

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Metka NOVAK

**VPLIV KRMNIH DODATKOV »OVOCRACK« IN  
»OVOTAN« NA PROIZVODNE LASTNOSTI KOKOŠI  
NESNIC IN KAKOVOST JAJC V ZADNJEM  
OBDOBJU NESNOSTI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Metka NOVAK

**VPLIV KRMNIH DODATKOV »OVOCRACK« IN »OVOTAN« NA  
PROIZVODNE LASTNOSTI KOKOŠI NESNIC IN KAKOVOST JAJC  
V ZADNJEM OBDOBJU NESNOSTI**

DIPLOMSKO DELO  
Visokošolski strokovni študij

**EFFECTS OF FEED ADDITIVES »OVOCRACK« AND »OVOTAN«  
ON THE PERFORMANCE OF LAYING HENS AND EGG QUALITY  
IN THE LAST PERIOD OF LAYING**

GRADUATION THESIS  
Higher profesional studies

Ljubljana, 2010

S tem diplomskim delom končujem visokošolski strokovni študij kmetijstvo - zootehnika. Opravljeno je bilo na Katedri za govedorejo, konjerejo, rejo drobnice, perutninarstvo, akvakulturo, etologijo in sonaravno kmetijstvo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Poizkus je bil izveden na farmi Slivnica podjetja Meja Šentjur, d.d.

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

Recenzentka: doc.dr. Tatjana Pirman

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Stanko KAVČIČ

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

Članica: doc. dr. Tatjana PIRMAN

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Diplomsko delo 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.

Metka Novak

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

|    |   |
|----|---|
| ŠD | Dn  |
| DK | UDK 636.5.084/.087(043.2)=163.6   |
| KG | perutnina/kokoši/nesnice/prehrana živali/krma/krmnidodatki/ovocrack/<br>ovotan  |
| KK | AGRIS L51/6100  |
| AV | NOVAK, Metka  |
| SA | HOLCMAN, Antonija (mentorica)/TERČIČ, Dušan (somentor)  |
| KZ | SI-1230 Domžale, Groblje 3  |
| ZA | Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko  |
| LI | 2010  |
| IN | VPLIV KRMNIH DODATKOV "OVOCRACK" IN "OVOTAN" NA<br>PROIZVODNE LASTNOSTI KOKOŠI NESNIC IN KAKOVOST JAJC V<br>ZADNJEM OBDOBJU NESNOSTI  |
| TD | Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij)  |
| OP | VII, 41 str., 26pregl., 2 sl., 29 vir.  |
| IJ | sl  |
| JJ | sl/en   |
| AI | S poskusom, ki smo ga izvedli na farmi perutninske družbe Meja Šentjur d.d., smo proučili učinek dveh krmnih dodatkov (ovocrack in ovotan) na kakovost jajc in na proizvodne lastnosti kokoši v zadnjih tednih nesnosti. Kokoši provenience Hy-line smo v tri nadstropnih baterijah razdelili v tri skupine po 80 kokoši (20 kletk po 4 kokoši). Kontrolno (K) skupino smo krmili s popolno krmno mešanico za kokoši nesnice (kontrolna krma). Drugi skupini kokoši (P1) smo na tono kontrolne krme dodali 1,5 kg ovocracka in tretji skupini kokoši (P2) smo v tono kontrolne krme primešali 1,5 kg ovotana. Dodatka sta povzročila večji obseg krvnih in mesnih peg v jajcih. Kokoši, ki so imele v krmi dodatek ovocrack so nesle značilno lažja jajca kot kokoši v drugih dveh skupinah. Ovotan je značilno vplival na znižanje višine gostega beljaka, in manjšo vrednost haughovih enot ter slabšo trdnost lupine. Kokoši, ki so dobivale dodatka v krmi so bile na koncu poskusa značilno težje kot kokoši v kontrolni skupini. Najboljša nesnost je bila pri kokoših, ki smo jih krmili s krmo z dodanim ovotanom (58,61%), in najslabša pri kokoših, ki so imele krmo z dodanim ovocrackom (55,93%). |

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDC 636.5.084/087(043.2)=163.6

CX poultry/laying hens/animal nutrition/feed/feed additives/Ovocrack/Ovotan

CC AGRIS L51/6100

AU NOVAK, Metka

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 2010

TI EFFECTS OF FEED ADDITIVES "OVOCRACK" AND "OVOTAN" ON  
THE PERFORMANCE OF LAYING HENS AND EGG QUALITY IN THE  
LAST PERIOD OF LAYING

DT Graduation Thesis (Higher professional studies)

NO VII, 41 p., 26 tab., 2 fig., 29 ref

LA sl

AL sl/en

AB We analyzed the effect of two feed additives (Ovocrack and Ovotan) on the egg quality and on the production characteristics of hens in the last week of laying, with a trial, conducted on the poultry farm of Meja Šentjur d.d. The hens of provenance Hy-line were divided into three level batteries, each having three groups of 80 hens (20 cages with 4 hens). We fed the control group (K) with the prepared feed mixture for the laying hens (control feed). To the second group of hens (P1) 1.5 kg of the Ovocrack was added per 1 ton of control feed and to the third group of hens (P2) we added 1.5 kg of the Ovotan per 1 ton of control feed. Feed additives caused higher amount of blood and meat spots in the eggs. Ovotan had a significant effect on low position of thick egg white, it caused lower value of Haugh units and worsened the egg shell firmness compared to the hens of the other two groups. Hens, receiving any feed additives were significantly heavier in comparison to the control group. The best laying was established by the hens, fed with the added Ovotan feed (58.61 %), the lowest laying was established in the case of hens, fed with the added Ovocrack (55.93).

## KAZALO VSEBINE

|   | str.      |
|---|-----------|
| Ključna dokumentacijska informacija (KDI)     | III       |
| Key words documentation (KWD)                 | IV        |
| Kazalo vsebine                                | V         |
| Kazalo preglednic                             | VI        |
| Kazalo slik                                   | VIII      |
| <b>1 UVOD</b>                                 | <b>1</b>  |
| <b>2 PREGLED OBJAV</b>                        | <b>3</b>  |
| 2.1 KRMNI DODATKI                             | 3         |
| 2.1.1 Minerali                                | 3         |
| 2.1.2 Kostanjevi tanini                       | 3         |
| 2.1.3 Farmatan                                | 4         |
| 2.2 PROIZVODNE LASTNOSTI KOKOŠI NESNIC        | 7         |
| 2.2.1 Telesna masa                            | 7         |
| 2.2.2 Poraba krme                             | 8         |
| 2.2.3 Vitalnost                               | 8         |
| 2.2.4 Nesnost                                 | 9         |
| 2.3 FIZIKALNE LASTNOSTI JAJC                  | 10        |
| 2.3.1 Masa jajca                              | 10        |
| 2.3.2 Oblika jajca                            | 11        |
| 2.3.3 Fizikalne lastnosti jajčne lupine       | 11        |
| 2.3.4 Fizikalne lastnosti beljaka             | 12        |
| 2.3.5 Fizikalne lastnosti rumenjaka           | 12        |
| 2.3.6 Krvne in mesne pege                     | 13        |
| <b>3 MATERIAL IN METODE DE LA</b>             | <b>14</b> |
| 3.1 MATERIAL                                  | 14        |
| 3.2 METODE DE LA                              | 15        |
| 3.2.1 Tehtanje kokoši, spremljanje vitalnosti | 15        |
| 3.2.2 Beleženje porabe krme                   | 15        |
| 3.2.3 Spremljanje nesnosti                    | 16        |
| 3.2.4 Merjenje fizikalnih lastnosti jajc      | 16        |
| 3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV             | 21        |
| <b>4 REZULTATI IN RAZPRAVA</b>                | <b>22</b> |
| 4.1 TELESNA MASA KOKOŠI                       | 22        |
| 4.2 PORABA KRME                               | 23        |
| 4.3 NESNOST                                   | 23        |
| 4.4 FIZIKALNE LASTNOSTI JAJC                  | 24        |
| 4.5 RAZVRSTITEV JAJC V TEŽNOSTNE RAZREDE      | 33        |
| 4.6 VITALNOST                                 | 34        |
| <b>5 SKLEPI</b>                               | <b>35</b> |
| <b>6 POVZETEK</b>                             | <b>36</b> |
| <b>7 VIRI</b>                                 | <b>38</b> |
| <b>ZAHVALA</b>                                |           |

## KAZALO PREGLEDNIC

|   | str. |
|---|------|
| Preglednica 1: Makrominerali v jajcu z lupino v mg/g jajca (Simons, 1986, cit. po Flere, 2005)  | 3    |
| Preglednica 2: Lastnosti farmatana (Farmatan)   | 5    |
| Preglednica 3: Shema poskusa  | 14   |
| Preglednica 4: Rezultati kemijske analize krmnih mešanic  | 16   |
| Preglednica 5: Pripomočki, ki smo jih uporabili pri ocenjevanju fizikalnih lastnosti jajc   | 17   |
| Preglednica 6: Kakovostni razredi jajc glede na število haughovih enot (Holcman,2004:103)   | 19   |
| Preglednica 7: Število živali in povprečne telesne mase na začetku in koncu poskusa   | 22   |
| Preglednica 8: Poraba krme v poskusnem obdobju  | 23   |
| Preglednica 9: Število znesenih jajc in njihova razvrstitev po kakovosti lupine   | 23   |
| Preglednica 10: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistična značilnost razlik med skupinami v številu jajc na dan po posameznih kakovostih lupine | 24   |
| Preglednica 11: Osnovna statistika za fizikalne lastnosti jajc po posameznih skupinah za celotno trajanje poskusa   | 25   |
| Preglednica 12: Vpliv starosti kokoši in dodatka v krmi na fizikalne lastnosti jajc   | 26   |
| Preglednica 13: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in statistične značilnosti razlik med skupinami v obliki jajca ( indeks oblike)                | 26   |
| Preglednica 14: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in statistične značilnosti razlik med skupinami v barvi lupine (%)                             | 27   |
| Preglednica 15: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in statistične značilnosti razlik med skupinami v masi jajca (g)                               | 27   |
| Preglednica 16: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in   |      |

|  |    |
|--|----|
| statistične značilnosti razlik med skupinami v barvi rumenjaka (Roche)   | 28 |
| Preglednica 17: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in statistične značilnosti razlik med skupinami v višini gostega beljaka (mm) | 29 |
| Preglednica 18: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in statistične značilnosti razlik med skupinami v haughovih enotah            | 29 |
| Preglednica 19: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in statistične značilnosti razlik med skupinami v masi lupine (g)             | 30 |
| Preglednica 20: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in statistične značilnosti razlik med skupinami v trdnosti lupine (N)         | 30 |
| Preglednica 21: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in statistične značilnosti razlik med skupinami v deležu lupine (%)           | 31 |
| Preglednica 22: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in statistične značilnosti razlik med skupinami v debelini lupine (mm)        | 31 |
| Preglednica 23: Spreminjanje vrednosti za posamezne fizikalne lastnosti jajc s staranjem kokoši  | 31 |
| Preglednica 24: Obseg krvnih in mesnih peg   | 32 |
| Preglednica 25: Število in delež jajc v posameznih težnostnih razredih   | 33 |
| Preglednica 26: Relativna razmerja v številu jajc znotraj posameznega težnostnega razreda  | 33 |



## KAZALO SLIK

|  | str. |
|--|------|
| Slika 1: Povprečne telesne mase (v kg) na začetku in koncu poskusa | 22   |
| Slika 2: Delež jajc v posameznih težnostnih razredih               | 34   |

## 1 UVOD

Pri nesnicah v pozni nesnosti se zmanjšujeta odstotek in debelina jajčne lupine (Al-Batshan in sod., 1994). Število poškodovanih jajc se v pozni nesnosti poveča za 12 – 20 %, kar je precej odvisno tudi od tehnologije reje (Nys, 2001). Raziskave kažejo, da se s starostjo kokoši absorpcija kalcija (Ca) zmanjšuje, povečuje pa se velikost jajc in s tem posledično poraba absorbiranega Ca (Al-Batshan in sod., 1994). Izkoriščanje kalcija pri nesnicah se s starostjo zmanjšuje s 50 na 40 % (Simons, 1986). Vzrok je v fiziološkem stanju prebavil, predvsem tankega črevesa, v katerem poteka pretežni del absorpcije Ca.

Pravilno sestavljena in odmerjena krma je eden ključnih dejavnikov uspešne reje živali. Krma vpliva na ekonomičnost, zdravstveno stanje, splošno počutje živali in na njihovo proizvodnjo. Pri ocenjevanju uspešnosti reje kokoši nesnic je zelo pomembna tudi kakovost jajčne lupine, na katero poleg prehrane vplivajo še starost kokoši, čas znesenja jajca, čas zadrževanja jajca v maternici, temperatura okolja, stres, zdravstveno stanje kokoši (Nys, 2001).

Jajčna lupina ima pomembno vlogo kot embalaža pri transportu jajc in kot zaščita pred vdorom bakterij v jajce (npr. salmonelle). Kakovost jajčne lupine je pomembna tako pri valilnih kot pri jedilnih jajcih.

V pozni nesnosti lahko le do neke mere vplivamo na izboljšanje kakovosti jajčne lupine z uravnavanjem vsebnosti mineralov in drugih hranil v krmi, zato se poskuša na druge načine vplivati na prebavne procese in absorpcijsko sposobnost.

Poznamo kar nekaj dodatkov, ki imajo pomembno vlogo pri delovanju prebavil: glitamin, kratkoverižne maščobne kisline (KVMK), prebiotiki, probiotiki. KVMK nastajajo v prebavilih kot glavni produkti mikrobne fermentacije prehranskih vlaknin oz. neprebavljenega materiala in so v prebavilih vedno prisotne (Graham in sod., 1989; Salobir J in Salobir B, 2001). Pri delovanju tankega črevesja imajo pomembno vlogo, saj obnavljajo črevesno sluznico (Sakata, 1987) in uravnavajo presnovo v črevesju (Mc Burney in sod., 1997).

Najpomembnejša med KVMK je maslena kislina (butirat), ki predstavlja obvezen vir energije za celice debelega črevesa- kolonocite (Salobir J in Salobir B, 2001). Butirat ima pomembno varovalno funkcijo pred vnetjem kolona in kolorektalnim rakom (Scheppach in sod., 1997).

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti učinek dveh krmnih dodatkov ovocrack in ovotan na kakovost jajčne lupine in na druge fizikalne lastnosti jajc ter na proizvodne lastnosti kokoši v zadnjih tednih nesnosti, od 63. do 74. tedna starosti. Ovocrack je inkapsulirani kalcijev butirat, ovotan pa vsebuje poleg kalcijevega butirata še tanin.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 KRMNI DODATKI

#### 2.1.1 Minerali

Minerali so pri pticah pomembni za izgradnjo skeleta, vzdrževanje ozmotskega ravnotežja v telesu, so integralni deli hormonov in aktivatorji encimov. Kalcij in fosfor sta nujna za nastajanje in vzdrževanje struktur skeleta in imata tudi funkcijo pri nastajanju jajčne lupine. Natrij (Na), kalij (K), magnezij (Mg) in klor (Cl) skupaj s fosfati in bikarbonati vzdržujejo homeostazo, ozmotsko ravnotežje in optimalni pH telesa (Simons, 1986).

V intenzivni reji perutnine je presnovna aktivnost kokoši zelo velika. V enoletni nesni sezoni dobra nesnica proizvede desetkratno večjo jajčno maso kot je njena telesna masa. Kokoši nesnice v enem letu naložijo v jajčno lupino 30 do 40-kratno skeletno maso (kalcija) (Simons, 1986). Nesnice imajo zaradi izjemne proizvodnosti zelo velike prehranske potrebe. Za vzdrževanje in nadomestitev endogenih izgub makromineralov potrebujejo kokoši na dan 0,1 g Ca, 0,13 g P, ostalih mineralov okrog 1% (Simons, 1986). Izkoristljivost makromineralov pri kokoših nesnicah se giblje od 50 % za Ca, 50-60 % za P, 60 % Mg, do 70 % za Na, K in Cl. Na koncu nesnega obdobja se izkoristljivost kalcija zmanjša na 40 % (Simons, 1986). Preglednica 1 nam prikazuje vsebnost makromineralov v jajcu z lupino.

Preglednica 1: Makrominerali v jajcu z lupino v mg/g jajca (Simons, 1986, cit. po Flere, 2005)

|                                      | Ca              | P   | Mg  | Na  | K   | Cl  |
|--------------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Vsebnost v jajcih (mg/g jajčne mase) | 35,9<br>(32,9)* | 2,0 | 0,4 | 1,2 | 1,2 | 1,4 |

\* na koncu nesnega obdobja

#### 2.1.2 Kostanjevi tanini

Kostanjevi tanini sodijo med pirogalolne tanine. Sestavljeni so iz heterozidov, ki se hidrolizirajo (vaskalagin, kastalagin) in pri tem nastaja prosta glukoza, galna, digalna in

elagna kislina, ter iz taninov, katerih genini so sestavljeni iz kondenziranih aromatskih jeder (katehin, levkoantacianidin), in se ne hidrolizirajo. Hidrolizirajoči tanini v kostanjevem taninskem ekstratu prevladujejo. Kostanjevi tanini, pridobljeni z vodno ekstrakcijo lesa pravega kostanja (*Castanea sativa* Mill.), so zmes 89 % hidrolizirajočih in 11 % kondenziranih taninov. Hidrolizirajoče tanine predstavljajo kastalagin (25 %), veskalagin (53 %), kastalin (3 %) in veskalin (8 %). Kastalagin in veskalagin sta anomeri. Pri kislinski hidrolizi razpade kastalagin v elagno kislino in prosti kastali; veskalagin pa v elagno kislino in prosti veskalin. Tudi kastalin in veskalin sta anomeri, ki hidrolizirata do galne kisline in glukoze. V ekstraktu lesa kostanja so prisotni še: galna in elagna kislina, floroglucin, galangin, flavon, katehin in epiokatehin (Skubic in sod., 1995).

### 2.1.3 Farmatan

Farmatan je tržno ime za naravni izvleček lesa pravega kostanja (*Castanea Sativa* Mill.). V EU je notificiran pod imenom kostanjev ekstrakt kot senzorični in silirni dodatek. Surovina izvira iz ekološko neobremenjenih območij, proizveden je iz skrbno izbranega lesa, z okolju prijaznim postopkom vodne ekstrakcije, ki ohranja osnovne lastnosti proizvoda. Vsebuje hidrolizirajoče in kondenzirane tanine (prevladujejo hidrolizirajoči), ogljikove hidrate (večinoma enostavne sladkorje kot so: glukoza, galaktoza, fruktoza, riboza, manoza in ksiloza) ter rudninske snovi (Ca, P, Mg, K, Na in drugi). Te sestavine pomagajo pri preskrbi živali s hranilnimi snovmi, energijo ter rudninskimi snovmi. Hidrolizirajoče tanine tvorita galna in elagna kislina, ki se z esterskimi vezmi povezujeta z OH skupinami sladkorjev, v glavnem z glukozo, v krajše ali daljše polimerne verige. Odvisno od vrste prisotnih kislin poznamo galotanine in elagitanine. Galotanine vsebuje predvsem farmatan (Farmatan).

V Taninu Sevnica navajajo, da tanini tvorijo bolj ali manj stabilne komplekse z beljakovinami, ogljikovimi hidrati, mikroorganizmi in celičnimi strukturami. Tanini mikroorganizmov ne ubijajo, kot to počno antibiotiki in ne povzročajo rezistenčnosti. Tanini se pri hidrolizi skozi prebavni proces popolnoma razgradijo do glukoze in galne kisline. Farmatan deluje kot antioksidant, zavira rast plesni, virusov in mikroorganizmov.

Farmatan je grenkega okusa in kiselkastega vonja. Dobro in popolnoma je topen v vodi (600 g/l), etanolu in acetonu. Topen pa ni v rastlinskem olju in v kloroformu.

Preglednica 2: Lastnosti farmatana ( Farmatan).

|                                   |          |            |
|-----------------------------------|----------|------------|
| Nasipna masa, g/dm <sup>3</sup> : | -prah    | 550 ± 50   |
|                                   | -granule | 700 ± 50   |
| Suha snov, %                      |          | 93 ± 2     |
| pH (10% raztopine)                |          | 3,3 ± 0,25 |
| Surove vlaknine, %                |          | < 3        |
| Aktivna komponenta, %             |          | 73 ± 2     |
| Ogljikovi hidrati, %              |          | Min.15     |
| Rudninske snovi %                 |          | < 1,0      |

Farmatan je fin amorfen prah rjave barve, nahaja se lahko tudi v obliki granul (0,5 mm-1 mm) in kapsul (Farmatan).

Uporablja se lahko neposredno v krmnih obrokih (sveža in konzervirana voluminozna krma), v popolnih in dopolnilnih krmnih mešanicah. Uporaben je za vse vrste domačih živali (govedo, svinje, perutnina, kunci) in tudi za hišne živali (psi, mačke) (Farmatan).

Priporočena uporaba farmatana za perutnino je 0,15-2,0 kg / tono krmne mešanice (Farmatan).

### Ovocrack

V Taninu Sevnica navajajo, da je ovocrack inkapsuliran kalcijev-butirat v matriksu dveh edinstvenih in specifičnih nosilcih (E-558 in E-372). Sestavljen je iz 21 % butirat-aniona, 11 % organsko vezanega kalcija, vsebnost metabolne energije pa je 1550 kcal/kg. Ovocrack je organski vir kalcija, primeren dodatek h krmi za nesnice, matične jate, pitovne piščance in ostalo perutnino. Ovocrack je fini prašek ali granul ( < 1,0 - 1,5 mm), sivo-bele barve in nima vonja po masleni kislini ( Ovocrack).

Prednost ovocracka pri proizvodnih parametrih za nesnice je povečanje nesnosti za + 2,18 % (Evropa: n=6), za matične jate je prednost v večji nesnosti, večji valilnosti za 1,7 - 4,9 % (n=3), pri pitovnih piščancih pa je prednost v večjem prirastu, in sicer za 4,0% (Ilvo: n=7) in boljšem izkoriščanju krme za 1,1 % (Ilvo: n=7); pri kokoših pa v pozitivnem vplivu na izkoriščanje krme, nesnost, maso in kakovosti jajc ter lupine. Ovocrack učinkuje na jajčno lupino tako, da je manj počenih jajc, manj umazanih jajc, manj majhnih razpok, manj jajc brez lupine. (Ovocrack).

Učinki Ovocracka:

- na večjo maso klavnih trupov, prsi in beder pri pitovnih piščancih
- na manj počenih jajc (33,12 %); manj jajc s slabšo kakovostjo lupine (razpoke, umazane, izločene)
- na trdnost lupine
- na večjo vrednost haughovih enot
- na optimalno ravnovesje črevesne mikroflore (koliformi, laktobacili, streptokoki)
- stimulira diferenciacijo in rast črevesnih celic (absorpcija hranil)
- regenerira, izboljšuje stene črevesja (vir energije za resice)
- enostavno vmešavanje in rokovanje in ima prijeten vonj (Ovocrack).

Vplivi Ovocracka na zdravstveni status živali:

- inhibira vnetje črevesa- boljša funkcionalnost črevesa in boljše zdravje,
- inhibira nespecifično imunost, za katero je značilna velika poraba kranil,
- inhibira E.coli in Clostridije (*in vitro* in *in vivo*),
- zmanjša invazijo Salmonell in Campylobacter na sluznico črevesa, manjše število istih mikrobov v cekumu,
- manjši pogin (pri kokoših nesnicah za 15 %; pri pitovnih piščancih za 10 - 30 %) (Ovocrack).

Navajajo (Tanin Sevnica d.d.) tudi značilne učinke Ovocracka na jačno lupino in sicer manj je počenih jajc, manj majhnih razpok, manj jajc brez lupine in manj umazanih jajc(Ovocrack).

Neznačilni učinki ovocracka pa so na maso in debelino lupine. Vpliva pa tudi na manjšo lomljivost in bolj intenzivno barvo lupine (rjava jajca) (Ovocrack).

#### Ovotan

Ovotan ima enake značilnosti kot ovocrack, saj je razlika med njima le v tem, da ovotan vsebuje še tanine (Ovotan).

Tanini so vodotopni polifenolni rastlinski produkti z relativno molekulsko maso  $>500$  Da, ki se povezujejo s proteini in drugimi polimeri v stabilne komplekse pri primerni koncentraciji in pH vrednosti (Mangan, 1988). Hidrolizirajoči tanini so estri galne kisline in njenih dimerov, digalne in elagne kisline, z monosaharidi, največkrat z glukozo. Zaestrenje monosaharida na glikozidni skupini z galno ali digalno kislino vodi do tvorbe galotaninov (npr. taninska kislina), z elagno kislino do elagitaninov. Kondenzirajoči tanini so sestavljeni iz monomer, povezanih z C-C vezmi. Najpogostejše monomere so katehini (katehin, epikatehin) in antocianidini (leukoantocianidin, peralgonidin) (Mangan, 1988).

#### Vpliv taninov na okusnost in zauživanje krme

Krma s trpkim okusom je manj sprejemljiva za živali. Učinek taninov na zauživanje je v glavnem negativen (Menke in Leinmueller, 1991). Tanini v majhnih količinah lahko dajo hrani ali pijači značilen okus (Mangan, 1988). Waghorn (1990) poroča, da vsebnost tanina v *Lotus pedunculatus*, ki presega 55g/ kg SS zmanjša količino prostovoljno zaužite krme. Nasprotno so Marzo in sod. (1989) ugotovili pri podganah večjo količino zaužite krme v skupinah, ki so dobivale krmo z 2,5 % ali 3,0 % taninske kisline. Iz teh in drugih ugotovitev sledi, da je učinek taninov na zauživanje krme odvisen od njihove koncentracije v krmi.

## 2.2 PROIZVODNE LASTNOSTI KOKOŠI NESNIC

### 2.2.1 Telesna masa

Od dobre vzreje so odvisni poznejša nesnost, odpornost in zdravje kokoši. Posebej pomembno je spremljanje telesne mase v času vzreje, saj je dopustno le 10 % odstopanje



od telesne mase, ki je navedena v tehnologiji vzreje nesnic. Čim boljše je jata izenačena, prej bo dosegla vrh nesnosti (Holcman, 2004).

Od mase kokoši je odvisna masa jajca. Relativna masa jajca ustreza relativni masi kokoši. Težje kokoši nesejo težja jajca. Izguba telesne mase kokoši poleti lahko ima za posledico manjša jajca (Kratzer in sod., 1994).

## **2.2.2 Poraba krme**

Nesnice potrebujejo zelo kakovostno krmo, saj imajo zaradi izjemne proizvodnosti velike prehranske potrebe. Vsaka pomanjkljivost v krmi se hitro odraža pri številu znesenih jajc, barvi rumenjaka in kakovosti jajčne lupine. Nesnice, ki jih krmimo s popolno krmno mešanico, v prvem delu nesnosti dnevno zaužijejo okoli 120 g krme, v drugem delu pa nekoliko manj, in sicer približno 115 g (Salobir, 2004). Zorko (1995) navaja, da je dnevno zauživanje krme odvisno od načina reje oziroma od krmilnega sistema. Tako naj bi kokoši v baterijski reji zaužile od 118 do 120 g krme, v talni reji na nastilu 130 g in v prosti reji 140 g + 50 g trave.

Pri kokoših je količina zaužite krme močno povezana s pokritjem potreb po energiji (Salobir, 2004), kar pomeni, da krme z majhno koncentracijo energije zaužijejo več. V primeru, da imajo na voljo le takšno krmo, je ne zmorejo zaužiti toliko, kot bi je potrebovale. Vsako pomanjkanje se pokaže v zmanjšani prireji. Poleg koncentracije energije v krmi vplivajo na zauživanje tudi struktura in tekstura delcev ter neuravnoteženost obroka (pomanjkanje ali presežki posameznih hranil).

## **2.2.3 Vitalnost**

Vitalnost nesnic se kaže v zdravju jate, pomeni pa sposobnost za razvoj in življenje. Na njo vplivajo bolezni, dovzetnost za okužbe in drugi okoljski dejavniki. Vitalnost jate nam ilustrira delež preživelih kokoši v nesnem obdobju (Vidovič, 2005).

## 2.2.4 Nesnost

Spolna dozorelost in nesnost sta dedni lastnosti, vendar lahko rejec z ustreznim krmljenjem in osvetljevanjem vpliva na začetek nesnosti oziroma na spolno dozorelost jarčk (Holcman, 2004). Na nesnost pa vplivajo tudi dejavniki okolja, kot so klimatski pogoji v kurnici, zadostna količina krme in vode, program osvetljevanja, zdravstveno stanje živali, način vzreje in reje, velikost kletke in način oskrbe (Zorko, 1995).

Vzreja jarčk je zelo pomembna, saj je od nje odvisna kasnejša nesnost, zdravje in odpornost živali. V času vzreje je treba še posebej paziti na enakomeren razvoj, izenačenost jate in sočasno spolno zrelost. Če je jata izenačena v času vzreje, bo izenačena tudi v spolni dozorelosti, od tega pa je odvisna nesnost. Jarčke spolno dozoriijo med 18 in 20. tednom, nato pa nesnost v prvih tednih hitro narašča in doseže vrh med 30. in 36. tednom starosti (Holcman, 2004).

Terčič in sod. (1995) navajajo, da je krivulja nesnosti pri kokoših različna, tako po obliki kot tudi po dolžini. To se kaže po tem, kdaj kokoši dosežejo največjo nesnost, kolikšna je ta in kako hitro se zmanjšuje. Gre za blago ali hitro padanje krivulje nesnosti oziroma za dobro ali slabo nesno vztrajnost ali persistenco. Zaželeno je, tako iz rejskega kot ekonomskega vidika, da imajo kokoši čim boljšo persistenco.

Nesnost lahko izračunamo na različne načine. Nesnosti na vseljeno kokoš izračunamo po formuli, pri tem pa v izračun vključimo vse živali, vključno s tistimi, ki nikoli niso nesle, pa so prav tako del vseljene jate živali. Vsaka vseljena žival prispeva svoj delež k nesnosti, čeprav so njihove vrednosti enake nič ali pa blizu nič.

Pri izračunu nesnosti na dejansko število kokoši upoštevamo samo tiste kokoši, ki so v jati in dejansko prispevajo svoj delež pri izračunu nesnosti. Pri tem izračunu upoštevamo pogine in izločitve kokoši, ki so v različnih jatah zelo različni in lahko bistveno vplivajo na potek krivulje nesnosti in s tem na gospodarnost reje. Dejanska nesnost je zato večja, kot nesnost na vseljeno kokoš (Holcman, 2004).

Zorko (1995) navaja, da nesnost po enem letu pade na okoli 60%, zato je odločitev za uvedbo naslednje zaporedne nesnosti odvisna od specifičnih razmer na posameznem obratu. Odločitev je predvsem ekonomske narave in je odvisna od posameznega rejca oziroma obrata, saj je treba upoštevati, da je v drugi zaporedni nesnosti za 10 do 20% manj jajc (ki so sicer težja kot v prvi nesnosti), doba izkoriščanja jate pa je krajša v primerjavi s prvim obdobjem nesnosti.

### 2.3 FIZIKALNE LASTNOSTI JAJC

Kakovost jajc največkrat določajo tiste lastnosti, ki so sprejemljive za porabnika. Za večino porabnikov so pomembne fizikalno–kemijske lastnosti rumenjaka, beljaka in lupine, medtem ko je za rejca pomembna masa jajca, trdnost lupine in čistost. Za živilsko industrijo je pomembna predvsem barva rumenjaka in jajčna vsebina (Holcman, 2004).

Kakovostne značilnosti lahko razdelimo v dve skupini (Zorko, 1995) in sicer na zunanje značilnosti (velikost oziroma masa, oblika, barva, videz in trdnost lupine) in notranje značilnosti (kemijska sestava in hranilna vrednost, svežost, lastnosti za predelavo in senzorične lastnosti).

#### 2.3.1 Masa jajca

Masa jajca je odvisna od številnih dejavnikov, tako genetskih (pasma oziroma linije kokoši) kot od okoljskih (letni čas, način reje, način in trajanje skladiščenja itd). Na nekatere dejavnike nima človek nobenega vpliva (kokoši nesejo na začetku nesnosti lažja jajca kot kasneje), z uravnavanjem drugih dejavnikov (prehrana, osvetljevanje, gostota naselitve, okoljska temperatura), pa lahko do določene mere vpliva na maso jajc (Holcman 2004).

Scott in Silversides (2000) navajata, da težje kokoši nesejo težja jajca. Jajca z rjavo lupino so težja kot jajca z belo lupino, kar je pogojeno s tem, da so kokoši, ki nesejo rjava jajca praviloma težje kot tiste, ki nesejo jajca z belo lupino. Masa jajca je genetsko povezana z vsemi tremi glavnimi sestavnimi deli jajca (maso lupine, beljaka in rumenjaka).

### **2.3.2 Oblika jajca**

Obliko jajc izražamo z indeksom oblike. Tipična oblika jajca ima vrednost indeksa med 70 in 74. Podolgovata jajca imajo manjši indeks, bolj okrogla pa večjega. Večja odstopanja od tipične oblike jajca so nezaželena, saj so taka jajca bolj podvržena lomom in drugim poškodbam pri prevozu in pakiranju ter manj vsečna porabnikom (Holcman, 2004).

### **2.3.3 Fizikalne lastnosti jajčne lupine**

Jajčna lupina je naravna embalaža jajčne vsebine. Zato je pomembno, da je dovolj trdna, ker mora prenesti obremenitve, ki jim je izpostavljena. Poškodovana jajca predstavljajo ekonomsko izgubo, saj ne sodijo v prvi kakovostni razred. Ocenjujejo, da se na poti od gnezda do trgovine natre ali razbije približno 10 % vseh jajc (Holcman, 2004).

Pod pojmom kakovost jajčne lupine razumemo barvo, debelino, trdnost, poroznost, gladkost oziroma hrapavost in deformiranost. Jajčna lupina je debela samo 0,2 – 0,4 mm, vendar je relativno trdna in neelastična. Jajčna lupina vsebuje palisadne pore, ki omogočajo izmenjavo plinov in vode, ki so pomembni za razvoj embrija, jedilna jajca pa se zaradi te lastnosti starajo. Lupino pokriva povrhnjica, ki preprečuje oziroma zadržuje vdor mikroorganizmov (Zorko, 1995).

Barva in masa jajčne lupine sta genetsko pogojeni lastnosti in s krmo ne moremo vplivati na barvni odtenek ali maso jajčne lupine (Scott in Silversides, 2000). Silversides in sod. (2006) navajajo, da starost kokoši značilno vpliva na razmerje med maso lupine in maso jajca ter na debelino lupine. S starostjo se masa jajčne lupine poveča, vendar se razmerje med maso lupine in maso jajca zmanjša, lupina je tanjša.

Trdnost jajčne lupine je odvisna od strukture kalcitnih kristalov in od debeline lupine. Slabše kakovosti so jajca, ki imajo tanko, hrapavo ali kako drugače poškodovano lupino (raskava, lisasta, mozoljava, nagubana lupina) kot jajca z gladko lupino običajne debeline (Holcman, 2004).

### **2.3.4 Fizikalne lastnosti beljaka**

Zaželeno fizikalno stanje je, da je beljak čvrst, visok in čist. Delež gostega beljaka naj bi bil čim večji. Notranjo kakovost jajca (Holcman, 2004) kaže višina gostega beljaka. Višina med 8 in 10 mm kaže na zelo dobro notranjo kakovost. Beljak v jajcu ni povsod enake konsistence, temveč je sestavljen iz gostega (čvrstega) in redkega beljaka. Beljak sestavljata v glavnem voda in beljakovine (Zorko, 1995).

Višino gostega beljaka se meri s tripodnim mikrometrom, to je s pomočjo elektronske konice na vzmet. Ko mikrometer prebode čvrst beljak in se dotakne merilne površine, se višina beljaka avtomatsko zabeleži (Keener in sod., 2006). Splošno merilo kakovosti beljaka so haughove enote. Skala houhgovih enot sega od 0 (najslabša kakovost beljaka) do 100 (odlična kakovost beljaka), v posameznih primerih lahko tudi nad 100. Večja kot je vrednost, boljša je kakovost beljaka, tako vrednosti pod 55 pomenijo za porabnika nesprejemljivo kakovost in nad 90 odlično kakovost (Holcman, 2004).

Jajca z rjavo lupino imajo več beljaka boljše kakovosti, v primerjavi z jajci z belo lupino. Višina beljaka je odvisna od pasme kokoši in njene starosti (Scott in Silversides, 2000). S starostjo se masa jajca povečuje, znižuje se višina beljaka in povečuje njegova masa (Silversides in sod., 2006). Keener in sod. (2006) navajajo, da na višino beljaka vplivajo tudi okoljski dejavniki, kot so prehrana, temperatura in trajanje ter pogoji skladiščenja. Kakovost beljaka se slabša s povišano temperaturo in skladiščenjem, saj se višina gostega beljaka zniža, poveča pa se širina in delež redkega beljaka.

### **2.3.5 Fizikalne lastnosti rumenjaka**

Za merjenje barve rumenjaka se najpogosteje uporablja Rocheva pahljača, ki ima barvni razpon od 1 (svetlo rumena) do 15 (temno oranžna). Pri porabnikih je najbolj zaželena barva rumenjaka okoli 12 po Rochevi barvni pahljači. Najbolj objektivno barvo rumenjaka izmerimo s kolorimetrom, ki je sestavni del elektronske aparature, ki je bila razvita na yorški univerzi v Veliki Britaniji (Holcman, 1990).

Porabniki posvečajo veliko pozornosti barvi jajčnega rumenjaka. Zaželena je zlato rumena ali celo oranžna barva. Rumenjaki oziroma pigmente v njem obarvajo barvila (ksantofili), ki jih vsebujejo koruza, lucerna ipd. v krmnih mešanicih (Holcman, 2004).

Keener in sod. (2006) navajajo, da se višina rumenjaka zniža približno za 10 %, če se temperatura poveča iz 5 na 23°C, medtem ko čas skladiščenja na višino rumenjaka ne vpliva. Scott in Silversides (2000) ugotavljata, da se masa rumenjaka s skladiščenjem ne spreminja. Od velikosti rumenjaka je odvisna velikost jajca, vendar je heritabiliteta za maso rumenjaka majhna.

### **2.3.6 Krvne in mesne pege**

Krvne in mesne pege delimo na velike in male. Velike pege imajo premer vsaj 3,2 mm, zato jih lahko opazimo pri presvetljevanju jajc. Male pege opazimo šele pri razbitju jajca. Jajca, ki vsebujejo krvne in mesne pege so bolj nagnjena h kvarjenju, saj so pege potencialno gojišče za bakterije. Obseg mesnih peg je odvisen od starosti in pasme kokoši (Holcman, 2004).

Krvne pege nastanejo ob ovulaciji, ko pride do manjših krvavitev v folikularni membrani, ki sicer počni na neprekrvavljenem mestu (stigmi). Ob tem se lahko zgodi, da počni tudi žila in v rumenjaku se sprosti kri, ki jo kasneje opazimo kot krvno pego. Mesne pege so delci tkiv iz jajcevoda (lahko so tudi kalcitnega izvora), pojavljajo pa se predvsem v beljaku (Holcman, 2004).

Holcman (2004) navaja, da na število krvnih peg vplivajo tudi nizka raven vitamina K v obroku in prisotnost njegovih antagonistov v krmi, prisotnost toksinov v krmi, svetlobni program (svetlobni programi s kratkimi prekinjenimi svetlobnimi obdobji ali trajna osvetlitev), stres (neobičajni ali nenadni zvoki v hlevu), pasma kokoši in epidemični tremor (ptičji encefalomyelitis).

### 3 MATERIAL IN METODE DELA

#### 3.1 MATERIAL

Na farmi kokoši nesnic v Slivnici podjetja Meja Šentjur d.d. smo iz enega hleva preselili v drug hlev 240 kokoši, provenience Hy-line. Kokoši so bile preseljene v drugi hlev teden dni pred pričetkom poskusa, da so se navadile na novo okolje.

Razdelili smo jih v tri skupine, po 80 kokoši v skupini (Preglednica 3). Prva skupina je predstavljala kontrolno (K) skupino. Kokoši smo krmili s popolno krmno mešanico za kokoši nesnice (NSK). Drugo skupino kokoši smo poimenovali Poskusna 1 (P1) in jih krmili s popolno krmno mešanico (NSK), ki so ji primešali 1,5 kg ovocracka na tono osnovne krme. Tretjo skupino kokoši pa smo poimenovali Poskusna 2 (P2) in jo krmili s popolno krmno mešanico (NSK), ki so ji primešali 1,5 kg ovotana na tono osnovne krme. V vsako skupino je bilo vključenih po 20 kletk s štirimi kokošmi v kletki. Kokoši so bile v baterijski reji v trinadstropnih baterijah in izpostavljene enakim dejavnikom okolja. Vse so imele na voljo neomejeno količino vode in krme. Kokoši smo pred pričetkom poskusa stehali. Kurnica je bila brez oken, osvetlitev je trajala 14 ur (od pol šestih zjutraj do pol osmih zvečer).

Preglednica 3: Shema poskusa

| SKUPINA              | ŠTEVILO<br>KOKOŠI | KRMA   | KRMLJENJE/OSVETLITEV                     |
|----------------------|-------------------|--|--|
| Kontrola (K)         | 80                | Osnovna krma (NSK)   | Krmljenje: po volji                      |
| Poskusna – 1<br>(P1) | 80                | Osnovna krma (NSK) + 1,5 kg<br>»ovocracka« na tono osnovne<br>krme | Osvetlitev: 14 ur luči (5:30 –<br>19:30) |
| Poskusna – 2<br>(P2) | 80                | Osnovna krma (NSK) + 1,5 kg<br>»ovotana« na tono osnovne<br>krme   |  |

## 3.2 METODE DELA

Vsakodnevno opravilo je bilo pregled jate, beleženje števila znesenih jajc, temperature zraka in relativne zračne vlažnosti. Enkrat na teden smo beležili maso čistih jajc in jih razvrstili v štiri težnostne razrede: XL-73 g in več, L-od 63 do manj kot 73 g, M- od 53 do manj kot 63 g, S-manj kot 53 g. Poskus smo izvajali v obdobju od 63. do 74. tedna starosti kokoši (od 1.12.2008 do 23.2.2009).

### 3.2.1 Tehtanje kokoši, spremljanje vitalnosti

Živali smo tehtali dvakrat, in sicer na začetku poskusa, ko so bile kokoši stare 63 tednov in na koncu poskusa, ko so bile stare 74 tednov. Vitalnost kokoši smo ocenjevali na osnovi števila preživelih kokoši v poskusnem obdobju, izračunali pa smo jo po formuli na podlagi spremljanja in beleženja pogina.

$$Vitalnost (\%) = 100 \% - \% \text{ pogina} \quad \dots(1)$$

### 3.2.2 Beleženje porabe krme

Krmo so pripravili v Jati Emona, d.d.. Krma je bila pakirana v vrečah težkih po 35 kg. Ob koncu meseca smo beležili število vreč porabljene krme in na ta način pridobili podatek o količini porabljene krme po skupini.

Kemijsko analizo (Weendsko analizo) krme so opravili v kemijskem laboratoriju Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete.



Preglednica 4: Rezultati kemijske analize krmnih mešanic (g/kg SS)

| Hranilna snov               | SKUPINA         |                     |                   |
|-----------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|
|                             | K (NSK)         | P1 (NSK + Ovocrack) | P2 (NSK + Ovotan) |
|                             | Vsebnost v krmi | Vsebnost v krmi     | Vsebnost v krmi   |
| Suha snov(g/kg)             | 887,97          | 889,37              | 884,26            |
| Surove beljakovine (g/kg)   | 152,7           | 160,77              | 158,9             |
| Surove maščobe (g/kg)       | 37,24           | 39,62               | 41,51             |
| Surove vlaknina (g/kg)      | 37,15           | 36,15               | 37,92             |
| Surovi pepel (g/kg)         | 114,73          | 125,79              | 98,75             |
| Brezdušični izvleček (g/kg) | 546,16          | 527,05              | 547,18            |
| Fosfor (g/kg)               | 5,34            | 5,97                | 5,43              |
| Kalcij (g/kg)               | 34,07           | 36,79               | 29,7              |
| Magnezij (g/kg)             | 1,94            | 1,13                | 1,09              |
| Kalij (g/kg)                | 7,64            | 7,23                | 7,12              |
| Natrij (g/kg)               | 0,91            | 1,08                | 1,36              |
| Cink (g/kg)                 | 59,38           | 68,13               | 73,75             |
| Mangan (g/kg)               | 104,69          | 124,86              | 116,86            |
| Železo (g/kg)               | 196,75          | 239,44              | 210,63            |
| Baker (g/kg)                | 13,03           | 18,73               | 17,45             |

### 3.2.3 Spremljanje nesnosti

Nesnost smo beležili tako, da smo dnevno vsako jutro okoli osme ure po skupinah, beležili število znesenih jajc in tudi po kategorijah (čista, umazana, natrta, mehkužci-jajca brez lupine).

### 3.2.4 Merjenje fizikalnih lastnosti jajc

V obdobju od 63. do 74. tedna starosti smo na vsakih štirinajst dni na dnevnem številu zbranih čistih jajc, pri vseh treh skupinah merili naslednje fizikalne lastnosti jajc: širino in višino jajca, maso jajca, barvo lupine, višino gostega beljaka, barvo rumenjaka, trdnost

lupine, ter zabeležili prisotnost krvnih in mesnih peg. Na posušenih lupinah smo izmerili še njihovo debelino in maso.

Pri ocenjevanju fizikalnih lastnosti jajc smo uporabili mehanski mikrometer, kljunasto merilo in elektronsko aparaturu, ki so jo razvili na yorški univerzi v Veliki Britaniji (dobavitelj je podjetje Technical Services and Supplies of York). Sestavljajo ga reflektometer, tripodni mikrometer in mikroprocesor s tiskalnikom (Holcman, 1990).

Preglednica 5: Pripomočki, ki smo jih uporabili pri ocenjevanju fizikalnih lastnosti jajc

| LASTNOST JAJCA         | TSS APARATURA ZA MERJENJE  |
|------------------------|--|
| barva lupine           | reflektometer  |
| masa jajca             | elektronska tehtnica   |
| višina gostega beljaka | tripodni mikrometer  |
| haughove enote         | izračuna jih mikroprocesor oziroma računalnik na podlagi poznavanja mase jajca in višine gostega beljaka |
| barva rumenjaka        | Rochejeva barvna pahljača (subjektivno merjenje);<br>kolorimeter (objektivno merjenje)                   |
| masa jajčne lupine     | elektronska tehtnica   |
| debelina jajčne lupine | mikrometer   |

#### Širina in višina jajca

S kljunastim merilom smo merili širino jajca (po ekvatorialnem delu) in dolžino jajca (med obema poloma). Obliko jajc izrazimo z indeksom oblike, ki označuje razmerje med širino in dolžino jajc. Ta podatka sta nam služila za izračun indeksa oblike jajca, ki smo ga izračunali po formuli.

$$\text{Indeks oblike} = (\text{širina jajca} / \text{višina jajca}) \times 100 \quad \dots(2)$$

#### Barva lupine

Barva lupine je dedna lastnost, ki nima povezave z drugimi lastnostmi lupine ali z notranjo kakovostjo jajc. Neposredno je odvisna od pasme ali linije kokoši, čeprav med posameznimi kokošmi iste pasme prihaja do precejšnih razlik. Za vsako posamezno kokoš pa velja, da nese jajca s precej pravilnim oziroma stalnim barvnim odtenkom.

Na intenzivnost rjave barve lupine vplivajo tudi starost kokoši, intenzivnost nesnosti, čas zadrževanja jajca v maternici, kjer se oblikuje barva lupine ter nekatere bolezni in zdravila. Intenzivnost rjave barve lupine se povečuje do 32. ali 33. tedna starosti nesnice, nato pa barva lupine začne bledeti. Večja nesnost povzroči svetlejši odtenek rjave barve (Holcman, 2004).

Pri merjenju barve jajčne lupine smo uporabili reflektometer, ki meri odbito količino svetlobe od površine jajca. Pred vsakim začetkom uporabe smo reflektometer umerili z dvema vzorčnima ploščicama, črne (vrednost 0,00%) in bele barve (vrednost 82,10%). Ploščici sta bili umerjeni v državnem fizikalnem laboratoriju v Veliki Britaniji po glavni beli površini, ki ima vrednost 100. Barvo jajčne lupine smo merili na čistem in nepoškodovanem topem delu jajca (Holcman 2004). Čim večja je vrednost, tem svetlejša je lupina in obratno.

#### Masa jajca

S pomočjo elektronske tehtnice smo na 0,01 g natančno izmerili maso jajca, mikroprocesor pa je podatek shranil in ga uporabil za izračun haughovih enot.

Pri določanju notranje kakovosti jajca predstavlja višina gostega beljaka, ki smo jo merili približno en centimeter stran od roba rumenjaka, zelo pomemben parameter.

Jajce smo na ekvatorialnem delu previdno razbili na stekleno površino z zrcalno podlago, lupino pa shranili za nadaljnje meritve. Najprej smo preverili in zapisali prisotnost krvnih in mesnih peg, nato pa smo s tripodnim mikrometrom izmerili višino gostega beljaka (v mm) 1 cm od roba rumenjaka na mestu brez peg in halaz. Izmerjena in zapisana podatka o masi jajca in višini gostega beljaka pri posameznem jajcu sta služila za avtomatski izračun haughovih enot po formuli:

$$HE = 100 \times \log x (H - (\sqrt{G \times (30 \times W^{0,37} - 100)}) \div 100 + 1,9) \quad \dots(3)$$

HE = število haughovih enot

H = višina gostega beljaka (v mm)

G = težnostna konstanta (32,2)

W = masa jajca (v g)

Haughove enote predstavljajo logaritem višine gostega beljaka korigiran na maso jajca. Večje kot je število haughovih enot, boljša je kakovost jajčnega beljaka. Vrednosti za število haughovih enot se gibljejo od 100 navzdol do praktičnega minimuma 20 ali še nižje. Glede na število haughovih enot lahko jajca razvrstimo v štiri kakovostne razrede:

Preglednica 6: Kakovostni razredi jajc glede na število haughovih enot (Holcman, 2004: 103)

| Haughove enote | Razred              |
|----------------|---------------------|
| > 78 HE        | zelo dobra kakovost |
| 55 - 78 HE     | dobra kakovost      |
| 31 - 55 HE     | slaba kakovost      |
| < 31 HE        | zelo slaba kakovost |

#### Barva rumenjaka

Barvo rumenjaka smo določili s pomočjo kolorimetra, ki intenzivnost obarvanosti izraža v Rochevih enotah. Barvna lestvica se giblje med vrednostmi od 1 do 15, pri čemer 1 pomeni najmanj intenzivno in 15 najbolj intenzivno obarvanost rumenjaka.

#### Masa lupine

Jajčno lupino smo po odstranitvi jajčne vsebine, oprali in jo nato najmanj štiri tedne sušili na sobni temperaturi. Za tehtanje smo uporabili elektronsko tehtnico, ki meri do 0,01 g natančno. Podatek o masi jajčnih lupin smo uporabili pri izračunu deleža lupine od mase jajca (%).

#### Debelina jajčne lupine

Debelino jajčne lupine smo izmerili z mehanskim mikrometrom z natančnostjo do 0,01mm, na treh vzorcih vsakega jajca. Lupino smo odlomili na ekvatorialnem delu jajca, kjer je debelina najmanj variabilna. Jajčna lupina ni povsod enakomerno debela, najdebelejša je na obeh polih, najtanjša pa na topem delu jajca. Merili smo na treh mestih

in izračunali povprečje (Holcman, 1990). Pozorni smo morali biti, da sta bili prisotni membrani in da ni bilo ostankov beljaka, saj bi to vplivalo na izmerjeno vrednost.

#### Trdnost jajčne lupine

Za merjenje trdnosti jajčne lupine smo izvedli kompresijski test. Jajce smo položili med dve vodoravno nameščeni plošči nakar je aparatura »Instron« postopoma povečevala obremenitev, vse dokler ni jajčna lupina počila.

### 3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Zbrane podatke smo obdelali s statističnim paketom SAS/STAT (SAS User's Guide, 2001).

Za analizo podatkov o fizikalnih lastnostih jajc smo uporabili model 1.

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + e_{ijk} \quad \text{model 1}$$

$y_{ijk}$  = opazovana lastnost (npr. barva lupine, masa jajca, trdnost lupine, itn.)

$\mu$  = srednja vrednost populacije

$A_i$  = vpliv starosti kokoši ( $i = 6$  različnih starosti)

$B_j$  = vpliv skupine kokoši ( $i = 3$  skupine - ovocrack, ovotan, kontrola)

$e_{ijk}$  = ostanek

Prvotno smo v model vključili tudi interakcije med starostjo in skupino, ker pa te pri nobeni od obravnavanih lastnosti niso bile statistično značilne, smo jih kasneje iz modela izključili.

Podatke o telesni masi kokoši na začetku in koncu poskusa ter podatke o kakovosti lupine smo analizirali po modelu 2.

$$y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij} \quad \text{model 2}$$

$y_{ij}$  = opazovana lastnost

$\mu$  = srednja vrednost populacije

$A_i$  = vpliv skupine kokoši ( $i = 3$  skupine - ovocrack, ovotan, kontrolna)

$e_{ij}$  = ostanek

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 4.1 TELESNA MASA KOKOŠI

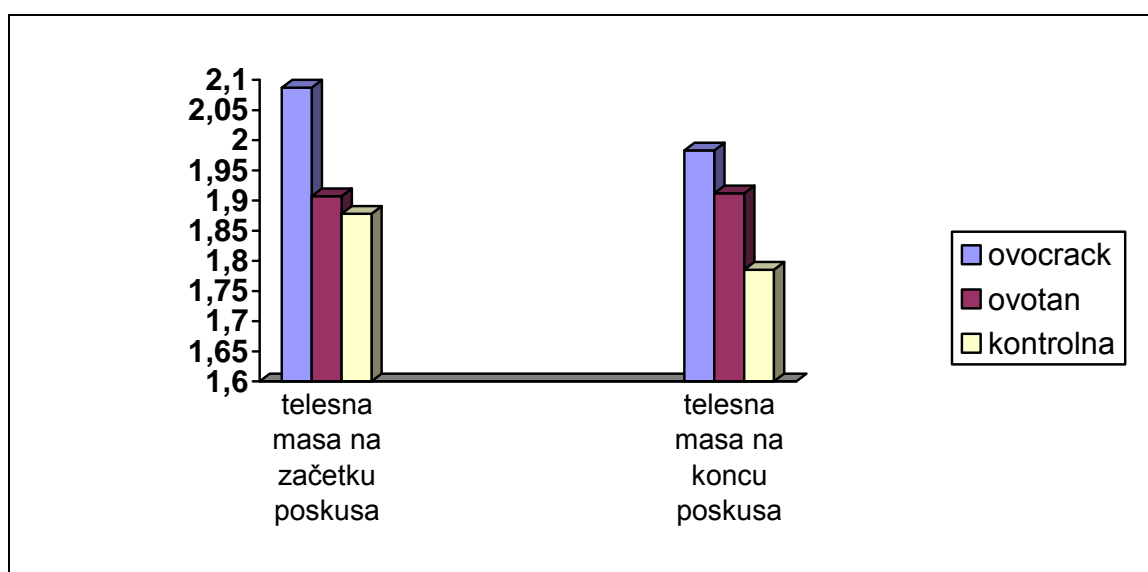
V času poskusa je v skupini, ki je dobivala ovocrack poginila ena kokoš in v skupini, ki je dobivala ovotan tri kokoši. V kontrolni skupini ni bilo nobenega pogina (preglednica 7).

Preglednica 7: Število živali in telesne mase na začetku in koncu poskusa

| Skupina       | Število živali na začetku poskusa | Telesne mase (v kg) na začetku poskusa (LSM ± SEE) | Število živali na koncu poskusa | Telesne mase (v kg) na koncu poskusa (LSM ± SEE) |
|---------------|-----------------------------------|--|---------------------------------|--|
| Ovocrack (P1) | 80                                | 2,087 ± 0,145 <sup>a</sup>                         | 79                              | 1,983 ± 0,028 <sup>a</sup>                       |
| Ovotan (P2)   | 80                                | 1,907 ± 0,145 <sup>a</sup>                         | 77                              | 1,912 ± 0,028 <sup>a</sup>                       |
| Kontrolna (K) | 80                                | 1,878 ± 0,145 <sup>a</sup>                         | 80                              | 1,785 ± 0,028 <sup>b</sup>                       |

Vrednosti znotraj posameznega stolpca z različnimi nadpisoma (a, b) se značilno razlikujeta ( $P \leq 0,05$ )

Na začetku poskusa ni bilo statistično značilnih razlik v telesni masi kokoši med skupinami. Kokoši, ki so dobivale ovocrack in ovotan so bile na koncu poskusa značilno težje od kokoši v kontrolni skupini (preglednica 7), in sicer za 198 g oziroma 127 g.



Slika 1: Telesne mase (v kg) na začetku in koncu poskusa (LSM vrednosti)

## 4.2 PORABA KRME

Krmo so pripravili v Jata Emona d.d. . V posameznih skupinah so kokoši porabile enako količino krme in sicer v celotnem trajanju poskusa 875 kg krme.

Preglednica 8: Poraba krme v poskusnem obdobju

| Skupina       | Povprečno število živali v poskusnem obdobju | Skupna poraba krme v celotnem poskusnem obdobju (kg) | Povprečna poraba krme na kokoš na dan (g/kokoš/dan) |
|---------------|--|--|---|
| Ovocrack (P1) | 79,5   | 875  | 129,48  |
| Ovotan (P2)   | 78,5   | 875  | 131,13  |
| Kontrolna (K) | 80   | 875  | 128,6   |

## 4.3 NESNOST

Na nesnost vplivajo genetski in okoljski dejavniki, kot so prehrana, način vzreje in reje jate, zdravstveno stanje živali, klima v hlevu, trajanje osvetlitve in oskrba živali.

Preglednica 9: Število znesenih jajc in njihova razvrstitev po kakovosti lupine

| Skupina       | Povprečno število kokoši v poskusnem obdobju | % nesnosti na povprečno število kokoši | Skupaj vseh znesenih jajc | Čista jajca (delež) | Umazana jajca (delež) | Natrta jajca (delež) | Mehkužci (delež) |
|---------------|--|--|---------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| Ovocrack (P1) | 79,5   | 55,93                                  | 3780                      | 3597<br>(95,2 %)    | 69<br>(1,8 %)         | 90<br>(2,4 %)        | 24<br>(0,6 %)    |
| Ovotan (P2)   | 78,5   | 58,61                                  | 3911                      | 3781<br>(96,7 %)    | 64<br>(1,6 %)         | 44<br>(1,1 %)        | 22<br>(0,6 %)    |
| Kontrolna (K) | 80   | 56,70                                  | 3856                      | 3719<br>(96,4 %)    | 53<br>(1,4 %)         | 61<br>(1,6 %)        | 23<br>(0,6 %)    |

Najboljša nesnost je bila pri kokoših, ki smo jih krmili s krmo z dodanim ovotanom (P2), in sicer so v celotnem poskusu od 63. do 74. tedna starosti znesle 3911 jajc in je bila



povprečna nesnost 58,61%, najslabša nesnost pa je bila pri kokoših, ki so imele krmo z dodanim ovocrackom (P1) in sicer so znesle 3780 jajc in povprečna nesnost v poskusnem obdobju je bila 55,93%. Kokoši v kontrolni skupini (K) so znesle v celotnem poskusnem obdobju 3856 jajc in povprečna nesnost je bila 56,70% (preglednica 9). Največji delež jajc s čisto lupino od vseh znesenih jajc v poskusnem obdobju je bil v skupini P2 (96,7%) in najmanjši v skupini P1 (95,2%). V vseh skupinah je bil popolnoma enak delež mehkužcev (0,6%).

Preglednica 10: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistična značilnost razlik med skupinami v številu jajc na dan po posameznih kakovostih lupine

| SKUPINA       | Čista<br>(LSM ± SEE)        | Umazana<br>(LSM ± SEE)   | Natrta<br>(LSM ± SEE)    | Mehkužci<br>(LSM ± SEE)  |
|---------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ovocrack (P1) | 42,31 ± 0,73 <sup>a</sup>   | 0,81 ± 0,09 <sup>a</sup> | 1,05 ± 0,11 <sup>a</sup> | 0,28 ± 0,05 <sup>a</sup> |
| Ovotan (P2)   | 44,48 ± 0,73 <sup>b</sup>   | 0,75 ± 0,09 <sup>a</sup> | 0,51 ± 0,11 <sup>b</sup> | 0,25 ± 0,05 <sup>a</sup> |
| Kontrolna (K) | 43,75 ± 0,73 <sup>a,b</sup> | 0,62 ± 0,09 <sup>a</sup> | 0,71 ± 0,11 <sup>b</sup> | 0,27 ± 0,05 <sup>a</sup> |

Vrednosti znotraj posameznega stolpca z različnima nadpisoma (a, b) se značilno razlikujeta ( $P \leq 0,05$ )

Kokoši, ki so dobivale ovotan in kokoši iz kontrolne skupine so dnevno znesle značilno manj natrtih jajc kot kokoši, ki so dobivale ovocrack (preglednica 10). V primerjavi s skupino, ki je dobivala ovocrack, smo v skupini, ki je dobivala ovotan dnevno pobrali značilno več čistih jajc (preglednica 10).

#### 4.4 FIZIKALNE LASTNOSTI JAJC

Fizikalne lastnosti jajc, ki določajo zunanjo kakovost smo določili z merjenjem širine in višine jajca (podatka smo uporabili za izračun indeksa oblike jajca), mase jajca, barve jajčne lupine, mase in deleža jajčne lupine ter debeline lupine. Notranjo kakovost jajc smo ocenjevali z merjenjem višine gostega beljaka, barve jajčnega rumenjaka, izračunom haughovih enot in z beleženjem krvnih in mesnih peg. Na omenjene fizikalne lastnosti vplivajo genetski dejavniki, starost kokoši, temperatura okolja, prehrana in način reje (Holcman 2004). V preglednici 11 so podani osnovni statistični parametri za vse proučevane fizikalne lastnosti jajc.

Preglednica 11: Osnovna statistika za fizikalne lastnosti jajc po posameznih skupinah za celotno trajanje poskusa

| <b>Skupina: Ovocrack (P1)</b> |                           |                  |                   |                              |
|-------------------------------|---------------------------|------------------|-------------------|------------------------------|
| Lastnost                      | Število analiziranih jajc | Srednja vrednost | Standardni odklon | Koeficient variabilnosti (%) |
| Barva lupine (%)              | 215                       | 33,76            | 5,93              | 17,55                        |
| Masa jajca (g)                | 215                       | 64,67            | 5,63              | 8,71                         |
| Višina gostega beljaka (mm)   | 215                       | 7,17             | 1,52              | 21,15                        |
| Haughove enote                | 215                       | 82,02            | 10,71             | 13,06                        |
| Barva rumenjaka (Roche)       | 215                       | 13,02            | 0,74              | 5,70                         |
| Masa lupine (g)               | 215                       | 5,75             | 0,72              | 12,50                        |
| Delež lupine (%)              | 215                       | 8,92             | 1,15              | 12,98                        |
| Debelina lupine (mm)          | 215                       | 0,38             | 0,04              | 9,98                         |
| Trdnost lupine (N)            | 215                       | 30,53            | 7,78              | 25,48                        |
| Indeks oblike                 | 215                       | 74,92            | 2,97              | 3,97                         |
| <b>Skupina: Ovotan (P2)</b>   |                           |                  |                   |                              |
| Lastnost                      | Število analiziranih jajc | Srednja vrednost | Standardni odklon | Koeficient variabilnosti (%) |
| Barva lupine (%)              | 239                       | 34,24            | 5,70              | 16,64                        |
| Masa jajca (g)                | 239                       | 66,00            | 5,97              | 9,05                         |
| Višina gostega beljaka (mm)   | 238                       | 7,057            | 1,54              | 21,88                        |
| Haughove enote                | 238                       | 80,51            | 12,40             | 15,40                        |
| Barva rumenjaka (Roche)       | 239                       | 13,13            | 0,93              | 7,04                         |
| Masa lupine (g)               | 240                       | 5,85             | 0,68              | 11,70                        |
| Delež lupine (%)              | 239                       | 8,88             | 0,97              | 10,97                        |
| Debelina lupine (mm)          | 240                       | 0,38             | 0,04              | 9,48                         |
| Trdnost lupine (N)            | 240                       | 29,67            | 8,20              | 27,65                        |
| Indeks oblike                 | 240                       | 74,05            | 3,39              | 4,58                         |
| <b>Skupina: Kontrolna (K)</b> |                           |                  |                   |                              |
| Lastnost                      | Število analiziranih jajc | Srednja vrednost | Standardni odklon | Koeficient variabilnosti (%) |
| Barva lupine (%)              | 231                       | 33,96            | 5,62              | 16,54                        |
| Masa jajca (g)                | 231                       | 65,87            | 6,44              | 9,78                         |
| Višina gostega beljaka (mm)   | 231                       | 7,37             | 1,54              | 20,91                        |
| Haughove enote                | 231                       | 83,11            | 9,94              | 11,96                        |
| Barva rumenjaka (Roche)       | 231                       | 13,06            | 0,85              | 6,51                         |
| Masa lupine (g)               | 231                       | 5,75             | 0,71              | 12,31                        |
| Delež lupine (%)              | 231                       | 8,77             | 1,04              | 11,85                        |
| Debelina lupine (mm)          | 231                       | 0,37             | 0,04              | 9,66                         |
| Trdnost lupine (N)            | 231                       | 30,97            | 7,78              | 25,12                        |
| Indeks oblike                 | 231                       | 75,00            | 3,13              | 4,17                         |

V statistični model smo poleg skupine vključili tudi vpliv starosti kokoši, saj smo vzorčenja opravili pri šestih različnih starostih kokoši.

Preglednica 12: Vpliv starosti kokoši in dodatka v krmi na fizikalne lastnosti jajc

| Fizikalna lastnost          | Vpliv starosti kokoši<br>(p-vrednost) | Vpliv dodatka v krmi<br>(p- vrednost) |
|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Barva lupine (%)            | 0,2955                                | 0,5931                                |
| Masa jajca (g)              | 0,6797                                | <b>0,0391</b>                         |
| Barva rumenjaka (Roche)     | 0,4724                                | 0,3863                                |
| Višina gostega beljaka (mm) | <b>0,0001</b>                         | <b>0,0375</b>                         |
| Haughove enote              | <b>0,0007</b>                         | <b>0,0217</b>                         |
| Masa lupine (g)             | <b>0,0119</b>                         | 0,2985                                |
| Delež lupine (%)            | <b>0,0265</b>                         | 0,3385                                |
| Debelina lupine (mm)        | 0,0583                                | 0,3247                                |
| Trdnost lupine (N)          | <b>0,0001</b>                         | 0,1210                                |
| Indeks oblike jajca         | 0,0696                                | <b>0,0019</b>                         |

Preglednica 13: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami ocene in statistične značilnosti razlik med skupinami v obliki jajca (indeks oblike)

| Skupina       | LSM   | SEE  | Ovocrack (P1) | Ovotan (P2)   | Kontrolna (K) |
|---------------|-------|------|---------------|---------------|---------------|
| Ovocrack (P1) | 74,95 | 0,21 | *             | <b>0,0038</b> | 0,8204        |
| Ovotan (P2)   | 74,08 | 0,20 |               | *             | <b>0,0015</b> |
| Kontrolna (K) | 75,02 | 0,20 |               |               | *             |

Statistično značilno  $\leq 0,05$ ; LSM = ocenjena srednja vrednost izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SEE = standardna napaka ocene

Kokoši, ki so dobivale ovotan so nesle značilno bolj podolgovata jajca kot kokoši, ki so dobivale ovocrack oziroma kot kokoši iz kontrolne skupine. Optimalni indeks oblike jajc znaša okrog 74. Če je vrednost oblike jajca pod 72 govorimo o podolgovatih jajcih, če znaša indeks oblike jajc več kot 76 pa govorimo o okroglejših jajcih. Jedilna jajca naj bi imela pravilno ovalno obliko, saj jih je sicer zelo težko pakirati v standardne vrste embalaže. Če imajo jajca pravilno obliko je mogoče poškodbe jajčne lupine med transportom zmanjšati na najmanjšo možno mero.

Največji indeks oblike jajca so imela jajca kokoši kontrolne skupine (75,02) in najmanjši indeks oblike jajca kokoš P2 skupini (74,08) (preglednica 13). Statistično značilna razlika je obstajala med poskusnima skupinama ter med kontrolno skupino in skupino kokoši, ki je v krmi imela dodatek ovotana. Koeficient variabilnosti za indeks oblike jajca je bil največji v skupini P2 kokoši (4,58%) in najmanjši v skupini P1 kokoši (3,97%) (preglednica 11).

Preglednica 14: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistične značilnosti razlik med skupinami v barvi lupine (%)

| Skupina       | LSM   | SEE  | Ovocrack (P1) | Ovotan (P2) | Kontrolna (K) |
|---------------|-------|------|---------------|-------------|---------------|
| Ovocrack (P1) | 33,70 | 0,39 | *             | 0,3127      | 0,6939        |
| Ovotan (P2)   | 34,25 | 0,37 |               | *           | 0,5320        |
| Kontrolna (K) | 33,92 | 0,38 |               |             | *             |

Statistično značilno  $\leq 0,05$ ; LSM = ocenjena srednja vrednost izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SEE = standardna napaka ocene

V barvi lupine ni bilo značilnih razlik med skupinami kokoši (preglednica 14), kar je bilo tudi pričakovano, saj je ta lastnost v največji meri odvisna od pasme oz. genetskega dejavnika.

Preglednica 15: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistične značilnosti razlik med skupinami v masi jajca (g)

| Skupina       | LSM   | SEE  | Ovocrack (P1) | Ovotan (P2)   | Kontrolna (K) |
|---------------|-------|------|---------------|---------------|---------------|
| Ovocrack (P1) | 64,69 | 0,41 | *             | <b>0,0207</b> | <b>0,0344</b> |
| Ovotan (P2)   | 66,01 | 0,39 |               | *             | 0,8514        |
| Kontrolna (K) | 65,91 | 0,40 |               |               | *             |

Statistično značilno  $\leq 0,05$ ; LSM = ocenjena srednja vrednost izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SEE = standardna napaka ocene

Najtežja jajca so nesle kokoši skupine P2 (66,01 g), pri kokoših kontrolne skupine je bila masa jajca 65,91 g in najmanjša je bila pri skupini P1 (64,69 g) (preglednica 15). Jajca iz skupine, ki je imela v krmi dodatek ovotana so bila značilno težja od jajc iz skupine, ki je

imela v krmi dodatek ovocracka. V primerjavi s kontrolno skupino so kokoši z dodatkom ovocracka v krmni mešanici nesle značilno lažja jajca.

Največji koeficient variabilnosti v masi jajc je bil pri kokoših kontrolne skupine (9,78 %), nato pri kokoših skupine P2 (9,05 %) in najmanjši pri kokoših P1 skupine (8,71 %) (preglednica 11).

Masa jajca je genetsko pogojena lastnost, saj različne pasme kokoši in različne križanke nesejo jajca različnih velikosti (Holcman, 2004). Pasma se razlikuje po barvi lupine, zatorej je pomemben tudi podatek, da so jajca z belo lupino praviloma lažja kot jajca z rjavo lupino (Curtis in sod., cit. po Holcman, 1990).

Preglednica 16: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistične značilnosti razlik med skupinami v barvi rumenjaka (Roche)

| Skupina       | LSM   | SEE  | Ovocrack (P1) | Ovotan (P2) | Kontrolna (K) |
|---------------|-------|------|---------------|-------------|---------------|
| Ovocrack (P1) | 13,02 | 0,05 | *             | 0,1803      | 0,6734        |
| Ovotan (P2)   | 13,12 | 0,05 |               | *           | 0,3509        |
| Kontrolna (K) | 13,05 | 0,05 |               |             | *             |

Statistično značilno  $\leq 0,05$ ; LSM = ocenjena srednja vrednost izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SEE = standardna napaka ocene

Dodatka ovotan in ovocrack nista vplivala na barvo rumenjaka. Razlike med skupinami so bile zelo majhne (preglednica 16), saj je bila pri vseh skupinah barva rumenjaka 13 enot po Rochejevi lestvici. Največja variabilnost v barvi rumenjaka je bila pri kokoših P2 skupine (7,04 %) nato pri kokoših kontrolne skupine (6,51 %) in najmanjša pri kokoših P1 skupine (5,70 %) (preglednica 11).

Barvo rumenjaka določa predvsem prehrana kokoši nesnic (barvila v krmilih). Najpomembnejša barvila v krmilih so: ksantofila lutein in zeaksantin, beta karoten in druga (Skvarča, 1998). Krmila, ki vsebujejo veliko barvil so koruza in njeni stranski proizvodi pri pridobivanju škroba, zelena krma, še posebno sveža pa tudi posušena (lucerna, korenje). Intenzivno obarvanost rumenjaka je moč doseči le, če so v krmi tako rumena kot rdeča

barvila. Koruza vsebuje le rumena barvila, lucerna pa tudi rdeča. Zato dajejo barvila lucerne skupaj z barvili koruze jajcu bolj intenzivno barvo že pri sorazmerno majhnem deležu lucerne (2 do 4%) kot če bi uporabljali precej več same koruze (Salobir, 2004).

Preglednica 17: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistične značilnosti razlik med skupinami v višini gostega beljaka (mm)

| Skupina       | LSM  | SEE  | Ovocrack (P1) | Ovotan (P2) | Kontrolna (K) |
|---------------|------|------|---------------|-------------|---------------|
| Ovocrack (P1) | 7,20 | 0,10 | *             | 0,2994      | 0,1439        |
| Ovotan (P2)   | 7,05 | 0,09 |               | *           | <b>0,0107</b> |
| Kontrolna (K) | 7,41 | 0,10 |               |             | *             |

Statistično značilno  $\leq 0,05$ ; LSM = ocenjena srednja vrednost izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SEE = standardna napaka ocene

Dodatek ovotana v krmo je povzročil statistično značilno nižji gosti beljak v primerjavi s kontrolno skupino (preglednica 17). Gosti beljak je bil najvišji v jajcih kokoši kontrolne skupine (7,41 mm), nato pri kokoših skupine P1 (7,20 mm) in najnižji v jajcih kokoši skupine P2 (7,05 mm). Največja variabilnost v višini gostega beljaka je bila v jajcih kokoši skupine P2 (21,88 %), nato pri kokoših P1 (21,15 %) in najmanjša v kontrolni skupini (20,91 %) (preglednica 11).

Holcman (2004) navaja, da višina gostega beljaka med 8 in 10 mm kaže na zelo dobro oziroma na odlično notranjo kakovost jajca. Na kakovost (višino) beljaka pomembno vpliva starost nesnice, saj je s starostjo kokoši in dolžino nesnosti gosti beljak nižji.

Preglednica 18: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistične značilnosti razlik med skupinami v haughovih enotah

| Skupina       | LSM   | SEE  | Ovocrack (P1) | Ovotan (P2) | Kontrolna (K) |
|---------------|-------|------|---------------|-------------|---------------|
| Ovocrack (P1) | 82,27 | 0,75 | *             | 0,1059      | 0,2804        |
| Ovotan (P2)   | 80,59 | 0,71 |               | *           | <b>0,0060</b> |
| Kontrolna (K) | 83,39 | 0,72 |               |             | *             |

Statistično značilno  $\leq 0,05$ ; LSM = ocenjena srednja vrednost izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SEE = standardna napaka ocene

S haughovimi enotami ocenjujemo kakovost beljaka. Večja kot je vrednost haughovih enot, boljša je kakovost beljaka. Jajca z najboljšo kakovostjo beljaka so nesle kokoši iz kontrolne skupine (83,39). Najmanjša vrednost houghovih enot je bila v jajcih kokoši skupine P2 in sicer 80,59, (preglednica 18). Statistično značilna razlika v haughovih enotah obstaja le med jajci iz kontrolne skupine in skupine, ki je imela v krmo dodan ovotan. Največja variabilnost v haughovih enotah je bila v jajcih kokoših skupine P2 (15,40 %) in najmanjša v jajcih iz kontrolne skupine (11,96 %) (preglednica 11).

Preglednica 19: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistične značilnosti razlik med skupinami v masi lupine (g)

| Skupina       | LSM  | SEE  | Ovocrack (P1) | Ovotan (P2) | Kontrolna (K) |
|---------------|------|------|---------------|-------------|---------------|
| Ovocrack (P1) | 5,76 | 0,04 | *             | 0,1568      | 0,8473        |
| Ovotan (P2)   | 5,85 | 0,04 |               | *           | 0,2131        |
| Kontrolna (K) | 5,77 | 0,04 |               |             | *             |

Statistično značilno  $\leq 0,05$ ; LSM = ocenjena srednja vrednost izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SEE = standardna napaka ocene

Najtežjo lupino so imela jajca kokoši skupine P2 (5,85 g) in najlažjo jajca kokoši skupine P1 (5,76 g). Med skupinami ni bilo statistično značilnih razlik v masi jajčne lupine (preglednica 19). Največji koeficient variabilnosti mase lupine je bil pri jajcih kokoši skupine P1 (12,50 %) in najmanjši pri jajcih iz P2 skupine (11,70 %) (preglednica 11).

Preglednica 20: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistične značilnosti razlik med skupinami v trdnosti lupine (N)

| Skupina       | LSM   | SEE  | Ovocrack (P1) | Ovotan (P2) | Kontrolna (K) |
|---------------|-------|------|---------------|-------------|---------------|
| Ovocrack (P1) | 30,71 | 0,53 | *             | 0,2048      | 0,4726        |
| Ovotan (P2)   | 29,78 | 0,50 |               | *           | <b>0,0426</b> |
| Kontrolna (K) | 31,24 | 0,51 |               |             | *             |

Statistično značilno  $\leq 0,05$ ; LSM = ocenjena srednja vrednost izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SEE = standardna napaka ocene

Za razbitje jajčne lupine je bila potrebna največja sila pri jajcih iz kontrolne skupine (31,24 N) in najmanjša pri jajcih iz skupine kokoši, ki so v krmnem obroku prejemale ovotan

(29,78 N). Med tema skupinama je obstajala značilna razlika v trdnosti lupine (preglednica 20).

Preglednica 21: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistične značilnosti razlik med skupinami v deležu lupine (%)

| Skupina       | LSM  | SEE  | Ovocrack (P1) | Ovotan (P2) | Kontrolna (K) |
|---------------|------|------|---------------|-------------|---------------|
| Ovocrack (P1) | 8,94 | 0,07 | *             | 0,6068      | 0,1487        |
| Ovotan (P2)   | 8,89 | 0,06 |               | *           | 0,3376        |
| Kontrolna (K) | 8,79 | 0,06 |               |             | *             |

Statistično značilno  $\leq 0,05$ ; LSM = ocenjena srednja vrednost izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SEE = standardna napaka ocene

Preglednica 22: Ocenjene srednje vrednosti s standardnimi napakami in statistične značilnosti razlik med skupinami v debelini lupine (mm)

| Skupina       | LSM   | SEE   | Ovocrack (P1) | Ovotan (P2) | Kontrolna (K) |
|---------------|-------|-------|---------------|-------------|---------------|
| Ovocrack (P1) | 0,376 | 0,002 | *             | 0,5638      | 0,3792        |
| Ovotan (P2)   | 0,378 | 0,002 |               | *           | 0,1361        |
| Kontrolna (K) | 0,373 | 0,002 |               |             | *             |

Statistično značilno  $\leq 0,05$ ; LSM = ocenjena srednja vrednost izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SEE = standardna napaka ocene

V debelini lupine in deležu lupine od mase jajca med skupinami ni bilo značilnih razlik.

Preglednica 23: Spreminjanje vrednosti za posamezne fizikalne lastnosti jajc s staranjem kokoši

| Starost (tedni) | Višina gostega beljaka (mm) (LSM $\pm$ SEE) | Haughove enote (LSM $\pm$ SEE) | Masa lupine (g) (LSM $\pm$ SEE) | Trdnost lupine (N) (LSM $\pm$ SEE) | Delež lupine (%) (LSM $\pm$ SEE) |
|-----------------|---|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 64              | 7,50 <sup>a</sup> $\pm$ 0,16                | 83,61 $\pm$ 1,16 <sup>a</sup>  | 5,89 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>    | 31,84 $\pm$ 0,82 <sup>a</sup>      | 8,92 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>     |
| 66              | 7,58 $\pm$ 0,14                             | 84,45 $\pm$ 1,01               | 5,85 $\pm$ 0,06                 | 30,73 $\pm$ 0,72                   | 8,98 $\pm$ 0,09                  |
| 68              | 7,41 $\pm$ 0,15                             | 83,65 $\pm$ 1,12               | 5,90 $\pm$ 0,07                 | 32,62 $\pm$ 0,79                   | 9,08 $\pm$ 0,10                  |
| 70              | 7,11 $\pm$ 0,13                             | 81,41 $\pm$ 0,98               | 5,66 $\pm$ 0,06                 | 28,45 $\pm$ 0,69                   | 8,77 $\pm$ 0,09                  |
| 72              | 6,82 $\pm$ 0,13                             | 79,53 $\pm$ 0,99               | 5,79 $\pm$ 0,06                 | 31,34 $\pm$ 0,70                   | 8,83 $\pm$ 0,09                  |
| 74              | 6,92 <sup>b</sup> $\pm$ 0,12                | 79,86 $\pm$ 0,93 <sup>b</sup>  | 5,65 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>    | 28,48 $\pm$ 0,66 <sup>b</sup>      | 8,65 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>     |



Vrednosti znotraj posameznega stolpca z različnima nadpisoma (a, b) se značilno razlikujeta ( $P \leq 0,05$ )

Ob koncu poskusa (starost 74 tednov) so nesle kokoši jajca z značilno manjšo višino gostega beljaka, manjšo vrednostjo za haughove enote ter lažjimi, tanjšimi in bolj krhkimi lupinami kot kokoši na začetku poskusa (starost 64 tednov) (preglednica 23).

Pri merjenju fizikalnih lastnosti jajc, smo beležili tudi prisotnost krvnih in mesnih peg. Pri tem nismo bili pozorni na velikost peg, zabeležili smo tudi najmanjše pege v jajčni vsebini. Za to lastnost smo izračunali le delež jajc s krvnimi in mesnimi pegami od vseh analiziranih jajc v skupini. Kokoši, ki so dobivale v krmi ovocrack in ovotan so imela večji delež jajc s krvnimi in mesnimi pegami kot kokoši v kontrolni skupini (preglednica 24).

Preglednica 24: Obseg krvnih in mesnih peg

| Skupina       | Datum analize | Število analiziranih jajc | Število jajc s krvnimi in mesnimi pegami | Delež jajc s krvnimi in mesnimi pegami |
|---------------|---------------|---------------------------|--|--|
| Kontrolna (K) | 8.12.2008     | 30                        | 7  | 23,33                                  |
|               | 22.12.2008    | 35                        | 11                                       | 31,43                                  |
|               | 5.1.2009      | 30                        | 16                                       | 53,33                                  |
|               | 19.1.2009     | 48                        | 20                                       | 41,67                                  |
|               | 2.2.2009      | 41                        | 19                                       | 46,34                                  |
|               | 23.2.2009     | 47                        | 20                                       | 42,55                                  |
|               | <b>Skupaj</b> |                           | <b>231</b>                               | <b>93</b>                              |
| Ovocrack (P1) | 8.12.2008     | 24                        | 9  | 37,50                                  |
|               | 22.12.2008    | 35                        | 17                                       | 48,57                                  |
|               | 5.1.2009      | 34                        | 22                                       | 64,71                                  |
|               | 19.1.2009     | 37                        | 22                                       | 59,46                                  |
|               | 2.2.2009      | 39                        | 25                                       | 64,10                                  |
|               | 23.2.2009     | 46                        | 22                                       | 47,83                                  |
|               | <b>Skupaj</b> |                           | <b>215</b>                               | <b>117</b>                             |
| Ovotan (P2)   | 8.12.2008     | 35                        | 14                                       | 40,00                                  |
|               | 22.12.2008    | 46                        | 24                                       | 52,17                                  |
|               | 5.1.2009      | 32                        | 22                                       | 68,75                                  |
|               | 19.1.2009     | 40                        | 19                                       | 47,50                                  |
|               | 2.2.2009      | 42                        | 31                                       | 73,81                                  |
|               | 23.2.2009     | 44                        | 23                                       | 52,27                                  |
|               | <b>Skupaj</b> |                           | <b>239</b>                               | <b>133</b>                             |

Pri določanju prisotnosti peg smo upoštevali najmanjše sledi krvi, zato so deleži peg v jajcih tako veliki. Največji delež jaje s krvnimi in mesnimi pegami je bil v skupini P2 skupini kokoši (55,65 %) in nato v skupini P1 skupini (54,42 %), najmanjši delež so imela jajca iz kontrolne skupine kokoši (40,26 %).

Na obseg mesnih peg vpliva starost in pasma kokoši. S starostjo nesnice se povečuje delež in obseg mesnih peg, vendar jih je več v jajcih s temnejšo lupino. Dejavnikov, ki vplivajo na pojav krvnih peg v jajcu, je veliko (zdravila, toksini v krmi, napačen svetlobni program, stres, bolezni, pasma kokoši in drugo) (Holcman, 2004).

#### 4.5 RAZVRSTITEV JAJC V TEŽNOSTNE RAZREDE

V vseh treh skupinah je bilo največ jajc v L težnostnem razredu (od 55,2 do 59,1 %), sledi M težnostni razred (od 28,3 do 34,6 %). Najmanj jajc je bilo v S težnostnem razredu (preglednica 25).

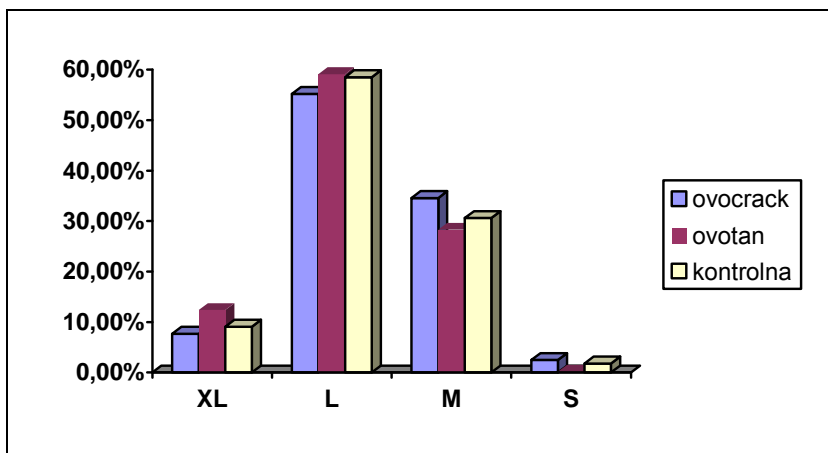
Preglednica 25: Število in delež jajc v posameznih težnostnih razredih

| TEŽNOSTNI RAZREDI JAJC |                                |             |              |              |            |
|------------------------|--------------------------------|-------------|--------------|--------------|------------|
| Skupina                | Skupno število sortiranih jajc | XL          | L            | M            | S          |
| Ovocrack (P1)          | 442                            | 34 (7,7 %)  | 244 (55,2 %) | 153 (34,6 %) | 11 (2,5 %) |
| Ovotan (P2)            | 477                            | 59 (12,4 %) | 282 (59,1 %) | 135 (28,3 %) | 1 (0,2 %)  |
| Kontrolna (K)          | 451                            | 41 (9,1 %)  | 264 (58,5 %) | 138 (30,6 %) | 8 (1,8 %)  |

Preglednica 26: Relativna razmerja v številu jajc znotraj posameznega težnostnega razreda

| TEŽNOSTNI RAZREDI JAJC               |                 |                 |                 |                 |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                      | XL              | L               | M               | S               |
| Razmerje v številu jajc<br>K: P1: P2 | 1 : 0,83 : 1,44 | 1 : 0,92 : 1,07 | 1 : 1,11 : 0,98 | 1 : 1,38 : 0,13 |

Med skupinami so bile največje razlike v številu jajc znotraj S razreda, kjer je bilo v skupini, ki je prejela ovocrack kar 11 krat več drobnih jajc kot v skupini, ki je prejela ovotan, v slednji pa je bilo zabeleženo 8 krat manj jajc S razreda kot v kontrolni skupini, čeprav je treba poudariti, da je bilo število jajc v omenjenem razredu majhno.



Slika 2: Delež jajc v posameznih težnostnih razredih

#### 4.6 VITALNOST

Vitalnost kokoši je bila v poskusnem obdobju dobra. Najslabšo vitalnost (96 %) smo zabeležili pri kokoših, ki so dobivale v krmo ovotan in sicer so poginile tri kokoši. Najboljša vitalnost je bila v kontrolni skupini kokoši, kjer ni poginila nobena kokoš (100 % vitalnost). Pri kokoših, ki so imele v krmi ovocrack je bila 99% vitalnost, poginila je namreč ena kokoš.

## 5 SKLEPI

Na podlagi rezultatov opravljenega poskusa lahko povzamemo naslednje sklepe:

- V skupini kokoši, ki je bila krmljena s krmo z dodanim ovocrackom (P1), smo ugotovili:
  - da se v času poskusa ni spremenila telesna masa kokoši, čeprav pa so bile kokoši na koncu poskusa značilno težje od kokoši v kontrolni skupini,
  - da je dodatek ovocracka povzročil večji obseg krvnih in mesnih peg v jajcih, saj je bilo v tej skupini 14 % več peg kot v jajcih kontrolne skupine,
  - da so kokoši nesle značilno lažja jajca kot kokoši v drugih dveh skupinah.
  
- V skupini kokoši, ki je bila krmljena s krmo z dodanim ovotanom (P2), smo ugotovili:
  - da ta dodatek v času poskusa ni povzročil sprememb v telesni masi, so pa bile kokoši na koncu poskusa značilno težje od kokoši v kontrolni skupini,
  - večji obseg krvnih in mesnih peg (15 % več kot v kontrolni skupini),
  - negativni učinek na višino gostega beljaka in s tem tudi na število haughovih enot ter na trdnost lupine,
  - da so kokoši nesle jajca z značilno manjšim indeksom oblike kot kokoši iz drugih dveh skupin, vendar so jajca iz vseh treh skupin bila pravilne ovalne oblike.
  
- Največje razlike v relativnem razmerju v številu jajc znotraj posameznega težnostnega razreda so bile med poskusnimi skupinami v razredu S jajc.
  
- Ob koncu poskusa so nesle kokoši jajca z značilno nižjo višino gostega beljaka, manjšo vrednostjo haughovih enot ter lažjimi, tanjšimi in bolj krhkimi lupinami kot kokoši na začetku poskusa.
  
- Obdobje poskusa so preživele vse kokoši v kontrolni skupini, v skupini kokoši, ki smo jih krmili s krmo z dodanim ovocrackom je poginila ena kokoši in v skupini, ki je prejemale krmo z dodanim ovotanom so poginile tri kokoši.

## 6 POVZETEK

V diplomski nalogi smo proučili vpliv dveh dodatkov ovocrack (P1) in ovotan (P2) na fizikalne lastnosti jajc in na proizvodne lastnosti kokoši v zadnjih tednih nesnosti.

V poskusu so bile tri skupine kokoši v skupinskih kletkah (štiri kokoši v kletki). V vsaki skupini je bilo na začetku poskusa 80 kokoši. Kontrolna skupina kokoši je bila krmljena s popolno krmno mešanico za kokoši nesnice (NSK), ena poskusna skupina je bila krmljena z NSK, ki ji je bil dodan ovocrack (1,5 kg ovocracka na tono krme) in druga skupina je bila krmljena z NSK z dodanim ovotanom (1,5 kg ovotana na tono krme).

Spremljali smo fizikalne lastnosti jajc in proizvodne lastnosti kokoši nesnic Hy-line v zadnjem trimesečnem obdobju nesnosti, od 63. do 74. tedna starosti.

S kljunastim merilom smo izmerili širino in višino jajca, podatka pa uporabili za izračun indeksa oblike jajca. Za ostale meritve (barvo lupine, maso jajca, višino gostega beljaka, haughove enote in barvo rumenjaka) smo uporabili elektronsko opremo, ki je sestavljena iz reflektometra, tehtnice, elektronskega merila višine gostega beljaka (tripodni mikrometer), kolorimetra, mikroprocesorja in tiskalnika. Trdnost lupine smo izmerili z instronom in debelino lupine z mehanskim mikrometrom.

Dodatek v krmi je statistično značilno vplival na maso jajca ( $p=0,0391$ ), višino gostega beljaka ( $p=0,0375$ ), vrednost haughovih enot ( $p=0,0217$ ) in na indeks oblike jajca ( $p=0,0019$ ). Starost kokoši pa je značilno vplivala na naslednje fizikalne lastnosti jajc: višino gostega beljaka ( $p=0,0001$ ), haughove enote ( $p=0,0007$ ), maso ( $p=0,0119$ ) oz. delež lupine ( $p=0,0265$ ) in trdnost lupine ( $p=0,0001$ ). Ob koncu poskusa so nesle kokoši jajca s statistično značilno manjšo višino gostega beljaka, manjšo vrednostjo haughovih enot ter lažjimi, tanjšimi in bolj krhkimi lupinami kot kokoši na začetku poskusa.

Dodani ovotan v krmo je povzročil statistično značilno nižji gosti beljak in s tem tudi manjšo vrednost haughovih enot, večji obseg krvnih in mesnih peg. Dodani ovocrack v

krmo pa je povzročil statistično značilno lažja jajca in večji obseg krvnih in mesnih peg v jajcih.

Najboljša nesnost je bila pri kokoših, ki smo jih krmili s krmo z dodanim ovotanom, kjer je bila povprečna nesnost 58,61 %. V tej skupini je bila največja povprečna masa jajc (66,01 g) in tudi največji delež jajc s čisto lupino. Najslabša nesnost je bila pri kokoših, ki so imele krmo z dodanim ovocrackom, in sicer je bila povprečna nesnost 55,93 %, masa jajca pa je bila najmanjša (64,69g). Kokoši v kontrolni skupini so imele povprečno nesnost 56,70 % in povprečno maso jajca (65,91 g). Kokoši, ki so dobivale ovotan so dnevno znesle značilno manj natrtih jajc kot kokoši, ki so dobivale ovocrack. Kokoši, ki so dobivale ovotan so nesle značilno bolj podolgovata jajca kot kokoši, ki so dobivale ovocrack oziroma kot kokoši iz kontrolne skupine.

V vseh treh skupinah je bilo največ jajc v L težnostnem razredu, od 55,2 do 59,1 %, sledi M težnostni razred od 28,3 do 34,6 %, najmanj jajc je bilo v S težnostnem razredu.

Kokoši, ki so prejemale krmo z dodatkom ovocrack oz. ovotan so bile na koncu poskusa značilno težje od kokoši v kontrolni skupini. Najboljša vitalnost kokoši je bila v kontrolni skupini (100 %) in najslabša v skupini, ki je imela v krmi dodatek ovotana (96 %).

## 7 VIRI

- Al-Batshan H.A., Scheideler S.E., Black B.L., Garlich J.D., Anderson K.E., 1994. Doudenal calcium uptake, femur ash, and eggshell quality decline with age and increase following molt. *Poultry Science*, 73: 1590-1596
- Farmatan. Naravni kostanjev ekstrakt za stabilno prirejo živali. Tanin Sevnica, (interno gradivo)
- Flere R. 2005. Vpliv dodatka kratkoverižnih maščobnih kislin na kakovost jajčne lupine. Diplomsko naloga. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 8 str.
- Graham H., Fadel J. G., Newman C. W., Newman R. K., 1989. Effect of pelleting and  $\beta$  glucanase supplementation on the ileal and faecal digestibility of a barley based diet in the pig. *Journal of Animal Science*, 67: 1293-1298
- Holcman A. 1990 Genetski parametri za nekatere lastnosti jajc. Doktorska disertacija. Domžale, Biotehniška Fakulteta, VTOZD za živinorejo: 4
- Holcman A. 2004. Različna poglavja.V: Reja kokoši v manjših jatah. Slekovec A. (ur.). Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 100-109
- Keener K M., McAvoy K. C., Foegeding J. B., Curtis P. A., Anderson K.E., Osborne J.A. 2006. Effect of testing temperature on international egg quality measurements. *Poultry Science*, 85: 550-555
- Kratzer F.H., Jatshaw J.D., Leeson S.L., Moran E.T., Parsons C.M., Sell J.L., Waldroup P.W., 1994. Nutrient requirements of chickens. V: Nutrient requirements of poultry. Washington, National Academy Press: 19-23
- Mangan J.L. 1988. Nutritional effects of tannins in animal feeds. *Nutrition Research Reviews*, 1: 209-231

- Marzo F., Tosar A., Santidrian S. 1989. Effect of tannic and raw kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) feeding on skeletal muscle protein composition of chickens. Nutrition reports International, 40, 6: 1189-1197
- McBurney M.I., Reimer R. A., Tappenden K. A. 1997. Short chain fatty acids, intestinal adaptation and nutrient utilization. V: Dietary fiber in health and disease. Kritchevsky D., Bonfield C. (eds.). New York, London, Plenum press: 135-143
- Menke K.H., Leinmueller E. 1991. Tannine in Futtermitteln für Wiederkäuer. III. Wirkungen in vivo. Uebersichten zur Tierernaehrung, 19, 1: 71-86
- Nys Y. 2001. Recent developments in layer nutrition for optimising shell quality. V: 13th European symposium on poultry nutrition, Blankenberge, 30 sep. 2001. Blankenberge, WRSA-Belgium Branch: 45-52
- Sakata T. 1987. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in rat intestine: a possible explanation for tropic effects of fermentable fibre, gut microbes and luminal trophic factors. British Journal of Nutrition, 58: 95-103
- Ovotan. Dodatek h krmi za nesnice in drugo perutnino. Tanin Sevnica (interno gradivo)
- Ovocrack. Dodatek h krmi za vse kategorije perutnine. Tanin Sevnica (interno gradivo).
- Salobir J. 2004. Prehrana kokoši nesnic, jarčk in pitovnih piščancev. V: Reja kokoši v manjših jatah. Slekovec A. (ur.). Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 131-166
- Salobir J., Salobir B. 2001. Funkcionalnost prehranske vlaknine. V: Funkcionalna prehrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8-9 nov. 2001. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za živilstvo: 51-65
- SAS/STAT User's Guide. Version 8. Vol. 2. 2001. Cary, SAS Institute: 1162 str.



- Scheppach W., Pascu M. E., Richter F. 1997. ballaststoffe, kurzkettige Fettsäuren und Kolonkarzinom. *Aktual Ernährung Medizin*, 22: 321-326
- Scott T.A., Silversides F.G. 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, 79: 1725-1729
- Silversides F.G., Korver D.R., Budgell K.L. 2006. Effect of strain and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. *Poultry Science*, 85: 1136-1144
- Simons P.C.M. 1986. Major minerals in the nutrition of poultry. V: Nutrient requirements of poultry and nutritoinal research. Poultry science symposium number nineeten, Edinburgh, 1984. Fisher C., Boorman K.N. (eds.). Butterworts, Carfax publishing compani: 141-154
- Skubic V., Simčič V., Mrzel I., Štruklec M., 1995. Uporabnost kostanjevega tanina v veterinarski medicini. *Veterinarske novice*, 21: 2-6
- Skvarča M. 1998. Tehnološka in kulinarična uporabnost jajc. V: Strokovni seminar Jedilna jajca obogatena z  $\Omega$ -3 maščobnimi kislinami, Brdo, 7. nov. 1997. Ljubljana, Jata Reja: 28-42
- Terčič D., Holcman A., Kovač M., Kmecl A., 1995. Vpliv nadstropja baterije na nekatere proizvodne parametre pri nesnicah Prelux-G in Prelux-R. Zbornik Biotehniške fakultete, Kmetijstvo (Zootehnika), 66: 41-52
- Vidovič P. 2005. Prirreja in kakovost jajc kokoši nesnic provenience prelux in ISA. Diplomaska naloga. Domžale, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 49 str.
- Waghorn G. C. 1990. Effect of condensed tannin on protein digestion and nutritive value of fresh herbage. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 18: 412-415

Zorko N. 1995. Proizvodnja jajc in mesa. Maribor, samozaložba: 149 str.

## ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici prof. dr. Antoniji Holcman, za vso pomoč, strokovno vodstvo, koristne in uporabne nasvete, ves naklonjen čas, spodbudne besede in natančen pregled diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi somentorju doc. dr. Dušanu Terčiču, za pomoč pri merjenju fizikalnih lastnosti jajc, statistični obdelavi podatkov in pregled diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi Karmeli Malinger za pregled in prevod angleškega izvlečka.

Zahvala tudi referentki gospe Sabini Knehtl za njeno prijaznost, spodbudne besede, nasvete in pomoč v času študija.

Največjo zahvalo pa dolgujem mami Darinki, atiju Jožetu in sestrama Alenki in Simoni, ki so mi v času študija stali ob strani, me moralno in gmotno podpirali ter verjeli vame.

Posebna zahvala gre tudi mojemu Slavkotu, za spodbudne besede, razumevanje, finančno podporo, neskončno potrpežljivost, drobne pozornosti ter zaupanje.

Zahvaljujem se tudi Meji Šentjur, gospodu Tomu Rusu in vsem delavcem na farmi Slivnica ki so kakorkoli sodelovali in mi pomagali pri izpeljavi poskusa.

Na koncu se želim zahvaliti še sošolkam in sošolcem ter vsem prijateljem za prijetno družbo in pomoč v času študija.

Hvala vsem!