1		Q3	90	5,6	7,8	94,4	86,7	91,8
3	K	K1	125	3,2	11,2	96,8	85,6	88,4
3		K2	125	0,8	8	99,2	91,2	91,9
3		K3	125	0,8	10,4	99,2	88,8	89,5
3	Q	Q1	125	1,6	10,4	98,4	88,0	89,4
3		Q2	125	1,6	10,4	98,4	88,0	89,4
3		Q3	125	2,4	8	97,6	89,6	91,8
4	K	K1	90	1,1	7,8	98,9	91,1	92,1
4		K2	90	2,2	10	97,8	87,8	89,8
4		K3	90	1,1	5,6	98,9	93,3	94,4
4	Q	Q1	90	1,1	5,6	98,9	93,3	94,4
4		Q2	90	2,2	6,7	97,8	91,1	93,2
4		Q3	90	4,4	10	95,6	85,6	89,5
5	K	K1	105	5,7	10,5	94,3	83,8	88,9
5		K2	105	4,8	6,7	95,2	88,6	93,0
5		K3	105	6,7	14,3	93,3	79,0	84,7
5	Q	Q1	105	2,9	8,6	97,1	88,6	91,2
5		Q2	105	6,7	7,6	93,3	85,7	91,8
5		Q3	105	3,8	14,3	96,2	81,9	85,1
Skupaj	K	1230	3,2	9,4	96,8	87,3	90,3	
	Q	1230	3,3	9,2	96,7	87,5	90,6	

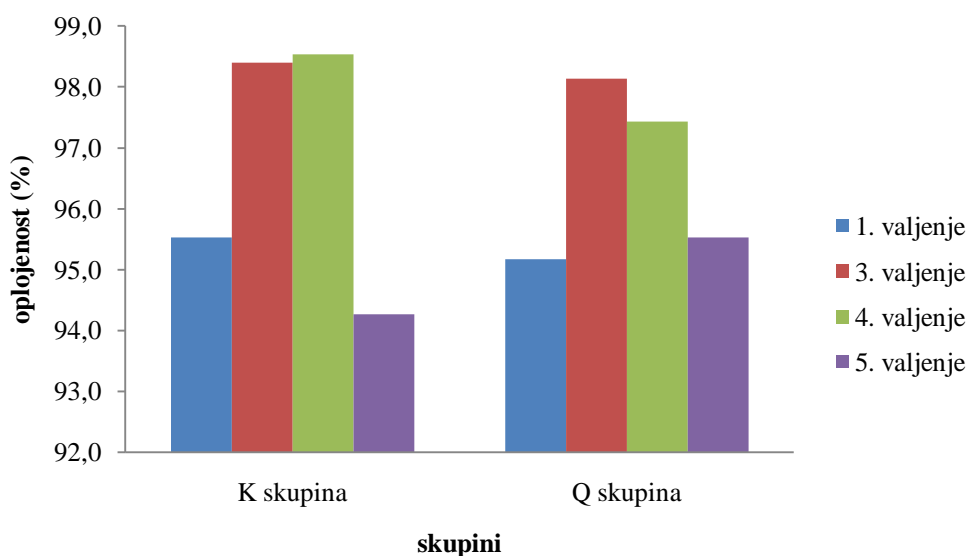
Preglednica 12: Oplojenost jajc in valilnost izražena kot povprečje na posamezno vlaganje

Skupina	Število vložnih jajc	% neoplojenih jajc	% zamrtih zarodkov	% oplojenosti	% valilnosti (na število vložnih jajc)	% valilnosti (na število oplojenih jajc)
K	102,5	3,32	9,35	96,68	87,34	90,30
Q	102,5	3,44	9,11	96,56	87,46	90,60

Iz preglednice 12 je razvidno, da je bilo v povprečju v vsakem od skupno štirih vlaganj vloženo 102,5 jajci. Povprečna oplojenost jajc je bila v kontrolni skupini 96,7 %, v skupini s koencimom Q₁₀ 96,6 %. Kljub boljši oplojenosti jajc v kontrolni skupini sta bila rezultata za valilnost v tej skupini zaradi večjega odstotka zamrtih zarodkov slabša kot v skupini, ki je dobivala koencim Q₁₀.

Na sliki 10 se nazorno vidi, da je bila oplojenost v obeh skupinah (K in Q) pri 3. in 4. valjenju večja kot pri 1. in 5. valjenju.

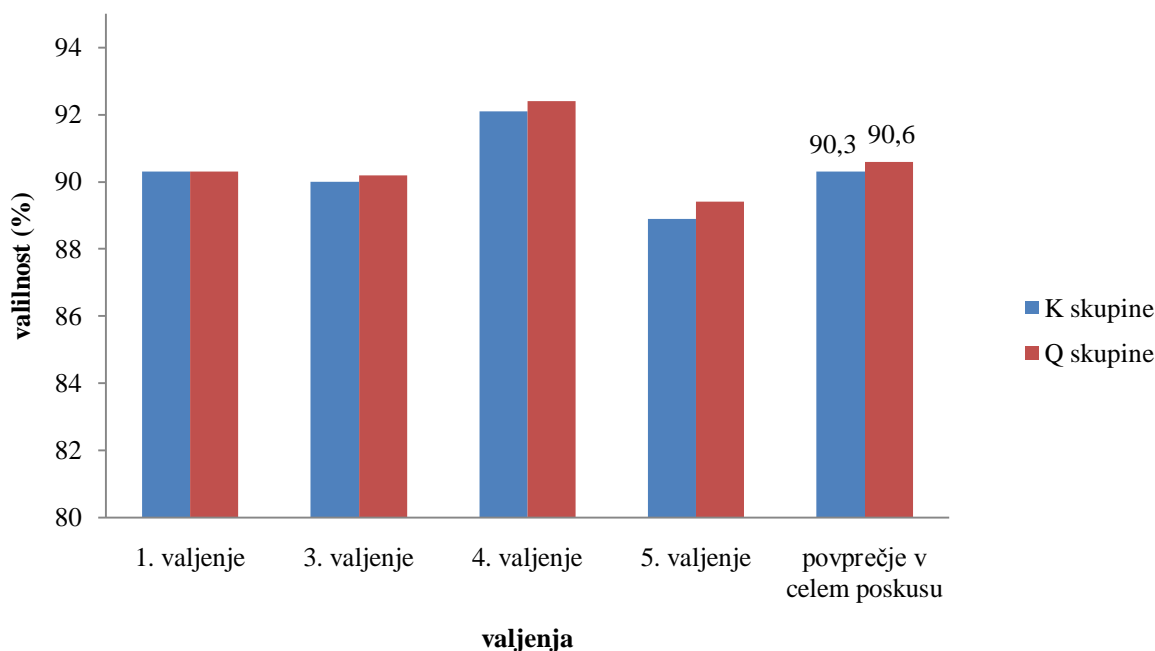
Oplojenost v K skupini je bila v času poskusa vedno nekoliko večja od oplojenosti v Q skupini (slika 10). Ob 5. valjenju je odstotek oplojenosti v K skupini, glede na 4. valjenje, padel za 4,2 %. Odstotek oplojenosti v celotnem poskusu se med obema skupinama razlikuje le za 0,1 %. Sklepamo lahko, da so bila jajca kokoši, ki so bile krmljene z NSK brez dodatka, malenkost bolj oplojena od jajc kokoši, krmljenih z NSK z dodatkom CoQ₁₀.



Slika 10: Oplojenost v K in Q skupini po valjenjih

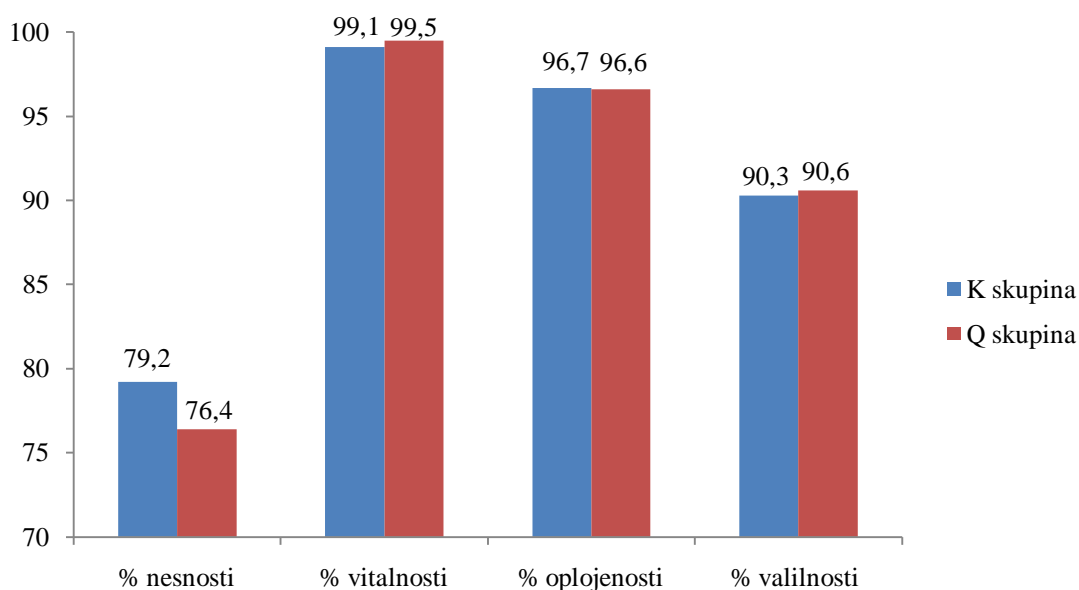
Izračunani valilnosti glede na število vložnih ter glede na število oplojenih jajc sta prikazani v preglednicah 11 in 12. Odstotki valilnosti glede na število oplojenih jajc so nekoliko večji od odstotkov valilnosti glede na število vložnih jajc.

Valilnost je bila največja večinoma pri 4. valjenju, predvsem v skupinah K3 in Q1, najnižja pa pri 5. valjenju (preglednica 11). Odstotek valilnosti pri 1. in 3. valjenju je bil pri vseh skupinah razmeroma enak. Na sliki 11 sta prikazani valilnosti glede na število oplojenih jajc v K in Q skupini po zaporednem valjenju ter povprečna valilnost v K in Q skupini v celem poskusu. Skozi poskus je bil odstotek valilnosti v Q skupini višji za 0,1 do 0,5 % od odstotka valilnosti v skupini K. Če povzamemo, odstotek valilnosti glede na število oplojenih jajc je bil v skupini Q, ki je bila krmljena z NSK moko z dodatkom CoQ₁₀, za 0,3 % višji od valilnosti skupine, krmljene z NSK brez dodatka.



Slika 11: Valilnost v K in Q skupini po zaporednem valjenju in povprečna valilnost celega poskusa

Vsi pomembnejši podatki, ki se navezujejo na reprodukcijske lastnosti in vitalnost kokoši so v obliki primerjave med poskusnima skupinama prikazani na sliki 12.



Slika 12: Opazovani parametri (ki se odražajo v %) v K in Q skupini za poskusno obdobje

4.5.2 Rezultati statistične obdelave za lastnost oplojenosti jajc in valilnosti

Rezultati statistične obdelave za lastnosti oplojenost jajc in valilnost so prikazani v preglednici 13.

Preglednica 13: Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake (LSM±SE) za lastnosti povezane z oplojenostjo in valilnostjo

Lastnost	Skupina s CoQ ₁₀	Kontrolna skupina	Vpliv skupine (P-vrednost)
Odstotek oplojenih jajc (%)	96,56± 0,50	96,68± 0,50	0,872
Odstotek zamrtih zarodkov (%)	9,11± 0,74	9,35± 0,74	0,822
Odstotek valilnosti glede na število vložnih jajc (%)	87,46 ± 0,94	87,34 ± 0,94	0,926
Odstotek valilnosti glede na število oplojenih jajc (%)	90,55 ± 0,79	90,30 ± 0,79	0,826

Iz preglednice 13 je razvidno, da dodatek CoQ₁₀ v krmo za plemenske kokoši lahkega tipa ni značilno ($P>0,05$) vplival na odstotek zamrtih zarodkov, odstotek oplojenih jajc in odstotek izvaljenih piščancev. Tudi vpliva zaporednega vlaganja in interakcije med vlaganjem in poskusno skupino na lastnosti prikazane v preglednici 13 se nista izkazala za statistično značilna. Znalo bi se zgoditi, da bi lahko dodatek CoQ₁₀ vplival na embrionalni razvoj piščancev in morebiti na njihovo maso ob izvalitvi, zaradi česar smo opravili statistično analizo, pri kateri smo primerjali mase izvaljenih petelinčkov oziroma jarčk med obema poskusnima skupinama. Ker je dobro znano, da obstaja velika korelacija med maso vložnega valilnega jajca in maso izvaljenega piščanca, smo podatke o masah izvaljenih piščancev korigirali na maso vložnih jajc. Rezultati te analize so povzeti v preglednici 14.

Preglednica 14: Vpliv dodajanja CoQ₁₀ na mase izvaljenih piščancev (LSM±SE)

Lastnost	Skupina s CoQ ₁₀	Kontrolna skupina	Vpliv skupine (P-vrednost)
Telesna masa petelinčkov (g)	40,31 ± 0,14	40,44 ± 0,14	0,571
Telesna masa jarčk (g)	39,92 ± 0,19	39,59 ± 0,19	0,296

Iz podatkov prikazanih v preglednici 14 je mogoče povzeti, da dodatek CoQ₁₀ v krmo ni značilno vplival ($P>0,05$) na maso izvaljenih piščancev.

5 SKLEPI

Na osnovi dobljenih rezultatov lahko povzamemo naslednje sklepe:

- ❖ Živali krmljene z dodatkom CoQ₁₀ so bile ob koncu poskusa značilno lažje od živali v kontrolni skupini.
- ❖ Ocenjena srednja vrednost (LSM) za nesnost na dejansko število kokoši je bila v kontrolni skupini 79,2 %, v skupini, ki je v krmi dobivala CoQ₁₀ pa 76,4 %. Vpliv skupine na nesnost ni bil statistično značilen.
- ❖ V 32-ih dneh poskusa je kokoš v Q skupini v povprečju dnevno pojedla 178,4 g krme, v kontrolni skupini pa nekaj manj in sicer 173,8 g. Omenjena razlika je bila značilna.
- ❖ Vitalnost jate v skupini Q, krmljeni z NSK z dodatkom koencima Q₁₀, je bila 99,5 % in v K skupini, ki je bila krmljena z NSK brez dodatka, 99,1 %. Izraženo v absolutnih vrednostih je bila razlika v številu poginulih kokoši med poskusnima skupinama minimalna, saj je znašala le eno kokoš.
- ❖ Odstotek oplojenih jajc je bil v K skupini 96,7 %, v Q skupini pa 96,6 %. Razlika med skupinama ni bila statistično značilna.
- ❖ Razlike med skupinama K in Q v odstotku valilnosti, izražene bodisi v odnosu na število oplojenih jajc bodisi v odnosu na število vloženih jajc, so bile minimalne in niso bile značilne.
- ❖ Dodatek CoQ₁₀ ni značilno vplival na maso izvaljenih petelinčkov oz. jarčk.

6 POVZETEK

Namen diplomske naloge je bil proučiti vpliv dodanega koencima Q₁₀ v krmo kokoši na oplojenost jajc in valilnost.

V raziskavo smo vključili 786 kokoši pasme slovenska grahasta kokoš ter 82 petelinov pasme slovenska rjava kokoš. Ob začetku poskusa so bile kokoši stare 39 tednov, poskus je trajal 32 dni. Vse živali smo razdelili na šest skupin: tri skupine, ki smo jih označili kot kontrolne – K, smo krmili z NSK. Preostalim trem skupinam pa smo v osnovno krmo, NSK, dodajali CoQ₁₀, označili smo jih kot poskusne skupine – Q. Kokoši so imele neomejen dostop do krme in vode. Kokoši in peteline smo stehali na začetku in koncu poskusa, v času poskusa smo po skupinah spremljali porabljeno količino krme, število znesenih jajc, pogine ter oplojenost jajc in valilnost. Po vsakem vlaganju v predvalilnik, smo vsa jajca, na 9. dan valjenja, presvetlili z ovoskopom, da smo ugotovili oplojenost jajc. Jajca smo vlagali petkrat, vendar smo v obdelavo podatkov vključili podatke štirih valjenj, kajti pri drugem valjenju so bile tehnične težave v valilniku. Po izvalitvi smo piščance ločili po spolu, neizvaljena jajca smo presvetlili ter ugotovili ali so piščanci zamrli zgodaj, pozno ali pa jajca sploh niso bila oplojena. Ob valjenju smo dobili najbolj natančne podatke o oplojenosti.

V primerjavi z začetkom poskusa so bile živali kontrolne skupine na koncu poskusa ob krmljenju z NSK povprečno lažje za 6,5 g, živali Q skupin pa za 44,7 g. Kumulativna poraba krme na žival je bila v Q skupini 5,39 kg in v K skupini 5,28 kg.

V poskusni (Q) skupini je bil odstotek nesnosti 76,4 %, v kontrolni skupini (K) pa 79,2 %.

Vitalnost v Q skupini je znašala 99,5 % in v K skupini 99,1 %.

V skupinah kokoši, ki so imele v krmi dodatek koencima Q₁₀ je bila povprečna oplojenost jajc 96,6 %, v skupinah, krmljenih z NSK brez dodatka pa je znašala 96,7 %. Pri valilnosti so rezultati ravno obratni. Skozi cel poskus je bil odstotek valilnosti v Q skupini malo višji kot v K skupini. Statistična analiza podatkov je pokazala, da dodajanje CoQ₁₀ v krmo za plemenske kokoši lahkega tipa v količini in na način, kakršen je bil uporabljen v naši raziskavi, ne vpliva značilno niti na nesnost niti na oplojenost in valilnost jajc.

7 VIRI

- Balercia G., Mancini A., Paggi F., Tiano L., Pontecorvi A., Boscaro M., Lenzi A., Littarru G.P. 2009. Coenzyme Q₁₀ and male infertility. *Journal of Endocrinological Investigation*: 32: 626-632
- Benčina D. 1991. Bolezni. V: Reja perutnine, piščancev in kokoši. Ločniškar F., Benčina D., Holcman A., Kmecl A. (ur.). Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 148-188
- Boyer R. 2002. *Concepts in biochemistry*. 2nd edition. New York, John Wiley & Sons: 456
- Boyer R. 2005. *Temelji biokemije*. Ljubljana, Študentska založba: 456
- Embryo development. 2007. Chicken embryo development. Online group of parakeets bird breeders.
<http://www.ogpbb.com/chicken-embryo-development/chick-embryo.html>
(12. mar. 2011)
- Frankič T., Salobir J. 2007. Antioksidanti v prehrani živali: pomen za živali in posameznike. Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota.
<http://www.kgzs-ms.si/slike/ZED07/04Frankic.pdf> (8. avg. 2011)
- Halilović J. 2008. Vpliv dodanega koencima Q₁₀ v krmo piščancev na njegovo vsebnost v drobovini. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 46 str.
- Holcman A. 1991. Valjenje. V: Reja perutnine, piščancev in kokoši. Ločniškar F., Benčina D., Holcman A., Kmecl A. (ur.). Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 137-147
- Holcman A., Salobir J., Zorman – Rojs O., Kavčič S. 2004. Pasma in križanci za ekstenzivne reje. V: Reja kokoši v manjših jatah. Holcman A. (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 27-32
- Holcman T. 1988. *Perutninarstvo*. 1. izdaja. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 26-29
- Jazbec Križman P. 2011. Vpliv dodanega CoQ₁₀ na njegovo vsebnost v tkivih piščancev in zmanjševanje oksidacijskega stresa med rejo. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 106 str.
- Karlson P. 1980. *Biokemija*. 1. izdaja. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 106, 191

Kutsevskiy S. 2009. Ovoscope. Ost-Invest.

http://www.incubator.com.ua/product_3_en.php (12. mar. 2011)

Littaru G. P. 2009. Coenzyme CoQ₁₀ effects in health and disease. V: Mini conference On CoQ₁₀ applications in Food, Human and Veterinary medicine, Ljubljana, 16-18 okt. 2009. Jazbec P., Šmidovnik A., Prošek M. (eds.). Ljubljana, Littera picta d.o.o: 1-2

Ločniškar F. 1991a. Prireja jajc. Nesnost. V: Reja perutnine, piščancev in kokoši. Ločniškar F., Benčina D., Holcman A., Kmecl A. (ur.). Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 110-120

Ločniškar F. 1991b. Reja nesnic. V: Reja perutnine, piščancev in kokoši. Ločniškar F., Benčina D., Holcman A., Kmecl A. (ur.). Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 96-109

Mauldin M. J. 2002a. Equipment for hatcheries. V: Commercial chicken meat and egg production. 5th edition. Bell D. D., Weaver W. D., Jr (eds.). Norwell, MA, Kluwer Academic Publishers: 37: 685-705

Mauldin M. J. 2002b. Factors Affecting Hatchability. V: Commercial chicken meat and egg production. 5th edition. Bell D. D., Weaver W. D., Jr (eds.). Norwell, MA, Kluwer Academic Publishers: 39: 727-773

Mauldin M. J. 2002c. Hatchery planning, design and construction. V: Commercial chicken meat and egg production. 5th edition. Bell D. D., Weaver W. D., Jr (eds.). Norwell, MA, Kluwer Academic Publishers: 36: 661-683

Novak K. 2008. Koencim Q₁₀. ABC zdravja: 29-30.

<http://www.abczdravja.si/pdf/06julij29-30.pdf> (26. feb. 2011)

Program razvoj podeželja Republike Slovenije za obdobje 2007–2013. 2007. Priloga 8: Opis avtohtonih in tradicionalnih pasem domačih živali. Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano.

http://www.mkgp.gov.si/si/delovna_podrocja/program_razvoja_podezelja_2007_2013/
(12. mar. 2011)

Penko A. 2008. Vpliv dodanega koencima Q₁₀ v krmo piščancev na njegovo vsebnost v mesu. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo: 73 str.

Plumer K. 2006. Chicks. My life, under the microscope.

<http://blog.katherineplumer.com/2006/04/6-days.html> (12. mar. 2011)

- Ristić M. 2010. Primerjava proizvodnih rezultatov slovenskih tradicionalnih pasem kokoši lahkega tipa in njihovih križank. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 48 str.
- SAS Institute. 2004. SAS User's Guide. Statistics. Version 9.1 Edition. Inc., Cary, NC, SAS Institute.
- Sečko N. 2009. Vpliv dodanega koencima Q₁₀ v krmo piščancev na njegovo vsebnost v mišičnem tkivu prsi in beder. Diplomaska naloga. Maribor, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede: 54 str.
- Sovič M. 2010. Vpliv dodanega koencima Q₁₀ in lipojske kisline v krmo kokoši na fizikalne lastnosti jajc. Diplomaska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 47 str.
- Stocker R. 2002. Possible Health Benefits of Coenzyme Q₁₀. Linus Pauling Institute.
<http://lpi.oregonstate.edu/f-w02/coenzymeq10.html> (26. feb. 2011)
- Šikman G. 2011. Koencim Q₁₀. Prehranska dopolnila.
<http://www.prehranska.dopolnila.com/opisi/Q10.pdf> (25. jun. 2011)
- Volk M., Brus M. 2009. Influence of added CoQ₁₀ in feed mixture on the accumulation in the body tissue and on the production results of broilers. V: Mini conference On CoQ₁₀ applications in Food, Human and Veterinary medicine, Ljubljana, 16-18 okt. 2009. Jazbec P., Šmidovnik A., Prošek M. (eds.). Ljubljana, Littera picta d.o.o: 44-56
- Zorko – Braun N. 1979. Perutninarstvo. Maribor, ET: 25-28
- Žmitek J., Žmitek K. 2009. Koencim Q₁₀ kot prehransko dopolnilo in zdravilo. Farmaceutski vestnik: 60: 150-152.
<http://www.sfd.si/modules/catalog/products/prodfile/fv32009.pdf> (8. avg. 2011)

ZAHVALA

Zahvaljujem se svoji družini, ki me je vsa leta šolanja podpirala in spodbujala pri študiju. Prav posebna zahvala gre moji mami in pokojnemu očetu, ki sta me vzgajala na kmetiji, kjer sem se naučila delati, spoštovati naravo, ljudi in živali. Hvala vama tudi za vso moralno ter finančno podporo, brez katere študij ne bi bil mogoč. Zahvala gre tudi mojemu možu, ki mi je vsa leta študija stal ob strani, mi pomagal in me spodbujal pri učenju za izpite.

Zahvaljujem se tudi moji sestri prof. Niki BENEDIK, za angleški prevod izvlečka diplomske naloge.

Iskreno se zahvaljujem tudi mentorici prof. dr. Antoniji HOLCMAN za prijaznost, za vso strokovno pomoč pri izvajanju poskusa, pri načrtovanju, oblikovanju in lektoriranju diplomske naloge, ter pri pripravi na zagovor.

Prav tako se zahvaljujem tudi somentorju doc. dr. Dušanu TERČIČU za statistično obdelavo podatkov ter komentarje, ter podroben pregled diplomske naloge.

Zahvala gre tudi recenzentu prof. dr. Janezu SALOBIRJU in predsedniku komisije za oceno in zagovor doc. dr. Silvestru ŽGURJU za pregled naloge.

Hvala dr. Nataši SIARD za nasvete in pomoč pri oblikovanju diplomske naloge.

Vsem še enkrat iskrena hvala!