

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Tea SMERDU

**VPLIV TRAJANJA SKLADIŠČENJA IN MASE
VALILNIH JAJC NA VALILNOST PIŠČANCEV**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Tea SMERDU

**VPLIV TRAJANJA SKLADIŠČENJA IN MASE VALILNIH JAJC NA
VALILNOST PIŠČANCEV**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**EFFECT OF STORAGE PERIOD AND EGG WEIGHT ON
HATCHABILITY IN CHICKENS**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2015

Z magistrskim delom končujem magistrski študijski program 2. stopnje Znanosti o živalih. Delo je bilo opravljeno na Katedri za znanosti o rejah živali Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za zootehniko je za mentorja magistrskega dela imenovala doc. dr. Dušana Terčiča.

Recenzentka: prof. dr. Antonija Holcman

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Silvester ŽGUR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Dušan TERČIČ

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Članica: prof. dr. Antonija HOLCMAN

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lastnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačano, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu prek Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Tea Smerdu

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Du2
- DK UDK 636.5:637.4 (043.2)
- KG perutninarstvo/kokoši/valilna jajca/skladiščenje
- AV SMERDU, Tea, dipl. inž. kmet. zoot. (UN)
- SA TERČIČ, Dušan (mentor)
- KZ SI-1230 Domžale, Groblje 3
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
- LI 2015
- IN VPLIV TRAJANJA SKLADIŠČENJA IN MASE VALILNIH JAJC NA VALILNOST PIŠČANCEV
- TD Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
- OP IX, 44 str., 15 pregl., 7 sl., 43 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Osnovni namen raziskave je bil ugotoviti, kako različno dolgo trajanje skladiščenja različno težkih valilnih jajc vpliva na valilnost piščancev slovenske provenience kokoši lahkega tipa prelux-G. V talni reji uhlevljene živali so bile na začetku poskusa stare 31 tednov, na koncu poskusa pa 35 tednov. Valilna jajca smo zbirali dnevno in jih do vlaganja v valilnik hranili v prostoru na farmi pri temperaturi 15°C. V predvalilnike smo jih vlagali ločeno po starosti (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 in 14 dni) in težnostnih razredih (XL, L, M in S). Ob izvalitvi smo ločeno po posameznih starostih in težnostnih razredih pobrali, prešteli in stehali izvaljene piščance. Neizvaljena jajca smo ob izvalitvi presvetlili in ugotavljali število neoplojenih jajc in zamrtih zarodkov. Najboljša valilnost (88,97 %) je bila dosežna pri vlaganju 6 dni starih jajc. V primerjavi s to valilnostjo je bila ugotovljena značilno slabša ($p < 0,01$) valilnost svežih jajc (74,63 %) ter valilnost 12 dni (74,99 %) in 14 dni (62,87 %) starih jajc. V primerjavi z valilnostjo jajc težnostnega razreda M (82,44 %) so se jajca težnostnega razreda S (78,97 %) valila neznačilno ($p > 0,05$), jajca težnostnega razreda L (76,72 %) pa značilno ($p < 0,01$) slabše. Največji odstotek neoplojenih jajc je bil ugotovljen pri jajcih težnostnega razreda S (12,97 %), največji odstotek zamrtih zarodkov pa pri vlaganju 14 dni starih jajc (26,90 %) in jajc težnostnega razreda L (19,72 %). S starostjo kokoši se je značilno ($p < 0,001$) povečala masa piščancev.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- ND Du2
- DC UDC 636.5:637.4 (043.2)
- CX poultry/breeding/hatching eggs/storage/hatchability
- AU SMERDU, Tea
- AA TERČIČ, Dušan (supervisor)
- PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
- PY 2015
- TY EFFECT OF STORAGE PERIOD AND EGG WEIGHT ON HATCHABILITY IN CHICKENS
- DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)
- NO IX, 44 p., 15 tab., 7 fig., 43 ref.
- LA sl
- Al sl/en
- AB The main purpose of study was to determine the influence of storage period and egg weight on hatchability of Slovenian provenance Prelux-G eggs. The layer breeders were reared in partially slatted floor pens. At the beginning of the experiment they were 31 weeks old and at the end 35 weeks. Hatching eggs were collected daily and kept in one storage compartment at 15°C. Eggs were classed by storage period (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 and 14 days) and egg weight size categories (XL-extra large, L-large, M-medium and S-small). After 21 days of incubation chicks that had fully emerged from their shells were removed separately by the storage period and egg size category, weighed and their number was recorded. Unhatched eggs were candled and classified as dead in shells or as infertile. The highest hatchability (88.97%) was obtained at 6 days storage time. In comparison with this result, the hatchability of fresh eggs (74.63%), 12 days storage time (74.99%) and 14 days storage time (62.87%) was significantly lower ($p < 0.01$) Hatchability was insignificantly ($p > 0.05$) lower in small sized eggs (78.97 %) and significantly ($p < 0.05$) lower in large sized eggs (76.72 %) than in medium sized eggs (82.44 %). The largest percentage of unfertilized eggs was observed in small sized eggs (12.97%). The highest percentage of dead embryos was recorded at 14 days storage time (26.90%) and in large sized eggs (19.72%). The average body weight of the chicks produced from the eggs of older hens was significantly higher ($p < 0.001$) than those from younger hens.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
SEZNAM GESEL	IX
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 VPLIV TRAJANJA SKLADIŠČENJA IN MASE JAJC NA VALILNOST	3
2.1.1 Vpliv trajanja skladiščenja in mase valilnih jajc na valilnost in maso pitovnih piščancev	3
2.1.2 Vpliv mase jajca na valilnost in maso piščancev pri kokoših dveh pasem in eni križanki	4
2.1.3 Vpliv trajanja skladiščenja in mase jajc na valilnost prepeličjih jajc	4
2.1.4 Vpliv trajanja skladiščenja na valilnost fazanjih jajc	5
2.1.5 Vpliv trajanja skladiščenja na valilnost pegatkinih jajc	6
2.1.6 Vpliv trajanja skladiščenja in mase jajc na valilnost račjih jajc	6
2.1.7 Vpliv trajanja skladiščenja in mase jajc na valilnost nojevih jajc	7
2.2 PARAMETRI USPEŠNOSTI VALJENJA	8
2.2.1 Oplojenost jajc	8
2.2.2 Valilnost	12
2.3 KAKOVOST VALILNIH JAJC IN POSTOPKI Z NJIMI OD ZNESENJA DO VLAGANJA V VALILNIKE	12
2.3.1 Kakovost valilnega jajca	12
2.3.2 Zbiranje, čiščenje in plinjenje valilnih jajc	14
2.3.3 Prevoz in skladiščenje valilnih jajc	15
2.3.4 Pogoji v valilniku	17
3 MATERIAL IN METODA	20
3.1 ZASNOVA IN IZVEDBA POSKUSA	20
3.2 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	22
4 REZULTATI Z RAZPRAVO	23
5 SKLEPI	39

6	POVZETEK	40
7	VIRI	41
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Priporočena temperatura in relativna vlažnost v skladišču valilnih jajc	16
Preglednica 2: Osnovni statistični podatki o rezultatih valjenj glede na starost vloženi jajc	23
Preglednica 3: Osnovni statistični podatki o rezultatih valjenj glede na težnostni razred vloženi jajc	24
Preglednica 4: Statistična (ne)značilnost vplivov, vključenih v model 1	25
Preglednica 5: Vpliv starosti valilnega jajca na odstotek izvaljenih piščancev	26
Preglednica 6: Vpliv mase (težnostnega razreda) valilnega jajca na odstotek izvaljenih piščancev	28
Preglednica 7: Vpliv starosti valilnega jajca na maso izvaljenih piščancev	29
Preglednica 8: Vpliv mase (težnostnega razreda) valilnega jajca na maso izvaljenih piščancev	29
Preglednica 9: Vpliv starosti valilnega jajca na odstotek zamrtih zarodkov	30
Preglednica 10: Vpliv mase (težnostnega razreda) valilnega jajca na odstotek zamrtih zarodkov	31
Preglednica 11: Vpliv starosti valilnega jajca na odstotek neoplojenih jajc	32
Preglednica 12: Vpliv mase (težnostnega razreda) valilnega jajca na odstotek neoplojenih jajc	33
Preglednica 13: Vpliv zaporednega valjenja na maso izvaljenih piščancev	33
Preglednica 14: Prikaz valilnosti piščancev po posameznih obratovanjih – statistično značilne razlike v valilnosti med posameznimi starostmi valilnih jajc	35
Preglednica 15: Prikaz valilnosti piščancev po posameznih obratovanjih – statistično značilne razlike v valilnosti med posameznimi težnostnimi razredi jajc	35

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Ugotavljanje oplojenosti na sveže znesenih jajc	10
Slika 2: Oplojeno jajce	11
Slika 3: Neoplojeno jajce	11
Slika 4: Zamrt zarodek v prvih dneh valjenja	11
Slika 5: Vpliv trajanja skladiščenja na valilnost in trajanje inkubacije	17
Slika 6: Povezava med starostjo valilnih jajc in odstotkom izvaljenih piščancev	37
Slika 7: Povezava med starostjo valilnih jajc in odstotkom zamrtih zarodkov	37

SEZNAM GESEL

Naključvano jajce: valilno jajce, katerega lupino je piščanec prekljuval, ni pa se še izvalil.

Neoplojeno jajce: jajce, v katerem ob presvetljevanju ne opazimo nobenih znakov začetka embrionalnega razvoja.

Ovoskop: naprava z močnim virom svetlobe, ki služi za pregled (presvetlitev) vsebine valilnega ali jedilnega jajca.

Valilnik: naprava za valjenje, v katero lahko gre različno število jajc in ki je bolj ali manj avtomatizirana glede vzdrževanja ustrezne temperature, vlage, zračenja in obračanja jajc.

Valilnost: parameter, s katerim izražamo delež izvaljenih piščancev bodisi glede na število vloženi jajc v valilnik bodisi glede na število oplojenih jajc.

Zamrti zarodek: v različnih razvojnih stadijih iz različnih razlogov prekinjen razvoj ptičjega organizma in njegovo odmrtnje v času valjenja.

1 UVOD

Valilnost (število izvaljenih piščancev glede na število vloženih/oplojenih jajc) in kakovost izvaljenih piščancev sta kazalnika uspešnosti valjenja. Na rezultate valjenja vpliva predvsem rejec, ki mora zagotoviti kakovostna valilna jajca. Poleg kakovostnih valilnih jajc uspešnost valjenja opredeljujejo še drugi dejavniki kot na primer trajanje in pogoji med skladiščenjem jajc, pogoji v času valjenja, postopki z jajci itn. (Schmidt in sod., 2009).

Na kakovost valilnih jajc vpliva genotip živali, zdravstveno stanje, starost, ravnanje z živalmi in klimatske razmere v hlevu ter prostoru, kjer se valilna jajca skladiščijo. Na izhlapevanje vode in izmenjavo plinov z okolico vplivajo velikost in oblika jajca, poroznost jajčne lupine ter temperatura in vlaga v času inkubacije, zlasti v zadnjem tednu inkubacije (Schmidt in sod., 2009).

Masa jajc narašča s starostjo kokoši. Jajca različnih težnostnih razredov imajo različne fizikalne in kemijske lastnosti, ki vplivajo na valilnost in kakovost piščancev. Masa piščanca ob izvalitvi je močno povezana z maso jajca. Preden se piščanec izvali, skozi popek vsrka preostanek rumenjaka v trebušno votlino. Večja rumenjakova vrečka piščancem omogoča, da preživijo dlje časa brez krme (Skeweia in sod., 1988 cit. po Schmidt in sod., 2009).

Korelacija med maso jajca in maso zarodka se spreminja z razvojno stopnjo zarodka. V prvi polovici valjenja ni značilna, vrh doseže ob izvalitvi. Masa dan starega piščanca je v največji meri odvisna od mase (62–78 %) jajca, v manjši meri pa tudi od izgube mase v času valjenja, mase jajčne lupine, genotipa živali, trajanja in pogojev med valjenjem, spola piščanca in starosti matične jate (Shanaway, 1987 cit. po Schmidt in sod., 2009, Yannakopoulos in Tserveni-Gousi, 1987 cit. po Schmidt in sod., 2009, Wilson in Harms, 1988 cit. po Schmidt in sod., 2009).

Skladiščenje valilnih jajc je v komercialnih valilnicah zelo pogosto. S skladiščenjem se izognemo mešanju jajc iz različnih jat oziroma različno starih jat ter jat z nepoznanim zdravstvenim statusom. V primeru slabše nesnosti in velikih naročil piščancev s skladiščenjem zberemo dovolj jajc, da zadostimo potrebam naročnikov piščancev. Veliko dejavnikov v času skladiščenja valilnih jajc vpliva na valilnost in kakovost izvaljenih piščancev. Kratka doba skladiščenja (od 2 do 4 dni) ne zahteva posebnih postopkov z jajci.

Ob skladiščenju, ki je daljše od 14 dni, pa je treba valilna jajca obračati, preprečiti izhlapevanje vode in odstraniti kisik iz njihove okolice (s pomočjo dušika) (Gustin, 1994 cit. po Schmidt in sod., 2009).

Valilnost piščancev je za valilničarje parameter izjemnega ekonomskega pomena, zaradi česar ji je treba že v rejskih programih zagotoviti določeno pozornost. Za valilnost je značilna majhna heritabiliteta (dednostni delež). Ocene heritabilitete, za valilnost izraženo glede na oplojena jajca, se gibljejo v razponu od 0,02 do 0,24 (Förster, 1993 cit. po Cavero in sod., 2011, Beaumont in sod., 1997 cit. po Cavero in sod., 2011, Szwaczkowski in sod., 2000 cit. po Cavero in sod., 2011, Sapp in sod., 2004 cit. po Cavero in sod., 2011, Bennewitz in sod., 2007 cit. po Cavero in sod., 2011, Rozempolska-Rucinska in sod., 2009 cit. po Cavero in sod., 2011, Sharifi in sod., 2010 cit. po Cavero in sod., 2011, Wolc in sod., 2010 cit. po Cavero in sod., 2011), kar posledično pomeni, da s selekcijo sicer lahko dosežemo nekatere izboljšave v tej lastnosti, največ pa si vendarle lahko obetamo od optimizacije postopkov na farmi in v valilnici. Iz številnih objavljenih raziskav jasno izhaja, da optimalna starost valilnih jajc ob vlaganju v valilnike ter optimalna masa jajc nista fiksna parametra, temveč se spreminjata tudi v odvisnosti od genotipa živali in starosti jate.

Z našo raziskavo smo želeli ugotoviti, kako trajanje skladiščenja in masa valilnih jajc vplivata na rezultate valjenja pri pridobivanju komercialne nesnice slovenskega porekla prelux-G.

2 PREGLED OBJAV

2.1 VPLIV TRAJANJA SKLADIŠČENJA IN MASE JAJC NA VALILNOST

2.1.1 Vpliv trajanja skladiščenja in mase valilnih jajc na valilnost in maso pitovnih piščancev

Schmidt in sod. (2009) so proučevali vpliv trajanja skladiščenja in mase jajc na razvoj zarodkov in valilnost pri pitovnih piščancih. V poskus so vključili 300 kokoši in 30 petelinov dveh eksperimentalnih linij težkega tipa. Živali so bile stare 36 oziroma 39 tednov. Rezultati raziskave so pokazali statistično značilen vpliv časa skladiščenja jajc na valilnost in pogin zarodkov. Valilnost se je pričela zmanjševati po četrtem dnevu skladiščenja. Do osmega dneva skladiščenja se je vsak dan zmanjšala za 1,38 %. Regresijska analiza je pokazala linearen vpliv časa skladiščenja na valilnost, pri čemer je vsak dodaten dan skladiščenja prispeval 1,17 % k padcu valilnosti oziroma 1,15 % k povečanju pogina zarodkov. Do podobnih ugotovitev sta prišla Decuypere in Micheles (1992), cit. po Schmidt in sod. (2009), ki navajata, da se z vsakim dodatnim dnem skladiščenja valilnost zmanjša za 1,0 %, čas valjenja pa podaljša za 1 uro. Iz 24 dni skladiščenih jajc se je izvalilo 21 % manj piščancev kot iz 4 dni skladiščenih jajc (Schmidt in sod., 2009). Masa piščanca ob izvalitvi se je za vsak gram povečane mase jajca povečala za 0,71 grama, kar je več, kakor navajajo starejše raziskave, in je verjetno posledica genetskega napredka v telesni masi sodobnih linij kokoši težkega tipa. Poročila o vplivih mase jajca in posledično mase piščanca na proizvodne lastnosti pitovnih piščancev se medsebojno razlikujejo, čeprav so bili ugotovljeni pozitivni učinki na telesno maso ob zakolu, pogin in izkoriščanje krme (Whiting in Pesti, 1983 cit. po Schmidt in sod., 2009, Proudfoot in sod. 1982, cit. po Schmidt in sod., 2009). V raziskavi Schmidta in sod. (2009) je masa pitovnih piščancev ob izvalitvi znašala 70,9 % začetne mase jajca. Masa piščanca običajno znaša 62–78 % začetne mase jajca (Wilson, 1991, cit. po Rashid in sod., 2013). Pri prepelici bobwhite znaša masa izvaljene prepeličke v povprečju 72 % začetne mase jajca (Newsted in sod., 2007, cit. po Rashid in sod., 2013), pri drugih vrstah perutnine pa so ti odstotki naslednji: 63,5 % pri purah, 57,8 % pri racah, 58,9 % pri goseh in 61,9 % pri fazanih (Shanawany, 1987, cit. po Rashid in sod., 2013).

2.1.2 Vpliv mase jajca na valilnost in maso piščancev pri kokoših dveh pasem in eni križanki

Rashid in sod. (2013) so proučevali vpliv mase jajca na valilnost in maso piščancev pri dveh pasmah kokoši (fayoumi in desi) ter pri križanki med pasmama rhode island red in fayoumi. Jajca so razdelili v tri težnostne razrede: S (< 41 g), M (41–45 g) in L (> 45 g). Iz jajc srednjega težnostnega razreda (M) so se piščanci značilno bolje valili kot iz jajc težnostnega razreda L. Pri vseh treh genotipih so se piščanci značilno bolje valili iz jajc težnostnega razreda L kot iz drobnih jajc (razred S). Pri jajcih težnostnega razreda S so ugotovili večji embrionalni pogin kot pri jajcih težnostnega razreda M ali L. Piščanci, ki so se izvalili iz težjih jajc, so bili ob izvalitvi značilno težji od piščancev, izvaljenih iz drobnih jajc. Statistična analiza je pokazala, da se masa izvaljenega piščanca povečuje s povečevanjem mase valilnega jajca. Na podlagi rezultatov raziskave Rashid in sod. (2013) priporočajo, da se za doseganje dobre valilnosti in majhnega pogina zarodkov vlagajo jajca srednjega težnostnega razreda, če pa je cilj čim večja masa piščanca ob izvalitvi, priporočajo vlaganje jajc težnostnega razreda L.

2.1.3 Vpliv trajanja skladiščenja in mase jajc na valilnost prepeličjih jajc

Petek in sod. (2003) so na faraonskih prepelicah proučevali vplive trajanja skladiščenja in mase jajc na valilnost in pozneje na rast prepelic. Skupaj so v valilnike vložili 2304 jajc, ki so bila skladiščena 1, 3, 5 in 7 dni pri 18°C in 75-odstotni relativni vlažnosti. Pred skladiščenjem so jajca razvrstili v štiri težnostne razrede, med samim skladiščenjem so jih dvakrat dnevno obrnili. Valilnost se je značilno povečala s povečevanjem mase jajc, medtem ko čas skladiščenja nanjo ni vplival. Prav tako čas skladiščenja ni vplival na maso prepelic in izkoriščanje krme pri 6 tednov starih živalih. Povprečna telesna masa prepelic, ki so se izvalile iz večjih oziroma težjih jajc (>11,5 g) je bila bistveno večja od tistih, ki so se izvalile iz manjših jajc. Petek in sod. (2003) priporočajo največ tridnevno skladiščenje jajc, za uspeh v pitanju pa vlaganje jajc, težjih od 11,5 g. Relativno slabo valilnost majhnih jajc je mogoče pojasniti s tem, da imajo majhna jajca premalo esencialnih hranilnih snovi za uspešen razvoj zarodka, kar poveča embrionalni pogin. Masa valilnega jajca je pozneje vplivala tudi na pogin prepelic, ki je bil večji pri tistih prepelicah, izvaljenih iz drobnih jajc. Skupna ugotovitev raziskave Peteka in sod. (2003) je, da trajanje skladiščenja jajc in njihova masa pri faraonski prepelici vplivata na valilnost in pozneje na uspeh v reji oziroma pitanju. Oba parametra (valilnost, prirast) se z daljšanjem obdobja skladiščenja jajc in vlaganjem drobnejših jajc poslabšata.

Romao in sod. (2008) so na nesnem in mesnem tipu japonskih prepelic ugotavljali vpliv trajanja skladiščenja valilnih jajc na valilnost in izgubo mase jajc v času valjenja. V poskus so vključili 32 živali mesnega in 32 živali nesnega tipa. Skupno so v petnajstih dneh zbrali 600 valilnih jajc, ki so jih shranjevali od 0 do 14 dni pri 20°C in 60-odstotni relativni vlažnosti. Pri obeh proizvodnih tipih japonskih prepelic se je s podaljševanjem skladiščenja jajc valilnost zmanjševala, pri čemer je bil padec valilnosti manjši pri prepelicah nesnega tipa. Pri jajcih, skladiščenih do 10 dni, je povprečna valilnost znašala 85 % (nesni tip) oziroma 83 % (mesni tip). Pri vlaganju 14 dni starih valilnih jajc v inkubatorje je valilnost pri nesnem tipu dosegla vrednost 83 %, pri mesnem pa 78 % (Romao in sod., 2008). Pri faraonskih prepelicah, ki jih tako kot japonske prepelice uvrščamo v rod *Coturnix*, so Petek in sod. (2005) zabeležili 85,8 %, 88,3 %, 83,8 % in 82,3 % valilnosti pri 1, 3, 5 in 7 dni skladiščenih jajcih pri temperaturi 18°C. Valilnost 14 dni skladiščenih valilnih jajc japonske prepelice je znašala 67,5 %, kar je manj, kot je znašala valilnost kokošjih jajc (70,5 %) (Fasenko in sod., 2001 cit. po Romao in sod., 2008), in več, kot je znašala valilnost purjih jajc (65,6 %), shranjenih za enako obdobje (Fasenko in sod., 2001 cit. po Romao in sod., 2008). Pri tem je treba upoštevati dejstvo, da so bila kokošja jajca shranjena pri temperaturi 11,5°C, purja pa pri temperaturi 17,4°C, kar je manj, kot je znašala temperatura, pri kateri so bila skladiščena prepeličja jajca (20,0 °C). Romao in sod. (2008) so ob izvalitvi prepeličke stehali in izračunali korelacijo med maso prepeličk in trajanjem skladiščenja jajc. Korelacije med navedenima parametroma niso ugotovili, kar je v skladu z ugotovitvami raziskave Peteka in sod. (2005), ne ujema pa se z rezultati Sachdeva in sod. (1988), cit. po Romao in sod. (2008), ki so večje telesne mase zabeležili pri prepelicah, izvaljenih iz jajc, ki so bila skladiščena krajši čas.

2.1.4 Vpliv trajanja skladiščenja na valilnost fazanjih jajc

Demirel in Kirikci (2009) sta na fazanih proučevala vpliv trajanja skladiščenja jajc na njihovo kakovost in valilnost. V poskus sta vključila 150 živali (120 samic in 30 samcev), starih od 43 do 45 tednov. Jajca so bila skladiščena pri temperaturi 14°C in 75-odstotni relativni vlažnosti zraka. Valilnost jajc, ki sta jih skladiščila 1–2 dni, je znašala 66,7 %, valilnost jajc, skladiščenih 7–8 dni, 63,3 % in valilnost jajc, skladiščenih 13–14 dni, 41,5 %. Značilen padec v valilnosti sta zaznala po 8. dnevu skladiščenja, saj je bila valilnost 9–10 dni skladiščenih jajc že 6,5 % manjša od valilnosti 7–8 dni skladiščenih jajc. Do podobnih rezultatov sta prišla Woodard in Morzenti (1975), cit. po Demirel in Kirikci (2009). Po mnenju Demirela in Kirikcija (2009) je padec valilnosti fazanjih jajc po 8. dnevu skladiščenja mogoče pripisati poslabšanju kakovosti beljaka in posledično padcu haughovih enot. Čas skladiščenja fazanjih

valilnih jajc se lahko podaljša na osem dni, daljši čas skladiščenja ima lahko negativne posledice na valilnost (Demirel in Kirikci, 2009).

2.1.5 Vpliv trajanja skladiščenja na valilnost pegatkinih jajc

Moreki in Ditshupo (2012) sta proučevala vpliv trajanja skladiščenja pegatkinih jajc na valilnost in izgubo mase jajc. Poskus sta izvedla na 125 valilnih jajcih pegatk, ki sta jih skladiščila 0, 4, 7, 10 in 14 dni pri temperaturi 20°C. Pegatkina jajca imajo v primerjavi s kokošnjimi jajci precej debelejšo in tudi trdnejšo lupino. Masa lupine pegatkinega jajca znaša 15 % mase celotnega jajca, pri kokoših je ta odstotek manjši (9 %). Čas skladiščenja je vplival na valilnost in maso pegatkinih jajc. Masa jajc se je s trajanjem skladiščenja zmanjševala (Moreki in Ditshupo, 2012). Štiri dni stara jajca so ob vlaganju v valilnike tehtala 45,65 g, štirinajst dni stara pa le še 41,69 g. Valilnost pegatkinih kebcikov iz jajc, ki so bila skladiščena 0, 4, 7, 10 in 14 dni, je znašala 88 %, 76 %, 40 %, 36 % in 4 %. Najbolje so se torej valila sveža jajca, ki sta jih v valilnike vložila takoj po znesenju (88 %). Za doseganje optimalne valilnosti pegatkinih jajc Moreki in Ditshupo (2012) priporočata največ štiridnevno skladiščenje, čeprav starejše študije kot optimalni čas skladiščenja navajajo obdobje do sedem dni. Več kot sedemdnevno skladiščenje podaljša trajanje valjenja in zmanjša valilnost. Dosedanji rezultati kažejo, da naj bi pegatkina jajca za doseganje dobre valilnosti skladiščili do 7 dni pri sobni temperaturi.

2.1.6 Vpliv trajanja skladiščenja in mase jajc na valilnost račjih jajc

Onbasilar in sod. (2007) so v poskusu uporabili 864 valilnih jajc pekinških rac, starih od 29 do 30 tednov. Proučevali so vpliv trajanja skladiščenja jajc na kakovost valilnih jajc, valilnost, kakovost izvaljenih račk ter njihovo rast v času pitanja. Jajca so skladiščili 0, 3, 7 in 11 dni pri temperaturi 17°C in 75-odstotni relativni vlagi. Valilnost je bila najmanjša pri jajcih, ki so bila skladiščena 11 dni (69,2 %), največja pa pri jajcih, skladiščenih 3 dni (85,1 %). Pri vlaganju 11 dni starih jajc v valilnike so ugotovili največji embrionalni pogin (20,8 %) in najmanjšo relativno rast do sedmega dneva starosti (369 %). Najmanjši embrionalni pogin (3,7 %) in največjo relativno rast račk v prvem tednu po izvalitvi (415 %) so zabeležili pri vlaganju jajc, starih tri dni. S trajanjem skladiščenja se je masa valilnega jajca manjšala, največ pri jajcih, ki so jih skladiščili 11 dni. Ker skladiščenje negativno vpliva na valilnost, maso jajc in kakovost račk, jajc ni priporočljivo skladiščiti več kot sedem dni (Onbasilar in sod., 2007).

Weis in sod. (2011) so na muškatnih racah proučevali vpliv mase jajca na valilnost in izgube mase med valjenjem. Skupno 150 valilnih jajc so razdelili v tri težnostne razrede: S (70,0–76,99 g), M (77,0–83,99 g) in L (84,0–90,99 g). Ugotovili so, da obstajajo velike razlike med valilnostjo srednje težkih (76,8 %) in težkih jajc (70,9 %). Valilnost lahkih jajc (76,0 %) je bila primerljiva z valilnostjo srednje težkih jajc. Prve račke so se izvalile iz lažjih jajc, jajca težnostnega razreda L so imela podaljšan čas inkubacije. Poskus je pokazal, da masa jajca vpliva na valilnost in trajanje valjenja pri muškatnih racah. Težja jajca se slabše valijo, prav tako se pri njih podaljša čas inkubacije (Weis in sod., 2011).

2.1.7 Vpliv trajanja skladiščenja in mase jajc na valilnost nojevih jajc

Nahm (2001) je izvajal poskus na 150 nojevih jajcih, ki jih je prejel z dveh komercialnih farm. Proučeval je vpliv trajanja skladiščenja in izgube mase med valjenjem na valilnost. Jajca je pred skladiščenjem skrtačil, da je z njih odstranil umazanijo. Skladiščil jih je pri temperaturi od 15,51 do 15,56°C za različno časovno obdobje (do 19 dni). Vlage v skladiščnem prostoru ni spremljal. Po skladiščenju je jajca za 12 ur hranil pri sobni temperaturi, jih nato opral, razkužil, osušil in vložil v valilnike. Od skupno 150 jajc jih je bilo 30 neoplojenih (20 %). Od 120 oplojenih jajc so v 25 jajcih zarodki zamrli, medtem ko se je 95 nojevih kebkov uspešno izvalilo. Rezultati so pokazali, da je na valilnost negativno vplivala več kot 20-odstotna izguba mase med valjenjem. Valilnost nojevih jajc je dokaj dobra (več kot 50 %), ko jajce med valjenjem izgubi 8–20 % začetne mase (Deeming 1994, 1995 in Blood in sod., 1998, cit. po Nahm, 2001). Če jajce med valjenjem izgubi premalo vode, se lahko zarodek v jajcu zaduši, če pa izgubi preveč vode, lahko zarodek dehidrira. V poskusu Nahma (2001) trajanje skladiščenja na valilnost ni imelo vpliva, čeprav so nekateri drugi poskusi (npr. Deeming 1996, cit po Nahm, 2001) pokazali, da se po 10 dneh skladiščenja valilnost progresivno manjša, po 17 dneh skladiščenja pa se ni izvalil noben noj. V poskusu Nahma (2001) sta bili 17 dni skladiščeni le dve jajci, 19 dni pa štiri jajca in vsa so imela 100-odstotno valilnost. Seveda pa zaradi majhnosti vzorca omenjenih rezultatov ni mogoče posploševati oziroma iz njih izpeljevati znanstvene ugotovitve.

Poskus, ki so ga na nojih izvajali Hassan in sod. (2005), je pokazal, da trajanje skladiščenja in masa valilnih jajc vplivata na izgubo mase jajca med valjenjem in valilnost. Poskus so opravili na 314 jajcih, ki so jih razdelili v tri težnostne razrede (manj kot 1450 g; 1450–1650 g; več kot 1650 g) in jih predhodno skladiščili različna časovna obdobja (manj kot 5 dni, 5 do 10 dni, 10 do 15 dni in 15 do 24 dni) pri temperaturi 20°C in 65-odstotni zračni vlagi. Ob

prelaganju valilnih jajc iz predvalilnika v izvalilnik (38. dan valjenja) so jajca, skladiščena 15 do 24 dni, izgubila več vode (mase) kot jajca, ki so bila skladiščena krajši čas. Povprečna valilnost je bila pri jajcih, skladiščeni manj kot 10 dni, večja kot pri jajcih, skladiščeni 15 do 24 dni. Iz jajc, skladiščeni nad 15 dni, so se nojevi keščki valili dlje časa, bili so tudi težji v primerjavi z jajci, ki so bila skladiščena manj kot 15 dni. Med maso jajc in izgubo vode je bila 38. dan valjenja zabeležena negativna korelacija (-0,55). Iz drobnih jajc (≤ 1450 g) so se noji valili bolje (27,3 %) kot iz srednje težkih jajc (1450–1650 g), kjer je bila valilnost glede na vložena jajca 22,0 %. Med maso jajca in maso izvaljenega noja je bila zabeležena pozitivna korelacija (0,84). Hassan in sod. (2005) priporočajo, da se v inkubatorje vlagajo nojeva jajca, mlajša od 15 dni, ter da se valijo pri temperaturi 36,5–37,0°C in pri 25-odstotni relativni vlažnosti zraka.

2.2 PARAMETRI USPEŠNOSTI VALJENJA

2.2.1 Oplojenost jajc

Oplojenost jajc je najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na uspeh valjenja. V valilnicah se povprečen odstotek neoplojenih jajc giblje med 5 in 10 %. Oplojenost variira in je odvisna od mnogih dejavnikov (Zorko-Braun, 1979). Najboljše rezultate valilnosti in oplojenosti dobimo pri jajcih, ki jih znesejo kokoši, stare med 8 in 13 mesecev. Boljšo oplojenost in valilnost jajc lahko pričakujemo od kokoši, ki nesejo v daljših serijah, torej znesejo jajce vsak dan v daljšem obdobju, preden prekinejo nesnost s krajšim premorom (Holcman, 2014b). Obstaja torej pozitivna korelacija med nesnostjo in valilnostjo jajc. To pomeni, da vsak vpliv, ki se negativno izraža na nesnost, lahko poslabša tudi valilnost (Zorko-Braun, 1979).

Na oplojenost jajc in valilnost vpliva letni čas. Nekoliko slabši sta v vročih poletnih mesecih, najboljši pa v pomladanskih mesecih. Pomladi je več svetlobe, zato so pogoji za oplojevanje primernejši kot pozimi (Holcman, 2014a).

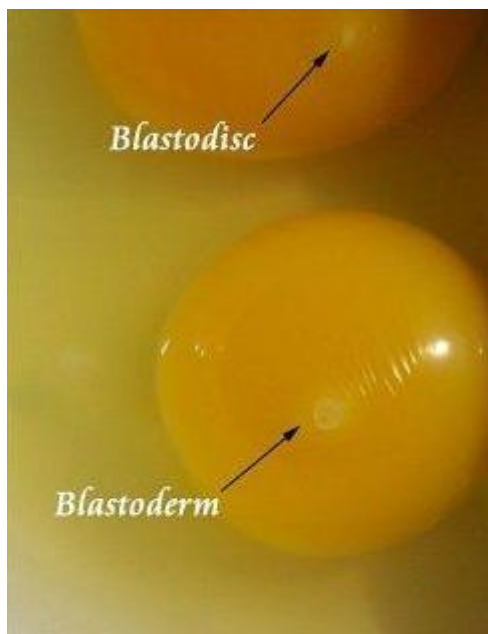
Število petelinov v jati kokoši pomembno vpliva na oplojenost. Na splošno velja, da bi morali imeti enega petelina na deset kokoši, pri pasmah lahkega tipa je lahko to razmerje širše (1:12–15), pri pasmah težkega tipa pa mora biti razmerje med spoloma ožje (1:8–10). Kakovost petelinjega semena se spreminja s starostjo živali in letnim časom. Prav tako na kakovost petelinjega semena vpliva tudi pasma, prehrana in zdravstveno stanje živali (Holcman, 2014a).

Na oplojenost in notranjo kakovost jajca odločilno vpliva prehrana matične (plemenske) jate. Valilno jajce je enota, ki vsebuje vse hranilne snovi, potrebne za zdrav razvoj zarodka. Tudi pozneje so vitalnost piščancev, ravnost in odpornost odvisne od hranilnih snovi v jajcu. Neuravnotežena prehrana matične jate povzroča slabšo valilnost, večji embrionalni pogin in slabšo vitalnost piščancev (Holcman, 2014a). Na dobro preskrbo z vitamini in minerali ter na pravilno razmerje med hranilnimi snovmi je treba paziti zlasti na začetku nesnosti (Zorko-Braun, 1979).

Osnovni in zelo pomemben pogoj za dobro oplojenost jajc in valilnost je zdravje plemenske jate. Valilna jajca kokoši, ki pogosto obolevajo, niso primerna za valjenje, saj so take kokoši izčrpane, to pa ima neželene učinke tudi na reprodukcijo. Prek jajc se lahko prenašajo tudi nekatere kužne in zajedavske bolezni kokoši (npr. kokcidioza, kokošji tifus (*Salmonella pullorum*)). Temperatura in vlažnost zraka v inkubatorju nudita zelo ugodne pogoje za širjenje bolezni na in v valilna jajca, zato moramo za valjenje izbrati le jajca zdravih kokoši (Zorko-Braun, 1979).

Oplojenost lahko določimo na tri načine: z razbijanjem svežih jajc, presvetljevanjem jajc, ki so bila v valilniku od sedem do dvanajst dni, ter razbijanjem neizvaljenih jajc na dan valjenja (Mauldin, 2002a).

Najhitrejši način za ugotavljanje oplojenosti je razbijanje svežih jajc, saj lahko oplojenost ugotavljamo še isti dan, ko so bila jajca znesena. Ta način je uporaben takrat, ko so kokoši na samem začetku nesnosti ali ko smo jih zdravili za kakšno boleznijo oziroma neplodnostjo. V takih primerih dobimo hitro informacijo o oplojenosti. Slabost ugotavljanja oplojenosti na svežih jajcih je, da dobimo podatke le o oplojenosti, ne pa tudi drugih pomembnih podatkov, kot je npr. zamiranje zarodkov med valjenjem in okužbe. Dodatne slabe strani ugotavljanja oplojenosti na svežih jajcih so še izguba le-teh in posledično piščancev, sorazmerno težko ločevanje oplojenega od neoplojenega jajca in napaka pri napovedi oplojenosti. Napaka se navezuje na majhnost vzorca, kajti zaradi zmanjševanja stroškov oziroma varčevanja z jajci njegova velikost navadno ne presega 100 jajc (Mauldin, 2002a).



Slika 1: Ugotavljanje oplojenosti na sveže znesenih jajcih (blastodisk=neoplojena jajčna celica; blastoderm=oplojena jajčna celica) (Hatching Eggs 101)

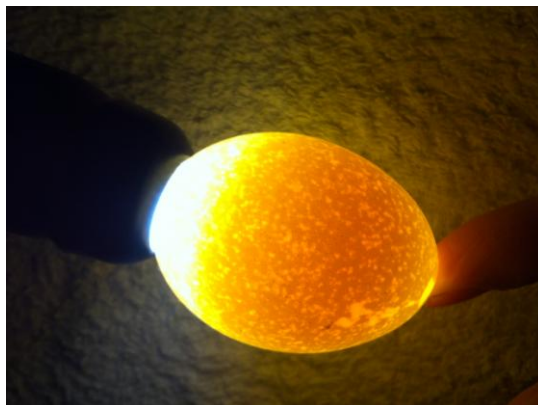
Oplojenost jajc najbolj natančno ugotovimo z njihovim presvetljevanjem, potem ko so ta že nekaj dni v predvalilnikih. Jajca presvetljujejo s posebno svetilko, imenovano ovoskop. Prav tako je presvetljevanje uporabno za zaznavanje napačno vstavljenih jajc (s topim delom navzdol, pravilno vstavljena so s koničastim delom navzdol), počenih jajc ali zarodkov, ki so zamrli v zgodnji fazi razvoja. Jajca lahko presvetljujejo že peti dan valjenja, vendar je pri tej starosti napaka še sorazmerno velika, saj so zarodki še zelo majhni. Pri devetem oziroma desetem dnevu valjenja so zarodki že precej razviti in napaka pri presvetljevanju toliko starih jajc je razmeroma majhna. Jajca lahko presvetljujejo na dva načina: hitrejši in v množični uporabi, vendar manj natančen, je način, ko na mizi za presvetljevanje hkrati presvetlimo večje število jajc, druga, natančnejša, vendar počasnejša metoda, je presvetljevanje vsakega jajca posebej s svetilko, ki skozi odprtino oddaja svetlobni snop (Mauldin, 2002a).

Če je jajce oplojeno, lahko že šesti dan valjenja vidimo krvne žile, ki po svojem videzu spominjajo na pajka (v sredini je temna pika, iz nje pa se na vse strani raztezajo krvne žile zarodka). Ko jajce počasi obrnemo, spremeni svoj položaj tudi zarodek. Če se zarodek znotraj jajca ne obrača, se je prilepil na lupino in bo prej ali slej zamrl. Zamrt zarodek spoznamo po sklenjenem krogu krvožilja. Pri presvetljevanju neoplojenega jajca vidimo samo zračni mehurček in obrise rumenjaka (jajca so svetla). Pri presvetljevanju osemnajsti dan valjenja

zarodek zapolnjuje skoraj celoten volumen jajca, zračni mehurček je pri živih zarodkih zelo jasno viden (Terčič, 1998).



Slika 2: Oplojeno jajce (Cemani, 2013)



Slika 3: Neoplojeno jajce (Goofy, 2013)



Slika 4: Zamrt zarodek v prvih dneh valjenja (Plumer, 2006)

Tretji način ugotavljanja oplojenosti je razbijanje neizvaljenih jajc na dan valjenja. Če na dan valjenja teh jajc ne razbijemo, izgubimo zelo pomembne podatke in lahko o vzrokih slabega valjenja le ugibamo. Valilničarji bi morali vsaj enkrat na dva tedna ugotavljati oplojenost jajc (Mauldin, 2002a).

2.2.2 Valilnost

Valilnost lahko izražamo na dva načina: a) kot število izvaljenih piščancev glede na število vloženi jajc in b) kot število izvaljenih piščancev glede na število oplojenih jajc. Ker je število oplojenih jajc v valilnik zmeraj manjše od števila vloženi jajc, je podatek o valilnosti oplojenih jajc v določenem valjenju zmeraj številčno večji od podatka o valilnosti glede na število vloženi jajc (Terčič, 1998). Valilnost piščancev glede na vložena jajca se navadno giblje med 70–80 %. V jajcih, ki niso bila izvaljena so zarodki, ki so zamrli v začetku ali ob koncu valjenja (Holcman, 1991). Na valilnost vplivajo številni dejavniki, mnogi med njimi odločilno vplivajo na valilnost, še preden damo jajce v valilnik. Zdravstveno stanje jate, prehrana, pasma, starost in ravnanje z živalmi lahko povzročijo velike spremembe v valilnosti. Nekatere jate kokoši imajo slabše valilne rezultate kot druge, zato je valilnost lastnost, ki se upošteva v selekcijskih programih (Zorko-Braun, 1979). Najboljše valilne rezultate in dan stare piščance lahko pričakujemo od kokoši, ki so stare od 8 do 13 mesecev (Holcman, 1991). Valilnost se s starostjo kokoši v prvem letu izboljšuje, v drugem letu je običajno boljša kot v prvem (Zorko-Braun, 1979). Pomemben vpliv na valilnost imajo dejavniki mikroklima v skladišču valilnih jajc. Zbiranje in skladiščenje jajc ter ravnanje z njimi mora biti optimalno za ohranitev sposobnosti preživetja zarodka. Med potekom valjenja na uspešnost valjenja in vitalnost piščancev vplivajo predvsem temperatura in vlažnost zraka, prezračevanje, obračanje jajc ter splošna higiena (Mauldin, 2002a).

2.3 KAKOVOST VALILNIH JAJC IN POSTOPKI Z NJIMI OD ZNESENJA DO VLAGANJA V VALILNIKE

2.3.1 Kakovost valilnega jajca

Pri ugotavljanju kakovosti valilnih jajc upoštevamo njihovo notranjo in zunanjo kakovost ter izvor. Jajca za valjenje morajo izvirati od primerno starih, zdravih, selekcioniranih jat, ki so krmljene z dovolj kakovostne krme (Holcman, 2014a).

Notranja kakovost jajc je odvisna od oplojenosti in prehrane matične jate. Oplojeno jajce vsebuje vse hranilne snovi za razvoj zarodka. Če matična jata nima zadostne in uravnotežene

prehrane, tudi jajca nimajo vseh potrebnih hranilnih snovi za razvoj zarodka, zato lahko več zarodkov zamre, slabša pa je tudi vitalnost piščancev po izvalitvi. Na kakovostno in uravnoteženo prehrano matične jate moramo biti zato pozorni že na začetku nesnosti (Holcman, 2014a).

Zunanjo kakovost valilnih jajc določajo: oblika, masa, kakovost jajčne lupine in njena čistost. Jajca morajo biti pravilne jajčaste oblike, tako da se loči koničasti in topi del jajca. Zelo okrogla ali zelo podolgovata jajca niso primerna za valjenje. Obliko jajca izražamo z indeksom oblike, ki ga izračunamo iz širine in dolžine jajca (širina/dolžina x 100). Optimalno jajce za valjenje ima indeks oblike od 70 do 74. Jajca bolj okrogle oblike imajo večji indeks, podolgovata pa imajo manjšega. Večja, kot so odstopanja od povprečnega indeksa, bolj so jajca podvržena lomom in drugim poškodbam lupine pri pakiranju in prevozu (Holcman, 2004). Jajčna lupina mora biti primerne debeline in čista. Umazanija na jajčni lupini zamaši pore in s tem prepreči izmenjavo plinov v času inkubacije, zato lahko zarodki poginejo. Iz jajc z nagubano lupino, z ostanki kalcija na lupini ali s tanko lupino se izvali manjši odstotek piščancev in so manj odporna proti mikroorganizmom (Zorko-Braun, 1979). Barva lupine valilnega jajca mora biti taka, kot je za pasmo značilno (Holcman, 2014a).

Masa valilnih jajc mora ustrezati povprečju pasme, iz katere izhajajo. Kokošja jajca z maso okrog 60 g so najprimernejša za valjenje. Od mase in kakovosti valilnih jajc je odvisna tudi masa in kakovost izvaljenega piščanca ter tudi poznejša masa živali. V valilnike zato ne vlagamo prelahkih kakor tudi ne pretežkih jajc (Holcman, 2014a). Na maso jajc vpliva tudi starost kokoši. Kokoši na začetku nesnosti nesejo lažja jajca, proti koncu nesnosti se masa jajc povečuje (Zorko-Braun, 1979). Silversides in sod. (2006) navajajo, da je heritabiliteta za maso jajca relativno velika, zato so jajca intenzivno selekcioniranih pasem kokoši težja v primerjavi z manj selekcioniranimi pasmami. Scott in Silversides (2000) navajata, da težje kokoši nesejo težja jajca. Kokoši, ki nesejo jajca z rjavo lupino, so praviloma težje od kokoši, ki nesejo jajca z belo lupino, zato so jajca z rjavo lupino težja kot jajca z belo lupino. Masa jajca je genetsko povezana z maso lupine ter maso beljaka in rumenjaka.

Valilno jajce mora biti sveže, optimalna starost je od tri do štiri dni. Valilna jajca lahko krajši čas skladiščimo pri višji temperaturi, če pa jih želimo skladiščiti daljši čas, mora biti temperatura nižja (Holcman, 2014a). Valilnost s starostjo hitro upada in se po preteku treh tednov skladiščenja že približa ničelni vrednosti. Valjenje jajc, starejših od 10 dni, kot tudi

jajc takoj po znesenju (svežih jajc) ni priporočljivo. Od znesenja jajca do vlaganja v predvalilnike mora miniti vsaj dan ali dva, da lahko zračni mehurček sprejme dovolj zraka (Terčič, 1998).

2.3.2 Zbiranje, čiščenje in plinjenje valilnih jajc

Iz kakovostnega valilnega jajca ne moremo dobiti kakovostnega piščanca, če ne poskrbimo za pravilno ravnanje z jajcem na poti od gnezda do valilnika (Holcman, 1991). Za ohranjanje kakovosti valilnega jajca je zelo pomembno, da jajce čim prej pobere, to je še posebej pomembno, če so temperature v okolju zelo visoke ali zelo nizke. Iz konvencionalnih gnezd je priporočljivo jajca pobrati vsaj štirikrat dnevno, čeprav se v praksi pobirajo navadno trikrat dnevno (Mauldin, 2002b). Če se temperatura v hlevu dvigne nad 30°C, je treba jajca pobirati petkrat dnevno (Holcman, 1991).

Tipična jata kokoši znese večino jajc zjutraj. V praksi pa to pomeni, da je bilo lahko jajce zneseno par minut ali par ur pred pobiranjem. Ta časovni razpon je zelo pomemben. Ker več kokoši nese jajca v isto gnezdo, je lahko starejše jajce podvrženo predinkubaciji, kar povzroči spremembo v času valjenja in poznejšo izvalitev. Predinkubacija lahko vpliva tudi na kakovost dan starih piščancev. V avtomatskih gnezdih navadno poženejo tekoči trak za pobiranje jajc kontinuirano v jutranjih urah, nato ponovno sredi popoldneva in nazadnje pozno popoldne, da poberejo še preostala jajca (Mauldin, 2002b).

Valilna jajca so zelo podvržena okužbam. Za zmanjšanje možnosti okužb je zelo pomembno, da si pred pobiranjem jajc umijemo in razkužimo roke. Pladnji, na katere pobiramo jajca, morajo biti čisti in razkuženi (Mauldin, 2002b).

Jajca, ki jih vlagamo v valilnike, morajo biti čista, zato morajo biti znesena v čista gnezda. Umazana jajca so vir škodljivih mikroorganizmov in slednjim so v valilnikih ponujene optimalne razmere za njihovo razmnoževanje in prehod na druga, neokužena jajca. Valilnih jajc navadno niti ne peremo niti ne brišemo z vlažno krpo (Terčič, 1998). S pranjem ali brisanjem jajc mehansko potiskamo škodljive mikroorganizme skozi pore v notranjost jajca, poškodujemo jim tudi kotikulo, ki tvori zaščitni sloj okrog lupine (Holcman, 2014a).

Če je v prireji preveč umazanih jajc, je to v veliki meri posledica tehnološke napake, kot so premajhna gnezda ali je le-teh premalo, neprimerna razporeditev gnezd, umazan nastil v gnezdih, preglobok nastil na tleh, premalo pogosto pobiranje jajc itn. (Zorko-Braun, 1979).

Kužne mikroorganizme (glivice, bakterije, viruse), ki so prisotni na površini jajčne lupine, je treba uničiti, še preden prodrejo skozi jajčno lupino. Najpogosteje valilna jajca razkužujemo s plinom formaldehidom, ki je močan baktericid (Rose, 1997). Jajca lahko zaplinimo že na farmi ali pozneje v valilnici. Pri zaplinjevanju se najpogosteje uporablja postopek, pri katerem se z uporabo kalijevega permanganata iz raztopine formalina sprošča plin formaldehid (Benčina, 1991). Zaplinjevanje je treba izvesti v neprepustni komori (lahko zaprt inkubator), v kateri mora biti ventilator, sicer pride do nepravilne razporeditve formaldehida v komori (Rose, 1997).

2.3.3 Prevoz in skladiščenje valilnih jajc

Pri prevozu jajc se moramo izogibati dolgih in slabih poti, ki povzročajo tresljaje. Ob tresljajih lahko počí jajčna lupina ali se pretrgata halazi (Zorko-Braun, 1979).

Na kakovost valilnih jajc med skladiščenjem zelo vplivajo okoljski pogoji. Oplojena jajca so dokaj odporna proti kratkoročnemu nihanju temperature med skladiščenjem, kljub temu pa prihaja do rahlega razkroja v strukturi zarodka. S podaljševanjem časa skladiščenja se verjetnost, da se bo zarodek razvil v vitalnega piščanca, manjša. Ko temperatura pade pod 21°C, se zarodek skoraj v celoti preneha razvijati in rasti. Najboljše možnosti za preživetje ima zarodek pri temperaturah od 11°C do 18°C. Optimalna temperatura skladiščenja se s časom skladiščenja niža. Vzdrževanje optimalne temperature v času skladiščenja je pomemben ukrep, ki vpliva na propadanje zarodkov, saj nižja temperatura zavira osmotski pretok vode iz beljaka v rumenjaki (Rose, 1997).

Pri prenizki temperaturi (pod 12,7°C) se na jajcih ob premestitvi v toplejši prostor pojavi kondenz. Pri temperaturi pod -1,7°C zarodki zamrejo, ko temperatura skladiščenja preseže 21°C se pričnejo zarodki postopno razvijati in posledično se zmanjšata kakovost in valilnost jajc. Valilna jajca, ki jih skladiščimo več kot teden dni, je najbolje shranjevati pri temperaturi 13°C (Mauldin, 2002b).

Preglednica 1: Priporočena temperatura in relativna vlažnost v skladišču valilnih jajc (Holcman, 2014a)

Skladiščenje (dni)	Temperatura (°C)	Relativna vlažnost (%)
< 3	18–21	75
3–7	15–17	75–80
> 7	11–12	80

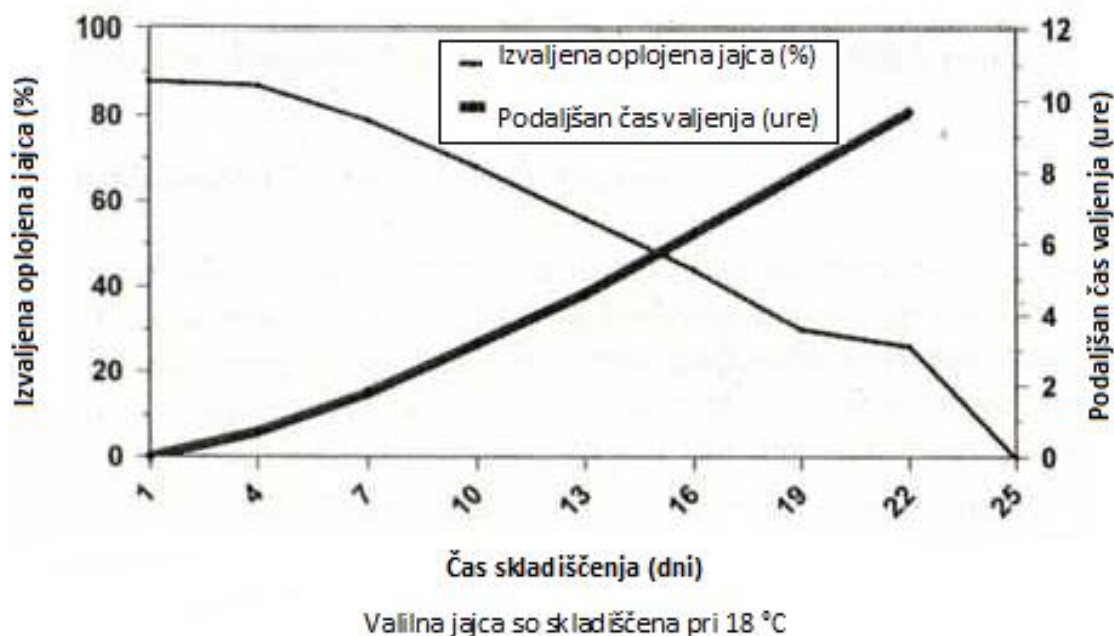
Holandski znanstveniki, ki so proučevali medsebojne učinke med temperaturo in trajanjem skladiščenja jajc, so ugotovili, da je lahko temperatura zraka višja, če jajca shranjujemo manj kot sedem dni. Ob krajšem skladiščenju ti znanstveniki priporočajo višjo temperaturo. S poskusi so ugotovili, da so bili pri ena- do tridnevnem skladiščenju pri 30°C rezultati valjenja najboljše. Pri skladiščenju, daljšem od treh oziroma krajšem od sedem dni, so najboljšo valilnost dosegli, če so jajca skladiščili pri temperaturi 15°C (Zorko-Braun, 1979).

Pri pretirano nizki zračni vlagi jajce zaradi evaporacije izgublja vlogo, zmanjša se tudi valilnost. Zato moramo relativno zračno vlogo v skladišču vzdrževati med 75 % in 80 % (Mauldin, 2002b). Visoka zračna vlaga zmanjša izgubo vode v valilnem jajcu, vendar moramo paziti, da ni previsoka (več kot 80-odstotna zračna vlaga), saj se lahko na jajčni lupini nabere kondenz (Rose, 1997).

Kondenz se rad nabere na jajčni lupini tudi v primeru, ko jajca predstavljamo iz hladnega v topel prostor. Kondenz na lupini je nevaren, saj pospešuje rast in olajša vdor mikroorganizmov v notranjost jajca. Kondenz na jajcih oziroma potenje jajc lahko preprečimo na dva načina: a) v prostoru, kjer jajca skladiščimo, zmanjšamo zračno vlažnost ali uporabimo prisilno ventilacijo in b) pred vlaganjem jajc v predvalilnike le-ta premestimo iz skladišča v prostor s sobno temperaturo za vsaj štiri ure. Za jajca, ki so skladiščena pri temperaturi 18°C, je manj verjetno, da se bodo potila, kot tista, ki so skladiščena pri 13°C (Mauldin, 2002b).

Beljakova vrednost pH kontinuirano raste, medtem ko se količina ogljikovega dioksida v valilnem jajcu s trajanjem skladiščenja znižuje. Ob daljšem skladiščenju uhajanje ogljikovega dioksida zmanjšamo tako, da jajca prekrijemo s slabo prepustno polietilensko folijo (Rose, 1997).

Nekoliko večje preživetje zarodkov pri daljšem skladiščanju dosežemo s pravilno lego jajc – koničasti del mora biti obrnjen navzdol in vsakodnevno obračanjem jajc pod kotom 90°. Ta dva ukrepa zagotavljata, da ohrani rumenjak osrednji položaj znotraj jajca (Rose, 1997).



Slika 5: Vpliv trajanja skladiščenja na valilnost in trajanje inkubacije (Mauldin, 2002b)

Za doseganje optimalne valilnosti je najbolje valilna jajca skladiščiti do največ pet dni. Po preteku petih dni se prične valilnost zmanjševati. Daljši čas skladiščenja poleg tega, da negativno vpliva na valilnost, tudi podaljšuje čas valjenja. Za vsak dan nad petim dnevom skladiščenja se čas valjenja podaljša za eno uro (Mauldin, 2002b).

2.3.4 Pogoji v valilniku

Kokošja jajca valimo najprej 18 dni v predvalilnikih, kjer so jajca naložena na lese s koničastim delom navzdol. Nato jih preložimo v izvalilnike, v katerih se valijo še tri dni. V izvalilnikih je temperatura nekoliko nižja kot v predvalilnikih, relativna zračna vlaga pa je višja. V izvalilnikih je nižja temperatura zato, ker v tem obdobju zarodki proizvajajo precej toplote. V predvalilnikih so vgrajeni mehanizmi za obračanje jajc, v izvalilnikih pa ne, saj jajc zadnje tri dni valjenja na obračamo več. V izvalilnikih so lese globlje, da izvaljeni piščanci ne padejo iz njih. Izvalilniki so navadno nameščeni v posebnih prostorih, ločeno od predvalilnikov, kar je zlasti pomembno zaradi lažjega doseganja večjega odstotka vlage in

higienskih razlogov. Za manjše rejce so primerni tudi valilniki, kjer sta predvalilnik in izvalilnik združena v eni komori (Terčič, 1998).

Najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na razvoj zarodka, je notranja temperatura valilnega jajca. Povprečna priporočena temperatura za normalen razvoj zarodka v predvalilniku je okoli 37,8°C. V izvalilniku lahko temperaturo zmanjšamo na 37,2°C. Temperaturo v valilnikih je treba prilagajati tudi glede na tip valilnika in na podlagi izkušenj (Holcman, 2014a). Optimalna temperatura valjenja ni enaka za vsa jajca. Odvisna je od pasme kokoši, kakovosti lupine, mase in starosti jajc ter vlažnost zraka med valjenjem. Težja jajca in jajca s tršo lupino zahtevajo za eno do dve desetniki stopinje Celzija višjo temperaturo kot jajca, ki so lažja ali imajo poroznejšo lupino (Terčič, 1998).

Relativna zračna vlaga v času valjenja vpliva na stopnjo izhlapevanja vode iz valilnega jajca. Optimalna zračna vlaga je 61 %, vendar moramo upoštevati še druge dejavnike. Najnatančnejša metoda, na podlagi katere lahko uravnavamo zračno vlažnost, temelji na spremljanju izgube mase jajca med valjenjem. Masa jajca na 21. dan valjenja naj bi bila za 12 % manjša, kot je bila ob znesenju (Rose, 1997). Priporočena relativna zračna vlaga se v predvalilniku giblje od 55 do 60 %, v izvalilniku pa od 70 do 80 %, treba jo je prilagajati glede na tip valilnika in na podlagi izkušenj. Večja vlaga v zadnjih dneh valjenja ugodno vpliva na naključvanje lupine (Holcman, 2014a). Če je jajce zaradi izhlapevanja prehitro izgubilo preveč vlage, se zarodki ne bodo izvalili ali pa se bodo izvalili manjši piščanci, ki se ne bodo najbolje odrezali na farmi. Prav tako se pojavijo težave v valilnosti in kakovosti piščancev, če iz valilnega jajca voda ne izhlapi dovolj hitro (Mauldin, 2002a).

Z obračanjem jajc v času valjenja preprečimo, da bi se zarodki prilepili na lupino in s tem povečamo njihovo možnost preživetja. V predvalilniku se jajca obračajo pod kotom 45° v levo in desno stran, da se zarodki ne prilepijo na membrane (lupino). Valilna jajca se obračajo prvih osemnajst dni valjenja. Med četrtem in sedmim dnevom valjenja so jajca najbolj občutljiva za obračanje. Obračanje jajc mora biti nežno, zlasti v prvih dneh valjenja, ko se oblikujejo in porazdeljujejo krvne žile. Neskladno obračanje in tresenje valilnih jajc lahko povzroči, da se ločita zunanja in notranja membrana, kar spremeni položaj zračnega mehurčka (Rose, 1997).

Ker gravitacija vpliva na razvijajoči se zarodek, se jajca v predvalilnike vlagajo s koničastim delom navzdol, da je zarodek z glavo obrnjen proti topemu delu jajca, kjer je zračni mehurček (Rose, 1997).

Zelo pomembno je, da je valilnik opremljen z dobrim ventilacijskim sistemom, saj je od njega odvisno razporejanje toplote po prostoru, odstranjevanje CO₂ in vodnih hlapov ter dotok svežega zraka. Ventilator, ki v eni uri osemkrat zamenja zrak v valilniku, bi moral zadostovati za zadosten odvod CO₂ in dovod kisika (Rose, 1997). Med razvojem zarodek potrebuje kisik, izloča CO₂ in vodne hlape, potreba po intenzivnejšem zračenju pa se s starostjo povečuje (Holcman, 2014a). Svež zrak vsebuje približno 21 % kisika, to pa je tudi optimalna koncentracija kisika za razvijajoči se zarodek. Visoke koncentracije CO₂ povzročijo zmanjšano rast zarodka in zmanjšajo njegovo preživitveno sposobnost. Svež zrak navadno vsebuje 0,03 % CO₂. Če je koncentracija CO₂ okoli 0,04 %, se bistveno zmanjša vitalnost zarodkov. Zarodki bistveno bolje prenašajo nihanje koncentracije kisika kot CO₂, čeprav postanejo s starostjo bolj tolerantni tudi za nihanje CO₂ (Rose, 1997).

3 MATERIAL IN METODA

3.1 ZASNOVA IN IZVEDBA POSKUSA

V poskus je bila vključena starševska jata komercialnih nesnic prelux-G. To jato so sestavljali petelini pasme slovenska grahasta kokoš in kokoši pasme slovenska rjava kokoš. Živali so bile nastanjene v dveh oddelkih talne reje. Oddelka sta bila v skupnem prostoru, medsebojno ločena le z mrežo. V prvem oddelku površine 113 m² je bilo 284 rjavih kokoši in 33 grahastih petelinov, v drugem oddelku površine 101 m² pa 323 rjavih kokoši in 38 grahastih petelinov. Živali so imele stalno na voljo svežo pitno vodo in popolno krmno mešanico za kokoši lahkega tipa (NSK, Jata Emona d.o.o., Ljubljana). Osvetljene so bile po klasičnem osvetljevalnem programu 14 ur svetlobe in 10 ur teme. Na začetku poskusa 27. 2. 2013 so bile živali stare 31 tednov, na koncu poskusa 27. 3. 2013 pa 35 tednov.

Celoten poskus je trajal sedem tednov. Valilna jajca smo zbirali dnevno, jih označili z datumom znesenja in jih do vlaganja v predvalilnike hranili v prostoru na farmi pri temperaturi okrog 15°C. V času skladiščenja jajc nismo predgreli niti jih nismo obračali. V predvalilnike smo jih vlagali dvakrat: prvič 13.3.2013 in drugič 27.3.2013. Vlagali smo jih ločeno po trajanju skladiščenja (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 in 14 dni) ter po težnostnih razredih (S=pod 53 g; M=53–63 g; L=63–73 g; XL=73 g in več). Valjenje je potekalo v valilnikih znamke Petersime (Belgija), in sicer prvih 18 dni pri temperaturi 37,8°C in 60-odstotni vlažnosti zraka ter zadnje 3 dni pri temperaturi 37,2°C in 70-odstotni relativni vlažnosti zraka. Ob izvalitvi smo piščance prelux-G pobrali ločeno glede na starost valilnih jajc in težnostni razred, jih prešteli in stehtali. V našem poskusu jajc in piščancev nismo tehtali individualno. Neizvaljena jajca smo presvetlili z ovoskopom ter ugotavljali število neoplojenih jajc in zamrtih zarodkov. Med neoplojena jajca smo uvrstili vsa jajca, pri katerih med presvetlitvijo nismo opazili nobenih znakov razvoja zarodka. V skupino neoplojenih jajc spadajo a) dejansko neoplojena jajca, b) oplojena jajca brez vsakršnih znakov razvoja in c) jajca s pozitivnim razvojem (Ernst in sod., 2015). V normalnih okoliščinah je več kot polovica neoplojenih jajc dejansko neoplojenih. Če tako jajce razbijemo na ravno površino, lahko blastodisk na rumenjaku opazimo kot majhno svetlo piko, ki jo obdaja zabrisano področje nepravilnih oblik. Na oplojena jajca brez vsakršnih znakov razvoja naletimo le poredkoma. Čeprav ima blastodisk še vedno velikost in obliko oplojene jajčne celice, je opazno njegovo razpadanje (Ernst in sod., 2015).

Oplojena jajca brez znakov razvoja se pojavijo kot posledica delovanja recesivnih genov z letalnimi učinki ali kot posledica neustreznega skladiščenja valilnih jajc. O jajcih s pozitivnim razvojem govorimo takrat, ko zarodek zelo zgodaj zamre, pri čemer se rast celic prek površine rumenjaka nadaljuje še nekaj dni. Običajno je med neoplojenimi jajci le 1–2 % jajc s pozitivnim razvojem. Za jajca s pozitivnim razvojem je značilno, da krvnega ožilja ne opazimo (Ernst in sod., 2015). Med zamrte zarodke smo uvrstili zarodke, ki so zamrli v različnih obdobjih embrionalnega razvoja. Za zarodke, zamrte v zgodnejših fazah razvoja, je značilen obroč iz krvi, ki se razteza po notranji površini lupine, za pozneje zamrte zarodke pa sklenjeno krvožilje. Če v jajcu z obročem iz krvi ne opazimo nobene embrionalne strukture, govorimo o blastodermu brez zarodka, če pa opazimo kakšno od embrionalnih struktur (po navadi tkivo srca), govorimo o cističnem zarodku (Ernst in sod., 2015). V naši raziskavi neizvaljenih jajc nismo odpirali in torej samo s presvetljevanjem nismo mogli ločiti blastodermov brez zarodka od cističnih zarodkov. Zarodek, ki je zamrl nekaj dni pred predvidenim datumom izvalitve, je zapolnjeval večino volumna jajca, ob presvetlitvi je bila lepo vidna ločnica med temnim delom (zamrt zarodek) in zračnim mehurčkom.

Spola izvaljenih piščancev nismo beležili. Dan stari piščanci provenience prelux-G imajo črn puh in belo piko na glavi, grahast vzorec perja postane viden šele pozneje. Petelinčki se operjajo pozno, jarčke pa zgodaj.

3.2 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Podatke smo obdelali s pomočjo statističnega paketa SAS/STAT (SAS, 2011). Deskriptivno statistično analizo smo opravili s proceduro MEANS, regresijsko analizo s proceduro REG, analizo variance pa s proceduro GLM.

Za analizo podatkov o odstotku valilnosti (številu izvaljenih piščancev glede na število vloženi jajc), odstotku neoplojenih jajc in jajc z zamrtimi zarodki ter za analizo podatkov o masi izvaljenih piščancev smo uporabili model 1.

$$y_{ijk} = \mu + V_i + S_j + T_k + ST_{jk} + e_{ijkl} \quad \dots \text{model 1}$$

kjer pomeni:

- y_{ijk} – opazovana lastnost (npr. % valilnosti, % zamrtih zarodkov, masa posamezne skupine piščancev itn.)
- μ – srednja vrednost populacije
- V_i – vpliv zaporednega valjenja ($i = 2$ valjenji)
- S_j – vpliv starosti valilnega jajca ($j = 9$ različnih starosti)
- T_k – vpliv mase valilnega jajca ($k = 3$ težnostni razredi)
- ST_{jk} – vpliv interakcije med starostjo in težnostnim razredom valilnega jajca
- e_{ijkl} – ostanek

V model smo kot fiksne vplive vključili vpliv zaporednega valjenja (dve valjenji), starosti valilnega jajca (devet starosti), mase valilnega jajca (trije težnostni razredi) ter vpliv in interakcije med starostjo in težnostnim razredom valilnega jajca. Prvotno smo v model vključili tudi interakciji med starostjo in zaporednim valjenjem ter težnostnim razredom valilnega jajca in zaporednim valjenjem, ker pa ti dve interakciji pri nobeni od obravnavanih lastnosti nista bili statistično značilni, smo ju pozneje iz modela izključili. Statistično značilne razlike ($P \leq 0,05$) med vplivi, vključenimi v model 1, smo ovrednotili s pomočjo Tukey-Kramerjevega testa.

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv trajanja skladiščenja in mase valilnih jajc na valilnost piščancev komercialnih nesnic slovenske provenience prelux-G. Jajca smo valili dvakrat, pri prvem valjenju so bile kokoši stare 31, pri drugem pa 35 tednov.

V preglednici 2 so prikazani osnovni statistični podatki rezultatov valjenj glede na starost vloženih jajc.

Preglednica 2: Osnovni statistični podatki o rezultatih valjenj glede na starost vloženih jajc

Starost valilnih jajc ob vlaganju v valilnike (dni)	Število vseh vloženih jajc	Število vseh izvaljenih piščancev	Delež izvaljenih piščancev glede na št. vloženih jajc	Število vseh zamrtih zarodkov	Delež zamrtih zarodkov glede na število vloženih jajc	Število vseh neoplojenih jajc	Delež neoplojenih jajc glede na število vloženih jajc
0 (sveža)	370	318	85,95 %	42	11,35 %	10	2,70 %
1	504	433	85,91 %	53	10,52 %	18	3,57 %
2	500	417	83,40 %	64	12,80 %	19	3,80 %
4	601	513	85,36 %	71	11,81 %	17	2,83 %
6	571	487	85,29 %	63	11,03 %	21	3,68 %
8	584	497	85,10 %	76	13,02 %	11	1,88 %
10	626	517	82,59 %	87	13,89 %	22	3,52 %
12	549	390	71,04 %	132	24,04 %	27	4,92 %
14	599	358	59,77 %	207	34,56 %	34	5,67 %
	Σ 4904	Σ 3930	80,14 %	Σ 795	16,21 %	Σ 179	3,65 %

Vložili smo 4904 jajc, iz njih se je izvalilo 3930 (80,14 %) piščancev, 795 (16,21 %) zarodkov je zamrlo, 179 (3,65 %) pa je bilo neoplojenih jajc (preglednica 2). Število vloženih valilnih jajc ni bilo enako po posameznih terminih skladiščenja. V valilnike smo vložili največ 10 dni starih valilnih jajc (626), najmanj pa svežih jajc (340).

Preglednica 3: Osnovni statistični podatki o rezultatih valjenj glede na težnostni razred vložnih jajc

Težnostni razred valilnih jajc	Število vložnih jajc	Delež vložnih jajc	Število izvaljenih piščancev	Delež izvaljenih piščancev	Število zamrtih zarodkov	Delež zamrtih zarodkov	Število neoplojenih jajc	Delež neoplojenih jajc
XL	14	0,28 %	10	71,43 %	3	21,43 %	1	7,14 %
L	1037	21,15 %	784	75,60 %	211	20,35 %	42	4,05 %
M	3653	74,49 %	2970	81,30 %	562	15,39 %	121	3,31 %
S	200	4,08 %	166	83,00 %	19	9,50 %	15	7,50 %
	Σ 4904	100 %	Σ 3930	80,13 %	Σ 795	16,21 %	Σ 179	3,65 %

XL – zelo velika: 73 g in več, L – velika: od 63 do manj kot 73 g, M – srednja: od 53 do manj kot 63 g, S – drobna: manj kot 53 g

V preglednici 3 so prikazani osnovni statistični podatki rezultatov valjenj glede na težnostni razred vložnih jajc. Največ vložnih valilnih jajc je bilo težnostnega razreda M (74,49 %), najmanj pa jajc težnostnega razreda XL (0,28 %).

Prva jajca, ki jih znesejo kokoši, so manjša kot pozneje v nesnosti, saj na maso jajc vpliva tudi starost kokoši (Holcman, 2014b). V intenzivnih rejah se kokoši lahkega tipa izkoriščajo do starosti 72 oziroma 76 tednov. V poskus vključena starševska jata za nesnico prelux-G je bila stara 31 do 35 tednov, torej ni dosegla še niti polovice amortizacijske starosti. To je verjetno glavni razlog, da je večina znesenih jajc pripadala težnostnima razredoma M in L in le manjši del težnostnima razredoma S in XL.

Ker je bilo v valilnike vložnih le 14 jajc težnostnega razreda XL, smo zaradi verodostojnosti statistične analize podatke, ki se nanašajo na ta težnostni razred izločili iz nadaljnjih statističnih obdelav.

S statističnim modelom 1 smo analizirali vpliv zaporednega valjenja, starosti in težnostnega razreda valilnega jajca ter njune interakcije na maso piščancev, odstotek neoplojenih jajc, valilnost in odstotek zamrtih zarodkov (preglednica 4).

Preglednica 4: Statistična (ne)značilnost vplivov vključenih v model 1

Lastnost	P-vrednost za posamezne vplive				Koeficient determinacije (R ²)
	Zaporedno valjenje	Starost valilnega jajca	Težnostni razred valilnega jajca	Interakcija starost x težnostni razred	
Valilnost (%)	0,1935	0,0001	0,0115	0,0001	0,83
Zamrti zarodki (%)	0,2395	0,0001	0,0001	0,0017	0,81
Neoplojena jajca (%)	0,8491	0,0001	0,0001	0,0001	0,78
Masa piščancev (g)	0,0001	0,0355	0,0001	0,3622	0,96

statistično značilno $P \leq 0,05$; statistično neznačilno $P > 0,05$

Iz preglednice 4 je razvidno, da je imela starost kokoši (zaporedno valjenje) značilen ($p \leq 0,05$) vpliv na maso izvaljenih piščancev, ni pa vplivala ($p > 0,05$) na valilnost, embrionalni pogin in odstotek neoplojenih jajc. Starost ter masa (težnostni razred) valilnega jajca sta imela značilen vpliv ($p \leq 0,05$) na vse štiri proučevane parametre (preglednica 4). Med starostjo valilnega jajca in težnostnim razredom je obstajala značilna interakcija. To pomeni, da je bil vpliv enega dejavnika (starosti, mase jajca) na odstotek valilnosti, zamrtih zarodkov in neoplojenih jajc značilno različen pri različnih ravneh drugega dejavnika. Skupno delovanje starosti in mase valilnih jajc na maso piščancev ni bilo značilno. Koeficient determinacije je znašal od minimalno 0,78 (% neoplojenih jajc) do maksimalno 0,96 (masa piščancev), kar pomeni, da smo z uporabljenim statističnim modelom uspeli pojasniti večino celotne variance.

Vpliv starosti valilnega jajca na odstotek izvaljenih piščancev je prikazan v preglednici 5.

Preglednica 5: Vpliv starosti valilnega jajca na odstotek izvaljenih piščancev

Starost valilnih jajc (dni)	Valilnost (%) LSM ± SE	P-vrednosti								
		0	1	2	4	6	8	10	12	14
0	74,63 ± 2,78	0,0216	0,5009	0,9541	0,0093	0,5787	0,4762	1,0000	0,0517	
1	87,83 ± 2,36		0,7530	0,1758	1,0000	0,6354	0,7433	0,0117	0,0001	
2	82,22 ± 2,36			0,9827	0,5372	1,0000	1,0000	0,4470	0,0001	
4	78,91 ± 2,28				0,0841	0,9939	0,9797	0,9534	0,0005	
6	88,97 ± 2,36					0,4141	0,5229	0,0045	0,0001	
8	81,68 ± 2,28						1,0000	0,5290	0,0001	
10	82,25 ± 2,28							0,4197	0,0001	
12	74,99 ± 2,36									0,0179
14	62,87 ± 2,28									

LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $P \leq 0,05$; statistično neznačilno $P > 0,05$

Iz preglednice 5 je mogoče razbrati slabo valilnost svežih jajc, in jajc starejših od 10 dni. Praktične izkušnje kažejo na slabšo valilnost popolnoma svežih jajc v primerjavi z nekaj dni starimi (Forster in sod., 1992 cit. po Cavero in sod., 2011). V raziskavi Asmundsona in MacIlraitha (1948), cit. po Reijrink (2010), so se jajca, ki so jih v predvalilnike vlagali na dan ovipozicije, valila značilno slabše od štiri dni starih jajc. Benton in Branke (1996), cit. po Reijrink (2010), pojasnjujeta slabšo valilnost svežih jajc z zelo viskozim gostim beljakom, ki omejuje pretok kisika do zarodka. Prav nasprotno sta Moreki in Ditshupo (2012) pri pegatkah ugotovila značilno boljšo valilnost svežih jajc v primerjavi z vlaganjem štiri dni starih jajc. Iz dan starih jajc so se piščanci značilno ($p < 0,05$) bolje valili kot iz popolnoma svežih jajc (preglednica 5). Med posameznimi starostnimi razredi valilnih jajc v razponu od ena do desetih dni značilnih razlik v valilnosti ni bilo (preglednica 5). Obstajajo sicer nihanja, zlasti padec v valilnosti ob vlaganju štiri dni starih jajc, ki jih je mogoče pripisati naključno vzetemu vzorcu jajc. Ena od možnih razlag za blag padec valilnosti pri vlaganju štiri dni skladiščenih jajc bi lahko bila, da smo naključno zajeli vzorec jajc kokoši z začetka nesne serije. Kokoši namreč nesejo jajca v serijah – nesejo nekaj dni zaporedoma, nato za kakšen

dan prekinejo nesenje, potem pa spet znesejo naslednjo serijo jajc. Forster in sod. (1993), cit. po Cavero in sod. (2011), navajajo, da se piščanci iz prvih jajc v seriji valijo slabše kot iz poznejših in da je pri kokoših s slabšo nesnostjo prisotnih večje število jajc iz začetka serije. Tudi Robinson in sod. (1991), cit. po Cavero in sod. (2011), so ugotovili slabšo oplojenost jajc iz začetka serije v primerjavi z jajci iz konca nesne serije. Nekateri drugi avtorji (npr. Zakaria in sod., 2005) niso našli značilnih povezav med časom ovipozicije in valilnostjo. Za slabšo valilnost svežih jajc v primerjavi z dan starimi obstajata vsaj dva vzroka. Prvi vzrok je to, da imajo sveža jajca zelo viskozen gost beljak, ta pa omejuje pretok kisika do zarodka (Benton in Branke, 1996, cit. po Reijrink, 2010). Drugi vzrok pa je ohlajanje jajca po znesenju, pri čemer voda in CO₂ izhajata iz jajca skozi pore v lupini. Zaradi izhajanja CO₂ se lahko pH beljaka dvigne s 7,5 na 9,4, medtem ko ostaja pH rumenjaka rahlo kisel (6,5). Onbasilar in sod. (2007) navajajo, da je optimalni pH beljaka za rast zarodka med 8,2 in 8,8. Če med znesenjem jajca in vlaganjem v valilnike ne mine dovolj časa, iz jajca ne izide dovolj CO₂, pH beljaka ostaja na sorazmerno nizki ravni in tako ne zagotavlja optimalnih pogojev za uspešen razvoj zarodka (Lapao in sod., 1999). Največji odstotek piščancev se je izvalil iz šest dni starih valilnih jajc (88,97 %), iz česar bi lahko sklepali, da je to najbolj optimalen čas skladiščenja valilnih jajc kokoši slovenske provenience prelux-G. Tudi v drugih raziskavah (npr. Becker, 1964 cit. po Reijrink, 2010, Merritt, 1964 cit. po Reijrink, 2010, Fasenko in sod., 2001 cit. po Reijrink, 2010, Tona in sod., 2004 cit. po Reijrink, 2010, Yassin in sod., 2008 cit. po Reijrink, 2010) so ugotovili padec v valilnosti ob skladiščenju jajc, daljšem od sedem dni. Valilnost 12 dni skladiščenih jajc se je glede na 10 dni skladiščena jajca zmanjšala za 7,26 %. Valilnost 14 dni skladiščenih jajc pa se je glede na 10 dni stara valilna jajca zmanjšala kar za 19,38 % (preglednica 5). V našem poskusu smo jajca skladiščili s koničastim delom navzdol. Mayes in Takeballi (1984), cit. po Cavero in sod. (2011), poročata, da je imelo v njunem poskusu daljše skladiščenje jajc s koničastim delom navzgor pozitiven vpliv na valilnost. Obenem ugotavljata, da podaljšano skladiščenje valilnih jajc čez optimalno starost tudi pri zagotovitvi optimalnih pogojev med skladiščenjem povzroči padec valilnosti. Negativne učinke podaljšane skladiščenja na valilnost je mogoče pripisati izgubi vode in spremembam v pH-vrednostih jajca med valjenjem (Garip in Dere, 2011). Po znesenju se jajce ohlaja, pri čemer voda in CO₂ izhajata iz jajca skozi pore v lupini. V trenutku znesenja jajca (ovipozicije) pH beljaka znaša okrog 7,6, s trajanjem skladiščenja pa se lahko zaradi izhajanja CO₂ dvigne na 9,0 (Arad in sod., 1989 cit. po Onbasilar in sod., 2007, Stern, 1991 cit. po Onbasilar in sod., 2007, Brake in sod., 1997, cit. po Onbasilar in sod., 2007). Hitrost omenjenih procesov je odvisna od temperature in vlažnosti zraka v skladišču jajc, cirkulacije

zraka in poroznosti lupine (Becker in sod., 1968 cit. po Garip in Dere, 2011, Mayes in Takeballi, 1984, cit. po Garip in Dere, 2011). Walsh (1993), cit. po Onbasilar in sod. (2007), navaja, da je optimalni pH beljaka za rast zarodka med 8,2 in 8,8. Po njegovem mnenju sta pred začetkom valjenja pomembna tako kakovost kot ustrezen pH beljaka. Ena od tehnik za zmanjšanje negativnega vpliva daljšega skladiščenja jajc na valilnost vključuje krajše predgretje jajc še pred njihovim skladiščenjem (Meijerhof, 1992).

Preglednica 6: Vpliv mase (težnostnega razreda) valilnega jajca na odstotek izvaljenih piščancev

Težnostni razred	Valilnost (%) LSM ± SE	P-vrednosti		
		L	M	S
L	76,72 ± 1,44		0,0102	0,5376
M	82,44 ± 1,15			0,1748
S	78,97 ± 1,52			

LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $P \leq 0,05$; statistično neznačilno $P > 0,05$

Najbolje so se valili piščanci iz jajc težnostnega razreda M (82,44 %), kar je bilo pričakovano, saj so to jajca srednjega težnostnega razreda, ki se po navedbah več avtorjev (npr. Holcman 2014b, Alabi in sod., 2012, Rashid in sod., 2013) valijo bolje kot majhna oziroma velika jajca. Piščanci iz valilnih jajc, ki so pripadala težnostnemu razredu L, so se valili značilno ($p < 0,01$) slabše kot piščanci iz valilnih jajc težnostnega razreda M, medtem ko med razredom L in S jajc v valilnosti ni bilo značilnih razlik (preglednica 6).

Najslabše so se valili piščanci težnostnega razreda L (76,72 %), kar je v skladu z rezultati poskusa, ki so ga izvedli Abiola in sod. (2008) na pitovnih piščancih. Rezultati drugih raziskav (Alabi in sod., 2012; Ng'ambi in sod., 2013 in Rashid in sod., 2013) so ravno tako pokazali, da se najbolje valijo jajca srednjega težnostnega razreda, vendar so se v njihovih poskusih najslabše valila drobna jajca. Na enoto mase imajo velika jajca relativno malo površine, kar je lahko ovira za normalno izmenjavo plinov (Narushin in Romanov, 2002) in posledično slabšo valilnost. Z velikostjo jajca se spreminja sestava jajca: z naraščanjem mase jajca se delež rumenjaka zmanjšuje. Padec v deležu rumenjaka lahko negativno vpliva na oskrbo zarodka s hranili in posledično na valilnost težjih jajc (Forster in sod., 1992, cit. po Cavero in sod., 2011). Milisits in sod. (2010) so na podlagi merjenja prevodnosti dokazali pozitiven vpliv večjega deleža rumenjaka na valilnost.

Preglednica 7: Vpliv starosti valilnega jajca na maso izvaljenih piščancev

Starost valilnih jajc (dni)	Masa piščancev (g) LSM ± SE	P-vrednosti									
		0	1	2	4	6	8	10	12	14	
0	40,05 ± 0,49	1,0000	0,6026	0,9857	0,9970	0,9929	0,9880	0,9988	0,9985		
1	40,00 ± 0,41		0,5453	0,9856	0,9892	0,9934	0,9651	0,9952	0,9939		
2	38,82 ± 0,41			0,9760	0,1090	0,9572	0,0649	0,1374	0,1206		
4	39,43 ± 0,40				0,5980	1,0000	0,4581	0,6691	0,6389		
6	40,55 ± 0,41					0,6688	1,0000	1,0000	1,0000		
8	39,50 ± 0,40						0,5293	0,7367	0,7093		
10	40,66 ± 0,40							1,0000	1,0000		
12	40,49 ± 0,41								1,0000		
14	40,50 ± 0,40									1,0000	

LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $P \leq 0,05$; statistično neznačilno $P > 0,05$

Starost valilnega jajca v našem poskusu ni vplivala na maso izvaljenih piščancev, kar je v skladu z ugotovitvami Romaa in sod. (2008), ki so opravili poskus na prepelicah. Starost valilnega jajca generalno vpliva na maso izvaljenega piščanca (preglednica 4), vendar na maso piščanca ne vplivajo posamezni starostni razredi valilnih jajc (od 0 do 14 dni) (preglednica 7).

Preglednica 8: Vpliv mase (težnostnega razreda) valilnega jajca na maso izvaljenih piščancev

Težnostni razred	Masa piščancev (g) LSM ± SE	P-vrednosti		
		L	M	S
L	45,15 ± 0,25		0,0001	0,0001
M	40,16 ± 0,20			0,0001
S	34,69 ± 0,26			

LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $P \leq 0,05$; statistično neznačilno $P > 0,05$

Med maso valilnega jajca in maso izvaljenega piščanca obstaja močna povezava. Iz jajc težnostnega razreda L so se valili težji piščanci (45,15 g) kot iz M (40,16 g) ali S (34,69 g). Alabi in sod. (2012), Abiola in sod. (2008), Ng'ambi in sod. (2013) ter Rashid in sod. (2013) so poročali o tesni povezanosti med maso jajca in maso piščanca ob izvalitvi, kar se sklada z ugotovitvami naše raziskave. Večja jajca vsebujejo več hranilnih snovi zaradi česar se iz njih valijo težji piščanci (Ng'ambi, 2013). V našem poskusu jajc in piščancev nismo tehtali

individualno. Če predpostavimo, da je povprečna masa jajc težnostnega razreda M ustrezala sredini tega razreda (57,95 g), je masa piščancev, ki so se valili iz tega razreda, znašala $(40,16/57,95) \times 100 = 69,3$ % začetne mase jajca. Če so bila jajca iz težnostnega razreda L v povprečju težka 67,95 g (sredina razreda L), je masa piščancev, izvaljenih iz teh jajc, znašala 66,44 % začetne mase jajca. Ta rezultat ustreza ugotovitvam več avtorjev (npr. Shanaway, 1987 cit. po Schmidt in sod., 2009, Yannakopoulos in Tserveni-Gousi, 1987 cit. po Schmidt in sod., 2009, Wilson in Harms, 1998 cit. po Schmidt in sod., 2009), ki navajajo, da masa en dan starega piščanca znašala 62–78 % začetne mase jajca (Schmidt in sod., 2009).

Preglednica 9: Vpliv starosti valilnega jajca na odstotek zamrtih zarodkov

Starost valilnih jajc (dni)	Zamrti zarodki (%) LSM ± SE	P-vrednosti								
		0	1	2	4	6	8	10	12	14
0	7,47 ± 2,73	1,0000	0,9249	0,6818	1,0000	0,2450	0,7616	0,0055	0,0001	
1	6,86 ± 2,31		0,7956	0,4522	1,0000	0,1040	0,5446	0,0011	0,0001	
2	12,13 ± 2,31			0,9998	0,9252	0,9131	1,0000	0,0807	0,0015	
4	13,82 ± 2,24				0,6524	0,9953	1,0000	0,2177	0,0055	
6	7,87 ± 2,31					0,1972	0,7418	0,0026	0,0001	
8	16,44 ± 2,24						0,9862	0,6855	0,0488	
10	13,35 ± 2,24							0,1644	0,0036	
12	22,23 ± 2,31								0,8713	
14	26,90 ± 2,24									

LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $P \leq 0,05$; statistično neznačilno $P > 0,05$

Na odstotek zamrtih zarodkov je vplivala starost valilnih jajc (preglednica 9). V povprečju je bilo 14,11 % zamrtih zarodkov, najmanj jih je bilo pri en dan starih valilnih jajcih (6,86 %), največ pa pri štirinajst dni starih valilnih jajcih (26,90 %).

Med posameznimi starostmi jajc v razponu od desetih dni starosti ni bilo značilnih razlik v odstotku zamrtih zarodkov. Statistično značilna razlika ($p \leq 0,05$) obstaja med svežimi (0 dni) in en dan starimi na eni strani ter 12 in 14 dni starimi valilnimi jajci na drugi strani. Prav tako je razlika značilna med 14 in en dan starimi valilnimi jajci ter vsemi preostalimi starostmi do vključno desetega dneva (preglednica 9).

Fasenko (2007) poroča o negativnem vplivu trajanja skladiščenja jajc na embrionalni pogin – le-ta se s trajanjem skladiščenja povečuje. Pri različno dolgem skladiščenju jajc kokoši težkega tipa se je pogin zarodkov z 10,7 % pri štirih dneh skladiščenja povečal na 27,7 % pri 14 dneh skladiščenja. V našem poskusu je bil v skupini štiri dni starih valilnih jajc embrionalni pogin 13,82 %, pri 14 dni starih jajcih 26,90 %. Gre torej za manjšo razliko 13 % kot v poskusu Fasenska (2007), kjer je znašala 17 %.

Dobro je znano, da podaljševanje časa skladiščenja valilnih jajc podaljšuje trajanje valjenja (Mather in Laughlin, 1976; Tona in sod., 2003, cit. po Reijrink, 2010). V našem poskusu bi to lahko bil, čeprav malo verjetno, eden od dodatnih dejavnikov, ki bi lahko prispeval k večjemu številu zamrtih zarodkov v 12 in 14 dni starih valilnih jajcih. Izvaljene piščance smo pobrali 21. dan valjenja, in sicer vse dokončno izvaljene, čvrste piščance. Če bi počakali še kakšen dan, bi se zelo verjetno iz starejših jajc izvalil še kakšen piščanec. Ker pa tega nismo storili, smo katerega od piščancev, ki bi se morebiti izvalil ob podaljšanem valjenju, uvrstili med zamrte zarodke.

Preglednica 10: Vpliv mase (težnostnega razreda) valilnega jajca na odstotek zamrtih zarodkov

Težnostni razred	Zamrti zarodki (%) LSM ± SE	P-vrednosti		
		L	M	S
L	19,72 ± 1,41		0,0199	0,0001
M	14,58 ± 1,13			0,0034
S	8,05 ± 1,49			

LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $P \leq 0,05$; statistično neznačilno $P > 0,05$

V jajcih težnostnega razreda M je zamrlo 14,58 % zarodkov, kar je značilno manj kot v jajcih težnostnega razreda L (19,72 %), vendar več kot v jajcih težnostnega razreda S (8,05 %), kjer je bil odstotek zamrtih zarodkov najmanjši. Ti rezultati so v skladu z ugotovitvami Ng'ambi in sod. (2013), ki so prav tako ugotovili največji embrionalni pogin pri zelo velikih jajcih in najmanjšega pri drobnih jajcih. Nasprotno so Alabi in sod. (2012) zabeležili najmanjši embrionalni pogin v jajcih srednjega težnostnega razreda (23 %) in največjega v drobnih jajcih (45 %). Tudi Rashid in sod. (2013) poročajo o največjem zamrtju zarodkov v drobnih jajcih.

Težja jajca se valijo dlje časa (Weis in sod., 2011). Možen vzrok za veliko število zamrtih zarodkov pri težnostnem razredu L bi torej lahko bil daljši čas valjenja težjih jajc, ki se do trenutka, ko smo piščance pobirali iz les, niso dokončno izvalili in smo jih označili kot zamrte.

Preglednica 11: Vpliv starosti valilnega jajca na odstotek neoplojenih jajc

Starost valilnih jajc (dni)	Neoplojena jajca (%) LSM ± SE	P-vrednosti								
		0	1	2	4	6	8	10	12	14
0	17,88 ± 2,18	0,0024	0,0034	0,0143	0,0003	0,0001	0,0008	0,0002	0,1737	
1	5,29 ± 1,84		1,0000	0,9972	0,9955	0,9150	1,0000	0,9868	0,6079	
2	5,64 ± 1,84			0,9993	0,9878	0,8627	0,9999	0,9706	0,6950	
4	7,26 ± 1,79				0,8000	0,4682	0,9643	0,7151	0,9581	
6	3,15 ± 1,84					0,9999	0,9999	1,0000	0,1653	
8	1,86 ± 1,79						0,9842	1,0000	0,0482	
10	4,38 ± 1,79							0,9993	0,3633	
12	2,77 ± 1,84									0,1216
14	10,22 ± 1,79									

LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $P \leq 0,05$; statistično neznačilno $P > 0,05$

Starost valilnih jajc vpliva na odstotek neoplojenih jajc (preglednica 11). Najmanjši delež neoplojenih jajc (1,86 %) je bil pri jajcih, ki so bila skladiščena osem dni, največji (17,88 %) pri svežih jajcih (0 dni).

Na oplojenost jajc vpliva razmerje med kokošmi in petelini v jati ter kakovost petelinjega semena, ne pa postopki z valilnimi jajci, skladiščenje in pogoji v valilniku (Holcman, 2014b; Aviagen, 2010). Na število zgodaj zamrtih zarodkov lahko vpliva ravnanje z jajci, skladiščenje in pogoji v valilniku (Aviagen, 2010). Neizvaljena jajca smo presvetlili z ovoskopom ob koncu valjenja (21 dan) in tako naredili napako pri razlikovanju neoplojenih jajc od zgodaj zamrtih zarodkov. Pravi delež neoplojenih jajc pri svežih jajcih je manjši od dobljenega rezultata, saj so vanj zajeti tudi zelo zgodaj zamrti zarodki.

Po navedbah v literaturi je najbolj optimalen čas za pregledovanje neoplojenih jajc in zgodaj zamrtih zarodkov med 10. in 14. dnem valjenja. Pozneje je razlikovanje med neoplojenimi

jajci in zelo zgodaj zamrtimi zarodki skoraj nemogoče zaradi razkroja zarodka in posledično spremenjenega značilnega videza (Aviagen, 2010).

Preglednica 12: Vpliv mase (težnostnega razreda) valilnega jajca na odstotek neoplojenih jajc

Težnostni razred	Neoplojena jajca (%) LSM ± SE	P-vrednosti		
		L	M	S
L	3,55 ± 1,13		0,9162	0,0001
M	2,97 ± 0,90			0,0001
S	12,97 ± 1,19			

LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $P \leq 0,05$; statistično neznačilno $P > 0,05$

Največ neoplojenih jajc je bilo v težnostnem razredu S (12,97 %), najmanj pa v težnostnem razredu M (2,97 %) (preglednica 12). Do podobnih ugotovitev so prišli Kirikci in sod. (2004) cit. po Caglayan in sod. (2009) ter Caglayan in sod. (2009), ki so v poskusu na jerebica prav tako največji odstotek neoplojenih jajc zabeležili pri drobnih jajcih.

Masa jajc je povezana z maso kokoši, lažje kokoši nesejo lažja jajca (Scott in Silversides, 2000). Zato je lahko eden izmed vzrokov za slabšo oplojenost jajc težnostnega razreda S to, da so lažje kokoši manj privlačne za peteline in so zato drobna jajca tudi slabše oplojena.

Preglednica 13: Vpliv zaporednega valjenja na maso izvaljenih piščancev

Zaporedno valjenje	Masa piščancev (g) LSM ± SE	Zaporedno valjenje	P-vrednosti	
			1	2
1	39,24 ± 0,18	1		0,0001
2	40,76 ± 0,21	2		

LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $P \leq 0,05$; statistično neznačilno $P > 0,05$

Zaporedno valjenje vpliva ($p \leq 0,05$) na maso izvaljenih piščancev (preglednica 13). Kokoši so bile ob prvem zbiranju jajc stare 31 tednov in so nesle lažja jajca, posledično je bila tudi masa izvaljenih piščancev manjša kot na koncu poskusa, ko so bile stare 35 tednov in so nesle nekoliko težja jajca. Iz jajc 31 tednov starih kokoši so se valili piščanci mase 39,2 g, iz jajc 35 tednov starih kokoši pa piščanci mase 40,7 g. Ti rezultati so v skladu z ugotovitvami

Abudabosa (2010), ki je ugotovil, da starost kokoši vpliva na maso piščanca. Starejše kokoši so nesle težja jajca, iz njih so se izvalili težji piščanci kot iz jajc, ki so jih znesle mlajše kokoši.

Padec valilnosti pri uporabi jajc iz starejših jat je dobro znan. Pripisati ga je mogoče slabši plodnosti petelinov in kokoši, še pomembnejši dejavnik pa je poslabšanje kakovosti jajčne lupine z naraščanjem mase jajca (Cavero in sod., 2011). Bamelis (2003), cit. po Cavero in sod. (2011), navaja, da je slabšo valilnost oplojenih jajc na začetku nesnosti jate in padcu valilnosti s staranjem jate mogoče pripisati neustrezni izgubi vode iz jajca. Temu se je mogoče izogniti z uravnavanjem pogojev v valilnikih tako, da se upošteva propustnost jajčne lupine. V naši raziskavi je bila starostna razlika kokoši med prvim in drugim valjenjem le štiri tedne in ta razlika ni povzročila, da bi zaporedno valjenje (starost kokoši) značilno vplivalo na odstotek valilnosti.

Interakcija je skupno odvisno delovanje dveh ali več proučevanih dejavnikov na izid poskusa. V naši analizi se je za statistično značilno pokazala interakcija med starostjo in težnostnim razredom valilnega jajca. To pomeni, da je bil vpliv enega dejavnika (starost, težnostni razred) na izid poskusa (valilnost, odstotek zamrtih zarodkov, odstotek neoplojenih jajc) drugačen pri različnih ravneh drugega.

Preglednica 14: Prikaz valilnosti piščancev po posameznih obratovanjih – statistično značilne razlike v valilnosti med posameznimi starostmi valilnih jajc

Težnostni razred S		Težnostni razred M		Težnostni razred L	
Primerjava med starostjo jajc (dnevi)	Razlika v valilnosti (%)	Primerjava med starostjo jajc (dnevi)	Razlika v valilnosti (%)	Primerjava med starostjo jajc (dnevi)	Razlika v valilnosti (%)
1–0	+ 39,58	0–14	+ 19,49	0–14	+ 36,49
2–0	+ 40,90	1–14	+ 21,65	1–14	+ 35,40
6–0	+ 47,36	2–14	+ 20,49	6–14	+ 30,64
10–0	+ 34,59	4–14	+ 26,67	8–14	+ 32,02
12–0	+ 30,62	6–14	+ 22,04		
6–4	+ 25,25	8–14	+ 23,07		
6–14	+ 25,80	10–14	+ 21,37		

Preglednica 15: Prikaz valilnosti piščancev po posameznih obratovanjih – statistično značilne razlike v valilnosti med posameznimi težnostnimi razredi jajc

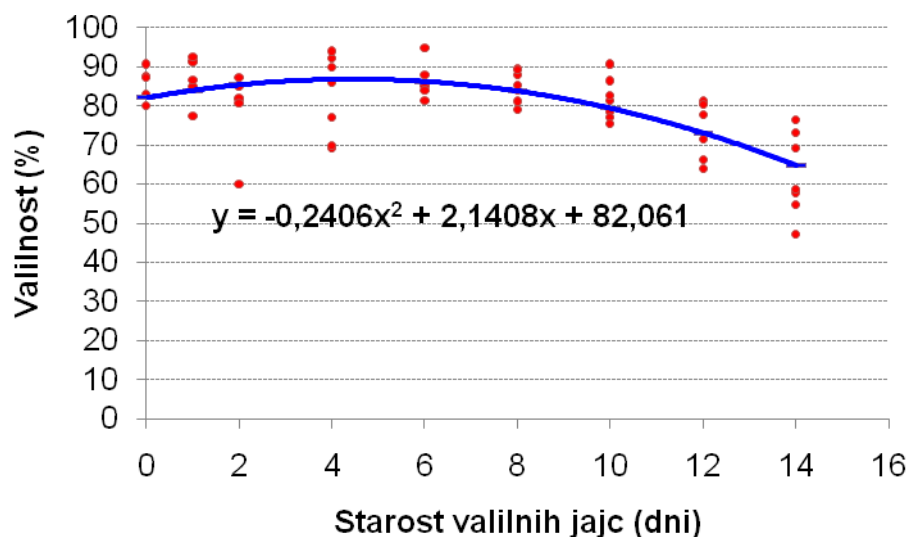
Starost valilnih jajc (dni)	Razlika v valilnosti med težnostnimi razredi jajc (%)	
	L–S	M–S
0	+ 39,09	+ 33,41

Vpliv starosti valilnega jajca je drugačen pri vlaganju jajc težnostnega razreda S, M ali L (preglednica 15). Statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) so samo pri vlaganju svežih jajc (0 dni). Pri vlaganju svežih jajc je bila valilnost jajc razreda M za 33,41 % boljše od valilnosti jajc razreda S, valilnost jajc razreda L pa za 39,09 % boljše od valilnosti jajc razreda S.

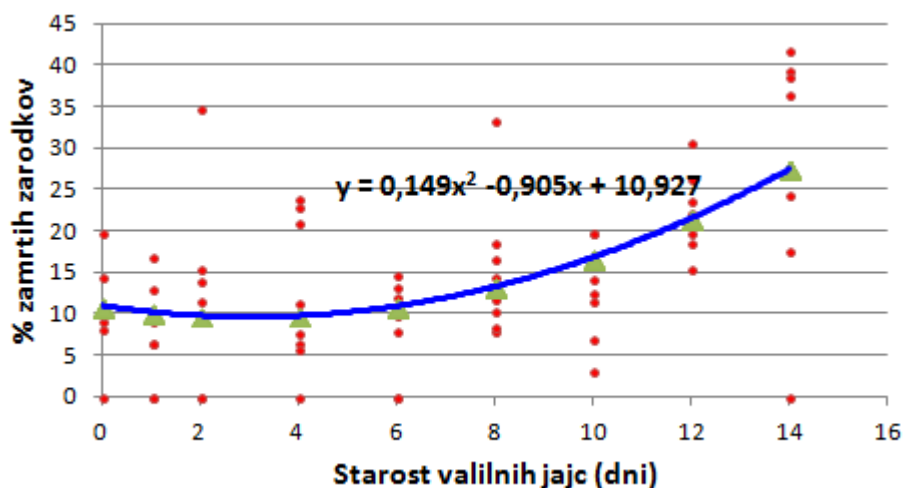
Če smo vlagali 0 in 14 dni stara valilna jajca težnostnega razreda M, je bila valilnost 14 dni starih jajc 19,49 % slabša kot pri 0 dni starih jajcih, pri težnostnem razredu L je bila le-ta slabša za 36,49 % (preglednica 14).

Glede na valilnost piščancev iz svežih jajc razreda S, se s staranjem jajc razreda S valilnost izboljša, če vlagamo 1, 2, 6, 10 in 12 dni stara jajca. Če vlagamo v inkubatorje jajca težnostnega razreda S, je valilnost 6 dni starih jajc za 25,25 % boljša od valilnosti 4 dni starih jajc. Pri vlaganju jajc razreda S je valilnost 14 dni starih jajc 25,8 % slabša kot valilnost 6 dni starih jajc. Če v valilnike vlagamo jajca razreda M, je valilnost 10 dni starih jajc za 21,37 %, valilnost osem dni starih jajc za 23,07 %, valilnost šest dni starih jajc za 22,04 %, valilnost štiri dni starih jajc za 26,67 %, valilnost dva dni starih za 20,49 % in valilnost en dan starih jajc za 21,65 % boljša od valilnosti 14 dni starih jajc. Glede na valilnost piščancev iz 14 dni starih jajc težnostnega razreda L je le-ta pri dan starih valilnih jajcih boljša za 35,4 %, pri šest dni starih za 30,64 %, pri osem dni starih jajcih pa za 32,02 % (preglednica 14).

Rezultati kažejo, da starost valilnih jajc pomembno vpliva na valilnost in zamrtje zarodkov med valjenjem. Podatke o povezavi med starostjo valilnega jajca na eni strani ter odstotkom izvaljenih piščancev in zamrtih zarodkov na drugi strani smo analizirali po metodi kvadratne regresije.



Slika 6: Povezava med starostjo valilnih jajc in odstotkom izvaljenih piščancev



Slika 7: Povezava med starostjo valilnih jajc in odstotkom zamrtih zarodkov

Čas skladiščenja jajc vpliva na odstotek zamrtih zarodkov. Dlje, kot so jajca skladiščena, več je zamrtih zarodkov. Regresijska analiza odstotka zamrtih zarodkov kot funkcije starosti valilnih jajc nam je dala naslednjo regresijsko enačbo: $y = 0,149x^2 - 0,905x + 10,927$ in koeficient determinacije $R^2 = 0,33$ (slika 7). Glede na nizek koeficient determinacije omenjena enačba ni najboljša za napovedovanje odstotka zamrtih zarodkov na podlagi starosti valilnih

jajc. Povezavo med starostjo valilnih jajc in odstotkom valilnosti opisuje enačba kvadratne regresije: $y = -0,240x^2 + 2,140x + 82,061$ (slika 6), ki se s koeficientom determinacije $R^2 = 0,45$ bolje prilega dejanskim podatkom, kot je to primer z odstotkom zamrtih zarodkov.

5 SKLEPI

Na podlagi izsledkov raziskave lahko za valjenje jajc komercialne nesnice prelux-G ugotovimo naslednje:

- Starost valilnih jajc je pomembno vplivala na oplojenost jajc, valilnost, embrionalni pogin in maso izvaljenih piščancev.
- Najboljšo valilnost (88,97 %) smo zabeležili pri šest dni skladiščenih jajcih. Značilno slabšo ($p < 0,05$) valilnost so izkazovala sveža jajca (vložena na dan znesenja) in jajca, starejša od 10 dni. Za doseganje dobre valilnosti je torej priporočljivo v inkubatorje vlagati 1–10 dni stara valilna jajca.
- Valilnost je neposreden odraz vitalnosti zarodkov. Značilno povečanje pogina zarodkov je bil glavni odgovorni dejavnik za zmanjšanje valilnosti po 10. dnevu skladiščenja.
- Statistična analiza je pokazala povezavo med maso valilnega jajca in valilnostjo, zamrtimi zarodki med valjenjem ter maso piščancev. Najboljšo valilnost (82,44 %) smo dosegli z jajci srednjega težnostnega razreda (53–63 g), kjer je bil tudi odstotek neoplojenih jajc najmanjši (2,97 %). Najslabšo valilnost (76,72 %) smo zabeležili pri najtežjih jajcih (73 g in več), kjer je bil delež zamrtih zarodkov največji (19,72 %).
- Starost valilnega jajca generalno značilno vpliva na maso izvaljenih piščancev ($p = 0,03$), čeprav značilnih razlik v masi piščancev med posameznimi starostnimi razredi valilnih jajc (od 0 do 14 dni) ni bilo.
- Povprečna masa izvaljenega piščanca je ob vlaganju jajc težnostnega razreda L (63–73 g) znašala 66,44 %, ob vlaganju jajc težnostnega razreda M (53–63 g) pa 69,30 % začetne mase jajca.
- Zaporedno valjenje (starost kokoši) je značilno ($p < 0,001$) vplivalo na maso izvaljenih piščancev. Iz jajc 31 tednov starih kokoši so se valili piščanci mase 39,2 g, iz jajc 35 tednov starih kokoši pa piščanci mase 40,7 g.

6 POVZETEK

V raziskavi nas je zanimala povezava med maso valilnih jajc in valilnostjo piščancev ter kako različno dolgo trajanje skladiščenja valilnih jajc pri dveh različnih starostih kokoši vpliva na valilnost piščancev.

V raziskavo je bila vključena starševska jata za pridobivanje komercialnih nesnic slovenske provenience prelux-G. Živali so bile nastanjene v talni reji, kjer je potekalo naravno parjenje. Na začetku poskusa so bile živali stare 31 tednov, na koncu pa 35 tednov. Valilna jajca smo zbirali dnevno in jih do vlaganja v predvalilnike hranili na farmi pri temperaturi 15°C. V valilnike so bila jajca vložena ločeno po datumih znesenja in težnostnih razredih. Vlagali smo valilna jajca, stara 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 in 14 dni. Jajca določene starosti smo pred vlaganjem v valilnik z uporabo sortirnega stroja razvrstili v štiri težnostne razrede (S, M, L in XL). Ob izvalitvi smo ločeno po posameznih starostnih in težnostnih razredih pobrali, prešteli in stehtali izvaljene piščance. Neizvaljena jajca smo v zatemnjenem prostoru presvetlili ter ugotavljali število neoplojenih jajc in zamrlih zarodkov. Dobljene podatke smo statistično obdelali s pomočjo statističnega paketa SAS/STAT.

Na podlagi pridobljenih rezultatov smo ugotovili, da trajanje skladiščenja jajc pomembno vpliva na valilnost in embrionalni pogin. Valilnost je začela hitro upadati po 10. dnevu skladiščenja, ko se je začel značilno povečevati odstotek zamrtih zarodkov. Najboljšo valilnost glede na vložena jajca (88,97 %) smo dosegli z vlaganjem šest dni starih jajc. Starost valilnega jajca je sicer imela značilen ($p = 0,03$) vpliv na maso izvaljenih piščancev, vendar posamezni starostni razredi valilnih jajc (od 0 do 14 dni) na maso piščancev niso vplivali. Najbolje so se valili piščanci iz srednje težkih jajc (82,44 %), nekoliko slabše piščanci iz drobnih jajc (78,97 %), značilno slabše v primerjavi z naštetima razredoma pa piščanci iz težkih jajc (76,72 %). Vpliv starosti valilnega jajca na valilnost je bil drugačen pri različnih težnostnih razredih jajc, kar pomeni, da je med starostjo jajc in težnostnim razredom obstajala značilna interakcija. S staranjem kokoši se je zaradi povečane mase znesenih jajc značilno povečala masa izvaljenih piščancev.

7 VIRI

- Abudabos A. 2010. The effect of broiler breeder strain and parent flock age on hatchability and fertile hatchability. *International journal of poultry science*, 9, 3: 231–235
- Abiola S.S., Meshioye O.O., Oyerinde B.O., Bamgbose M.A. 2008. Effect of egg size on hatchability of broiler chicks. *Archivos de zootecnia*, 57, 217: 83–86
- Alabi O.J., Ng'amibi J.W., Norris D., Mabelebele M. 2012. Effect of egg weight on hatchability and subsequent performance of potchefstroom koekoek chicks. *Asian journal of animal and veterinary advances*, 7, 8: 718–725
- Avigen. How to Identify infertile eggs and early deads.
http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Resources_Tools/AviagenHatcheryHowTos5.pdf (5. jan. 2015)
- Benčina D. 1991. Bolezni. V: Reja perutnine, piščancev in kokoši. Ločniškar F., Benčina D., Holcman A., Kmecl, A: (ur.). Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 148–188
- Caglayan T., Garip M., Kirikci K., Günlü A. 2009. Effect of egg weight on chick weight, egg weight loss and hatchability in rock partridges (*A. geaeaca*). *Italian journal of animal science*, 8: 567–574
- Cavero D., Schmutz M., Icken W., Preisinger R. 2011. Improving hatchability in white egg layer strains through breeding. *Lohmann information*, 46, 1: 44–54
- Cemani. 2013. Candling eggs. Cemani farms Indonesia.
<http://www.cemanifarms.com/2013/11/candling-eggs.html> (26. maj 2014)
- Demirel S., Kirikci K. 2009. Effect of different egg storage times on some egg quality characteristics and hatchability of pheasants (*Phasianus colchicus*). *Poultry science*, 88: 440–444
- Ernst R.A., Bradley F.A., Abbott U.K., Craig R.M. 2015. Egg candling and breakout analysis. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, ANR publication, 8134: 9 str.
<http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8134.pdf> (8. jan. 2015)
- Fasenko G.M. 2007. Egg storage and the embryo. *Poultry science*, 86: 1020–1024
- Garip M., Dere S. 2011. The effect of storage period and temperature on weight loss in quail eggs and the hatching weight of quail chicks. *Journal of animal and veterinary advances*, 10, 18: 2363–2367
- Goofy. 2013. Non fertile egg. A blog about my goofy chickens.
http://www.goofychicken.co.uk/incubation-2/img_1144 (27. maj 2014)
- Hatching eggs 101. Backyard chickens.
http://www.backyardchickens.com/g/a/6296578/hatching-eggs-101/sort/display_order/page/40 (30. okt. 2014)

- Hassan S.M., Siam A.A, Mady M.E., Cartwright A.L. 2005. Egg storage period and weight effects on hatchability of ostrich (*Struthio camelus*) eggs. Poultry science, 84: 1908–1912
- Holcman A. 1991. Valjenje. V: Reja perutnine, piščancev in kokoši. Ločniškar F., Benčina D., Holcman A., Kmecl A.: (ur.). Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 137–147
- Holcman A. 2004. Fizikalne lastnosti jajc. V: Reja kokoši v manjših jatah. Ljubljana, Kmečki glas: 100–109
- Holcman A. 2014a. Valjenje. V: Reja kokoši in piščancev. Holcman A., Salobir J., Zorman Rojs O., Kavčič S. Ljubljana, Kmečki glas: 25–31
- Holcman A. 2014b. Kakovost jedilnih jajc. V: Reja kokoši in piščancev. Holcman A., Salobir J., Zorman Rojs O., Kavčič S. Ljubljana, Kmečki glas: 66–74
- Lapao C., Gama L.T., Soares M.C. 1999. Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristic and hatchability. Poultry science, 78: 640–645
- Mauldin J.M. 2002a. Factors affecting hatchability. V: Commercial chicken meat and egg production. 5th edition. Bell D.D., Weaver W.D. Jr. (eds). Norwell, MA, Kluwer academic Publishers: 727–773
- Mauldin J.M. 2002b. Maintaining hatching egg quality. V: Commercial chicken meat and egg production. 5th edition. Bell D.D., Weaver W.D. Jr. (eds). Norwell, MA, Kluwer Academic publishers: 707–725
- Meijerhof R. 1992. Pre-incubation holding of hatching eggs. World's poultry science journal, 48: 58–67
- Milisits G., Kovacs E., Pocze O., Ujvari J., Taraszenko Z.S., Jekkel G., Locsmandi L., Bazar GY., Szabo A., Romvari R., Süto Z. 2010. Effects of egg composition on hatchability and on growth and slaughter characteristics of meat-type chicks. British poultry science, 51: 289–295
- Moreki J.C., Ditshupo T. 2012. Effect of storage time on hatchability of guinea fowl eggs. Journal of animal science advances, 2, 7: 631–363
- Nahm K.M. 2001. Effect of storage length and weight loss during incubation on the hatchability of ostrich eggs (*Struthio camelus*). Poultry science, 80: 1667–1670
- Narushin U.G., Romanov M.N. 2002. Egg physical characteristics and hatchability. World's poultry science journal, 58: 297–303
- Ng'ambi J.W., Thamaga M.W., Norris D., Mabelebele M., Alabi O.J. 2013. Effect of egg weight no hatchability, chick hatch-weight and subsequent productivity of indigenous Venda chickens in Polokwane, South Africa. South African journal of animal science, 43: 69–74

- Onbasilar E.E., Poyraz Ö., Erdem E. 2007. Effect of egg storage period on hatching egg quality, hatchability, chick quality and relative growth in Pekin ducks. *Archiv für Geflügelkunde*, 71, 4: 187–191
- Petek M., Baspinar H., Ogan M. 2003. Effect of egg weight and length of storage on hatchability and subsequent growth performance of quail. *South African society of animal science*, 33, 4: 242–247
- Plumer K. 2006. 6 days. My life, under the microscope.
<http://blog.katherineplumer.com/2006/04/6-days.html> (26 maj 2014)
- Rashid A., Khan S.H., Abbas G., Amer M.Y., Khan M.J., Iftikhar N. 2013. Effect of egg weight on hatchability and hatchling weight in Fayoumi, Desi and crossbred (Rhode Island Red X Fayoumi) chickens. *Veterinary world*, 6, 9: 592–595
- Reijrink I. 2010. Storage of hatching eggs – Effects of storage nad early incubation conditions on egg characteristics, embryonic development, hatchability, and chick quality. Thesis, Wageningen, Wageningen University: 163 str.
- Romao J.M., Moraes T.G.V., Texeria R.S.C., Cardoso W.M., Buxade C.C. 2008. Effect of egg storage length on hatchability and weight loss in incubation of egg and meat type japanese quails. *Brazilian journal of poultry science*, 10: 143–147
- Rose S.P. 1997. Principles of poultry science. London, UK, Cab International: 79–90
- SAS Inst. Inc. 2011. The SAS System for Windows, Release 9.3. Cary, NC.
- Schmidt G.S., Figueiredo E.A.P., Saatkamp M.G., Boom E.R. 2009. Effect of storage period and egg weight on embryo development and incubation results. *Brazilian journal of poultry science*, 11: 1–5
- Scott T.A., Silversides F.G. 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, 79: 1725–1729
- Silversides F.G., Korver D.R., Budgell K.L. 2006. Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. *Poultry science*, 85: 1136–1144
- Terčič D. 1998. Vaje iz perutninarstva. Domžale, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 296 str.
- Weis J., Hrnčar C., Pal G., Baranska B., Bujko J., Malikova L. 2011. Effect of the egg size on egg loses and hatchability of the Muscovy duck. *Animal science and biotechnologies*, 44, 1: 354–356
- Zakaria A.H., Plumstead P.W., Romero-Sanchez H., Leksrisompong N., Osborne J., Brake J. 2005. Oviposition pattern, egg weight, fertility and hatchability of young and old broiler breeds. *Poultry Science*, 84: 1505–1509

Zorko-Braun N. 1979. Perutninarstvo. Skripta. Maribor, Univerza v Mariboru, Višja agronomska šola: 25–28

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Dušanu Terčiču in recenzentki prof. dr. Antoniji Holcman za vso strokovno pomoč in nasvete pri nastajanju magistrskega dela. Zahvaljujem se tudi predsedniku komisije doc. dr. Silvestru Žguru ter Jerneji Bogataj, univ. dipl. inž. zoot., za tehnični pregled magistrskega dela.