

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Tina MAJHENIČ

**VPLIV OBOGATITVE OKOLJA V BATERIJSKIH KLETKAH NA
NESNOST IN KAKOVOST JAJC**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL ENRICHMENT ON LAYING
PERFORMANCE AND EGG QUALITY IN HENS KEPT IN
STANDARD CAGES**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2014

Z diplomskim delom končujem univerzitetni študij kmetijstva – zootehniko. Opravljeno je bilo na Katedri za znanosti o rejah živali Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in na pedagoško raziskovalnem centru (PRC) za perutninarstvo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za zootehniko je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Antonijo Holcman in za somentorja doc. dr. Dušana Terčiča.

Recenzent: prof. dr. Ivan Štuhec

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:	prof. dr. Janez SALOBIR Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
Članica:	prof. dr. Antonija HOLCMAN Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
Član:	doc. dr. Dušan TERČIČ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
Član:	prof. dr. Ivan ŠTUHEC Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

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

Tina Majhenič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn

DK UDK 636.5(043.2)=163.6

KG perutnina/kokoši/nesnice/baterijske kletke/obogatitev okolja/nesnost/jajca/kakovost

KK AGRIS L01/6100

AV MAJHENIČ Tina

SA HOLCMAN, Antonija (mentorica)/TERČIČ Dušan (somentor)

KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

LI 2014

IN VPLIV OBOGATITVE OKOLJA V BATERIJSKIH KLETKAH NA NESNOST IN
KAKOVOST JAJC

TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)

OP XI, 41 str., 24 pregl., 3 sl., 6 pril., 32 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI V raziskavi smo proučevali ali obogatitev okolja v klasičnih baterijskih kletkah vpliva na nesnost kokoši in kakovost jajc. Poskus je bil opravljen na križankah slovenskih tradicionalnih pasem kokoši (prelux nesnicah – grahasti, rjavi in črni) in slovenski avtohtoni pasmi štajerski kokoši. V poskus je bilo vključenih 485 kokoši, ki so bile razdeljene v kontrolno (246 kokoši nesnic) in poskusno skupino (239 kokoši nesnic). Poskusna skupina kokoši je bila naseljena v kletkah, kjer je imela dostop do siporeksa (penjenega betona). Kokoši nesnice smo pri 18. tednu starosti vselili v individualne baterijske kletke, kjer smo spremljali njihovo proizvodnost in kakovost jajc do 72. tedna starosti. Obogatitev kletk s siporeksom ni značilno vplivala na proučevane proizvodne lastnosti in fizikalne lastnosti jajc, čeprav je bil pri določenih lastnostih in pri posameznih genotipih ugotovljen vpliv siporeksa. Tako so jajca iz poskusnih skupin črnih prelux nesnic in štajerskih kokoši imela trdnejšo lupino in večji delež lupine od mase jajca kot jajca v kontrolni skupini. Jajca iz poskusne skupine črne prelux nesnice so imela manjšo maso lupine na enoto površine in jajca rjavih prelux nesnic iz poskusne skupine so imela manj trdno lupino kot jajca iz kontrolne skupine. Jajca štajerskih kokoši v poskusni skupini so imela značilno večjo vrednost haughovih enot. Med genotipi obstajajo značilne razlike v fizikalnih lastnostih jajc, z izjemo barve rumenjaka. Najbolj izstopajo jajca štajerskih kokoši, ki so v primerjavi z jajci prelux nesnic najlažja, imajo najmanjši indeks oblike, najsvetlejšo, najtanjšo in najmanj trdno lupino, najnižji gosti beljak in najmanjšo vrednost haughovih enot ter najmanjši obseg krvnih in mesnih peg. V nalogi smo proučili tudi spremembe proizvodnih lastnosti in fizikalnih lastnosti jajc prelux nesnic v osemletnem obdobju in štajerskih kokoši v dveletnem obdobju.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 636.5(043.2)=163.6
CX poultry/laying hens/battery cages/environmental enrichment/laying performance/eggs/egg quality
CC AGRIS L01/6100
AU MAJHENIČ, Tina
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 2014
TI THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL ENRICHMENT ON LAYING PERFORMANCE AND EGG QUALITY IN HENS KEPT IN STANDARD CAGES
DT Graduation Thesis (University studies)
NO XI, 41 p., 24 tab., 3 fig., 6 ann., 32 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In this study we examined the effect of environmental enrichment on laying performance and egg quality in hens kept in standard cages. The experiment was performed on Prelux hens - the crossbreeds between the Slovenian traditional breeds of hens (Barred Prelux, Black Prelux and Brown Prelux) and on Slovenian autochthonous Styrian hen. In the experiment 485 laying hens were included which were divided into 2 groups: 246 in the control group and 239 in the experimental group. The experimental group was housed in cages with added siporex cubes, i.e. aerated concrete. At 18 weeks of age laying hens were housed in individual battery cages. Their laying performance and quality of eggs were monitored up to 72 weeks of age. Housing of hens in cages with siporex cubes did not significantly affect the studied animals' performances and physical characteristics of eggs; nevertheless, there were some effects of aerated concrete observed on specific properties in some of genotypes studied. Thus, eggs from the experimental group of Black Prelux hens and the Styrian hens had in general a firmer egg shell and a higher proportion of shell mass compared to eggs in the control group. Eggs from the experimental group of Black Prelux hens had less shell mass per unit and eggs from the experimental group of Brown Prelux hens had less firm shell compared to those of the control group. Eggs of the experimental group of Styrian hens had significantly greater value of Haugh units. Among the genotypes, there were significant differences in the physical properties of eggs, with the exception of yolk colour. The most prominent eggs were those of Styrian hens that compared with eggs of Prelux hens have smaller mass, the lowest shape index, the lightest, the thinnest and the least firm shell, the lowest height of albumen and the minimum value of Haugh units as well as the smallest percentage of blood and meat spots. In the thesis, we studied the changes in hens' performances and physical properties of eggs of Prelux laying hens in the eight-year period and those of Styrian hens in the two-year period.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	IX
Kazalo prilog	X
Okrajšave in simboli	XI
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 NAČINI REJE KOKOŠI NESNIC	2
2.1.1 Baterijska reja	2
2.1.2 Hlevska reja	3
2.1.3 Pašna reja	4
2.1.4 Ekološka reja	5
2.2 NESNOST KOKOŠI NESNIC IN KAKOVOST JAJC V RAZLIČNIH SISTEMIH UHLEVITVE	6
2.2.1 Nesnost	6
2.2.2 Kakovost jajc	6
2.2.3 Vpliv načina reje na nesnost in kakovost jajc	8
2.3 VPLIV OBOGATITVE OKOLJA V BATERIJSKIH KLETKAH NA NESNOST IN KAKOVOST JAJC	11
3 MATERIAL IN METODE	13
3.1 MATERIAL	13
3.2 METODE DELA	14
3.2.1 Tehtanje kokoši, spremljanje nesnosti in vitalnost	14
3.2.2 Merjenje fizikalnih lastnosti jajc	15
3.2.3 Statistična obdelava podatkov	17
4 REZULTATI IN RAZPRAVA	19
4.1 TELESNA MASA KOKOŠI	19

4.2	PRIMERJAVA PROIZVODNIH REZULTATOV MED POSKUSNO (SIPOREKS V KLETKI) IN KONTROLNO SKUPINO (KLETKA BREZ SIPOREKSA)	20
4.3	OPISNA STATISTIKA ZA NESNOST PO GENOTIPIH IN SKUPINAH	22
4.4	VPLIV OBOGATITVE OKOLJA V KLETKAH NA NESNOST KOKOŠI	23
4.5	VPLIV OBOGATITVE OKOLJA NA FIZIKALNE LASTNOSTI JAJC	25
4.5.1	Osnovni statistični parametri	25
4.5.2	Zunanja kakovost jajc	25
4.5.3	Kakovost jajčne vsebine	29
4.6	PRIMERJAVA PROIZVODNIH REZULTATOV IN FIZIKALNIH LASTNOSTI JAJC KONTROLNE SKUPINE POSKUSA (2009/2010) Z REZULTATI POSKUSOV IZ LETA 2001/2002 IN 2007/2008	31
4.6.1	Primerjava proizvodnih rezultatov prelux nesnic in štajerske kokoši (2009/2010) z rezultati iz leta 2007/2008 in 2001/2002	31
4.6.2	Primerjava rezultatov za fizikalne lastnosti jajc prelux nesnic in štajerske kokoši (2009/2010) z rezultati iz leta 2007/2008 in 2001/2002	34
5	SKLEPI	36
6	POVZETEK	37
7	VIRI	39
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Nesnost, telesna masa in kakovost jajc dveh genotipov (LSL, LB) v treh načinih reje (Tauson in sod., 1999).....	9
Preglednica 2: Nesnost (%) komercialnih križank in grahaste plimutke v dveh načinih reje (Singh in sod., 2009).....	10
Preglednica 3: Nesnost in kakovost jajc ($LSM \pm SE$) med dvema genotipoma (Vits in sod., 2005)	11
Preglednica 4: Nesnost in kakovost jajc ($LSM \pm SE$) med tremi tipi kletk baterijske reje (Vits in sod., 2005).....	11
Preglednica 5: Število kokoši nesnic po genotipu in skupinah	13
Preglednica 6: Osnovni statistični parametri za telesno maso kokoši	19
Preglednica 7: Telesna masa ($LSM \pm SE$) kokoši v neobogatenih in s siporeksom obogatenih kletkah.....	19
Preglednica 8: Telesna masa ($LSM \pm SE$) kokoši različnih genotipov in pri treh različnih starostih.....	20
Preglednica 9: Proizvodni rezultati kontrolne in poskusne skupine prelux nesnic in štajerske kokoši.....	21
Preglednica 10: Oblika jajca ($LSM \pm SE$) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini	25
Preglednica 11: Masa jajca ($LSM \pm SE$) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini	26
Preglednica 12: Barva lupine ($LSM \pm SE$) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini.....	26
Preglednica 13: Trdnost lupine ($LSM \pm SE$) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini.....	27
Preglednica 14: Masa lupine ($LSM \pm SE$) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini	27

Preglednica 15:	Delež lupine (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini	28
Preglednica 16:	Masa lupine na enoto površine (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini po metodi Mueller in Scott	28
Preglednica 17:	Debelina lupine (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini.....	29
Preglednica 18:	Prisotnosti peg (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini.....	29
Preglednica 19:	Višina beljaka (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini.....	30
Preglednica 20:	Haughove enote (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini.....	30
Preglednica 21:	Barva rumenjaka (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini.....	31
Preglednica 22:	Primerjava proizvodnih rezultatov prelux nesnic in štajerske kokoši v treh različnih preizkusih.....	33
Preglednica 23:	Primerjava fizikalnih lastnosti jajc prelux nesnic iz leta 2009/10, 2007/08 in 2001/02	34
Preglednica 24:	Primerjava fizikalnih lastnosti jajc štajerske kokoši iz leta 2009/10 in 2007/08	35

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Krivulje nesnosti, računane na dejansko število kokoši, pri različnih genotipih in skupinah (0 – kontrolna skupina, 1 – poskusna skupina s siporeksom v kletki)	22
Slika 2: Krivulja nesnosti izražena s povprečnim številom znesenih jajc na teden vseh genotipov po skupinah (po enostavnem modelu in modelu Alischaeffer) glede na prisotnost siporeksa	23
Slika 3: Krivulja nesnosti izražena s povprečnim številom znesenih jajc na teden (po enostavnem modelu in modelu Alischaeffer) za različne genotipe kokoši	24

KAZALO PRILOG

- Priloga A: Opisna statistika nesnosti na vseljeno število kokoši (%) po genotipih in skupinah
- Priloga B: Opisna statistika fizikalnih lastnosti jajc po genotipih in skupinah
- Priloga C: Širina jajca ($LSM \pm SE$) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini
- Priloga D: Višina jajca ($LSM \pm SE$) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini
- Priloga E: Površina jajca ($LSM \pm SE$) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini po dveh metodah (MS in NO)
- Priloga F: Masa lupine na enoto površine ($LSM \pm SE$) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini po metodi Nordstram in Outsterhout

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Px – G prelux grahasta nesnica

Px – Č prelux črna nesnica

Px – R prelux rjava nesnica

ŠK štajerska kokoš

1 UVOD

Dandanes porabniki posvečajo veliko pozornost počutju živali in načinu reje. Kokoši nesnice lahko redimo v različnih načinih reje, in sicer v kletkah (baterijska reja), na tleh (talna reja), v izpustih (pašna reja). Do leta 2012 so kokoši nesnice v glavnem redili v klasičnih kletkah, kjer je bilo potrebno na kokoš zagotoviti 550 cm² uporabne površine. Vsaka kletka je morala imeti krmilnik dolžine vsaj deset centimetrov na kokoš in napajalni žleb dolžine deset centimetrov na kokoš ali dva kapljična napajalnika ali dve napajalni skodelici. Kletka je morala biti opremljena tudi z ustrezno pripravo za obrabo krempljev. V Evropski uniji so sprejeli smernico (Direktiva Sveta, 1999), s katero so prepovedali rejo kokoši nesnic v klasičnih baterijskih kletkah. Vsaka država članica Evropske unije je morala vnesti omenjeno prepoved v svoje predpise. Slovenija jo je vnesla v Pravilnik o zaščiti rejnih živali (2010). Od leta 2003 v Evropski uniji ni bilo več možno namestiti klasičnih baterijskih kletk, prepoved uporabe teh kletk je bila uveljavljena s 1. januarjem 2012. Razvili so obogatene kletke, ki imajo poleg krmilnika in napajalnika še gnezdo, gred, nastil in pripravo za obrabo krempljev. Na kokoš nesnico mora biti zagotovljeno vsaj 750 cm² površine kletke, od katere mora biti 600 cm² uporabne površine. Vsaka kokoš nesnica mora imeti na voljo vsaj 15 centimetrov dolžine gredi in vsaj 12 centimetrov dolžine krmilnika. Pri kapljičnih napajalnikih ali napajalnih skodelicah morata biti vsaj dva v dosegu vsake kokoši.

Pokorn (2006) je izvedla poskus s 40 kokošmi, kjer je proučevala vpliv obogatitve klasične kletke s siporeks kocko na obnašanje kokoši nesnic pasme rodajland. Pokazalo se je, da so kokoši v obogatenih kletkah s siporeksom kazale bogatejši repertoar obnašanja, prav tako se je pokazala razlika v številu znesenih jajc med kokošmi v obogatenih kletkah s siporeksom in neobogatenih kletkah.

Namen diplomske naloge je na večji populaciji kokoši in dalj časa trajajočem poskusu preveriti, če obogateno okolje s siporeksom v klasičnih kletkah baterijske reje vpliva na nesnost kokoši in kakovost jajc.

2 PREGLED OBJAV

2.1 NAČINI REJE KOKOŠI NESNIC

Osnovni načini reje kokoši nesnic so baterijska reja (reja v kletkah), hlevska in pašna reja, znotraj katerih imamo različne variante. Hlevsko rejo z drugo besedo imenujemo tudi talna reja, k pašni reji pa spada tudi ekološka reja (Holcman in sod., 2004). Nobena pasma kokoši nesnic ni povsem prilagojena na različne načine reje. Prava izbira načina reje, genotipa, načina vzreje, klimatskih pogojev in upravljanja s sistemi, je bistvenega pomena za optimizacijo dobrega počutja kokoši in njene produktivnosti (Lay in sod., 2011).

Za vse načine reje kokoši nesnic veljajo splošni pogoji (Pravilnik o zaščiti rejnih živali, 2010):

- Izogibati se pretirani stopnji nenehnega in nenadnega hrupa. Krmilne naprave, ventilatorji in druga oprema ne smejo povzročati pretiranega hrupa.
- Hlevi morajo biti primerno osvetljeni oziroma, če imamo naravno svetlobo, moramo zagotoviti enakomerno porazdelitev po celotnem prostoru.
- Program osvetlitve mora upoštevati dnevni ritem. Zagotoviti je potrebno najmanj osem ur neprekinjene teme, ki je namenjena počitku in postopno zatemnitev in osvetlitev.
- Hleve in opremo je potrebno redno čistiti in razkuževati, vedno pa pred novo vselitvijo.
- Iztrebke je potrebno redno odstranjevati.
- Poginjene kokoši je potrebno odstranjevati vsak dan.
- Kletke morajo kokošim nesnicam preprečevati pobeg.
- Pri kletkah v več nadstropjih je potrebno zagotoviti neovirano kontrolo vseh kletk in dostop do vsake kokoši nesnice.
- Vrata kletke morajo omogočati, da odraslo kokoš brez trpljenja in poškodb vzamemo iz kletke in jo damo vanjo.
- Prepovedana so kakršnakoli ravnanja s kokošmi nesnicami, ki bi jih po nepotrebnem poškodovale.

2.1.1 Baterijska reja

Baterijska reja je namenjena predvsem reji kokoši nesnic za prirejo jedilnih jajc. Poleg prireje jedilnih jajc lahko v tem sistemu redimo tudi matične jate in vzrejamo piščance oziroma podmladek. Baterijo sestavlja različno število kletk povezanih med seboj (Holcman in sod., 2014). Vendar pa klasične kletke predstavljajo kokošim nesnicam revno okolje z malo prostora in brez možnosti uporabe gnezd, gredi in brskanja po nastilu in tako izražanja njihovega značilnega obnašanja (Tauson, 2005). Obogatena kletka kokošim tako omogoča nekaj vrsti značilnega obnašanja (Lay in sod., 2011).

Kletke z obogatenim okoljem so prvič začeli uporabljati na Švedskem, kjer je leta 2005 v obogatenih kletkah bilo naseljenih že 40 odstotkov kokoši nesnic. Ta sistem uhlevitve so

delno uporabljali tudi na Norveškem in Danskem, v Nemčiji in Veliki Britaniji, medtem ko v Švici uporabljajo samo talno rejo (Tauson, 2005).

Obogatene kletke morajo biti skladne s predpisi. Kletka mora biti večja od 2000 cm², posamezna kokoš mora imeti vsaj 750 cm² površine, od tega mora biti najmanj 600 cm² površine uporabne. Uporabna površina v kletki za kokoši nesnice je neomejeno dostopna površina, ki je široka vsaj 30 cm, visoka vsaj 45 cm in z maksimalnim nagibom tal 14 %. Vsaka kokoš mora imeti v svojem dosegu vsaj dva kapljična napajalnika in na voljo 12 cm krmilnika. V kletki morajo biti gredi, ki morajo biti dolge toliko, da ima vsaka kokoš na voljo 15 cm gredi. Poleg navedenega morata biti v kletki gnezdo in nastil. Gnezdo je ločen prostor za nesenje jajc za posamezno kokoš ali za skupino kokoši (skupinsko gnezdo), katerega tla ne smejo biti iz žične mreže. Nastil mora kokošim omogočati kljuvanje in brskanje. Prehod med posameznimi linijami baterij mora biti širok vsaj 90 cm za lažje izvajanje kontrole, spodnje vrste kletk morajo biti od tal dvignjene najmanj 35 cm (Pravilnik o zaščiti rejnih živali, 2010).

Po prepovedi uporabe klasičnih kletk se je število registriranih baterijskih rej v Sloveniji od novembra 2011 do konca aprila 2012 zmanjšalo iz 60 na 30. Klasične kletke so morali zamenjati z obogatenimi kletkami. Rejci, za katere je bil strošek prevelik za zamenjavo baterij, so se odločili za drug način reje, nekaj pa jih je z rejo prenehalo (Holcman, 2014).

2.1.2 Hlevska reja

V poimenovanju načinov reje obstaja nekaj zmede. Tako na embalaži jajc zasledimo napisa jajca iz talne reje in jajca iz hlevske reje. Gre za dva izraza, ki se pojavljata za isto rejo. Bolj logičen je izraz talna reja, saj lahko pod izrazom hlevska reja razumemo tudi baterijsko rejo. Talna reja je zaprta reja v hlevih, kjer se kokoši gibljejo prosto po talni površini oziroma po celotnem hlevskem prostoru (Holcman, 2004). Glede na razporeditev opreme in izkoriščanje prostora se deli na talno rejo in voljere. Talna reja omogoča kokošim nesnicam, da se gibljejo po talni površini, ki je pokrita z nastilom, in na gredeh. Gredi so lahko na različnih ravneh, največ štirih, razporejene v prostoru. Pri voljerah dobro izkoristimo prostor, kokošim nesnicam omogočimo brskanje po nastilu, večnivojsko gibanje in počivanje na gredeh (Holcman in sod., 2014). Med nivoji mora biti vsaj 45 cm prostora in ne smejo biti ena nad drugo zaradi padanja iztrebkov. Razporejenost napajalnikov in krmilnikov mora biti takšna, da so dostopni vsem kokošim. Pri ravnih krmilnikih mora imeti kokoš na razpolago vsaj 10 cm, pri okroglih krmilnikih pa vsaj 4 cm krmilnega prostora. Napajalnikov imamo več vrst. Pri ravnih napajalnikih moramo zagotoviti vsaj 2,5 cm napajalnega prostora, pri okroglih napajalnikih 1 cm, en kapljični ali skodeličasti napajalnik pa zadošča za deset kokoši. Pri fiksno napeljanem vodu moramo vsaki kokoši zagotoviti dostop do vsaj dveh napajalnikov. Zagotoviti moramo tudi ločen prostor za nesenje jajc za skupino kokoši (skupinsko gnezdo) ali za posamezno kokoš (individualno gnezdo). Če imamo individualna gnezda, moramo zagotoviti za sedem kokoši vsaj eno gnezdo, v primeru skupinskega gnezda pa mora biti gnezdo v velikosti 1 m² za največ 120 kokoši. Gnezdo ne sme biti iz žične mreže. Na vsako kokoš moramo zagotoviti vsaj 15 cm gredi, ki pa ne smejo biti nameščene nad nastilom. Na kokoš moramo zagotoviti vsaj 250 cm² površine z nastilom, nastil mora pokrivati vsaj eno tretjino talne površine, da zagotovimo kokošim njihove etološke potrebe. Nastil mora biti

suh, čist, krhek material in zdravju kokoši neškodljiv. Gostota naseljenosti v hlevu ne sme preseči devet kokoši nesnic na m² uporabne površine (Pravilnik o zaščiti rejnih živali, 2010).

Prednosti hlevske reje so predvsem v tem, da imajo kokoši dovolj prostora za njihovo značilno obnašanje, slabosti pa se kažejo v različnih obolenjih, kanibalizmu, predvsem pa v številu umazanih jajc (Zorko, 1995). Ne glede na prisotnost gnezd v talni reji (Reed, 1994, cit. po Singh in sod., 2009), bodo nekatere kokoši še vedno nesle jajca na tla oziroma nastil, kar je ena od glavnih slabosti nebaterijskega načina reje.

2.1.3 Pašna reja

Reja na prostem oziroma pašna reja je bila pred desetletji povsem običajna, dandanes pa ta način predstavlja alternativo baterijskemu načinu reje kokoši nesnic. Kokoši imajo prek dneva prost dostop na pašno površino ob kurnici, ponoči pa so zaprte v hlevu. Zunanja površina kokošim omogoča, da izrazijo svoje naravno obnašanje, kot so gibanje, brskanje, kljuvanje, iskanje krme (Holcman in sod., 2004). Če so jedilna jajca, ki jih kupimo v trgovini, označena s številko 1, to pomeni, da so iz pašne reje in zato morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji (Uredba komisije (ES) št. 589/2008):

- Površina, namenjena izpustu kokoši nesnic, mora biti porasla z vegetacijo.
- Obremenitev pašne površine na hektar zemljišča ne sme presegati 2500 kokoši oziroma na eno kokoš je potrebno zagotoviti vsaj 4 m².
- Kokoši morajo imeti čez dan neomejen dostop na prosto. Dovoljeno je, da rejec za omejeno obdobje omeji dostop v jutranjih urah, vendar mora biti v skladu z dobro prakso.
- Površina, kjer se kokoši pasejo, ne sme biti oddaljena več kot 150 m od vhoda v hlev. V primeru, da imajo kokoši zagotovljen nadstrešek in zadostno število napajalnikov, lahko izpust podaljšamo do največ 350 m. Na hektar površine moramo zagotoviti vsaj štiri nadstreške.

Kurnice so lahko premične, ki so primerne za manjše jate do 300 kokoši, in nepremične. Pri premičnih kurnicah vedno znova obnavljamo travno rušo s tem ko jih prestavljamo, medtem ko je ob nepremičnih kurnicah travna ruša lahko hitro uničena, če nima dovolj velike površine (Holcman in sod., 2004). Kurnice so glede na velikost in tip opremljene s kolesi, sanišči ali drogovi, da jih lažje prestavljamo. Naseljenost kokoši v notranjosti kurnice ne sme presegati 25 kokoši na m² površine. Nepremične kurnice uporabljajo pri večjih jatah kokoši in večji površini ob kurnici. Travnato površino razdelimo na čredinke in tako preprečimo uničenje travne ruše. Zadrževanje kokoši ob kurnici lahko delno preprečimo tako, da krmimo z žiti nekoliko dlje od hleva in vsak dan na drugem mestu. Pozitiven učinek na to ima tudi prisotnost petelina v jati, saj naj bi se kokoši v tem primeru gibale po celotni travni površini (Holcman in sod., 2014). Kokoši nesnice pasemo na mladi travi, detelji in zeleh, izogibati pa se moramo ilovnatih tal in prav tako visoke trave (Holcman, 2014). Za prehod na izpust morajo kokoši imeti prehodne odprtine, ki so široke vsaj 40 cm in visoke vsaj 35 cm. Na tisoč kokoši mora biti skupna odprtina velikosti vsaj 2 m. Odprtine morajo biti enakomerno razvrščene po celotni dolžini objekta. Izpust mora biti ograjen in velik glede na gostoto naseljenosti, urejene mora imeti napajalnike in omogočati

mora umik kokoši pred slabim vremenom in plenilci na varno (Pravilnik o zaščiti rejnih živali, 2010).

2.1.4 Ekološka reja

Ekološka reja je v primerjavi z pašno rejo zahtevnejša. Zahteve so navedene v Uredbi komisije (ES) št. 889/2008:

- Prednost imajo avtohtone pasme in linije kokoši.
- Talna površina ne sme biti iz rešetk ali mreže, vsaj tretjina talne površine mora biti prekrita z nastilom (žagovina, slama, šota, pesek).
- Odprtine v hlevu morajo skupaj meriti vsaj 4 m na 100 m² uporabne površine in biti dovolj velike za kokoši različnih pasem in križancev.
- Na m² uporabne površine v hlevu lahko naselimo največ šest kokoši nesnic, medtem ko v izpustu, če imamo čredinke, moramo na kokoš zagotoviti 4 m² površine, vendar število kokoši na hektar ne sme presegati 230 (170 kg N/ha/leto).
- Kokoš mora imeti na voljo 18 cm gredi, v skupinskem gnezdu 120 cm² površine na kokoš, eno individualno gnezdo je lahko za največ sedem kokoši.
- Naseljenost posameznega hleva ne sme presegati tri tisoč kokoši nesnic.
- Zagotoviti moramo vsaj osem ur teme in največ šestnajst ur svetlobe na dan, ki pa jo lahko nadomestimo z umetno svetlobo.

V zadnjem času se je prireja jajc v ekološki reji povečala. Sistem reje kokoši je odvisen predvsem od klimatskih razmer določene regije. V zmernih pogojih lahko uporabljajo zimski vrt, ki je po tleh pokrit s steljo ali peskom in zaščiten pred neugodnimi vremenskimi razmerami. Steljo ali pesek zamenjamo pri menjavi jate kokoši. Pri ekološki reji se srečujemo z dilemo glede zdravstvenega režima in počutja kokoši. Na eni strani kokošim ponujamo, da v celoti razvijejo svoji vrsti značilno obnašanje, vsaj takrat, ko so zunaj, na drugi strani pa so večje možnosti za nekatere bolezni (Tauson, 2005).

Prednost reje v izpustu je dobro počutje kokoši. Ta reja je zanimivejša za kmetije, ki tržijo na domu in s tem dosejajo večjo ceno jajc. Vendar pa ima izpust tudi slabosti, kot so potrebe po zemljiščih, zdravstveno tveganje, vzdrževanje higiene, investicije za postavitve ograd in objektov, prenojenost tal in nevarnost izpiranja ter večji strošek za samo oskrbo živali (Holcman in sod., 2014).

2.2 NESNOST KOKOŠI NESNIC IN KAKOVOST JAJC V RAZLIČNIH SISTEMIH UHLEVITVE

2.2.1 Nesnost

Za prirejo jajc je najbolj pomembno, da izberemo primerno pasmo kokoši in zagotovimo ustrezne pogoje v reji. Najbolj primerne so pasme oziroma križanke lahkega proizvodnega tipa, nikakor pa ni primerna kokoš težkega tipa (Holcman in sod., 2004). Ko kokoš spolno dozori nastopi nesnost. Na število in povprečno maso jajca vpliva čas spolne dozorelosti (Holcman in Ločniškar, 1998). Nesnost spremljamo s pomočjo krivulje, s katero ugotavljamo gibanje dnevne ali tedenske nesnosti kokoši (Holcman in sod., 2014). S sprotnim beleženjem lahko ugotovimo ali je nesnost normalna ali ne. Če pride do nenadnega padca nesnosti, moramo hitro ukrepati. Najprej poiščemo vzrok (napake v tehnologiji reje, bolezni in stres) in napako odpravimo v najkrajšem času (Holcman in sod., 2004). Kokoš nesnica je najbolj produktivna prvo leto nesnosti. Po enem letu nesnosti ta pade na okoli 60 %. Za drugo nesno obdobje se odločajo predvsem rejci, ki redijo samo eno starostno skupino kokoši. V drugem nesnem obdobju moramo upoštevati krajši čas izkoriščanja jate in do 20 % manj znesenih jajc kot v prvem nesnem obdobju (Zorko, 1995).

2.2.2 Kakovost jajc

Kakovost jajc zajema fizikalno-kemijske lastnosti. To so lastnosti beljaka, rumenjaka in lupine. Poleg teh lastnosti je pomembna tudi mikrobiološka, senzorična, higienska in tehnološka kakovost (Holcman in sod., 2004). Na kakovost jajc ima pomemben vpliv tudi sistem uhlevitve (Singh in sod., 2009).

Lastnosti kakovosti jajc razdelimo na dve skupini. Med zunanje značilnosti štejemo maso oziroma velikost jajca, obliko jajca ter značilnosti jajčne lupine kot so trdnost, masa lupine ter barva in videz lupine. Notranje značilnosti oziroma kakovost jajčne vsebine zajemajo poleg barve, položaja rumenjaka in kakovosti beljaka tudi hranilno vrednost, kemijsko sestavo, senzorične lastnosti, svežost in lastnosti za predelavo. Na kakovost jajčne lupine vplivajo pasma in starost kokoši, prehrana kokoši, stres, vročinski stres, način reje in bolezni (Roberts, 2004). Napake na lupini jajca, ki se pojavijo zaradi različnih vplivov, se kažejo v nagubani, hrapavi, mozoljasti lupini, lupini z izbočenim obročem na širšem mestu, stransko sploščeni lupini. Za zadrževanje kakovosti jajčne vsebine je pomembno kako shranjujemo jajce. Optimalna temperatura skladiščenja je med 10°C in 12°C (Holcman in sod., 2014). Razumevanje različnih dejavnikov, ki vplivajo na kakovost jajčne lupine in kakovost jajčne vsebine je bistvenega pomena za prirejo jajc boljše kakovosti (Roberts, 2004).

Lupina kokošjega jajca je rjava ali bela, če pa imamo pasmo kokoši araukana, nam ta nese jajca z modro zeleno lupino. Barva lupine je dedno pogojena lastnost. Rjava barva ima različne odtenke, ki so odvisni od starosti kokoši, nesnosti, časa zadrževanja jajca v maternici. Bolj kot je intenzivna nesnost, bolj so jajca svetlo rjave barve. Do 32. ali 33. tedna starosti kokoši se intenzivnost rjave barve povečuje, nato začne upadati. Pomembno je tudi, kdaj je jajce zneseno, saj se v maternici obarva šele 3 do 5 ur pred znesenjem. Če je zneseno prej, je lupina svetlejša barve (Holcman in sod., 2004).

Na trdnost jajčne lupine vpliva debelina lupine in struktura kalcitnih kristalov. Jajca, ki imajo tanko ali hrapavo lupino, so običajno slabše kakovosti, medtem ko so jajca z običajno debelo in gladko lupino, boljše kakovosti. Pomemben vpliv ima tudi povrhnjica preko lupine, ki ščiti jajčno vsebino, saj preprečuje vdor mikroorganizmov (Holcman in sod., 2004). Pomembna je tudi struktura por in njihovo število, saj to vpliva na izgubo vode in vdor mikroorganizmov. Na lupini kokošjega jajca je v povprečju 8.000 por (Holcman in sod., 2014).

Masa jajca je za rejca pomembna, saj jajca prodajajo po težnostih razredih in od tega je odvisna tudi cena. Na maso jajca vplivajo različni dejavniki. V masi jajca obstajajo razlike med pasmami ali linijami. S starostjo kokoši se masa jajca povečuje. Če jajčka doseže spolno dozorelost prekmalu, nese bolj drobna jajca, kot če bi bila spolna dozorelost kasnejša. Boljša kot je nesnica, drobnejša jajca nese. Kokoši nesejo jajca v serijah, nekaj dni zapored in nato naredijo premor za dan ali več. Največje je prvo jajce v seriji, nato se zmanjšujejo. Pomemben vpliv ima tudi prehrana, ker določene sestavine v krmi prav tako vplivajo na maso jajca. To so beljakovine in linolna kislina. Tudi temperatura v hlevu pomembno vpliva na maso jajca, saj pri višjih temperaturah kokoši manj pojedjo in posledično pride do zmanjšanja mase jajca (Holcman in sod., 2014).

Najbolj značilna oblika jajca ima vrednost indeksa med 70 in 74. Jajca bolj okrogle oblike imajo večji indeks kot jajca podolgovate oblike. Če pride do velikih odstopanj od normalne oblike, so jajca bolj podvržena lomom in drugim poškodbam lupine pri transportu in pakiranju (Holcman in sod., 2004).

Zračni mehurček nastane na topem delu jajca med membranama, ki se nahajata med beljakom in lupino, ko se jajce ohlaja po znesenju. Višina ali velikost zračnega mehurčka kaže na svežost jajca, saj se s staranjem višina zračnega mehurčka povečuje. Višino zračnega mehurčka določamo s presvetljevanjem jajca (Holcman in sod., 2014).

Kakovost beljaka je odvisna od različnih dejavnikov. Pomembni so genetski dejavniki, kjer so razlike med pasmami in linijami, starost kokoši, s katero se kakovost beljaka slabša, prehrana, temperatura in skladiščenje. Beljake ločimo po gostoti v goste in redke. Najbolj zaželen je čvrst, čist, visok in želatinast beljak. Notranja kakovost jajca je zelo dobra takrat, ko je višina beljaka med 8 in 10 mm (Holcman in sod., 2004).

Barva rumenjaka je odvisna od vsebnosti barvil v krmilih za kokoši nesnice. Za intenzivno obarvan rumenjak moramo poleg rumenih barvil zagotoviti tudi rdeča barvila. Krmila, ki vsebujejo veliko barvil in prispevajo k obarvanosti rumenjaka, so koruza (rumeno barvilo), sveža zelena krma, lucerna (rdeče barvilo), korenje. Najbolj intenzivno rumeno obarvan rumenjak je v povezavi s krmljenjem koruze in lucerne (Holcman in sod., 2014).

Mesne pege so lahko delčki odluščenega tkiva jajcevoda, so kalcitnega izvora ali degenerirane krvne pege. So rjave do bele barve in se nahajajo predvsem v beljaku. Krvne pege pa nastanejo ob sprostitvi dozorelega folikla – rumenjaka iz jajčnika. Prekrvavljena folikularna membrana, ki obdaja folikel, ob ovulaciji počne na neprekrvavljenem mestu. Ob tem lahko počne kapilara, zaradi česar se pojavijo krvne pege. Te pege se pogosteje pojavijo v rumenjaku in redko v beljaku (Holcman in sod., 2014).

Za jajčno industrijo po vsem svetu je prireja jajc z dobro zunanjo kakovostjo in dobro jajčno vsebino ključnega pomena za sposobnost ekonomskega preživetja. Kokošje jajce sestoji iz rumenjaka (30-33 %), beljaka (približno 60 %) in lupine (9-12 %) (Roberts, 2004).

2.2.3 Vpliv načina reje na nesnost in kakovost jajc

Tauson in sod. (1999) so opravili poizkus v treh različnih načinih reje (talna reja, voljera, baterijska reja v klasičnih kletkah) in pri dveh genotipih (LSL – Lohmann Selected Leghorn, LB – Lohmann rjava nesnica). Odstotek nesnosti se je med načini reje ($p < 0,01$) in genotipoma ($p < 0,001$) statistično značilno razlikoval. Pri obeh genotipih je bila nesnost največja v baterijski reji (LSL – 87,2 %, LB – 83,5 %). Masa jajc se je med genotipoma značilno razlikovala ($p < 0,001$). Najtežja jajca je nesla LB kokoš. V 35. tednu starosti so bile LSL kokoši najtežje v talni reji (1,70 kg), v 55. tednu starosti pa v baterijski reji (1,77 kg). LB kokoši so bile pri obeh tehtanjih najtežje v baterijski reji z 2,04 kg in 2,07 kg. Pri proučevanju jajc so vključili jajca, znesena izven gnezda, jajca s počeno in jajca z umazano lupino. Odstotek znesenih jajc izven gnezda se je razlikoval med načini reje ($p < 0,03$) in genotipoma ($p < 0,02$). Ta je bil v talni reji in voljerah pri obeh genotipih sprejemljiv (pod 1 %), razen pri LB kokoših v voljeri, kjer je znašal 5,4 %. LB kokoši so gnezda manj privlačila ali pa niso bile pripravljene iskati gnezda na več nivojih kot tudi ne v talni reji. Jajca znesena na nastilu talne reje so izpostavljena kljuvanju, z njimi je več ročnega dela, pogosto so umazana in bolj izpostavljena poškodbam. Prav tako se je med načini reje in genotipoma značilno razlikoval odstotek jajc s počeno lupino in odstotek jajc z umazano lupino. Večji odstotek jajc z umazano lupino je pri LSL, kar je posledica tega, da jajca niso bila znesena v gnezdih. Pri obeh genotipih je bil delež jajc z umazano lupino najmanjši v talni reji. Na kakovost jajc vpliva oblika in čistoča gnezda, delež znesenih jajc izven gnezda, nastil, vsebnost suhe snovi v iztrebkih. Rezultati poizkusa kažejo, da je majhen delež jajc s počeno lupino pri LSL mogoče doseči v talni reji in ne v voljerah ali baterijskih kletkah, medtem ko pri LB kokoših rezultati kažejo, da je delež jajc s počeno lupino najmanjši v baterijski kletki (preglednica 1).

Preglednica 1: Nesnost, telesna masa in kakovost jajc dveh genotipov (LSL, LB) v treh načinih reje (Tauson in sod., 1999)

Genotip	LSL (Lohmann Selected Leghorn)			LB (Lohmann rjava nesnica)			Statistična značilnost (p - vrednost)		
	BR	TR	V	BR	TR	V	Način reje	Genotip	Način reje X genotip
Nesnost (%)	87,2	86,4	86,7	83,5	76,3	76,2	0,01	0,001	0,01
Masa jajca (g)	63,9	63,4	62,9	65,8	66,4	66,1	0,34	0,001	0,06
Povprečna TM v 35. tednu (g)	1684	1696	1680	2038	1827	1905	0,02	0,001	0,02
Povprečna TM v 55. tednu (g)	1767	1731	1761	2065	1857	1903	0,02	0,001	0,06
Jajca znesena izven gnezda (%)	-	0,41	0,69	-	0,91	5,4	0,03	0,02	0,05
Jajca s počeno lupino(%)	4,3	2,2	4,0	5,6	6,4	7,0	0,01	0,001	0,01
Jajca z umazano lupino (%)	7,6	4,0	8,8	5,3	4,1	5,8	0,01	0,04	0,25

BR – baterijska reja v klasičnih kletkah, TR – talna reja, V – voljera, TM – telesna masa, $p < 0,05$ – vpliv je statistično značilen

Tactacan in sod. (2009) so opravili poizkus v klasičnih in obogatenih kletkah na Shaver belih kokoših nesnicah starih od 21. do 61. tedna. Število znesenih jajc na dan v celotnem obdobju poskusa se bistveno ni razlikovalo glede na tip kletke. Vrh nesnosti je bil dosežen med 34. in 37. tednom starosti. Povprečna masa jajca iz klasične in obogatene kletke se ni razlikovala. Na odstotek jajc s počeno lupino tip kletke ni vplival, medtem ko je vplival na odstotek jajc z umazano lupino. Skozi celotno nesno obdobje je bil odstotek jajc z umazano lupino v obogatenih kletkah trikrat večji kot v klasičnih kletkah. Jajca z umazano lupino so znesena predvsem v delu kletke, kjer je nastil za brskanje. Menijo, da je na odstotek jajc z umazano lupino vplivala starost kokoši nesnic ob vselitvi v kletke (21. teden starosti), ko so kokoši že nesle jajca, saj je bil v drugi študiji odstotek umazanih jajc manjši, ker so kokoši naselili na začetku nesnosti v 18. tednu starosti.

Drev (2004) je v poizkusu primerjala rezultate prelux grahaste nesnice iz ekološke in baterijske reje. Reja je statistično značilno vplivala ($p < 0,05$) na vse fizikalne lastnosti prelux grahaste nesnice, razen na debelino lupine in maso jajca. Najbolj je izstopala barva rumenjaka, ki je bila v jajcih iz ekološke reje svetlejša za 2,75 rochevih enot kot iz baterijske reje. V primerjavi z baterijsko rejo, so bila jajca iz ekološke reje lažja za 0,34 g, višina gostega beljaka je bila večja za 0,17 mm, za 1,1 je bilo več haughovih enot, jajčna lupina je bila lažja za 0,13 g in bila je svetlejša za 4,84 % in za 1,51 mg/cm² je bila manjša masa lupine na enoto površine. Slokan (2003) je prav tako ugotovila, da je način reje statistično značilno vplival na barvo rumenjaka in debelino jajčne lupine pri prelux grahasti nesnici. Primerjala je jajca iz ekološke reje in baterijske reje, kjer so jajca iz baterijske reje imela intenzivnejšo rumeno barvo rumenjaka (13,11) ter debelejšo lupino (0,35 mm). Pri ostalih fizikalnih lastnostih (indeks oblike, barva lupine, masa jajca, višina gostega beljaka in haughove enote) ni bilo statistično značilnih razlik.

Singh in sod. (2009) so v poskus vključili nesnice komercialne križanke (LW – Lohmann bela, HN - H & N bela, LB – Lohmann rjava) in pasmo grahasto plimutko v dveh načinih reje: baterijsko s klasičnimi kletkami in talno rejo. Pri 18. tednu starosti so jih naselili v baterijsko in talno rejo, meritve (telesna masa, dnevna nesnost, kakovost jajc) so bile izmerjene v 20., 30., 40. in 50. tednu starosti. Interakcije med okoljem in genotipi so bile pomembne za dnevno nesnost med 20. in 30. tednom starosti in za telesno maso med 30. in 50. tednom starosti. V klasičnih kletkah baterijske reje je bila nesnost LW in HN kokoši boljša kot v talni reji. Najboljšo nesnost je dosegla HN kokoš. LB in grahasta plimutka pa sta boljšo nesnost dosegli v talni reji (preglednica 2).

Preglednica 2: Nesnost (%) komercialnih križank in grahaste plimutke v dveh načinih reje (Singh in sod., 2009)

Genotip	Nesnost (%)	
	Baterijska reja	Talna reja
LW - Lohmann bela	93,4	90,4
LB - Lohmann rjava	91,8	93,2
HN - H & N bela	93,5	54,9
Grahasta plimutka	82,4	86,9

V talni reji so bile komercialne križanke težje, medtem ko je bila grahasta plimutka težja v baterijski reji. Na začetku nesnosti, 20. teden starosti, so kokoši nesle težja jajca v kletkah. Masa lupine LW (5,44 g) in LB (5,45 g) se razlikuje od HN (5,27 g) in grahaste plimutke (5,16 g). V obeh načinih reje je bilo zabeleženo le manjše povečanje mase lupine s starostjo, saj imajo kokoši s starostjo težave pri tvorbi jajčne lupine (Joyner in sod., 1987, cit. po Singh in sod., 2009). Rezultati so pokazali, da kokoši v pozni nesnosti dosežejo večjo maso lupine v talni reji kot v kletkah, verjetno zaradi večje aktivnosti, ki poveča presnovo kalcija. V talni reji so kokoši LW in HN večino jajc znesle v gnezdih (75 %), medtem ko je bilo pri LB in grahasti plimutki polovico jajc (50 %) znesenih na različnih mestih ob gnezdju. Rezultati so pokazali, da niso vsi genotipi enako motivirani za uporabo gnezd. Kokoši, ki nesejo jajca z rjavo lupino, so pogostejše nesle na tleh. Študija je pokazala, da je potrebno upoštevati interakcije med genotipom, okoljem, nesnostjo jajc pri različnih starostih kokoši, telesno maso in kakovost jajca v določenem časovnem obdobju (Singh in sod., 2009).

Vits in sod. (2005) so opravili poizkus v treh tipih obogatenih kletk različnih velikosti (aviplus, eurovent 625a, eurovent 625A) z dvema genotipoma (LSL – Lohmann Selected Leghorn, LB – Lohmann rjava) ter proučili vpliv teh dejavnikov na nesnost in kakovost jajc. Obogatene kletke so bile opremljene z zahtevami EU Direktive 1999/74/EG, ki določa, da mora biti na kokoš zagotovljeno 750 cm² talne površine, kletka pa mora imeti gred, gnezdo, peščeno kopel in pripravo za obrabo krempljev. V aviplus in eurovent 625A je bilo v kletkah po 10 in 20 kokoši, v eurovent 625a pa po 40 in 60 kokoši. Genotip kokoši je bistveno vplival na nesnost in kakovost jajc. Nesnost na povprečno kokoš v kletki je bila večja pri LB kokoših (89,3 %) in kokoši so nesle težja jajca (64,6 g) kot LSL kokoši. Večji odstotek umazanih jajc je bil pri LSL kokoših in sicer 4 %, medtem ko jih je bilo pri LB kokoših 2 %. Počenih jajc je bilo malo, pri LB kokoših 1 % in pri LSL kokoših 0,6 % (preglednica 3).

Preglednica 3: Nesnost in kakovost jajc (LSM $\pm$ SE) med dvema genotipoma (Vits in sod., 2005)

Genotip	LSL (Lohmann Selected Leghorn)	LB (Lohmann rjava)
Lastnost	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE
Nesnost (%)	89,0 $\pm$ 0,1	89,3 $\pm$ 0,1
Masa jajca (g)	62,0 $\pm$ 0,3	64,6 $\pm$ 0,3
Jajca z umazano lupino (%)	4,0 $\pm$ 0,02	2,0 $\pm$ 0,02
Jajca s počeno lupino (%)	0,6 $\pm$ 0,01	1,0 $\pm$ 0,01

LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene

Največji odstotek nesnosti je bil v aviplus tipu baterije (88,9 %), najmanjši pa v eurovent 625A (86,2 %). Najtežja jajca (64,0 g) so kokoši nesle v eurovent 625a, v aviplus pa najlažja (62,6 g). Najboljša kakovost beljaka (82,9 HE) je bila v jajcih iz aviplus, najslabša (80,8 HE) pa v jajcih iz eurovent 625A. V vseh treh tipih kletk je bil enak odstotek (0,6 %) jajc z počeno lupino. Največji odstotek jajc z umazano lupino (3,8 %) je bil v eurovent 625A sistemu (preglednica 4).

Preglednica 4: Nesnost in kakovost jajc (LSM $\pm$ SE) med tremi tipi kletk baterijske reje (Vits in sod., 2005)

Tipi kletk baterijske reje	Aviplus	Eurovent 625a	Eurovent 625A
Lastnost	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE
Nesnost (%)	88,9 $\pm$ 0,2	87,6 $\pm$ 0,3	86,2 $\pm$ 0,3
Masa jajca (g)	62,6 $\pm$ 0,2	64,0 $\pm$ 0,2	63,3 $\pm$ 0,2
Jajca z umazano lupino (%)	3,0 $\pm$ 0,05	3,4 $\pm$ 0,05	3,8 $\pm$ 0,05
Jajca s počeno lupino (%)	0,6 $\pm$ 0,02	0,6 $\pm$ 0,02	0,6 $\pm$ 0,02
Haughove enote	82,9 $\pm$ 0,3	81,3 $\pm$ 0,3	80,8 $\pm$ 0,3

LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene

2.3 VPLIV OBOGATITVE OKOLJA V BATERIJSKIH KLETKAH NA NESNOST IN KAKOVOST JAJC

Vits in sod. (2005) so ugotovili, da se lahko v obogatenih kletkah doseže dobro nesnost in zadovoljivo kakovost jajc. Poleg tega obogatena kletka nudi kokošim določene zdravstvene in socialne ugodnosti. Večja razpoložljiva površina v obogatenih kletkah in uporaba gredi v njej ima za posledico znatno povečanje trdnosti kosti v primerjavi s klasičnimi kletkami.

Odsotnost gnezda v klasičnih kletkah je najresnejši problem dobrega počutja kokoši (Duncan, 1992, cit. po Singh in sod., 2009). Več poskusov je pokazalo, da so kokoši močno motivirane za uporabo gnezda (Smith in sod., 1990, cit. po Singh in sod., 2009; Ekstrand in Keeling, 1994, cit. po Singh in sod., 2009). Gnezda so pomembna zaradi želje kokoši po njih in frustracij, ko jih ni (Ekstrand in Keeling, 1994, cit. po Singh in sod., 2009).

V poizkusu, ki sta ga izvedla Guesdon in Faure (2004), sta primerjala obogatene (F) in klasične (S) kletke različnih velikosti in z različnim številom kokoši v kletki. V obogatenih kletkah je bilo po 7 in 15 kokoši, v klasičnih kletkah pa po 5 in 6 kokoši. Klasične in obogatene kletke so ustrezale zahtevam EU direktive 1999/74/CE. V klasični kletki je minimalna površina 550 cm² na kokoš in kokoši imajo prosti dostop do krme in vode. V obogateni kletki je vsaj 750 cm² površine na kokoš, vključno s 150 cm² za gnezdo, peščena kopel, 12 cm gredi na kokoš in naprava za obrabo krempljev. Rezultati kakovosti

jajc so odvisni predvsem od velikosti kletke, velikosti skupine, kar vpliva na odstotek razbitih jajc, jajc z počeno in umazano lupino. Največji odstotek razbitih jajc je bil v obogatenih kletkah (F15 (8,4 %), F7 (7,7 %)), medtem ko je bil v klasičnih kletkah večji v S5 (5,4 %) kot v S6 (3,3 %). V obogatenih kletkah ni bilo značilnih razlik v razbitih jajcih znesenih v gnezdu ali v peščeni kopeli, razlike so bile v razbitih jajcih znesenih v preostalem delu kletke, kjer je v F15 (32,1 %) bil večji odstotek kot v F7 (13,5 %). Odstotek jajc s počeno lupino je bil prav tako največji v obogatenih kletkah (F7 (9,6 %), F15 (9,5 %)), ki pa se med jajci, ki so bila znesena v gnezdu, peščeni kopeli in v preostalem delu kletke, ni razlikoval. Odstotek jajc z umazano lupino je večji v obogatenih kletkah, ampak le takrat, ko primerjamo F7 z S5 in S6 in F15 z S5. Odstotek jajc z umazano lupino, znesenih v gnezdu, se med F7 in F15 ni razlikoval, razlika je bila v jajcih, znesenih v peščeni kopeli (F7 (26,7 %), F15 (9,2 %)) in v preostalem delu kletke (F7 (11,6 %), F15 (8,1 %)). Rezultati kažejo, da so proizvodne lastnosti lahko podobne v obogatenih in klasičnih kletkah. Glavna težava pri obogatenih kletkah je v tem primeru bil velik odstotek razbitih jajc. Dobri ekonomski rezultati so torej lahko doseženi v obogatenih kletkah, če so vsa ali skoraj vsa jajca znesena v gnezdu. To pomeni, da morajo biti v obogatenih kletkah privlačnejša gnezda.

Pokorn (2006) je opravila poizkus, ki je potekal pet dni v tednu, 24 ur na dan, štiri tedne zaporedoma. Opazovala je obnašanje 40 kokoši nesnic pasme rodajland. Ugotovila je, da je med kokošmi nesnicami v številu znesenih jajc, v klasičnih kletkah in s siporeksom obogatenih kletkah statistično značilna razlika ($X^2 = 5,69$; $p = 0,02$). Kokoši so v obogatenih kletkah s siporeksom znesle več jajc in kazale bogatejši repertoar obnašanja kot kokoši v klasičnih kletkah. Majhen kos poroznega betonskega bloka v kletki je učinkovito obogatil okolje kokošim, s tem se je povečala aktivnost živali, kar lahko razumemo kot aktivno obvladovanje okolja (Holcman in sod., 2008).

Pohle in Cheng (2009) sta ugotovila, da pomembnih razlik med obogateno in neobogateno kletko v nesnosti leghorn bele nesnice ni bilo. So pa kokoši v obogatenih kletkah (40. teden starosti) dosegle vrh nesnosti prej kot kokoši v neobogatenih kletkah (50. teden starosti). Od 30. do 60. tedna starosti so bile kokoši v obogatenih kletkah bistveno težje kot v neobogatenih kletkah, ter v 40. tednu starosti so kokoši v obogatenih kletkah znesle več jajc kot kokoši v neobogatenih kletkah. Nesnost se v obogatenih kletkah od 40. do 50. tedna ni bistveno razlikovala. Razlika je bila v 50. do 60. tednu starosti, kjer se je nesnost v obeh kletkah zmanjšala, vendar so kokoši v 60. tednu starosti v neobogatenih kletkah znesle več jajc kot v obogatenih kletkah. Avtorja navajata, da je v obogatenih kletkah manj stresa zaradi tega, ker imajo kokoši možnost njim značilnega obnašanja, v primerjavi z neobogatenimi kletkami.

Tactacan in sod. (2009) navajajo, da je v obogatenih kletkah preveč umazanih jajc, medtem ko so Appleby in sod. (2002) ugotovili, da so jajca znesena v peščeni kopeli bolj umazana kot v katerem koli drugem delu kletke.

Wall in sod. (2002) so ugotovili, da je odstotek jajc z natrto, počeno lupino v obogatenih kletkah večji kot v klasičnih kletkah. Razlog je, da so jajca znesena na enem mestu (gnezdu) in tako pride do trkov jajc in natrtja jajčne lupine.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Poizkus smo opravili na pedagoško raziskovalnem centru (PRC) za perutninarstvo Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete. Potekal je v enoletnem nesnem obdobju (2009/2010), v starosti kokoši od 20. do 72. tednov. V primerjalni poizkus smo vključili 404 prelux nesnice (grahasta, črna in rjava) ter 81 kokoši pasme štajerska kokoš (preglednica 5). Kokoši so bile vzrejene v talni reji z nastilom, pri 18. tednu starosti pa nameščene v individualne klasične kletke baterijske reje. Razdelili smo jih v dve skupini, poskusno in kontrolno. Kontrolna skupina kokoši nesnic je bila naseljena v kletkah brez siporeksa, medtem ko je poskusna skupina imela na voljo siporeks. »Siporeks« je trgovsko ime za penjeni beton ali porobeton. V Sloveniji ga danes prodajajo pod trgovskim imenom »Ytong«. Penjeni beton je interna in stabilna oblika kalcijevega silikata hidrata. Za njegovo proizvodnjo je potreben kremenčev pesek, apno, cement in voda. V proizvodnem procesu kot sredstvo za vzhajanje uporabljajo aluminijev prah, ki do konca proizvodnega procesa izpari. Penjeni beton uporabljajo za gradnjo, v sebi pa združuje nekaj odličnih lastnosti kot so majhna masa, vrhunska toplotna izolativnost, požarna odpornost in majhna naravna radioaktivnost. Kokoši nesnice so bile izpostavljene enakim dejavnikom okolja, krmljene so bile s popolno krmno mešanico NSK, krmno in vodo so imele ves čas na voljo.

Število vseljenih kokoši nesnic na začetku poizkusa je bilo 485, od tega je 239 kokoši nesnic imelo v kletkah kocko siporeksa (preglednica 5). Skupno število prelux grahastih kokoši je bilo 135, prelux rjavih kokoši 137, prelux črnih kokoši 132 in štajerske kokoši 81.

Preglednica 5: Število kokoši nesnic po genotipu in skupinah

Genotip	Skupina		
	Kontrolna – kletke brez siporeksa	Poskusna – kletke s siporeksom	Skupno število
Px - G	66	69	135
Px - R	70	67	137
Px - Č	66	66	132
ŠK	44	37	81
	246	239	485

Px – G – grahasta prelux nesnica, Px – R – rjava prelux nesnica, Px – Č – črna prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš

Prelux nesnice so križanke slovenskih tradicionalnih pasem kokoši. Imenujemo jih tudi avtoseks nesnice, saj lahko že dan stare piščance ločimo po spolu glede na različno operjenost in obarvanost perja (Holcman in sod., 2014).

Poznamo tri vrste prelux nesnic:

Prelux G je grahasta nesnica. Je križanka med kokošjo slovenske rjave kokoši in petelinom slovenske grahaste kokoši. Piščance ločimo po hitrosti operjanja. Jarkice so zgodaj operjene, medtem ko so petelinčki pozno operjeni. Je težjega tipa, namenjena za pašno rejo in prav tako se obnese tudi v baterijski reji. Ima dobre rezultate v nesnosti in masi jajc (Holcman in sod., 2005).

Prelux R je rjava nesnica. Je križanka med slovensko srebrno kokošjo in petelinom slovenske rjave kokoši. Matere so nosilke dominantnega gena za srebrno (belo) barvo perja, očetje pa nosilci recesivnega gena za rjavo barvo perja (Holcman in sod., 2005). Piščanci so obarvani obratno, beli petelinčki in rjave jarčke. Prelux-R je lahkega tipa, namenjena za farmsko rejo in tudi za manj intenzivno rejo (Holcman in sod., 2004).

Prelux Č je črna nesnica. Jarkice in petelinčki so ob izvalitvi črne barve. Ločimo jih po beli lisi na glavi petelinčkov. Po proizvodnosti in telesni masi je podobna prelux-G kokoši (Holcman in sod., 2014). Primerna je za intenzivno in prav tako za manj intenzivne reje (Holcman in sod., 2005).

V poskus smo vključili tudi štajersko kokoš, ki je slovenska avtohtona pasma kokoši. Proizvodnost te kokoši je zdaj preskromna v primerjavi s sodobnimi pasmami oziroma križankami, čeprav se na kmečkem dvorišču počuti bolje, saj znese več jajc kot v farmski reji (Holcman, 2014). Štajerska kokoš je zanimiva predvsem zaradi prilagojenosti našim razmeram, odpornosti proti različnim boleznim, iskanju krme (Holcman in sod., 2004). Ima značilno varovalno barvo, ki jo varuje pred plenilci (Ločniškar, 1983).

3.2 METODE DELA

3.2.1 Tehtanje kokoši, spremljanje nesnosti in vitalnost

Kokoši so bile nameščene v individualnih baterijskih kletkah, tako smo lažje spremljali nesnost posamezne kokoši. Kletke so bile oštevilčene, in tako je vsaka kokoš prevzela številko kletke. Nesnost smo spremljali od 20. do 72. tedna starosti. Pri vsaki kokoši smo dnevno s ščipalkami na kletki označili zneseno jajce, na koncu tedna pa smo zapisali nesnost. Kokoši smo stehali v 20., 52. in 72. tednu starosti.

Za izračun tedenske nesnosti na dejansko število kokoši upoštevamo tiste kokoši, ki so dejansko v jati. Pri tem upoštevamo pogine in izločene kokoši (Holcman in sod., 2014).

Tedenski odstotek nesnosti na dejansko kokoš (Holcman in sod., 2014):

$$\% \text{ nesnosti} = \frac{\text{število jajc v tednu}}{7 \times \text{dejansko število kokoši}} \times 100 \quad \dots(1)$$

Pri tedenski nesnosti na vseljeno kokoš upoštevamo število kokoši, ki so bile na začetku nesnosti (Holcman in sod., 2014).

Tedenski odstotek nesnosti na vseljeno kokoš (Holcman in sod., 2014):

$$\% \text{ nesnosti} = \frac{\text{število jajc v tednu}}{7 \times \text{vseljeno število kokoši}} \times 100 \quad \dots(2)$$

Vitalnost kokoši ocenjujemo glede na preživele in poginule kokoši po naslednji formuli:

$$\text{Vitalnost } [\%] = 100 \% - \% \text{ pogina} \quad \dots(3)$$

3.2.2 Merjenje fizikalnih lastnosti jajc

Jajca za ocenjevanje kakovosti smo pobirali enkrat mesečno (skupaj 13x). Od vsakega genotipa smo pobrali 10 jajc iz obogatenih kletk s siporeksom in 10 jajc iz kletk brez siporeksa. Kakovost jajc smo merili s pomočjo kljunastega merila, mehanskega mikrometra ter kompleta elektronskih aparatov, ki so ga razvili na Yorški univerzi v Veliki Britaniji. Ta komplet sestavljajo reflektometer, kolorimeter, tehtnica, tripodni mikrometer in mikroprocesor s tiskalnikom. Na jajcih smo opravili meritve fizikalnih lastnosti, ki jih delimo v dve skupini:

- a) lastnosti, ki določajo zunanjo kakovost in
- b) lastnosti, ki določajo kakovost jajčne vsebine.

Obliko jajca smo izmerili s pomočjo kljunastega merila tako, da smo izmerili višino (na najvišjem mestu) in širino (na najširšem mestu). Iz teh dveh vrednosti smo izračunali indeks oblike jajca:

$$\text{Indeks oblike (IO)} = \frac{\text{širina jajca}}{\text{višina jajca}} \times 100 \quad \dots (4)$$

Debelino lupine smo izmerili z mehanskim mikrometrom na lupinah, ki so bile oprane pod tekočo vodo in sušene najmanj šest tednov na sobni temperaturi. Izvedli smo po tri meritve na vsaki lupini, na treh mestih v najširšem predelu lupine in izračunali povprečje. Jajčna lupina po celotni površini ni enaka. Najdebelejša je na konici, najtanjša pa na topem delu. Lupino odlomimo v najširšem predelu jajca, ker je tam najmanj variabilna. Pazljivi moramo biti, da je na delu lupine, kjer bomo izvedli meritve, prisotna tudi membrana, katero s pranjem pod tekočo vodo ne odstranimo. Prav tako pa mora biti lupina čista, saj v nasprotnem primeru lahko vpliva na točnost meritev.

Pred merjenjem debeline smo lupine stekali na elektronski tehtnici na 0,01 g natančno. Ko smo imeli podatek o masi lupine, smo izračunali delež lupine od mase jajca izražen v % in maso lupine na enoto površine v g/cm² po naslednjih formulah:

$$DL (\%) = (ML/MJ) \times 100 \quad \dots (5)$$

<i>DL</i>	- delež lupine (%)
<i>ML</i>	- masa lupine (g)
<i>MJ</i>	- masa jajca (g)

$$P(\text{cm}^2) = 4,67 \times (MJ)^{2/3} \quad \dots (6)$$

P - površina jajčne lupine (cm^2) izračunana po enačbi Mueller in Scott (cit. po Holcman, 1990)

MJ - masa jajca (g)

$$P(\text{cm}^2) = 3,9782 \times (MJ)^{0,7056} \quad \dots (7)$$

P - površina jajčne lupine (cm^2) izračunana po enačbi Nordstram in Outsterhout (cit. po Holcman, 1990)

MJ - masa jajca (g)

$$ML/EP = (ML \times 1000)/P \quad \dots (8)$$

ML/EP - masa lupine na enoto površine (mg/cm^2)

ML - masa lupine (g)

P - površina jajčne lupine (cm^2)

Barvo lupine smo določili s pomočjo reflektometra, ki meri % odbite svetlobe s površine lupine. Pred merjenjem smo reflektometer uravnali s pomočjo bele in črne vzorčne ploščice. Bela ploščica ima vrednost 82,1 %, medtem ko ima črna ploščica vrednost 0,00 %. Manjši ko je % odbite svetlobe, temnejša je lupina. Meritve izvajamo na topem koncu jajca.

Trdnost lupine smo izmerili z instronom, s katerim ugotovimo, kakšna sila je potrebna, da se lupina jajca natre ali lomi. Silo (Newton – N) smo merili na ekvatorialnem delu jajca.

Jajca smo tehtali s pomočjo analitske tehtnice na 0,1 g natančno.

Višino gostega beljaka smo določili tako, da smo jajce razbili na ravno stekleno površino, pod katero se nahaja zrcalna površina, in takoj po razbitju s pomočjo tripodnega mikrometra 1 cm stran od roba rumenjaka izmerili višino.

Kakovost beljaka izražamo s pomočjo haughovih enot (HE), ki jih dobimo z izmerjeno višino gostega beljaka in maso jajca po naslednjem izračunu, ki nam jo je izračunal mikroprocesor:

$$HE = 100 \log (h - 1,7m^{0,37} + 7,6) \quad \dots (9)$$

HE - število haughovih enot

h - višina gostega beljaka (mm)

m - masa jajca (g)

Barvo rumenjaka smo določili s pomočjo kolorimetra, ki izrazi barvo s številom iz rocheve pahljače. Vrednosti se gibljejo od 1 (najmanj intenzivna obarvanost rumenjaka) do 15 (najbolj intenzivna obarvanost rumenjaka).

Prisotnost krvnih in mesnih peg določimo po razbitju lupine. Večji delež peg imajo jajca z rjavo lupino, ker se pri jajcih z belo lupino izvaja selekcija glede na odsotnost peg (Holcman in sod., 2004).

3.2.3 Statistična obdelava podatkov

Podatke, ki smo jih pridobili v poizkusu, smo vnesli v računalniški program Excel v okolju Windows in pripravili preglednice za statistično obdelavo. Podatke smo statistično obdelali s pomočjo programskega paketa R Core Team (2013) in izračunali osnovne statistične parametre s proceduro LSMEANS, ki so vsebovali povprečje, standardni odklon, najmanjšo in največjo vrednost. Statistično analizo smo opravili ločeno po genotipih in prisotnosti siporeksa v kletkah.

Prvi sklop je obsegal meritve telesne mase kokoši. Izbrali smo model 1, ki je vseboval vpliv genotipa, starosti, siporeksa in interakcijo med genotipom in starostjo.

$$Y_{ijklm} = \mu + G_i + S_j + GS_{ij} + O_k + a_{ijkl} + e_{ijklm} \quad \dots (10)$$

Y_{ijklm}	- opazovana lastnost (telesna masa kokoši)
μ	- srednja vrednost
G_i	- vpliv genotipa (i = prelux G, prelux R, prelux Č, štajerska kokoš)
S_j	- vpliv starosti (j = 20. teden, 52. teden, 72. teden)
GS_{ij}	- interakcija med genotipom in starostjo
O_k	- vpliv siporeksa (k = prisoten, ni prisoten)
a_{ijkl}	- vpliv okolja
e_{ijklm}	- nepojasneni ostanek

V drugem sklopu smo zbrali podatke o nesnosti glede na prisotnost siporeksa in glede na genotip kokoši. Rezultate nesnosti smo prikazali na grafu na dva načina. Prikazali smo jih po enostavnem modelu in modelu AliSchaeffer. Model 2 nam prikazuje kako vpliva starost in prisotnost siporeksa na nesnost kokoši, in model 3, ki nam pove kako starost in genotip vplivata na nesnost kokoši:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + O_j + a_{ijk} + e_{ijkl} \quad \dots (11)$$

Y_{ijkl}	- opazovana lastnost (nesnost)
μ	- srednja vrednost
S_i	- vpliv starosti (i = 20. teden, 52. teden, 72. teden)
O_j	- vpliv siporeksa (j = prisoten, ni prisoten)
a_{ijk}	- vpliv okolja
e_{ijkl}	- nepojasneni ostanek

$$y_{ijkl} = \mu + S_i + G_j + a_{ijk} + e_{ijkl} \quad \dots (12)$$

y_{ijkl}	- opazovana lastnost (nesnost)
μ	- srednja vrednost
S_i	- vpliv starosti (i = 20. teden, 52. teden, 72. teden)
G_j	- vpliv genotipa (j = prelux G, prelux R, prelux Č, štajerska kokoš)
a_{ijk}	- vpliv okolja
e_{ijkl}	- nepojasneni ostanek

Izračun nesnosti po modelu AliSchaeffer (Ali in Schaeffer, 1987) z laktacijsko krivuljo (model 4):

$$y = b_1 + b_2 * \left(\frac{x}{305}\right) + b_3 * \left(\frac{x}{c}\right)^2 + b_4 * \log\left(\frac{c}{x}\right) + b_5 * \left(\log\left(\frac{c}{x}\right)\right)^2 \quad \dots (13)$$

$b_1, b_2, \dots, b_5$	- parametri
c	- konstanta

Tretji sklop podatkov je obsegal fizikalne meritve jajc. Podatke smo obdelali s programom LSMEANS in jih prikazali v preglednicah. Za vse opazovane lastnosti smo uporabili model 5.

$$y_{ijklm} = \mu + G_i + O_j + b_1(x_{ijk} - \bar{x}) + b_2(x_{ijk} - \bar{x})^2 + a_{ijkl} + e_{ijklm} \quad \dots (14)$$

y_{ijklm}	- opazovane lastnosti (indeks oblike, masa jajca, barva lupine, trdnost lupine, masa lupine, debelina lupine, delež lupine, masa lupine na enoto površine, pege, barva rumenjaka, višina beljaka, haughove enote)
μ	- srednja vrednost
G_i	- vpliv genotipa (i = prelux G, prelux R, prelux Č, štajerska kokoš)
O_j	- vpliv siporeksa (j = prisoten, ni prisoten)
$b_{1,2}$	- linearni in kvadratni regresijski koeficient za starost (k = 20. teden, 52. teden, 72. teden)
a_{ijkl}	- vpliv okolja
e_{ijklm}	- nepojasneni ostanek

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

Namen naloge je proučiti vpliv obogatitve okolja s siporeksom v klasičnih kletkah baterijske reje na telesno maso kokoši, nesnost in kakovost jajc prelux nesnic in štajerske kokoši.

4.1 TELESNA MASA KOKOŠI

V času poskusa smo kokoši stehali trikrat. Prvo tehtanje je bilo na začetku nesnosti v 20. tednu starosti, naslednje pri 52. tednu starosti in zadnje tehtanje pri 72. tednu starosti. Model 1 smo uporabili za opis spreminjanja telesne mase kokoši glede na genotip, starost kokoši, interakcijo med genotipom in starostjo in glede na prisotnost siporeksa.

Pri 20. tednu starosti smo imeli skupno 490 meritev, kjer je srednja vrednost za telesno maso znašala 1,713 kg, najmanjša telesna masa 0,985 kg in največja telesna masa 2,330 kg. Zadnje meritve smo opravili v 72. tednu starosti, kjer je bila srednja vrednost telesne mase kokoši največja, 2,477 kg, najmanjša telesna masa je znašala 1,200 kg, maksimalna 3,390 kg in koeficient variabilnosti je bil 14,48 %. Povzamemo lahko, da se je telesna masa kokoši povečevala s starostjo kokoši, predvsem do 52. tedna starosti, nato se je v dvajsetih tednih povečala za manj kot sto gramov (preglednica 6).

Preglednica 6: Osnovni statistični parametri za telesno maso kokoši

Starost (tedni)	Število meritev (n)	Srednja vrednost (g)	Standardni odklon (g)	Koeficient variabilnosti (%)	Min (g)	Max (g)
20	490	1713,204	271,98	15,88	985	2330
52	470	2391,894	350,50	14,65	1070	3370
72	453	2476,567	358,61	14,48	1200	3390

Obogatitev kletke s siporeksom ni vplivala na telesno maso kokoši (preglednica 7). Telesna masa kokoši nesnic v kletkah brez siporeksa je bila 2,13 kg in v kletkah s siporeksom 2,15 kg.

Preglednica 7: Telesna masa (LSM $\pm$ SE) kokoši v neobogatenih in s siporeksom obogatenih kletkah

Vpliv siporeksa	Telesna masa (g) (LSM $\pm$ SE)
Brez siporeksa	2126 $\pm$ 12(2102-2149) ^a
S siporeksom	2154 $\pm$ 12(2130-2178) ^a

LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a – vrednosti z enakimi črkovnimi oznakami se značilno ne razlikujejo ($p > 0,05$), () – interval zaupanja

V model 10 smo vključili tudi razlike v telesni masi med genotipom in starostjo. Ocenjene srednje vrednosti telesne mase kokoši se glede na genotip in starost razlikujejo (preglednica 8). Grahasta prelux nesnica je bila med križankami najtežja, najlažja pa rjava prelux nesnica. V 20. tednu starosti je grahasta prelux nesnica dosegla 1,89 kg, v 52. tednu 2,66 kg in v 72. tednu 2,76 kg. Sledila ji je prelux črna nesnica, ki je v 20. tednu starosti tehtala 1,83 kg, v 52. tednu 2,51 kg in v 72. tednu 2,55 kg. Slovenska avtohtona pasma kokoši – štajerska kokoš je na začetku nesnosti tehtala 1,22 kg, v 52. tednu 1,85 kg in v 72. tednu 1,99 kg.

Preglednica 8: Telesna masa (LSM $\pm$ SE) kokoši različnih genotipov in pri treh različnih starostih

Genotip/Starost (tedni)	Telesna masa (g)		
	20	52	72
	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE	LSM $\pm$ SE
Px - G	1887 $\pm$ 18(1851-1923) ^c	2655 $\pm$ 19(2618-2691) ^a	2763 $\pm$ 19(2727-2800) ^b
Px - Č	1829 $\pm$ 19(1793-1866) ^c	2507 $\pm$ 19(2471-2544) ^d	2549 $\pm$ 19(2512-2586) ^d
Px - R	1740 $\pm$ 18(1704-1775) ^e	2325 $\pm$ 18(2289-2361) ^f	2360 $\pm$ 18(2324-2396) ^f
ŠK	1221 $\pm$ 23(1176-1267) ^g	1848 $\pm$ 24(1800-1895) ^c	1994 $\pm$ 25(1945-2044) ^h

Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c, d, e, f, g, h – vrednosti z različnimi črkovnimi oznakami se značilno razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

4.2 PRIMERJAVA PROIZVODNIH REZULTATOV MED POSKUSNO (SIPOREKS V KLETKI) IN KONTROLNO SKUPINO (KLETKA BREZ SIPOREKSA)

Proizvodne rezultate smo primerjali med poskusno (siporeks v kletki) in kontrolno skupino (kletka brez siporeksa). Vrh nesnosti je pri vseh nesnicah večji v kontrolni skupini, grahasta prelux nesnica ga je dosegla pri 95,7 %, rjava prelux nesnica pri 96,1 %, črna prelux nesnica pri 94,8 % in štajerska kokoš pri 68,5 %. Vrh nesnosti je bil dosežen pri različnih starostih kokoši. Prelux grahasta nesnica je v kontrolni skupini vrh dosegla pri 27. tednu starosti, v poskusni pa pri 31. tednu starosti. Rjava prelux nesnica je v poskusni skupini (26. teden) dosegla vrh prej kot v kontrolni skupini (28. teden) medtem ko je črna prelux nesnica v kontrolni skupini dosegla vrh v 25. tednu starosti, v poskusni skupini pa v 29. tednu starosti. Pri štajerski kokoši je bil v obeh skupinah vrh dosežen v 30. tednu starosti. Največje število znesenih jajc v letu (317) (računano na dejansko število kokoši) smo zabeležili pri grahasti in rjavi prelux nesnici v kontrolnih skupinah, črna prelux nesnica pa je največ jajc znesla v poskusni skupini in sicer 314. Štajerska kokoš je znesla najmanj jajc, v kontrolni skupini 177 in v poskusni skupini 168. Prelux nesnice so znesle v kontrolni skupini (računano na vseljeno število kokoši) več jajc kot v poskusni skupini, razen štajerska kokoš, ki je v kontrolni skupini (129) znesla manj jajc kot v poskusni skupini (141). Odstotek povprečne nesnosti, računano na dejansko število kokoši, je bil največji v kontrolni skupini in sicer pri grahasti in rjavi prelux nesnici 85,65 %, in najmanjši prav tako v kontrolni skupini pri črni prelux nesnici, kjer je znašal 83,80 %. Štajerska kokoš je boljši odstotek nesnosti, računano na dejansko število kokoši, dosegla v kontrolni skupini, 47,86 %. Prelux nesnice so imele povprečno nesnost na vseljeno kokoš boljšo v kontrolni skupini, medtem ko je imela štajerska kokoš boljšo nesnost v poskusni skupini. V 72. tednu starosti je bila največja povprečna nesnost na dejansko število kokoši pri črni prelux nesnici, 76,73 %, v poskusni skupini in grahasti nesnici, 76,19 %, v kontrolni skupini. Tudi štajerska kokoš je v kontrolni skupini dosegla boljši odstotek (37,05 %) kot v poskusni skupini (31,34 %) (preglednica 9).

Največjo maso jajca v poskusni skupini je dosegla rjava prelux nesnica (69,47 g), sledi ji črna prelux nesnica (67,84 g) in grahasta prelux nesnica z 65,82 g prav tako v poskusni skupini. Štajerska kokoš je največjo maso jajca dosegla v kontrolni skupini (51,88 g) (preglednica 9). Prirejena jajčna masa na vseljeno število kokoši je bila v kontrolni skupini največja pri rjavi prelux nesnici (21,6 kg/leto), najmanjša pa pri štajerski kokoši (6,7 kg).

Prelux nesnice so spolno dozorele v 20. tednu starosti, štajerska kokoš pa v 23. tednu starosti (preglednica 9).

Kokoši smo stehali v 20., 52. in 72. tednu starosti. Pri vseh starostih so bile najtežje grahaste prelux nesnice v poskusni skupini (1,90 kg, 2,68 kg, 2,80 kg), najlažje pa štajerske kokoši z 1,20 kg, 1,84 kg in 1,97 kg v kontrolni skupini (preglednica 9).

Najboljšo vitalnost je v kontrolni skupini dosegla rjava prelux nesnica z 98,6 %, sledita ji črna prelux nesnica z 97,0 % in grahasta prelux nesnica z 95,5 %. Štajerska kokoš je boljše vitalnost dosegla v poskusni skupini in sicer 83,8 % (preglednica 9).

Preglednica 9: Proizvodni rezultati kontrolne in poskusne skupine prelux nesnic in štajerske kokoši

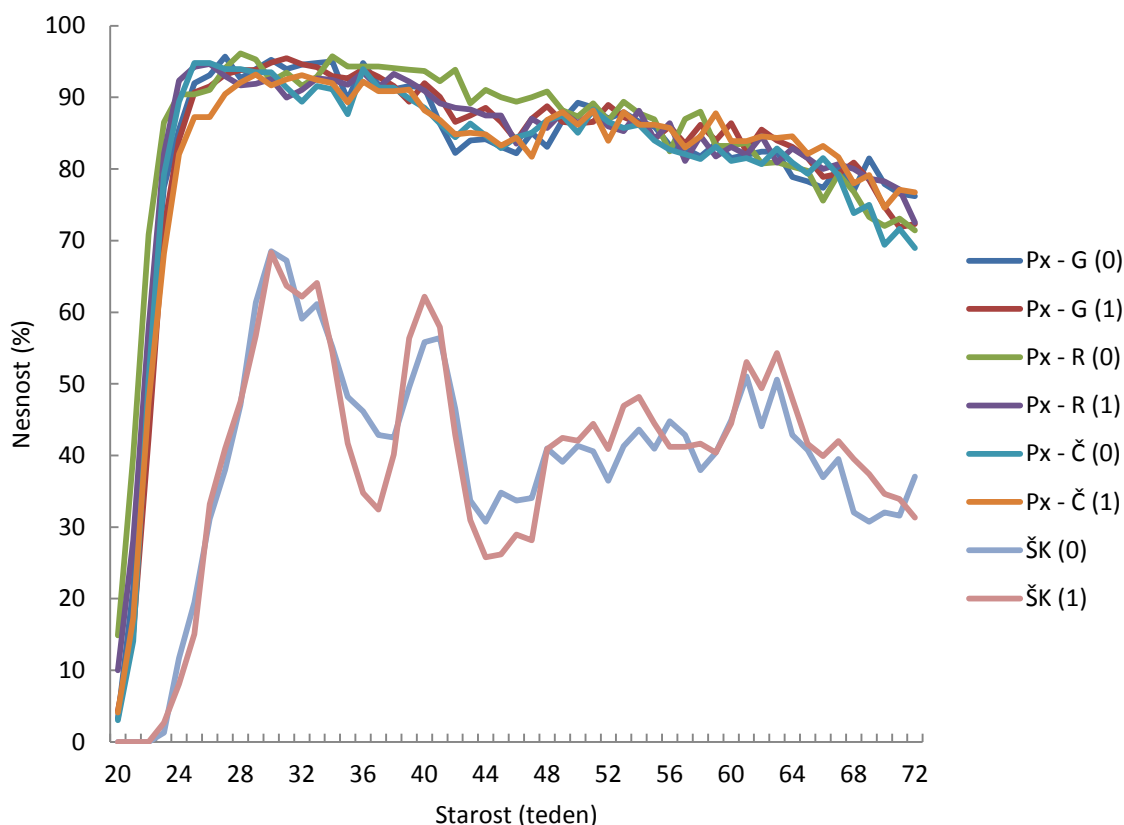
	Px - G		Px - R		Px - Č		ŠK	
	K	P	K	P	K	P	K	P
Vrh nesnosti na vseljeno kokoš (%)	95,7	95,5	96,1	94,7	94,8	91,8	68,5	68,3
Vrh nesnosti pri starosti (tedni)	27	31	28	26	25	29	30	30
Število jajc na dejansko število kokoši	317	314	317	313	310	314	177	168
Število jajc na vseljeno število kokoši	303	296	313	303	301	295	129	141
Povprečna nesnost na dejansko št. kokoši (%)	85,65	84,73	85,65	84,40	83,80	84,75	47,86	45,41
Povprečna nesnost na vseljeno število kokoši (%)	81,76	79,82	84,43	81,88	81,26	79,62	34,81	38,05
Povprečna nesnost v 72. tednu starosti na dejansko število kokoši (%)	76,19	72,31	71,43	72,53	68,97	76,73	37,05	31,34
Povprečna masa jajca (g)	65,55	65,82	68,87	69,47	67,83	67,84	51,88	51,74
Prirajena jajčna masa (kg/leto) *	20,8	20,7	21,8	21,7	21,0	21,3	9,2	8,7
Prirajena jajčna masa (kg/leto) **	19,9	19,5	21,6	21,1	20,4	20,0	6,7	7,3
Starost ob spolni dozorelosti (tedni)	20	20	20	20	20	20	23	23
Povprečna TM v 20. tednu (kg)	1,87	1,90	1,74	1,74	1,81	1,85	1,20	1,24
Povprečna TM v 52. tednu (kg)	2,63	2,68	2,34	2,31	2,48	2,53	1,84	1,86
Povprečna TM v 72. tednu (kg)	2,73	2,80	2,37	2,35	2,53	2,58	1,97	2,05
Vitalnost (%)	95,5	94,2	98,6	97,0	97,0	93,9	72,7	83,8

Px – G – grahasta prelux nesnica, Px – R – rjava prelux nesnica, Px – Č – črna prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, K – kontrolna skupina brez siporeksa, P – poskusna skupina z siporeksom, TM – telesna masa, * - prirajena jajčna masa na dejansko število kokoši, ** - prirajena jajčna masa na vseljeno število kokoši

4.3 OPISNA STATISTIKA ZA NESNOST PO GENOTIPIH IN SKUPINAH

Osnovne statistične parametre, kot so povprečje, standardni odklon, minimalna in maksimalna vrednost za nesnost smo podali za posamezni genotip in posamezno skupino (kontrolno in poskusno) v preglednici v prilogi A.

Krivulje nesnosti, računano na dejansko število kokoši, so pri prelux nesnicah in pri obeh skupinah zelo podobne (slika 1). Na sliki 1 je dobro vidna slabša nesnost štajerske kokoši v primerjavi s prelux nesnicami.



Slika 1: Krivulje nesnosti, računane na dejansko število kokoši, pri različnih genotipih in skupinah (0 – kontrolna skupina, 1 – poskusna skupina s siporeksom v kletki)

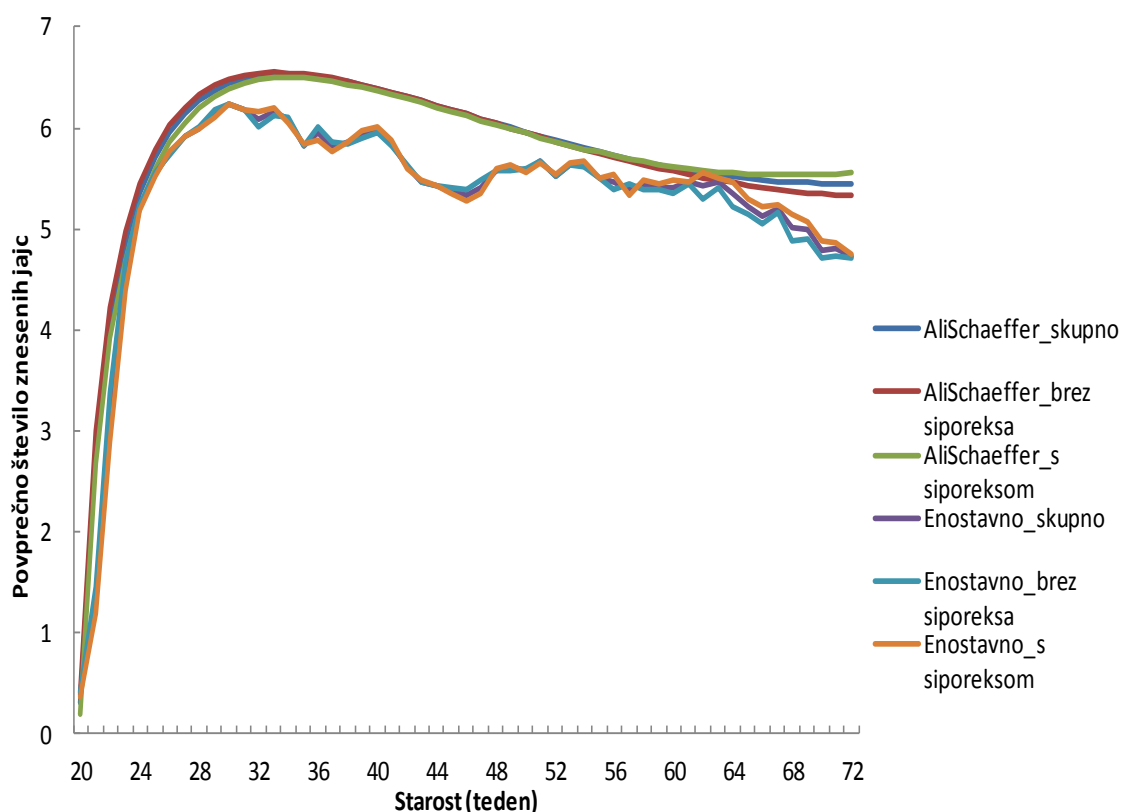
Med prelux nesnicami je vrhunec nesnosti (96,1 %) dosegla rjava prelux nesnica v 28. tednu starosti v kontrolni skupini, črna prelux nesnica pa v 29. tednu starosti (93,2 %) v poskusni skupini (slika 1).

Pri štajerski kokoši je vrhunec nesnosti dosežen v 30. tednu starosti v obeh skupinah, vendar pa je odstotek nesnosti na dejansko število kokoši v kontrolni skupini večji za 0,2 % od poskusne skupine, kjer vrh nesnosti 68,3 % (slika 1).

4.4 VPLIV OBOGATITVE OKOLJA V KLETKAH NA NESNOST KOKOŠI

V našem poizkusu smo v kletke dodali kos siporeksa kot obogatitev okolja za kokoši nesnice. Z grafi želimo prikazati razliko v nesnosti med klasičnimi kletkami z oziroma brez siporeksa ter med različnimi genotipi kokoši.

Vpliv siporeksa in starosti na povprečno število znesenih jajc na teden pri prelux nesnicah in štajerski kokoši smo prikazali na dva različna načina, povprečje po enostavnem modelu (model 2) in po modelu AliSchaeffer (model 4) (Ali in Schaeffer, 1987) (slika 2).



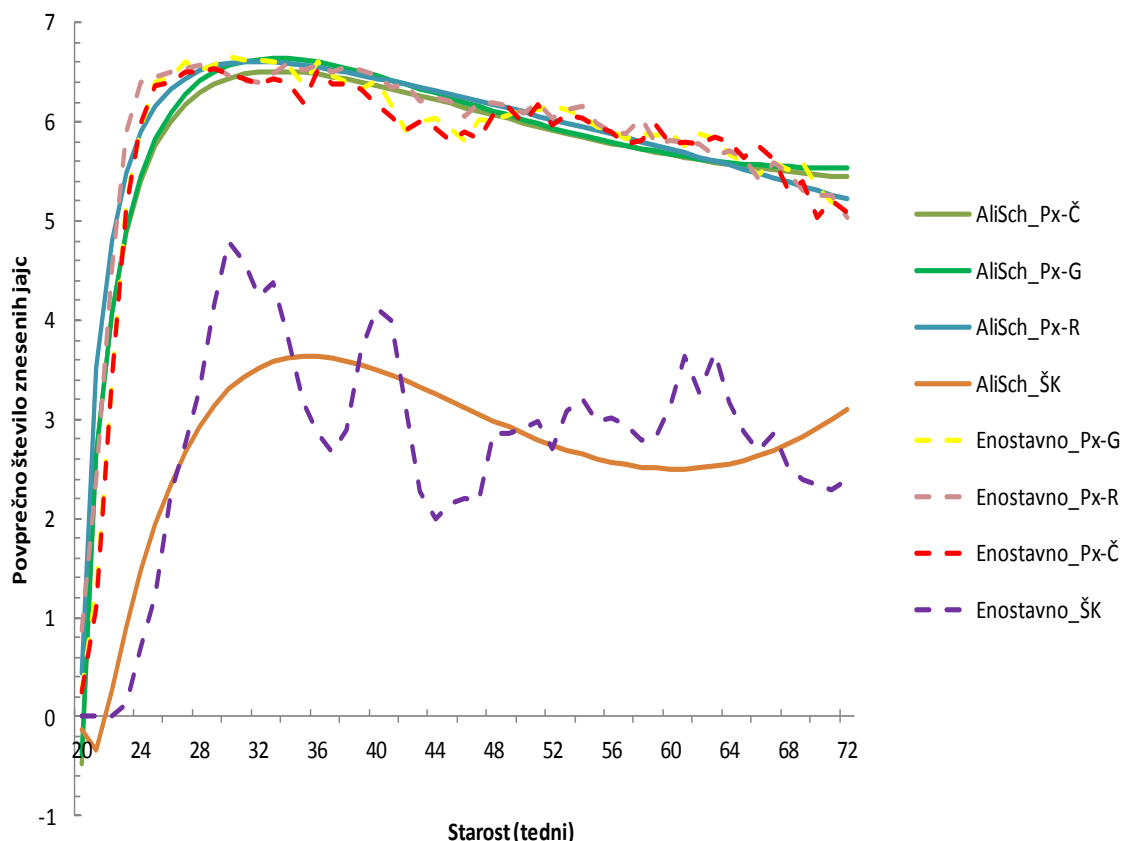
Slika 2: Krivulja nesnosti izražena s povprečnim številom znesenih jajc na teden vseh genotipov po skupinah (po enostavnem modelu in modelu AliSchaeffer) glede na prisotnost siporeksa

Oblika krivulje se po enostavnem modelu s siporeksom, brez siporeksa in skupno, ni razlikovala, prav tako se ni razlikovala krivulja po modelu AliSchaeffer s siporeksom, brez siporeksa in skupno. Oblika krivulje se je razlikovala med enostavnim modelom in modelom AliSchaeffer. Po enostavnem modelu je bil v 60. tednu starosti kokoši strmejši padec krivulje kot po modelu AliSchaeffer (slika 2).

Po modelu AliSchaeffer vidimo, da najvišji vrh nesnosti v 33. tednu starosti doseže skupina brez siporeksa, vendar je nesnost v 72. tednu slabša kot pri skupini s siporeksom, ki doseže v 34. tednu starosti nižji vrh nesnosti. Pri enostavnem modelu vidimo, da obe skupini dosežeta vrh v 30. tednu starosti, padec nesnosti je pri skupini brez siporeksa bolj izrazit kot pri skupini s siporeksom (slika 2).

Povprečno število znesenih jajc na teden na vrhu nesnosti je bilo po modelu AliSchaeffer večje kot po enostavnem modelu. Po modelu AliSchaeffer je povprečje znašalo 6,5 znesenih jajc, po enostavnem modelu pa 6,2 znesenih jajc na teden (slika 2).

Vpliv genotipa in starosti na povprečno število znesenih jajc na teden pri prelux nesnicah in štajerski kokoši smo prikazali na dva različna načina, povprečje po enostavnem modelu (model 3) in po modelu AliSchaeffer (model 4) (Ali in Schaeffer, 1987) (slika 3).



Slika 3: Krivulja nesnosti izražena s povprečnim številom znesenih jajc na teden (po enostavnem modelu in modelu AliSchaeffer) za različne genotipe kokoši

Oblika krivulje je po enostavnem modelu in modelu AliSchaeffer pri vseh treh prelux nesnicah zelo podobna, odstopa štajerska kokoš, ki je na teden znesla najmanj jajc (slika 3).

Povprečno število znesenih jajc na teden na vrhu nesnosti je bilo po modelu AliSchaeffer enako kot po enostavnem modelu. Grahasta in rjava prelux nesnica sta povprečno znesli 6,6 jajc na teden in črna prelux nesnica 6,5 jajc na teden. Štajerska kokoš je znesla po enostavnem modelu povprečno 4,8 jajc na teden medtem, ko po modelu AliSchaeffer 3,6 jajc na teden (slika 3).

4.5 VPLIV OBOGATITVE OKOLJA NA FIZIKALNE LASTNOSTI JAJC

Kakovost jajc določajo različne skupine lastnosti. V našem poizkusu smo merili fizikalne lastnosti (model 5). Zunanjo kakovost jajca predstavlja masa jajca, oblika jajca, pri čemer smo izmerili višino in širino jajca, ter lastnosti lupine, ki vključujejo barvo, debelino in trdnost. Pri jajčni vsebini smo ocenjevali kakovost beljaka z merjenjem višine gostega beljaka in z haughovimi enotami, barvo rumenjaka ter prisotnostjo krvnih in mesnih peg. V poskusni skupini smo v kletke dodali kocke siporeksa, s čimer smo kokošim nesnicam obogatili okolje.

4.5.1 Osnovni statistični parametri

Osnovne statistične parametre, kot so povprečje, standardni odklon, minimalna in maksimalna vrednost za izmerjene fizikalne lastnosti smo podali za posamezni genotip in posamezno skupino (kontrolno in poskusno) v preglednici v prilogi B.

4.5.2 Zunanja kakovost jajc

Za izračun oblike jajca, smo najprej izmerili višino in širino jajca (priloga C in D). Tako v poskusni kot v kontrolni skupini je le indeks oblike jajca štajerske kokoši značilno manjši od jajc prelux nesnic. Siporeks ni vplival na obliko jajca (preglednica 10).

Preglednica 10: Oblika jajca (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Indeks oblike (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	75,1 $\pm$ 0,2(74,6-75,5) ^a	75,3 $\pm$ 0,3(74,7-75,9) ^a	74,9 $\pm$ 0,3(74,3-75,5) ^a
Px - Č	74,6 $\pm$ 0,2(74,1-75,0) ^a	74,3 $\pm$ 0,3(73,7-74,9) ^a	74,9 $\pm$ 0,3(74,3-75,5) ^a
Px - R	74,9 $\pm$ 0,2(74,4-75,3) ^a	74,8 $\pm$ 0,3(74,2-75,4) ^a	75,0 $\pm$ 0,3(74,4-75,6) ^a
ŠK	72,3 $\pm$ 0,2(71,9-72,8) ^b	71,7 $\pm$ 0,3(71,1-72,4) ^b	73,0 $\pm$ 0,3(72,3-73,6) ^b
Σ		74,0 $\pm$ 0,2(73,7-74,4) ^a	74,4 $\pm$ 0,2(74,0-74,8) ^a

Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

Masa jajca se med genotipi razlikuje, med skupinama pa ni značilne razlike. Najtežja jajca nese rjava prelux nesnica, 69,2 g, z 67,8 g ji sledi črna in z 65,7 g grahasta prelux nesnica (preglednica 11). Štajerska kokoš nese najlažja jajca (51,8 g).

Preglednica 11: Masa jajca (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Masa jajca (g) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	65,7 $\pm$ 0,3(65,0-66,3) ^a	65,6 $\pm$ 0,5(64,7-66,4) ^b	65,8 $\pm$ 0,5(64,9-66,7) ^b
Px - Č	67,8 $\pm$ 0,3(67,2-68,5) ^d	67,8 $\pm$ 0,5(67,0-68,7) ^a	67,8 $\pm$ 0,5(67,0-68,7) ^a
Px - R	69,2 $\pm$ 0,3(68,5-69,8) ^b	68,9 $\pm$ 0,5(68,0-69,7) ^a	69,5 $\pm$ 0,5(68,6-70,4) ^a
ŠK	51,8 $\pm$ 0,3(51,1-52,5) ^c	51,9 $\pm$ 0,5(51,0-52,8) ^c	51,7 $\pm$ 0,5(50,8-52,6) ^c
Σ		63,5 $\pm$ 0,3(63,0-64,1) ^a	63,7 $\pm$ 0,3(63,2-64,2) ^a

Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c, d – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

Barvo lupine smo ocenili s pomočjo reflektometra v % (preglednica 12). Manjši kot je odstotek, temnejše barve je lupina. Siporeks v kletki ni vplival na obarvanost jajčne lupine, obstajajo pa značilne razlike v barvi lupine med genotipi kokoši, razen med jajci grahaste in rjave prelux nesnice, ki neseta najtemnejša jajca. Jajca z najsvetlejšo lupino nese štajerska kokoš (72,8 %).

Preglednica 12: Barva lupine (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Barva lupine (%) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	36,8 $\pm$ 0,4(36,0-37,6) ^a	36,5 $\pm$ 0,5(35,5-37,5) ^b	37,1 $\pm$ 0,5(36,1-38,1) ^b
Px - Č	40,3 $\pm$ 0,4(39,6-41,1) ^c	40,0 $\pm$ 0,5(39,0-41,0) ^a	40,7 $\pm$ 0,5(39,6-41,7) ^a
Px - R	36,7 $\pm$ 0,4(36,0-37,5) ^a	37,2 $\pm$ 0,5(36,2-38,2) ^b	36,3 $\pm$ 0,5(35,2-37,3) ^b
ŠK	72,8 $\pm$ 0,4(72,0-73,6) ^b	73,0 $\pm$ 0,5(72,0-74,0) ^c	72,6 $\pm$ 0,5(71,5-73,6) ^c
Σ		46,7 $\pm$ 0,3(46,1-47,3) ^a	46,7 $\pm$ 0,3(46,1-47,3) ^a

Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

Preglednica 13 prikazuje silo, ki je potrebna, da lupina jajca počí. Med kontrolno in poskusno skupino v trdnosti lupine ni statistično značilne razlike, razlike obstajajo med prelux nesnicami in štajersko kokošjo. Ocenjene srednje vrednosti pri prelux nesnicah za zlom jajčne lupine se gibljejo od 35,4 N do 36,3 N. Jajca štajerske kokoši imajo najbolj krhko lupino, saj je sila, ki je potrebna za zlom lupine, povprečno 33,1 N, prav tako se pozna prisotnost siporeksa, kjer sila znaša 33,5 N, med tem ko pri kokoših brez siporeksa sila znaša 32,7 N.

Preglednica 13: Trdnost lupine (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Trdnost lupine (N) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	35,5 $\pm$ 0,5(34,6-36,4) ^a	35,5 $\pm$ 0,6(34,3-36,8) ^{ab}	35,4 $\pm$ 0,6(34,2-36,7) ^{ab}
Px - Č	35,4 $\pm$ 0,5(34,4-36,3) ^a	35,1 $\pm$ 0,6(33,8-36,3) ^{abc}	35,7 $\pm$ 0,6(34,4-36,9) ^{ab}
Px - R	36,3 $\pm$ 0,5(35,4-37,2) ^a	36,6 $\pm$ 0,6(35,3-37,8) ^a	36,0 $\pm$ 0,6(34,8-37,3) ^{ab}
ŠK	33,1 $\pm$ 0,5(32,2-34,1) ^b	32,7 $\pm$ 0,6(31,5-34,0) ^c	33,5 $\pm$ 0,6(32,3-34,8) ^{bc}
Σ		35,0 $\pm$ 0,4(34,2-35,7) ^a	35,2 $\pm$ 0,4(34,4-35,9) ^a

Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

V masi jajčne lupine med kontrolno in poskusno skupino (preglednica 14) ni statistično značilne razlike. Med posameznimi genotipi pa obstajajo značilne razlike v masi lupine. Ocenjena srednja vrednost za maso lupine jajc iz poskusne in kontrolne skupine je pri rjavi nesnici znašala 6,4 g, sledi ji črna nesnica z 6,1 g in grahasta nesnica z 5,8 g. Masa lupine je najmanjša pri jajcih štajerske kokoši, 4,7 g.

Preglednica 14: Masa lupine (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Masa lupine (g) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	5,8 $\pm$ 0,04(5,74-5,88) ^a	5,8 $\pm$ 0,05(5,71-5,90) ^b	5,8 $\pm$ 0,05(5,72-5,91) ^b
Px - Č	6,1 $\pm$ 0,04(6,03-6,17) ^d	6,1 $\pm$ 0,05(6,02-6,21) ^a	6,1 $\pm$ 0,05(5,99-6,18) ^a
Px - R	6,4 $\pm$ 0,04(6,35-6,50) ^b	6,4 $\pm$ 0,05(6,30-6,50) ^c	6,4 $\pm$ 0,05(6,35-6,54) ^c
ŠK	4,7 $\pm$ 0,04(4,66-4,81) ^c	4,7 $\pm$ 0,05(4,61-4,81) ^d	4,8 $\pm$ 0,05(4,66-4,86) ^d
Σ		5,8 $\pm$ 0,03(5,70-5,81) ^a	5,8 $\pm$ 0,03(5,72-5,83) ^a

Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c, d - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c, d – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

Preglednica 15 nam prikazuje delež lupine od mase jajca. Delež lupine se pri jajcih črne nesnice in štajerske kokoši med kontrolno in poskusno skupino značilno razlikuje. Pri črni prelux nesnici je v poskusni skupini delež lupine večji (8,97 %) kot v kontrolni skupini (8,84 %) in pri štajerski kokoši je prav tako delež lupine večji v poskusni skupini (9,20 %) kot v kontrolni skupini (9,07 %). Med poskusno in kontrolno skupino v deležu lupine ni statistično značilne razlike. Razlike so med genotipi, kjer je delež lupine največji pri rjavi nesnici (9,30 %) in najmanjši pri grahasti nesnici (8,86 %).

Preglednica 15: Delež lupine (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Delež lupine (%) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	8,86 $\pm$ 0,05(8,76-8,95) ^a	8,87 $\pm$ 0,07(8,73-9,00) ^a	8,84 $\pm$ 0,07(8,71-8,97) ^a
Px - Č	9,00 $\pm$ 0,05(8,89-9,09) ^{ac}	8,84 $\pm$ 0,07(8,71-8,97) ^a	8,97 $\pm$ 0,07(8,84-9,10) ^{ab}
Px - R	9,30 $\pm$ 0,05(9,20-9,40) ^b	9,30 $\pm$ 0,07(9,17-9,44) ^c	9,30 $\pm$ 0,07(9,17-9,43) ^c
ŠK	9,14 $\pm$ 0,05(9,03-9,24) ^c	9,07 $\pm$ 0,07(8,93-9,20) ^{abc}	9,20 $\pm$ 0,07(9,07-9,34) ^{bc}
Σ		9,07 $\pm$ 0,04(8,99-9,14) ^a	9,08 $\pm$ 0,04(9,00-9,16) ^a

Px - G – grahasta prelux nesnica, Px - Č – črna prelux nesnica, Px - R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

Za izračun mase lupine na enoto površine smo izračunali površino jajca (cm²) po dveh metodah, Mueller in Scott ter Nordstram in Outsterhout (priloga F). Med kontrolno in poskusno skupino v masi lupine na enoto površine, po metodi Mueller in Scott in po metodi Nordstram in Outsterhout (priloga F), ni statistično značilne razlike (preglednica 16). Značilne razlike so med genotipi, kjer je masa lupine na enoto površine največja pri rjavi nesnici, 81,8 g/cm². Sledi ji črna nesnica in grahasta nesnica, kjer je masa lupine na enoto površine 78,6 g/cm² in 76,4 g/cm². Štajerska kokoš ima najmanjšo maso lupine na enoto površine, 72,8 g/cm².

Preglednica 16: Masa lupine na enoto površine (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini po metodi Mueller in Scott

Genotip	Masa lupine na enoto površine (g/cm ²) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	76,4 $\pm$ 0,4(75,6-77,2) ^a	76,4 $\pm$ 0,6(75,4-77,5) ^a	76,4 $\pm$ 0,6(75,3-77,5) ^a
Px - Č	78,6 $\pm$ 0,4(77,8-79,4) ^d	78,8 $\pm$ 0,6(77,7-79,8) ^b	78,4 $\pm$ 0,6(77,3-79,4) ^{ab}
Px - R	81,8 $\pm$ 0,4(80,9-82,6) ^b	81,7 $\pm$ 0,6(80,6-82,7) ^c	81,8 $\pm$ 0,6(80,8-82,9) ^c
ŠK	72,8 $\pm$ 0,4(72,0-73,6) ^c	72,3 $\pm$ 0,6(71,2-73,4) ^d	73,3 $\pm$ 0,6(72,2-74,4) ^d
Σ		77,3 $\pm$ 0,3(76,7-77,9) ^a	77,5 $\pm$ 0,3(76,8-78,1) ^a

Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c, d - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c, d – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

Debelino lupine smo merili v treh ponovitvah, iz katerih smo nato izračunali povprečje. Med poskusno in kontrolno skupino v debelini lupine ni statistično značilne razlike, razlike so med genotipi (preglednica 17). Jajca z najdebelejšo lupino je nesla rjava nesnica (0,39 mm). Sledita ji črna nesnica z 0,38 mm in grahasta nesnica z 0,37 mm debelo lupino. Najtanjšo lupino so imela jajca štajerske kokoši (0,35 mm).

Preglednica 17: Debelina lupine (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Gen.	Debelina lupine (mm) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	0,37 $\pm$ 0,0019(0,364-0,371) ^a	0,37 $\pm$ 0,0025(0,363-0,372) ^a	0,37 $\pm$ 0,0025(0,363-0,373) ^a
Px - Č	0,38 $\pm$ 0,0019(0,374-0,381) ^d	0,38 $\pm$ 0,0025(0,373-0,383) ^{bd}	0,38 $\pm$ 0,0025(0,372-0,382) ^{ab}
Px - R	0,39 $\pm$ 0,0019(0,385-0,392) ^b	0,39 $\pm$ 0,0025(0,382-0,392) ^{cd}	0,39 $\pm$ 0,0025(0,385-0,395) ^c
ŠK	0,35 $\pm$ 0,0019(0,342-0,349) ^c	0,34 $\pm$ 0,0025(0,339-0,349) ^e	0,35 $\pm$ 0,0025(0,342-0,352) ^e
Σ		0,37 $\pm$ 0,0015(0,366-0,372) ^a	0,37 $\pm$ 0,0015(0,368-0,373) ^a

Geno. – genotip, Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c, d, e – vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v kontrolni in poskusni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c, d – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

4.5.3 Kakovost jajčne vsebine

Med jajci kontrolne in poskusne skupine, ne glede na genotip kokoši, ni značilne razlike v prisotnosti krvnih in mesnih peg, izraženo v deležu jajc s krvnimi in mesnimi pegami (preglednica 18). Obstajajo pa značilne razlike med genotipi, kjer po najmanjšem obsegu peg (13 %) značilno izstopa štajerska kokoš. Jajca rjavih prelux nesnic so imela značilno več krvnih in mesnih peg (52 %) kot jajca grahastih prelux nesnic (37 %).

Preglednica 18: Prisotnosti peg (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Prisotnost peg (% / 100) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	0,37 $\pm$ 0,032(0,31-0,44) ^a	0,37 $\pm$ 0,043(0,29-0,46) ^a	0,37 $\pm$ 0,043(0,29-0,46) ^a
Px - Č	0,45 $\pm$ 0,032(0,39-0,52) ^{ab}	0,45 $\pm$ 0,043(0,36-0,53) ^a	0,46 $\pm$ 0,043(0,37-0,54) ^a
Px - R	0,52 $\pm$ 0,032(0,45-0,58) ^b	0,53 $\pm$ 0,043(0,45-0,62) ^a	0,50 $\pm$ 0,043(0,42-0,59) ^a
ŠK	0,13 $\pm$ 0,033(0,069-0,20) ^c	0,10 $\pm$ 0,044(0,012-0,18) ^b	0,17 $\pm$ 0,044(0,082-0,25) ^b
Σ		0,36 $\pm$ 0,026(0,31-0,41) ^a	0,37 $\pm$ 0,026(0,32-0,42) ^a

Px - G – grahasta prelux nesnica, Px - Č – črna prelux nesnica, Px - R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c – vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

V višini gostega beljaka (preglednica 19) se jajca prelux nesnic med kontrolno in poskusno skupino ne razlikujejo značilno, značilne razlike so med genotipi. Med prelux nesnicami so imela jajca rjavih in črnih nesnic značilno višji gosti beljak kot jajca grahastih nesnic. Jajca štajerske kokoši imajo značilno najnižji gosti beljak (5,3 mm) med jajci vseh proučevanih genotipov.

Preglednica 19: Višina beljaka (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Višina beljaka (mm) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	6,9 $\pm$ 0,09(6,74-7,09) ^a	7,0 $\pm$ 0,1(6,74-7,20) ^a	6,9 $\pm$ 0,1(6,62-7,09) ^a
Px - Č	7,2 $\pm$ 0,09(7,04-7,39) ^b	7,3 $\pm$ 0,1(7,05-7,51) ^a	7,1 $\pm$ 0,1(6,91-7,38) ^a
Px - R	7,3 $\pm$ 0,09(7,13-7,48) ^b	7,3 $\pm$ 0,1(7,07-7,53) ^a	7,3 $\pm$ 0,1(7,07-7,53) ^a
ŠK	5,3 $\pm$ 0,09(5,12-5,48) ^c	5,1 $\pm$ 0,1(4,83-5,31) ^b	5,5 $\pm$ 0,1(5,30-5,78) ^b
Σ		6,7 $\pm$ 0,07(6,52-6,80) ^a	6,7 $\pm$ 0,07(6,57-6,85) ^a

Px - G – grahasta prelus nesnica, Px - Č – črna prelus nesnica, Px - R – rjava prelus nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v kontrolni in poskusni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

Število haughovih enot (HE) (preglednica 20) prikazuje kakovost beljaka in s tem tudi kakovost jajčne vsebine. Več kot je HE, boljša je kakovost beljaka. Med kontrolno in poskusno skupino pri prelus nesnicah ni statistično značilnih razlik v številu HE. Je pa značilna razlika pri štajerski kokoši, kjer so jajca iz poskusne skupine imela več HE. Najboljšo kakovost beljaka imajo jajca rjave nesnice (82,1 HE), sledi ji črna nesnica (81,7 HE) in grahasta nesnica (80,7 HE). Vrednosti HE v jajcih iz kontrolne skupine štajerskih kokoši je bila 72,8 in v poskusni 76,3. Sklepamo lahko, da je pri štajerski kokoši obogatitev okolja s siporeksom vplivala na boljšo kakovost beljaka.

Preglednica 20: Haughove enote (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Haughove enote (HE) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	80,7 $\pm$ 0,6(79,5-81,9) ^a	80,7 $\pm$ 0,8(79,2-82,3) ^a	80,6 $\pm$ 0,8(79,0-82,2) ^a
Px - Č	81,7 $\pm$ 0,6(80,5-82,9) ^a	81,9 $\pm$ 0,8(80,3-83,5) ^a	81,6 $\pm$ 0,8(80,0-83,2) ^a
Px - R	82,1 $\pm$ 0,6(80,9-83,3) ^a	82,3 $\pm$ 0,8(80,7-83,9) ^a	81,8 $\pm$ 0,8(80,3-83,4) ^a
ŠK	74,5 $\pm$ 0,6(73,3-75,7) ^b	72,8 $\pm$ 0,8(71,2-74,4) ^b	76,3 $\pm$ 0,8(74,6-77,9) ^c
Σ		79,5 $\pm$ 0,5(78,5-80,4) ^a	80,0 $\pm$ 0,5(79,1-81,0) ^a

Px - G – grahasta prelus nesnica, Px - Č – črna prelus nesnica, Px - R – rjava prelus nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v kontrolni in poskusni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

Barvo rumenjaka ocenimo s številko od 1 do 15 po rochevi lestvici. Vrednost 1 pomeni najsvetlejšo barvo rumenjaka, vrednost 15 pa najtemnejšo barvo rumenjaka. Med poskusno in kontrolno skupino ter med genotipi ni statistično značilnih razlik v intenzivnosti rumene barve rumenjaka (preglednica 21).

Preglednica 21: Barva rumenjaka (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Barva rumenjaka (Roche) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	12,9 $\pm$ 0,05(12,8-13,0) ^a	12,8 $\pm$ 0,07(12,7-13,0) ^a	12,9 $\pm$ 0,07(12,8-13,0) ^a
Px - Č	12,8 $\pm$ 0,05(12,7-12,9) ^a	12,8 $\pm$ 0,07(12,7-12,9) ^a	12,9 $\pm$ 0,07(12,7-13,0) ^a
Px - R	12,8 $\pm$ 0,05(12,7-12,9) ^a	12,8 $\pm$ 0,07(12,7-13,0) ^a	12,8 $\pm$ 0,07(12,7-13,0) ^a
ŠK	12,9 $\pm$ 0,05(12,8-13,0) ^a	12,9 $\pm$ 0,07(12,8-13,1) ^a	12,9 $\pm$ 0,07(12,8-13,0) ^a
Σ		12,9 $\pm$ 0,04(12,8-12,9) ^a	12,9 $\pm$ 0,04(12,8-13,0) ^a

Px - G – grahasta prelus nesnica, Px - Č – črna prelus nesnica, Px - R – rjava prelus nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a - vrednost, kjer ni statistično značilne razlike, () – interval zaupanja

4.6 PRIMERJAVA PROIZVODNIH REZULTATOV IN FIZIKALNIH LASTNOSTI JAJC KONTROLNE SKUPINE POSKUSA (2009/2010) Z REZULTATI POSKUSOV IZ LETA 2001/2002 IN 2007/2008

Primerjali smo proizvodne rezultate in fizikalne lastnosti jajc prelus nesnic in štajerske kokoši iz leta 2009/2010 (kokoši nesnice, ki v kletkah niso imele kocke siporeksa – kontrolna skupina), 2007/2008 (Ristić, 2010) in 2001/2002 (Vidovič, 2005) z namenom proučitve sprememb proizvodnosti in fizikalnih lastnosti jajc v tem obdobju.

4.6.1 Primerjava proizvodnih rezultatov prelus nesnic in štajerske kokoši (2009/2010) z rezultati iz leta 2007/2008 in 2001/2002

Proizvodne rezultate prelus nesnic smo primerjali z preizkusoma iz leta 2007/08 in 2001/02, pri štajerski kokoši pa smo jih primerjali samo z preizkusom iz leta 2007/08. Vse tri prelus nesnice so v vseh treh preizkusih spolno dozorele v 20. tednu starosti, medtem ko je štajerska kokoš v preizkusu 2009/10 spolno dozorelost dosegla šele v 23. tednu starosti, v preizkusu 2007/08 pa v 21. tednu starosti. Najvišji vrh nesnosti (računano na vseljeno kokoš) je v vseh treh preizkusih pri vseh treh nesnicah in štajerski kokoši iz leta 2007/08. Najvišji vrh nesnosti je dosegla grahasta prelus nesnica (97,86 %), nato črna prelus nesnica z 96,96 % in rjava prelus nesnica z 96,25 %. Najnižji vrh nesnosti sta v letu 2009/10 dosegli črna prelus nesnica (94,8 %) in grahasta prelus nesnica (95,7 %). Pri štajerski kokoši je v letu 2007/08 vrh nesnosti bil pri 78,99 %, v letu 2009/10 pa pri 68,5 %. Vrh nesnosti so nesnice dosegale pri različni starosti. Grahasta in črna prelus nesnica sta v zadnjem preizkusu (2009/10) dosegli vrh nesnosti prej kot v prejšnjih preizkusih, in sicer grahasta pri 27. in črna pri 25. tednu starosti. Starost štajerske kokoši ob dosegu vrha nesnosti se ni bistveno razlikovala, saj je v letu 2007/08 dosegla v 29. tednu in v letu 2009/10 v 30. tednu starosti (preglednica 22).

Največje število znesenih jajc, izračunano na dejansko in vseljeno število kokoši, sta znesli grahasta in rjava prelus nesnica v zadnjem preizkusu (2009/10), črna prelus nesnica pa je znesla največ jajc v letu 2007/08. Štajerska kokoš je v letu 2009/10 znesla 177 jajc, izračunano na dejansko število kokoši, in 129 jajc, izračunano na vseljeno kokoš, ter v letu

2007/08 le 166 jajc, izračunano na dejansko število kokoši, in 137 jajc, izračunano na vseljeno število kokoši (preglednica 22).

Najmanjša povprečna nesnost na dejansko število kokoši je bila pri vseh treh prelux nesnicah v letu 2001/02, v ostalih dveh preizkusih je bila večja. Štajerska kokoš je v letu 2009/10 dosegla za 6,97 % boljšo povprečno nesnost kot v letu 2007/08. Ta je znašala 47,86 % (preglednica 22).

Največja povprečna masa jajca je bila pri vseh nesnicah dosežena v letu 2009/10. Najtežja jajca je nesla rjava prelux nesnica (68,87 g), najlažja pa štajerska kokoš (51,88 g) (preglednica 22). Največ prirejene jajčne mase na vseljeno število kokoši je bilo pri prelux nesnicah v letu 2009/10, in sicer rjava prelux nesnica 21,6 kg/leto, črna prelux nesnica 20,4 kg/leto in grahasta prelux nesnica 19,9 kg/leto. Pri štajerski kokoši je prirejena jajčna masa na vseljeno število kokoši v obeh preizkusih bila enaka (6,7 kg/leto).

V letu 2009/10 smo nesnice prvič tehtali pri 20. tednu starosti. Najtežji sta bili grahasta in črna prelux nesnica z 1,8 kg, sledila je rjava prelux nesnica z 1,7 kg. Štajerska kokoš je bila najlažja, 1,2 kg. V letih 2001/02 in 2007/08 so nesnice prvič stehtali pri 18. tednu starosti. Bistvenih razlik med preizkusnima letoma ni bilo. V 52. tednu starosti smo primerjali telesno maso kokoši iz poizkusov leta 2007/08 in leta 2009/10. Prelux nesnice so bile v letu 2009/10 težje kot v letu 2007/08. Prav tako je bila povprečna telesna masa prelux nesnic v 72. tednu starosti največja v letu 2009/10, medtem, ko je bila štajerska kokoš v celotnem preizkusnem obdobju 2009/10 lažja kot v preizkusu leta 2007/08 (preglednica 22).

Vitalnost prelux nesnic se med preizkusi ne razlikuje bistveno, le pri štajerski kokoši je bila vitalnost skoraj za deset odstotkov slabša v letu 2009/10 kot v letu 2007/08 (preglednica 22).

Kazalniki nesnosti skozi osemletno obdobje nam povedo, da prelux nesnice dosegajo boljšo nesnost kot pred osmimi leti. Povprečna nesnost na dejansko in vseljeno število kokoši se je izboljšala. V 72. tednu nesnosti se je odstotek znesenih jajc skozi osemletno obdobje povečeval. Kokoši nesnice dosegajo večjo telesno maso in nesejo težja jajca. Prirejena jajčna masa na vseljeno število kokoši se povečuje. Pri štajerski kokoši kazalniki nesnosti skozi dveletno obdobje povedo, da se je nesnost na dejansko število kokoši izboljšala, masa jajc se je povečala, prirejena jajčna masa na vseljeno število kokoši ostaja enaka, vitalnost kokoši pa se je poslabšala.

Preglednica 22: Primerjava proizvodnih rezultatov prelux nesnic in štajerske kokoši v treh različnih preizkusih

Lastnost	Px - G			Px - R			Px - Č			ŠK	
	2009/ 10	2007 /08 ¹	2001 /02 ²	2009/ 10	2007 /08 ¹	2001 /02 ²	2009/ 10	2007 /08 ¹	2001 /02 ²	2009/ 10	2007 /08 ¹
Vrh nesnosti (%) **	95,7	97,86	94,4	96,1	96,25	95,4	94,8	96,96	95,2	68,5	78,99
Vrh nesnosti pri starosti (teden)	27	36	33	28	26	33	25	36	27	30	29
Število jajc na dejansko število kokoši	317	308	316	317	294	311	310	314	305	177	166
Število jajc na vseljeno število kokoši	303	301	300	313	291	308	301	310	297	129	137
Povprečna nesnost na dejansko število kokoši (%)	85,65	83,46	78,55	85,65	80,61	78,64	83,80	85,25	77,11	47,86	40,89
Povprečna nesnost na vseljeno število kokoši (%)	81,76	82,62	76,48	84,43	79,87	77,95	81,26	85,06	76,46	34,81	37,5
Povprečna nesnost v zadnjem mesecu (%)*	76,19	77,01	75	71,43	65,82	75	68,97	81,24	75	37,05	26,28
Povprečna masa jajca (g)	65,55	59,85	61,39	68,87	65,37	64,69	67,83	64,26	64,54	51,88	49,05
Prirajena jajčna masa (kg/leto)**	19,9	18,0	18,4	21,6	19,0	19,9	20,4	19,9	19,2	6,7	6,7
Starost ob spolni dozorelosti (tedni)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	23	21
Povprečna telesna masa v 20. tednu starosti	1,87	1,76 ***	1,75 ***	1,74	1,71 ***	1,61 ***	1,81	1,81 ***	1,69 ***	1,20	1,28 ***
Povprečna telesna masa v 52. tednu starosti	2,63	2,34	/	2,34	2,07	/	2,48	2,27	/	1,84	1,92
Povprečna telesna masa v 72. tednu starosti	2,73	2,50	2,48	2,37	2,19	2,22	2,53	2,37	2,45	1,97	2,09
Vitalnost (%)	95,5	97,50	96,5	98,6	98,75	98,2	97,0	98,75	98,2	72,7	82,35

Px - G – prelux grahasta nesnica, Px - R – prelux rjava nesnica, Px - Č – prelux črna nesnica, ŠK – štajerska kokoš,* - na dejansko kokoš, ** - na vseljeno kokoš, *** - povprečna telesna masa v 18. tednu starosti, 2007/08¹ – povzeto po Ristić (2010), 2001/02² – povzeto po Vidovič (2005)

4.6.2 Primerjava rezultatov za fizikalne lastnosti jajc prelux nesnic in štajerske kokoši (2009/2010) z rezultati iz leta 2007/2008 in 2001/2002

Pri vseh treh prelux nesnicah je očitna največja masa jajca v zadnjem preizkusu (2009/10) v primerjavi s preizkusoma v letih 2007/08 in 2001/02. V vseh treh preizkusih so najtežja jajca kokoši prelux – R in najlažja jajca kokoši prelux – G. Indeks oblike je pri vseh treh prelux nesnicah v letu 2009/10 manjši kot v ostalih dveh preizkusih. Jajca z najsvetlejšo lupino je nesla črna prelux nesnica, jajca z najtemnejšo lupino pa grahasta in rjava prelux nesnica. Merilo za kakovost beljaka je višina gostega beljaka in haughove enote, kjer ni bistvenih razlik, vendar so najboljši rezultati v letu 2001/02 pri vseh treh nesnicah. Intenzivnost rumene barve je pri vseh treh nesnicah ves čas enaka (~ 13 po rochevi lestvici). Primerjava rezultatov debeline lupine v treh preizkusih je pokazala najdebelejše lupine jajc v preizkusnem obdobju 2009/10, ko je rjava prelux nesnica nesla jajca z 0,39 mm debelo lupino, prelux grahasta nesnica pa jajca z 0,37 mm debelo lupino. Na to kaže tudi masa lupine na enoto površine, ki se je v preizkusu 2009/10 gibala od 76,23 mg/cm² pri grahasti prelux nesnici in do 81,19 mg/cm² pri rjavi prelux nesnici (preglednica 23).

Preglednica 23: Primerjava fizikalnih lastnosti jajc prelux nesnic iz leta 2009/10, 2007/08 in 2001/02

Lastnosti	Px – G			Px – R			Px – Č		
	Povprečje			Povprečje			Povprečje		
	2009/ 2010	2007/ 2008	2001/ 2002	2009/ 2010	2007/ 2008	2001/ 2002	2009/ 2010	2007/ 2008	2001/ 2002
Masa jajc (g)	65,55	59,85	61,40	68,87	65,37	64,70	67,83	64,26	64,50
Indeks oblike	75,25	76,25	76,30	74,81	76,84	75,70	74,23	75,90	76,20
Barva lupine (%)	36,48	39,43	35,60	37,18	38,87	36,90	39,99	42,69	38,30
VGB (mm)	6,97	6,90	7,40	7,30	7,29	7,90	7,28	7,12	7,70
Haughove enote	80,74	81,48	84,70	82,31	81,72	86,10	81,87	81,41	85,40
Barva rumenjaka	12,88	13,15	13,40	12,82	13,11	13,30	12,80	13,03	13,50
Masa lupine (g)	5,80	5,35	5,40	6,40	5,89	5,90	6,11	5,80	5,80
Debelina lupine (mm)	0,37	0,36	0,36	0,39	0,37	0,38	0,38	0,37	0,37
ML/EP (mg/cm ²)	76,23	75,09	74,90	81,19	77,60	78,60	78,35	77,21	77,20

Px - G – prelux grahasta nesnica, Px - R – prelux rjava nesnica, Px - Č – prelux črna nesnica, VGB – višina gostega beljaka, ML/EP – masa lupine na enoto površine

Fizikalne lastnosti jajc štajerske kokoši iz kontrolne skupine preizkusa 2009/10 smo primerjali z rezultati iz leta 2007/08 (Ristić, 2010). Štajerska kokoš je v povprečju leta 2009/10 nesla težja jajca (51,88 g) kot v letu 2007/08. Indeks oblike je bil večji leta 2007/08 in je znašal 73,92, medtem ko v barvi lupine, barvi rumenjaka, masi lupine, debelini lupine med preizkusoma ni bilo bistvenih razlik. Višina gostega beljaka in s tem vrednost haughovih enot je bila manjša v letu 2009/10. Večja razlika se je pokazala v masi lupine na enoto površine, saj je leta 2009/10 znašala 72,99 mg/cm² in 69,73 mg/cm² v letu 2007/08 (preglednica 24).

Preglednica 24: Primerjava fizikalnih lastnosti jajc štajerske kokoši iz leta 2009/10 in 2007/08

Lastnosti	Štajerska kokoš	
	Povprečje	
	2009/2010	2007/2008
Masa jajc (g)	51,88	49,05
Indeks oblike	71,74	73,92
Barva lupine (%)	72,99	72,30
VGB (mm)	5,07	5,69
Haughove enote	72,81	77,43
Barva rumenjaka	12,94	13,11
Masa lupine (g)	4,71	4,32
Debelina lupine (mm)	0,34	0,33
ML/EP (mg/cm ²)	72,99	69,73

VGB – višina gostega beljaka, ML/EP – masa lupine na enoto površine

5 SKLEPI

Na osnovi dobljenih rezultatov opravljenega preizkusa lahko povzamemo naslednje sklepe:

- Obogatitev baterijske kletke s kocko siporeksa ne vpliva na nesnost prelux nesnic in štajerske kokoši.
- Obogatitev kletke s siporeksom je statistično značilno vplivala na določene fizikalne lastnosti jajc pri različnih genotipih. Pri črni prelux nesnici in štajerski kokoši je bila potrebna, za zlom jajčne lupine, značilno večja sila v poskusni skupini kot v kontrolni, medtem ko je bila pri prelux rjavi nesnici značilno manjša sila potrebna v poskusni skupini. Pri prelux črni nesnici je masa lupine na enoto površine značilno manjša v poskusni skupini. Delež lupine od mase jajca je pri jajcih črne prelux nesnice in štajerske kokoši večji v poskusni skupini. Jajca štajerske kokoši v poskusni skupini so imela večjo vrednost haughovih enot in s tem boljšo kakovost beljaka kot jajca v kontrolni skupini.
- Med genotipi obstaja statistično značilna razlika v telesni masi kokoši. Prelux grahasta nesnica je najtežja, najlažja je štajerska kokoš.
- Značilne razlike med genotipi so se pokazale tudi v fizikalnih lastnostih, kot so: indeks oblike jajca, masa jajca, barva lupine, trdnost lupine, masa lupine, masa lupine na enoto površine, delež lupine, debelina lupine, prisotnost peg, višina gostega beljaka in haughove enote.

Iz primerjave rezultatov našega preizkusa z rezultati preizkusov v letih 2007/2008 in 2001/2002 pa lahko povzamemo naslednje sklepe:

- Kazalniki skozi osemletno obdobje pri prelux nesnicah kažejo na izboljševanje nesnosti kokoši. Kokoši so nekoliko težje, nesejo težja jajca, prirejena jajčna masa, masa lupine, debelina lupine in masa lupine na enoto površine se povečujejo medtem ko se je indeks oblike zmanjšal, kakovost beljaka pa poslabšala.
- Pri štajerski kokoši kazalniki skozi dveletno obdobje kažejo, da se je nesnost kokoši, računana na dejansko število, izboljšala. Kokoši nesejo težja jajca. Masa lupine, prirejena jajčna masa, debelina lupine in masa lupine na enoto površine se je povečala, medtem ko se je indeks oblike jajca zmanjšal, kakovost beljaka pa poslabšala.

6 POVZETEK

Namen diplomske naloge je bil na večji populaciji kokoši nesnic in dalj časa trajajočem poskusu preveriti, če obogateno okolje s siporeksom v klasičnih kletkah baterijske reje vpliva na nesnost in kakovost jajc. V poizkus smo vključili 404 križanke slovenskih tradicionalnih pasem - prelux nesnic (grahasta, rjava in črna) in 81 nesnic slovenske avtohtone pasme štajerska kokoš. Kontrolna skupina je bila skupina brez dodatka siporeksa, kjer je bilo 246 kokoši nesnic, medtem ko je poskusno skupino sestavljalo 239 kokoši nesnic z obogatenim okoljem s siporeksom. Kokoši nesnice smo pri 18. tednu starosti naselili v individualne baterijske kletke, kjer smo spremljali njihovo proizvodnost in kakovost jajc od 20. do 72. tedna starosti.

V obeh skupinah so spolno dozorelost jarčke prelux nesnic dosegle v 20. tednu starosti, medtem ko je slovenska avtohtona pasma štajerska kokoš spolno dozorela v 23. tednu starosti. Vrh nesnosti je pri vseh nesnicah večji v kontrolni skupini, pri grahasti prelux nesnici znaša 95,7 %, rjavi prelux nesnici 96,1 %, črni prelux nesnici 94,8 % in štajerski kokoši 68,5 %. Dosežen je bil pri različni starosti kokoši. Odstotek nesnosti na dejansko število kokoši je bil največji v kontrolni skupini in sicer pri grahasti in rjavi prelux nesnici 85,65 %, in najmanjši prav tako v kontrolni skupini pri črni prelux nesnici, kjer je znašal 83,80 %. Štajerska kokoš je boljši odstotek nesnosti na dejansko število kokoši dosegla v kontrolni skupini, 47,86 %. V 72. tednu starosti je bila največja nesnost na dejansko število kokoši pri črni (76,73 %) in rjavi (72,53 %) prelux nesnici v poskusni skupini ter grahasti (76,19 %) prelux nesnici in štajerski kokoši (37,05 %) v kontrolni skupini. Največje število znesenih jajc na dejansko in vseljeno število kokoši je bilo v kontrolni skupini pri prelux nesnicah, razen črna prelux nesnica je na dejansko število kokoši znesla več jajc v poskusni skupini. Štajerska kokoš je na dejansko število kokoši znesla več jajc v kontrolni skupini, na vseljeno število kokoši pa v poskusni skupini. Rjava prelux nesnica je nesla najtežja jajca (69,47 g), sledi ji črna prelux nesnica (67,84 g) in grahasta prelux nesnica (65,82 g). Štajerska kokoš je najtežja jajca nesla v kontrolni skupini, 51,88 g. Kokoši smo stehali v 20., 52. in 72. tednu starosti. Najtežje so bile grahaste prelux nesnice v poskusni skupini, najlažje pa štajerske kokoši v kontrolni skupini. Najbolj vitalne so bile prelux nesnice v kontrolni skupini. Štajerska kokoš je boljšo vitalnost dosegla v poskusni skupini in sicer 83,8 %.

Med kontrolno in poskusno skupino so se razlikovale le nekatere fizikalne lastnosti jajc. Trdnost lupine je bila pri črni prelux nesnici (35,7 N) in štajerski kokoši (33,5 N) večja v poskusni skupini, medtem ko je bila pri rjavi nesnici (36,6 N) večja v kontrolni skupini. Masa lupine na enoto površine se je razlikovala le pri črni prelux nesnici, ki je bila v kontrolni skupini (78,8 g/cm²) večja kot v poskusni skupini (78,4 g/cm²). Delež lupine je pri črni prelux nesnici (8,97 %) in štajerski kokoši (9,20 %) večji v poskusni skupini. Štajerska kokoš ima boljšo kakovost beljaka v poskusni skupini (76,3 HE) kot v kontrolni skupini (72,8 HE). Med genotipi so z izjemo barve rumenjaka obstajale razlike v fizikalnih lastnostih jajc, kot so indeks oblike jajca, masa jajca, barva lupine, trdnost lupine, masa lupine, masa lupine na enoto površine, delež lupine, debelina lupine, prisotnost peg, višina gostega beljaka in haughove enote. Jajca štajerskih kokoši se značilno razlikujejo od jajc prelux nesnic v vseh merjenih fizikalnih lastnostih jajc, razen v deležu lupine od mase jajca in barvi rumenjaka. V primerjavi z jajci prelux nesnic so jajca štajerskih kokoši najlažja,

imajo najmanjši indeks oblike, najsvetlejšo lupino, ki je tudi najtanjša in najmanj trdna, jajca imajo najnižji gosti beljak in s tem tudi najmanjšo vrednost haughovih enot. Odlikujejo se po najmanjšem obsegu krvnih in mesnih peg.

Kazalniki skozi osemletno obdobje pri prelux nesnicah kažejo na trend izboljševanja nesnosti. Kokoši dosegajo vrh nesnosti prej kot pred osmimi leti. Število jajc na kokoš se je povečalo in s tem se je izboljšala nesnost na dejansko in vseljeno število kokoši. Kokoši so težje, nesejo težja jajca, prirejena jajčna masa, masa lupine, debelina lupine in masa lupine na enoto površine se povečuje, medtem ko se je indeks oblike zmanjšal, kakovost beljaka pa poslabšala.

Pri štajerski kokoši kazalniki skozi dveletno obdobje kažejo, da se je nesnost kokoši izboljšala razen nesnost na vseljeno kokoš je bila manjša, saj je bil v jati večji pogin. Izboljšala se je nesnost na dejansko število kokoši iz 40,89 % na 47,86 % in nesnost v 72. tednu starost (iz 26,28 % na 37,05 %), slabša pa je nesnost na vseljeno število kokoši (iz 37,5 % na 34,8 %). Kokoši so bile v letu 2009/10 manj vitalne (72,7 %) kot v letu 2007/08 (82,35 %). Tudi masa jajc in prirejena jajčna masa sta se v tem obdobju povečali. Masa lupine, debelina lupine in masa lupine na enoto površine se povečuje, medtem ko se je indeks oblike jajca zmanjšal, kakovost beljaka pa poslabšala.

7 VIRI

- Ali T. E., Schaeffer L.R. 1987. Counting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 67: 637-644
- Appleby M. C., Walker A. W., Nicol C. J., Lindberg A. C., Freire R., Hughes B. O., Elson H. A. 2002. Development of furnished cages for laying hens. *British Poultry Science*, 43: 489-500
- Direktiva Sveta 1999/74/ES z dne 19. julija 1999 o minimalnih standardih za zaščito kokoši nesnic. UL L 203, 3.8.1999, str. 53
- Drev B. 2004. Ekološka prireja jajc. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 33-37, 46
- Guesdon V., Faure J.M. 2004. Laying performance and egg quality in hens kept in standard or furnished cages. *INRA, EDP Sciences, Animal Research*, 53: 45-57
- Holcman A. 1990. Genetski parametri za nekatere lastnosti jajc. Doktorska disertacija. Domžale, Biotehniška fakulteta, VTOZD za živinorejo: 34-35
- Holcman A., Salobir J., Zorman - Rojs O., Kavčič S. 2004. Reja kokoši v manjših jatah. Ljubljana, Kmečki glas: 226 str.
- Holcman A. 2004. Talna reja kokoši nesnic. *Kmečki glas*, 61, 52: 7
- Holcman A., Ločniškar F. 1998. Prelux slovenska selekcija kokoši. *Sodobno kmetijstvo*, 31, 5: 244
- Holcman A., Gorjanc G., Štuhec I. 2008. Porous concrete block as an environmental enrichment device increases activity of laying hens in cages. *Poultry science*, 87: 1714-1719
- Holcman A., Terčič D., Vadnjal R. 2005. Rejski program za kokoši lahkega in težkega tipa: dopolnjen program v skladu z mnenjem komisije za pregled rejskih programov in sveta za živinorejo z dne 25.11.2005 (št. 321-06-258/2005-5). Rodica, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 52 str.
- Holcman A., Salobir J., Zorman Rojs O., Kavčič S. 2014. Reja kokoši in piščancev. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 151 str.
- Holcman A. 2014. Zanimanje za rejo manjših jat perutnine se povečuje. *Kmečki glas*, 71, 16: 8
- Lay Jr. D.C., Fulton R.M., Hester P.Y., Karcher D.M., Kjaer J.B., Mench J.A., Mullens B.A., Newberry R.C., Nicol, Sullivan N.P., Porter R.E. 2011. Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science*, 90: 278-294

- Ločniškar F. 1983. Reja perutnine. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 35-36, 41-43, 88-91
- Pohle K., Cheng H.-W. 2009. Comparative effects of furnished and battery cages on egg production and physiological parameters in White Leghorn hens. *Poultry Science*, 88: 2042-2051
- Pokorn U. 2006. Vpliv obogatitve individualnih žičnih kletk na obnašanje kokoši nesnic. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: str 54-55
- Pravilnik o zaščiti rejnih živali. Ur. l. RS št. 51-2767/2010
- R Development Core Team 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
<http://www.R-project.org> (23. sept. 2013)
- Ristić M. 2010. Primerjava proizvodnih rezultatov slovenskih tradicionalnih pasem kokoši lahkega tipa in njihovih križank. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 20-21, 30-31
- Roberts J.R. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *Journal of Poultry Science*, 41: 161-177
- Singh R., Cheng K.M., Silversides F.G. 2009. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry Science*, 88: 256-264
- Slokan P. 2003. Vpliv reje in starosti kokoši na fizikalne in senzorične lastnosti jedilnih jajc. Diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za zootehniko: 46
- Tactacan G. B., Guenter W., Lewis N.J., Rodriguez-Lecompte J. C., House J. D. 2009. Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. *Poultry Science*, 88: 698-707
- Tauson R. 2005. Management and housing system for layers – effects on welfare and production. *World's Poultry Science Journal*, 61: 477-488
- Tauson R., Wahlstrom A., Abrahamsson P. 1999. Effect of two floor housing system and cages on health, production, and fear response in layers. *Applied Poultry Science*, 8: 152-159
- Uredba komisije (ES) št. 889/2008 o določitvi podrobnih pravil za izvajanje Uredbe Sveta (ES) št. 834/2007 o ekološki pridelavi in označevanju ekoloških proizvodov glede ekološke pridelave, označevanja in nadzora. Uradni list Evropske unije, UL L št. 250 z dne 18.9.2008

Uredba komisije (ES) št. 589/2008 o podrobnih pravilih za izvajanje Uredbe Sveta (ES) št. 1234/2007 glede tržnih standardov za jajca. Uradni list Evropske unije, UL L št. 163 z dne 24.6.2008

Vidovič P. 2005. Prireja in kakovost jajc kokoši nesnic provenience prelux in isa. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 50 str.

Vits A., Weitzenburger D., Hamann H., Distl O. 2005. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. Poultry Science, 84: 1511-1519

Wall H., Tauson R., Elwinger K. 2002. Effect of design, passages, and hybrid on use of nest and production of layers in furnished cages. Poultry Science, 81: 333-339

Zorko N. 1995. Proizvodnja jajc in mesa. Maribor, samozaložba: 69-70, 131-133

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici prof. dr. Antoniji Holcman za vso strokovno pomoč, koristne nasvete, naklonjen čas in pregled diplomskega dela.

Za pomoč pri statistični obdelavi podatkov se zahvaljujem doc. dr. Gregorju Gorjancu.

Zahvaljujem se doc. dr. Dušanu Terčiču za praktično izvedbo poskusa in za pregled diplomskega dela.

Za pregled diplomskega dela se zahvaljujem tudi prof. dr. Ivanu Štuhcu in prof. dr. Janezu Salobirju.

Zahvaljujem se tudi fantu in moji družini, ki so mi ves čas študija stali ob strani in me podpirali, in vsem sodelavcem za spodbudne besede.

PRILOGE

Priloga A:

Opisna statistika nesnosti na vseljeno število kokoši (%) po genotipih in skupinah

	Px – G		Px – R		Px – Č		ŠK	
	K	P	K	P	K	P	K	P
N (število kokoši)	66	69	70	67	66	66	44	37
Povprečje	81,8	79,8	84,4	81,9	81,3	79,6	34,8	38,1
Standardni odklon	16,0	16,7	13,8	14,4	16,7	15,6	15,4	16,1
Minimum	3,5	4,4	14,9	10,0	3,0	4,1	0	0
Maksimum	95,7	95,5	96,1	94,7	94,8	91,8	68,5	68,3

Px – G – prelux grahasta nesnica, Px – R – prelux rjava nesnica, Px – Č – prelux črna nesnica, ŠK – štajerska kokoš, K – kontrolna skupina, P – poskusna skupina s siporeksom

Priloga B:

Opisna statistika fizikalnih lastnosti jajc po genotipih in skupinah

	Px - G						Px - R						Px - Č						ŠK					
	N	Pov.	SD	min	max		N	Pov.	SD	min	max		N	Pov.	SD	min	max		N	Pov.	SD	min	max	
IO	K 130	75,2	3,4	66,7	86,0	130	130	74,7	3,5	66,7	88,5		128	74,1	3,3	63,8	83		121	71,7	3,9	58,7	79,2	
	P 126	74,8	3,2	67,5	84,5	129	129	74,8	3,0	66,9	81,5		130	74,8	3,3	63,8	85		118	73,3	6,1	66,0	129,6	
Masa jajca (g)	K 130	63,9	6,5	46,8	82,5	130	130	67,2	5,8	52,3	79,4		128	66,2	6,1	52,4	86,3		121	50,2	5,9	36,0	66,7	
	P 126	64,1	6,6	46,4	76,6	129	129	67,8	6,1	52,7	85,4		130	66,2	5,4	51,7	83,1		118	50,3	5,6	37,1	61,5	
Barva lupine (%)	K 130	35,0	6,0	20	51	130	130	35,7	6,5	21	51		128	38,7	6,6	24	73		121	71,6	4,4	62	84	
	P 126	35,6	6,1	25	52	129	129	34,8	6,4	24	60		130	39,2	6,0	25	54		118	71,4	4,3	61	80	
Trdnost lupine (N)	K 130	34,8	6,4	13,8	49,0	130	130	35,8	8,5	7,8	52,2		128	34,2	6,7	9,7	46,5		121	32,2	6,0	9,2	46,1	
	P 126	34,9	5,5	20,2	49,0	129	129	35,2	7,4	6,2	49,2		130	34,9	6,7	16,0	52,5		118	32,7	6,6	8,9	49,7	
Masa lupine (g)	K 130	5,6	0,6	3,9	6,9	130	130	6,2	0,7	4,4	8,2		128	5,9	0,6	4,2	7,4		121	4,5	0,6	3,2	5,9	
	P 126	5,6	0,6	3,6	7,3	129	129	6,2	0,6	4,3	7,3		130	5,9	0,5	4,2	7,0		118	4,6	0,5	3,7	5,9	
Debelina lupine (mm)	K 130	0,36	0,02	0,26	0,41	130	130	0,38	0,03	0,28	0,46		128	0,37	0,02	0,28	0,44		121	0,34	0,03	0,24	0,40	
	P 126	0,37	0,03	0,29	0,44	129	129	0,39	0,03	0,29	0,46		130	0,37	0,03	0,31	0,44		118	0,34	0,02	0,30	0,41	
DL (%)	K 130	8,8	0,7	5,8	10,8	130	130	9,2	0,9	6,5	11,4		128	8,9	0,7	6,4	10,8		121	9,0	0,8	6,7	10,8	
	P 126	8,8	0,7	6,7	10,3	129	129	9,2	0,8	6,4	11,6		130	8,9	0,7	6,8	10,3		118	9,1	0,7	7,6	11,2	
ML/EP (mg/???) [*]	K 130	75,0	5,3	50,4	87,4	130	130	80,2	7,2	57,1	96,5		128	77,3	5,6	55,4	93,3		121	70,9	5,9	53,7	84,6	
	P 126	75,2	5,2	59,7	87,9	129	129	80,5	6,7	55,9	98,7		130	76,9	5,5	61,6	89,3		118	72,0	4,9	60,8	86,0	
ML/EP (mg/???) ^{**}	K 130	74,9	5,3	50,2	87,7	130	130	80,0	7,1	56,9	96,2		128	77,1	5,5	55,3	93,0		121	71,5	6,0	54,1	85,0	
	P 126	75,1	5,2	59,6	87,7	129	129	80,2	6,7	55,7	98,6		130	76,7	5,5	61,2	89,0		118	72,5	5,0	61,1	86,9	
VGB (mm)	K 130	7,3	1,6	2,8	11,1	130	130	7,6	1,4	4,5	11,5		128	7,5	1,6	3,1	12		121	5,4	1,0	2,9	8,4	
	P 126	7,2	1,3	4,0	10,5	129	129	7,6	1,5	3,7	11,7		130	7,5	1,4	2,9	11,7		118	5,8	1,1	3,4	9,0	
HE	K 130	82,7	11,8	43	104	130	130	84,3	9,6	54	106		128	83,7	11,1	42	109		121	74,7	9,2	47	96	
	P 126	82,7	8,8	55	103	129	129	83,8	9,9	53	105		130	83,6	9,7	38	106		118	78,0	8,7	56	96	
Barva numerijaka	K 130	12,2	0,9	9	14	130	130	12,2	1,0	9	13		128	12,2	1,0	9	14		121	12,3	1,2	9	15	
	P 126	12,3	0,9	9	14	129	129	12,2	1,0	9	14		130	12,2	1,0	10	14		118	12,3	1,2	8	14	

Px - G - grahasta prelux nesnica, Px - R - rjava prelux nesnica, Px - Č - črna prelux nesnica, ŠK - štajerska kokoš, N - skupno število opazovanj po genotipih, Pov. - povprečje, SD - standardni odklon, min - minimalna vrednost, max - maksimalna vrednost, IO - indeks oblike, DL - delež lupine od mase jajca, ML/EP - masa lupine na enoto površine, * - izračunano po formuli Mueller in Scott, ** - izračunano po formuli Nordstram in Outsterhout, VGB - višina gostega beljaka, HE - haughove enote

Priloga C:

Širina jajca (LSM ± SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Širina jajca (cm) (LSM ± SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	4,4 ± 0,009(4,42-4,46) ^a	4,4 ± 0,012(4,42-4,47) ^b	4,4 ± 0,012(4,42-4,47) ^b
Px - Č	4,5 ± 0,009(4,46-4,50) ^d	4,5 ± 0,012(4,44-4,49) ^{bc}	4,5 ± 0,012(4,44-4,49) ^{bc}
Px - R	4,5 ± 0,009(4,49-4,53) ^b	4,5 ± 0,012(4,48-4,53) ^{ac}	4,5 ± 0,012(4,50-4,54) ^a
ŠK	4,1 ± 0,009(4,03-4,06) ^c	4,0 ± 0,013(4,01-4,06) ^d	4,1 ± 0,013(4,03-4,08) ^d
Σ		4,4 ± 0,007(4,35-4,38) ^a	4,4 ± 0,007(4,36-4,39) ^a

Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c, d - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c, d – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

Priloga D:

Višina jajca (LSM ± SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini

Genotip	Višina jajca (cm) (LSM ± SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	5,9 ± 0,02(5,89-5,96) ^a	5,9 ± 0,02(5,87-5,96) ^c	5,9 ± 0,02(5,90-5,98) ^{ac}
Px - Č	6,0 ± 0,02(5,98-6,04) ^b	6,0 ± 0,02(5,98-6,06) ^{ab}	6,0 ± 0,02(5,96-6,05) ^{ab}
Px - R	6,0 ± 0,02(6,00-6,06) ^b	6,0 ± 0,02(5,98-6,07) ^{ab}	6,0 ± 0,02(5,99-6,08) ^b
ŠK	5,6 ± 0,02(5,56-5,63) ^c	5,6 ± 0,02(5,59-5,67) ^d	5,6 ± 0,02(5,52-5,61) ^d
Σ		5,9 ± 0,01(5,87-5,92) ^a	5,9 ± 0,01(5,86-5,91) ^a

Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c, d - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

Priloga E:

Površina jajca (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini po dveh metodah (MS in NO)

Gen.	Površina jajca (cm ²) (LSM $\pm$ SE)					
	Σ		Skupina			
			Kontrolna (brez siporeksa)		Poskusna (s siporeksom)	
	MS	NO	MS	NO	MS	NO
Px - G	76,0 $\pm 0,3(75,5-76,5)^a$	76,2 $\pm 0,3(75,7-76,7)^a$	75,9 $\pm 0,4(75,2-76,6)^b$	76,1 $\pm 0,4(75,4-76,8)^b$	76,1 $\pm 0,4(75,4-76,8)^b$	76,3 $\pm 0,4(75,6-77,0)^b$
Px - Č	77,7 $\pm 0,3(77,2-78,2)^d$	78,0 $\pm 0,3(77,4-78,5)^d$	77,7 $\pm 0,4(77,0-78,4)^a$	78,0 $\pm 0,4(77,3-78,7)^a$	77,7 $\pm 0,4(77,0-78,4)^a$	78,0 $\pm 0,4(77,3-78,7)^a$
Px - R	78,7 $\pm 0,3(78,2-79,2)^b$	79,1 $\pm 0,3(78,5-79,6)^b$	78,5 $\pm 0,4(77,8-79,2)^a$	78,8 $\pm 0,4(78,1-79,6)^a$	78,9 $\pm 0,4(78,3-79,6)^a$	79,3 $\pm 0,4(78,6-80,0)^a$
ŠK	64,8 $\pm 0,3(64,3-65,3)^c$	64,4 $\pm 0,3(63,8-64,9)^c$	64,8 $\pm 0,4(64,1-65,5)^c$	64,4 $\pm 0,4(63,7-65,)^c$	64,7 $\pm 0,4(64,0-65,4)^c$	64,3 $\pm 0,4(63,6-65,1)^c$
Σ			74,2 $\pm 0,2(73,8-74,6)^a$	74,3 $\pm 0,2(73,9-74,8)^a$	74,4 $\pm 0,2(74,0-74,8)^a$	74,5 $\pm 0,2(74,1-74,9)^a$

Gen. – genotip, Px - G – grahasta prelux nesnica, Px - Č – črna prelux nesnica, Px - R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSE – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c, d – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja, MS – Mueller in Scott, NO – Nordstram in Outsterhout

Priloga F:

Masa lupine na enoto površine (LSM $\pm$ SE) za različne genotipe v kontrolni in poskusni skupini po metodi Nordstram in Outsterhout

Genotip	Masa lupine na enoto površine (g/cm ²) (LSM $\pm$ SE)		
	Σ	Skupina	
		Kontrolna (brez siporeksa)	Poskusna (s siporeksom)
Px - G	76,2 $\pm$ 0,4(75,4-77,0) ^a	76,2 $\pm$ 0,5(75,2-77,3) ^a	76,2 $\pm$ 0,6(75,1-77,3) ^a
Px - Č	78,3 $\pm$ 0,4(77,5-79,1) ^d	78,5 $\pm$ 0,5(77,4-79,5) ^b	78,1 $\pm$ 0,5(77,0-79,1) ^{ab}
Px - R	81,4 $\pm$ 0,4(80,6-82,2) ^b	81,3 $\pm$ 0,5(80,2-82,4) ^c	81,5 $\pm$ 0,5(80,4-82,5) ^c
ŠK	73,3 $\pm$ 0,4(72,5-74,1) ^c	72,8 $\pm$ 0,6(71,7-73,9) ^d	73,8 $\pm$ 0,6(72,7-74,9) ^d
Σ		77,2 $\pm$ 0,3(76,6-77,8) ^a	77,4 $\pm$ 0,3(76,7-78,0) ^a

Px-G – grahasta prelux nesnica, Px-Č – črna prelux nesnica, Px-R – rjava prelux nesnica, ŠK – štajerska kokoš, LSM – ocenjena srednja vrednost lastnosti, SE – standardna napaka ocene, a, b, c, d - vrednosti, ki so različno označene znotraj vrstice oz. stolpca v poskusni in kontrolni skupini, se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), a, b, c, d – vrednosti, ki so različno označene znotraj stolpca Σ , se statistično razlikujejo ($p < 0,05$), () – interval zaupanja

