

VPLIV TRAJANJA SKLADIŠČENJA IN MASE VALILNIH JAJC NA VALILNOST PIŠČANCEV PRELUX-G

Dušan TERČIČ¹, Tea SMERDU²

Delo je prispelo 02. decembra 2014, sprejeto 12. decembra 2014.
Received December 02, 2014; accepted December 12, 2014.

Vpliv trajanja skladiščenja in mase valilnih jajc na valilnost piščancev prelux-G

Osnovni namen raziskave je bil ugotoviti, kako različno dolgo trajanje skladiščenja različno težkih valilnih jajc vpliva na valilnost piščancev slovenske provenienca kokoši prelux-G. V talni reji uhlevljene živali so bile na začetku poskusa stare 31 tednov, na koncu pa 35 tednov. Valilna jajca smo zbirali dnevno in jih do vlaganja v valilnike hranili v prostoru na farmi pri temperaturi 15 °C. V valilnike smo jih vlagali dvakrat, ločeno po starostih (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 in 14 dni) in težnostnih razredih (XL-zelo velika, L-velika, M-srednja in S-drobna). Najboljša valilnost (88,97 %) je bila dosežna pri vlaganju šest dni starih jajc. V primerjavi z valilnostjo piščancev iz šest dni skladiščeni jajc je bila ugotovljena značilno slabša ($p < 0,01$) valilnost svežih jajc (74,63 %) ter valilnosti 12 dni (74,99 %) in 14 dni (62,87 %) starih jajc. V primerjavi z valilnostjo jajc težnostnega razreda M (82,44 %) so se piščanci iz jajc težnostnega razreda S (78,97 %) valili neznačilno ($p > 0,05$), iz jajc težnostnega razreda L (76,72 %) pa značilno ($p < 0,01$) slabše. Največji odstotek zamrtih zarodkov je bil ugotovljen 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 izvaljenih piščancev.

Ključne besede: kokoši / provenienca / prelux-G / valilna jajca / valilnost / skladiščenje / Slovenija

1 UVOD

Zaradi različnega obsega povpraševanja po dan starih piščancih, neskladij med prirejo valilnih jajc in povpraševanjem po piščancih ter zaradi različnih zmogljivosti valilnic se valilna jajca skladišči od nekaj dni do nekaj tednov (Rejrink in sod., 2008). Skladiščenje nad sedem

Effect of storage period and egg weight on hatchability in Prelux-G chickens

The main purpose of the 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 farm storage compartment at the temperature 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). The highest hatchability (88.97 %) was obtained at six 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 ($P < 0.01$) lower. Hatchability was insignificantly ($P > 0.05$) lower in small sized eggs (78.97 %) and significantly ($P < 0.01$) lower in large sized eggs (76.72 %) than in medium sized eggs (82.44 %). 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.

Key words: chickens / provenance / Prelux-G / hatching eggs / hatchability / storage / Slovenia

dni povzroči zakasnitev v času izvalitve piščancev in padec v valilnosti ter kakovosti izvaljenih piščancev (Tona in sod., 2003, 2004). Negativni vplivi podaljšanega skladiščenja jajc na valilnost in kakovost piščancev se spreminjajo s starostjo plemenske jate. Po 8 do 14 dnevnem skladiščenju jajc so Yassin in sod. (2008) ugotovili slabšo valilnost pri jajcih, ki so izhajala iz mlajših plemenskih

¹ Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija

² Vrhniška cesta 7, SI-1351 Brezovica pri Ljubljani, Slovenija

jat (25–30 tednov) in boljše pri valjenju jajc iz starejših plemenskih jat (51–60 tednov). Do nasprotnih rezultatov so prišli Meijerhof in sod. (1994), Elibol in sod. (2002) ter Tona in sod. (2004), ki so večji padec v valilnosti opazili pri jajcih iz starejših plemenskih jat (45–59 tednov) kot pri jajcih iz mlajših jat (30–37 tednov). Omenjene rezultate je težko pojasniti, saj je vir negativnih vplivov podaljšanega skladiščenja valilnih jajc neznan. Negativne učinke je mogoče povezati s spremembami v zarodku, lastnostih jajc ali z obojem (Meijerhof, 1992; Reijrink in sod., 2008). Čeprav iz številnih raziskav lahko sklepamo, da obstajajo med maso valilnega jajca, maso izvaljenega piščanca in njegovim kasnejšim proizvodnim potencialom pozitivne povezave (Wondmeneh in sod., 2011), optimalna starost in masa valilnega jajca ob vlaganju v valilnike nista za vse primere enoznačno določena parametra. Med drugim se spreminjata tudi odvisno od genotipa živali in starosti plemenske 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. Stopnja genetske determinacije valilnosti je majhna. To pomeni, da si pri izboljševanju te lastnosti največ obetamo od optimizacije postopkov z valilnimi jajci, med katere sodi tudi izbira za določen genotip kokoši primerno starih in težkih valilnih jajc.

2 MATERIAL IN METODE DELA

V poskus je bila vključena starševska jata za pridobivanje komercialnih nesnic prelux-G, ki jo je sestavljalo 71 petelinov pasme slovenska grahasta kokoš in 607 kokoši pasme slovenska rjava kokoš. Živali so bile uhlevljene v dveh oddelkih kombiniranega sistema (nastil+rešetke) talne reje. Oddelka sta bila v skupnem prostoru in medsebojno ločena le z mrežo. Gostota naselitve je znašala 3,2 živali/m² talne površine hleva. Pitna voda in popolna krmna mešanica za kokoši lahkega tipa sta bili živalim vseskozi na voljo. V obdobju 24 ur so bile kokoši osvetljene 14 ur, 10 ur so bile v temi. Na začetku poskusa so bile stare 31 tednov, na koncu poskusa pa 35 tednov. Valilna jajca smo zbirali dnevno, na njih zapisali datum znesenja ter jih do začetka valjenja skladiščili v prostoru na farmi pri temperaturi okrog 15 °C. Jajca so bila vseskozi skladiščena s koničastim delom navzdol. V valilnike smo jih vlagali dvakrat, časovni razpon med vlaganjem je znašal 14 dni. Vlagali smo jih ločeno po trajanju skladiščenja (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 in 14 dni) ter po težnostnih razredih (S=manj kot 53 g; M=53 g do manj kot 63 g; L=63 g do manj kot 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 % vlažnosti zraka ter zadnje

tri dni pri temperaturi 37,2 °C in 70 % relativni vlažnosti zraka. Enaindvajseti dan smo ločeno glede na starost valilnih jajc in njihov težnostni razred pobrali vse izvaljene, čvrste in suhe piščance z zaceljenim popkom. Piščance smo prešteli in stehali. Neizvaljena jajca smo presvetlili z ovoskopom in ugotavljali število zamrtih zarodkov. Piščance, ki so lupino samo naključno, niso pa se uspeli izvaliti, smo uvrstili med zamrte zarodke. Podatke smo obdelali s pomočjo statističnega paketa SAS (2008). Za analizo podatkov o odstotku valilnosti (število izvaljenih piščancev glede na število vložnih jajc), odstotku jajc z zamrtimi zarodki ter za analizo podatkov o masi izvaljenih piščancev smo uporabili statistični model, v katerega smo kot fiksne vplive vključili vpliv zaporednega valjenja (dve valjenji), starosti valilnega jajca (devet starosti), mase valilnega jajca (trije težnostni razredi) ter vpliv interakcije med starostjo in težnostnim razredom valilnega jajca. 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. Statistično značilne razlike ($p \leq 0,05$) med vplivi vključenimi v model smo ovrednotili s pomočjo Tukey-Kramerjevega testa.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Starost kokoši (zaporedno valjenje) je značilno ($p \leq 0,05$) vplivala na maso izvaljenih piščancev, ni pa vplivala ($p > 0,05$) na valilnost in embrionalni pogin. Starost ter masa (težnostni razred) valilnega jajca sta imela značilen vpliv ($p \leq 0,05$) na vse tri proučevane parametre (pregl. 1). 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 in zamrtih zarodkov značilno različen pri različnih ravneh drugega dejavnika.

Najslabše so se valili piščanci iz svežih jajc (vložnih v valilnike na dan znesenja) in jajc, starejših od deset dni. Valilnost piščancev iz dan starih jajc je bila značilno boljše ($p \leq 0,05$) od valilnosti svežih jajc, valilnost piščancev iz 12 dni starih jajc pa značilno ($p \leq 0,05$) boljše od valilnosti 14 dni starih jajc (pregl. 2). Nekateri raziskovalci (Yoo and Wientjes, 1991; Scott in Mackenzie, 1993; Elibol in sod., 2002; Petek in sod., 2005) poročajo o povečanem zgodnjem in poznem zamiranju zarodkov s podaljševanjem trajanja skladiščenja jajc. Schmidt in sod. (2009) so poročali o premočrtnem vplivu trajanja skladiščenja jajc na valilnost in pogin zarodkov ter navedli oceno, da se z vsakim dodatnim dnevom skladiščenja valilnost zmanjša za 1,17 %, pogin zarodkov pa poveča za 1,15 %. Med posameznimi starostnimi razredi valilnih jajc v razponu od enega do desetih dni značilnih razlik v

Preglednica 1: Statistična (ne)značilnost vplivov vključenih v model**Table 1:** Statistical (in)significance of effects included in the model

Lastnost	P-vrednost za posamezne vplive				Koefficient determinacije (R ²)
	Zaporedno valjenje	Starost valilnega jajca	Težnostni razred valilnega jajca	Interakcija starost × 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
Masa piščancev (g)	0,0001	0,0355	0,0001	0,3622	0,96

Statistično značilno $p \leq 0,05$; statistično neznačilno $p > 0,05$

valilnosti ni bilo (pregl. 2). 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 z nesnostjo prekinejo in nadaljujejo z 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 kasnejših, glavni vzrok za to pa je po ugotovitvah Robinsonina in sod. (1991), cit. po Cavero in sod. (2011), slabša 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 znesenja jajca in valilnostjo. Obstajata vsaj dva vzroka za slabšo valilnost svežih jajc v primerjavi z dan starimi jajci. Prvič, sveža jajca imajo zelo viskozen gosti beljak, ki omejuje pretok kisika do zarodka (Benton in Branke, 1996, cit. po Reijrink, 2010). Drugič, po znesenju se jajce ohlaja, pri čemer voda in CO₂ izhajata iz jajca skozi pore v lupini. Zaradi izhajanja CO₂ se pH vrednost beljaka lahko dvigne iz 7,5 na 9,4, medtem ko ostaja rumenjaki rahlo kisel s pH vrednostjo okrog 6,5. Onbasilar in sod.

(2007) navajajo, da je optimalni pH beljaka za rast zarodka med 8,2 in 8,8. Če med časom znesenja jajca in časom vlaganja v valilnike ne mine dovolj časa, iz jajca ne izide dovolj CO₂, pH beljaka ostaja na sorazmerno nizki ravni in ne zagotavlja optimalnih pogojev za uspešen razvoj zarodka (Lapao in sod., 1999). Starost valilnega jajca ni vplivala na maso izvaljenih piščancev, je pa vplivala na odstotek zamrtih zarodkov (pregl. 2). V povprečju je bilo 14,11 % zamrtih zarodkov, najmanj jih je bilo pri en dan starih valilnih jajcih (6,86 %) in največ pri štirinajst dni starih valilnih jajcih (26,90 %). Med posameznimi starostmi jajc v razponu do desetih dni starosti ni bilo značilnih razlik v odstotku zamrtih zarodkov. Statistično značilna razlika ($p \leq 0,05$) obstaja med svežimi (0 dni) in dan starimi na eni strani ter 12 in 14 dni starimi valilnimi jajci na drugi strani. Prav tako je razlika v odstotku zamrtih zarodkov značilna med 14 dni starimi jajci ter vsemi ostalimi starostmi do vključno desetega dneva (pregl. 2). 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 iz 10,7 % pri

Preglednica 2: Vpliv starosti valilnega jajca na odstotek izvaljenih piščancev, maso piščancev ob izvalitvi in odstotek zamrtih zarodkov**Table 2:** Effect of egg storage time on hatchability, hatchling weight and percentage of embryonic deaths

Starost valilnih jajc (dni)	Število vloženih jajc	Valilnost (%) ¹ LSM ± SE	Masa piščancev (g) LSM ± SE	Zamrti zarodki (%) ¹ LSM ± SE
0 (sveža)	370	74,63 ^b ± 2,78	40,05 ^a ± 0,49	7,47 ^a ± 2,73
1	504	87,83 ^a ± 2,36	40,00 ^a ± 0,41	6,86 ^a ± 2,31
2	500	82,22 ^{ab} ± 2,36	38,82 ^a ± 0,41	12,13 ^{ab} ± 2,31
4	601	78,91 ^{ab} ± 2,28	39,43 ^a ± 0,40	13,82 ^{ab} ± 2,24
6	571	88,97 ^a ± 2,36	40,55 ^a ± 0,41	7,87 ^a ± 2,31
8	584	81,68 ^{ab} ± 2,28	39,50 ^a ± 0,40	16,44 ^{ab} ± 2,24
10	626	82,25 ^{ab} ± 2,28	40,66 ^a ± 0,40	13,35 ^{ab} ± 2,24
12	549	74,99 ^b ± 2,36	40,49 ^a ± 0,41	22,23 ^{bc} ± 2,31
14	599	62,87 ^c ± 2,28	40,50 ^a ± 0,40	26,90 ^c ± 2,24

¹ Odstotki izraženi glede na število vloženih jajc v valilnike; LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $p \leq 0,05$; statistično neznačilno $p > 0,05$;

^{abc} LSM vrednosti po posameznih stolpcih, ki si delijo enak nadpis, se medsebojno statistično značilno ne razlikujejo.

štirih dneh skladiščenja povečal na 27,7 % pri 14 dneh skladiščenja (Fasenko, 2007). V našem poskusu je bil v skupini štiri dni starih valilnih jajc embrionalni pogin 13,82 %, pri 14 dni starih jajc 26,90 %. Gre torej za razliko 13 %, kar je manj kot v poskusu Fasenska (2007), kjer je znašala 17 %. Najbolje so se valili piščanci iz jajc težnostnega razreda M (82,44 %), kar je bilo za pričakovati, saj so to jajca srednjega težnostnega razreda, ki se po navedbah več avtorjev (npr. 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 L in S razredom jajc v valilnosti ni bilo značilnih razlik. Najslabše so se valili piščanci težnostnega razreda L (76,72 %), neznačilno bolje ($p > 0,05$) od njih piščanci težnostnega razreda S (78,97 %) in značilno ($p \leq 0,05$) bolje od obeh prej omenjenih piščanci iz težnostnega razreda M (82,44 %) (pregl. 3). Rezultati raziskav, v katerih so proučevali valilnost piščancev iz različno težkih jajc, so si pogosto nasprotujoči. V raziskavi Asuquo in Okona (1993), Alabija in sod. (2012), Ng'amibija in sod. (2013) ter Rashida in sod. (2013) so se iz drobnih jajc piščanci slabše valili kot iz srednje težkih in težkih jajc. Abiola in sod. (2008) so pri valjenju jajc težkega tipa kokoši ugotovili najboljšo valilnost srednje težkih jajc in najslabšo pri težkih jajc. Tudi Gonzalez in sod. (1999) priporočajo za doseganje optimalne valilnosti vlaganje srednje težkih jajc. Nasprotno Mandlekar (1981) poroča o boljši valilnosti pri vlaganju težkih kot srednje težkih jajc. Na enoto mase imajo velika jajca relativno malo površine, kar je lahko ovira za normalno izmenjavo plinov (Narushin in Romanov, 2002) in zatorej slabšo valilnost.

Med maso valilnega jajca in maso izvaljenega piščanca obstaja močna povezava. Iz jajc L težnostnega razreda so se valili težji piščanci (45,15 g) kot iz jajc M razreda (40,16 g) ali S razreda (34,69 g). Masa piščancev, ki so se valili iz težnostnega razreda M, je predstavljala 69,3 % začetne mase jajca, masa piščancev, izvaljenih iz jajc razreda L, je predstavljala 66,44 % začetne mase jajca.

Ti rezultati ustrezajo ugotovitvam več avtorjev (npr. Shanaway, 1987; Yannakopoulos in Tserveni-Gousi, 1987; Wilson in Harms, 1998, cit. po Schmidt in sod., 2009), ki navajajo, da masa dan starega piščanca predstavlja 62–78 % začetne mase jajca. Piščanci, ki so se valili iz jajc kokoši, ko so bile te mlajše (starost 31 tednov), so tehtali 39,24 g ($\pm 0,18$) in so bili značilno lažji ($p < 0,001$) od piščancev, ki so se valili iz jajc 35 tednov starih kokoši na koncu poskusa. Slednji so tehtali 40,76 g ($\pm 0,21$). Znano je, da se masa jajc in posledično masa piščancev povečuje s staranjem kokoši. Ker so bile kokoši ob prvem zbiranju jajc za mesec dni mlajše kot ob drugem zbiranju, je razlika v masi izvaljenih piščancev mogoče pripisati temu vplivu. S staranjem se reprodukcijska učinkovitost kokoši zmanjšuje, kar je mogoče povezati s spremembami v deležih posameznih sestavin jajca, večji masi jajc, slabši kakovosti lupine, povečanemu poginu zarodkov na začetku in ob koncu valjenja (Tona in sod., 2004; Joseph in Moran, 2005), slabšanju kakovosti beljaka (Lapao in sod., 1999; Tona in sod., 2004) in povečanju vsebnosti holesterola v jajcih (Dikmen in Sahan, 2007). Izraženo v absolutnih enotah izgubijo jajca starejših kokoši več mase, izraženo v odstotkih pa manjši delež mase kot jajca mlajših kokoši. V primerjavi z lažjimi jajci predstavlja pri težjih jajc na enoto mase manjši delež površine lupine (Kirk in sod., 1980; North in Bell, 1990; Roque in Soares, 1994, cit. po King'ori, 2011). 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.

4 SKLEPI

Na podlagi rezultatov raziskave lahko za valjenje jajc komercialne nesnice prelux-G podamo naslednje ugotovitve oziroma priporočila:

- Najbolje so se valili piščanci iz šest dni skladiščenih jajc. Značilno slabšo ($p \leq 0,05$) valilnost so izkazovala jajca, ki smo jih v valilnike

Preglednica 3: Vpliv mase (težnostnega razreda) valilnega jajca na odstotek izvaljenih piščancev, maso piščancev ob izvalitvi in odstotek zamrtih zarodkov

Table 3: Effect of egg weight (size category) on hatchability, hatching weight and percentage of embryonic deaths

Težnostni razred	Število vloženih jajc	Valilnost (%) ¹ LSM \pm SE	Masa piščancev (g) LSM \pm SE	Zamrti zarodki (%) ¹ LSM \pm SE
L	1037	76,72 ^a \pm 1,44	45,15 ^a \pm 0,25	19,72 ^a \pm 1,41
M	3653	82,44 ^b \pm 1,15	40,16 ^b \pm 0,20	14,58 ^b \pm 1,13
S	200	78,97 ^{ab} \pm 1,52	34,69 ^c \pm 0,26	8,05 ^c \pm 1,49

¹ Odstotki izraženi glede na število vloženih jajc v valilnike; LSM = ocenjena srednja vrednost, izračunana po metodi najmanjših kvadratov; SE = standardna napaka ocene; statistično značilno $p \leq 0,05$; statistično neznačilno $p > 0,05$;

^{abc} LSM vrednosti po posameznih stolpcih, ki si delijo enak nadpis, se medsebojno statistično značilno ne razlikujejo.

vlagali na dan znesenja in jajca, starejša od 10 dni. V valilnike je torej priporočljivo vlagati 1–10 dni stara valilna jajca prelux-G.

- Najboljša valilnost (82,44 %) je bila dosežena z vlaganjem jajc srednjega težnostnega razreda (53 g do manj kot 63 g), značilno slabša pa z vlaganjem težkih (63 do manj kot 73 g) in drobnih jajc (pod 53 g).
- Med piščanci, ki so se valili iz različno starih jajc (od 0 do 14 dni), niso obstajale značilne razlike v masi ob izvalitvi.
- Postaranje kokoši za en mesec ni vplivalo na valilnost, je pa povzročilo značilno ($p < 0,001$) razliko v masi izvaljenih piščancev – iz jajc starejših kokoši so se valili težji piščanci kot iz jajc mlajših kokoši.

5 VIRI

- Abiola S.S., Meshioye O.O., Oyerinde B.O., Bamgbose M.A. 2008. Effect of egg size on hatchability of broiler chicks. *Arch. Zootech.*, 57: 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 J. Anim. Vet. Adv.*, 7, 8: 718–725, doi:10.3923/ajava.2012.718.725
- Asuquo B.O., Okon B. 1993. Effects of age and egg size on fertility and hatchability of chicken eggs. *E. Afr. Agr. For. J.*, 59: 79–83
- Cavero D., Schmutz M., Icken W., Preisinger R. 2011. Improving hatchability in white egg layer strains through breeding. *Lohmann information*, 46, 1: 44–54
- Dikmen B.Y., Sahan U. 2007. Correlations between breeder age, egg cholesterol content, blood cholesterol level and hatchability of broiler breeders. *Br. Poult. Sci.*, 48: 98–103, doi:10.1080/00071660601161412
- Elibol O., Peak S.D., Brake J. 2002. Effect of flock age, length of egg storage, and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. *Poult. Sci.*, 81: 945–950, doi:10.1093/ps/81.7.945
- Fasenko G.M. 2007. Egg storage and the embryo. *Poult. Sci.*, 86: 1020–1024, doi:10.1093/ps/86.5.1020
- Gonzalez A., Satterlee D.G., Moharer F., Cadd G.G. 1999. Factors affecting ostrich (*Struthio camelus*) eggs hatchability. *Poult. Sci.*, 78: 1257–1262, doi:10.1093/ps/78.9.1257
- King'ori A.M. 2011. Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *Int. J. Poult. Sci.*, 10, 6: 483–492, doi:10.3923/ijps.2011.483.492
- Joseph N.S., Moran E.T. Jr. 2005. Effect of flock age and post-mergent holding in the hatcher on broiler live performance and further-processing yield. *J. Appl. Poult. Res.*, 14: 512–520, doi:10.1093/japr/14.3.512
- Lapao C., Gama L.T., Soares M.C. 1999. Effects of broiler breeder age and length of egg storage on albumen characteristics and hatchability. *Poult. Sci.*, 78: 640–645, doi:10.1093/ps/78.5.640
- Mandlekar D.H. 1981. A note on fertility and hatchability and egg weight in broiler chicken. *Ind. Poult. Rev.*, XI: 33–34
- Meijerhof R. 1992. Pre-incubation holding of hatching eggs. *World's Poult. Sci. J.*, 48: 57–68, doi:10.1079/WPS19920006
- Meijerhof R., Noordhuizen J.P.T.M., Leenstra F.R. 1994. Influence of pre-incubation treatment on hatching results of broiler breeder eggs produced at 37 and 59 weeks of age. *Br. Poult. Sci.*, 35: 249–257, doi:10.1080/00071669408417689
- Narushin U.G., Romanov M.N. 2002. Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poult. Sci. J.*, 58: 297–303, doi:10.1079/WPS20020023
- Ng'amibi J.W., Thamaga M.W., Norris D., Mabelebele M., Alabi O.J. 2013. Effect of egg weight on hatchability, chick hatch-weight and subsequent productivity of indigenous Venda chickens in Polokwane, South Africa. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 43: 69–74, doi:10.4314/sajas.v43i5.13
- 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. *Arch. Geflügelk.*, 71, 4: 187–191
- Petek M., Baspinar H., Ogan M., Balci F. 2005. Effects of egg weight and length of storage period on hatchability and subsequent laying performance of quail. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 29: 537–542
- 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 × Fayoumi) chickens. *Veterinary world*, 6, 9: 592–595
- Reijrink I.A.M., Meijerhof R., Kemp B., Van den Brand H. 2008. The chicken embryo and its micro environment during egg storage and early incubation. *World's Poult. Sci. J.*, 64: 581–598, doi:10.1017/S0043933908000214
- Reijrink I. 2010. Storage of hatching eggs – Effects of storage and early incubation conditions on egg characteristics, embryonic development, hatchability, and chick quality. Thesis, Wageningen University, Wageningen, NL: 163 str.
- SAS., 2008. Statistical Analysis Systems User's Guide: Statistics, 9th edition. SAS Institute, Inc. Raleigh, North Carolina, USA
- 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. *Braz. J. Poult. Sci.*, 11: 1–5
- Scott T.A., Mackenzie C.J. 1993. Incidence and classification of early embryonic mortality in broiler breeder chickens. *Br. Poult. Sci.*, 34: 459–470, doi:10.1080/00071669308417601
- Tona K., Bamelis F, De Ketelaere B., Bruggeman V., Moreas V.M.B., Buyse J., Onagbesan O., Decuypere E. 2003. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. *Poult. Sci.*, 82: 736–741, doi:10.1093/ps/82.5.736
- Tona K., Onagbesan O., De Ketelaere B., Decuypere E., Bruggeman V. 2004. Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight, and posthatch growth to forty-two days. *J. Appl. Poult. Res.*, 13: 10–18, doi:10.1093/japr/13.1.10
- Wondmeneh E., Dawud I., Adey. 2011. Comparative evaluation of fertility and hatchability of Horro, Fayoumi, Lohmann Silver and Potchefstroom Koekoek breeds of chicken. *Asian J. Poult. Sci.*, 5: 124–129, doi:10.3923/ajpsaj.2011.124.129

- Zakaria A.H., Plumstead P.W., Romero-Sanchez H., Leksrisonpong N., Osborne J., Brake J. 2005. Oviposition pattern, egg weight, fertility and hatchability of young and old broiler breeds. *Poult. Sci.*, 84: 1505–1509, doi:10.1093/ps/84.9.1505
- Yassin H., Velthuis A.G.J., Boerjan M., van Riel J., Huirne R.B.M. 2008. Field study on broiler eggs hatchability. *Poult. Sci.*, 87: 2408–2417, doi:10.3382/ps.2007-00515
- Yoo B.H., Wientjes E. 1991. Rate of decline in hatchability with preincubation storage of chicken eggs depends on genetic strain. *Br. Poult. Sci.*, 32: 733–740, doi:10.1080/00071669108417399